



HAL
open science

La polyculture en étang

Roland Billard

► **To cite this version:**

| Roland Billard. La polyculture en étang. La pisciculture en étang, INRA, 1980. hal-01601073

HAL Id: hal-01601073

<https://hal.science/hal-01601073>

Submitted on 8 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

LA POLYCULTURE EN ÉTANG

R. BILLARD

*Laboratoire de physiologie des poissons,
Centre national de Recherches zootechniques, I.N.R.A.
F - 78350 Jouy-en-Josas*

Résumé

Le concept même de polyculture piscicole a été élaboré et largement mis en œuvre par les pisciculteurs chinois. Le principe est basé sur l'association dans un même biotope de plusieurs espèces animales n'entrant pas en compétition et utilisant des niches écologiques différentes. L'idée est de mieux valoriser les ressources renouvelables des plans d'eau. La polyculture est en fait un intermédiaire entre la situation de l'écosystème naturel dans lequel le flux énergétique se répartit sur les nombreuses composantes du système, et la monoculture où le flux est au contraire concentré sur une seule espèce. En mono comme en polyculture, la biomasse alimentaire reste inférieure à celle que produirait l'écosystème sans intervention humaine, mais l'orientation privilégiée du flux sur quelques espèces plus faciles à récolter permet en définitive de recueillir davantage de matière vivante consommable.

La polyculture a permis d'améliorer les productions dans des proportions importantes (en général doublement des productions obtenues en monoculture sans apport de fertilisant ou d'aliments supplémentaires). La difficulté essentielle réside dans le choix et leur rapport numérique des différentes espèces lors de la mise en charge de l'étang. Les espèces les plus fréquemment associées sont en zone tempérée : la carpe commune et les carpes dites « chinoises » (parmi lesquelles *Hypophthalmichthys molitrix* est la plus intéressante car phytoplanctonophage et *Ctenopharyngodon idella* qui consomme des végétaux supérieurs). D'autres espèces sont parfois introduites comme corégones, carassins, anguilles, esturgeons, *Ictalurus*, *Castostomus*, etc... En Europe, la polyculture est largement pratiquée en URSS et en Roumanie et débute en Hongrie, Yougoslavie et Pologne. D'autres pays comme Israël ont largement élargi la gamme des espèces mises en association, en introduisant des tilapias, voire des mulets avec la carpe commune et les carpes chinoises et quelquefois même des invertébrés (crevettes d'eau douce du type *Macrobrachium* ou bivalves en zones côtières).

Summary

Polyculture in ponds

The concept of fish polyculture has been developed and largely applied in China. The principle is based on the mixing in the same biotope of several non competing animal species and utilization of different ecological niches. The intention is to obtain a better valorization of the renewable resources of the water body. Polyculture is a situation located between the natural ecosystem in which the energy flux is distributed over the many components of the system and monoculture where the flux is concentrated on only one species. In mono- as in polyculture the dietary biomass remains smaller than that produced by the ecosystem without any human intervention. However, the privileged direction of the flux towards some species easier to harvest allows to collect a larger amount of consumable living matters.

Polyculture has led to a marked production increase (generally the double of the production obtained in monoculture without any supply of fertilizers or feed supplements). The main difficulty arises from the choice of the different species and their respective stocking rates in the pond. The most currently mixed species belonging to temperate zones : the common carp and the so-called

« Chinese » carps (among which *Hypophthalmichthys molitrix*, being phytoplanktonophage, is the most interesting one, and *Ctenopharyngodon idella*, which eats macrophytes). Other species are sometimes used such as lake whitefish, crucian carps, eels, sturgeons, *Ictalurus*, *Castostomus*, etc. In Europe, polyculture is widely practised in U.S.S.R. and in Rumania and begins in Hungaria, Jugoslavia and Poland. Other countries such as Israel have highly extended the range of associated species by using Tilapia and even greymullets together with common carp and Chinese carps and sometimes invertebrates : freshwater shrimps (*Macrobrachium*) or bivalve in coastal zones.

Le principe de la polyculture piscicole cōnsiste à associer plusieurs espèces de poissons dans un même plan d'eau afin d'occuper les différentes niches écologiques de l'écosystème et valoriser au mieux la production naturelle du milieu aquatique. Cela revient à répartir le flux énergétique sur plusieurs espèces facilement exploitables par l'homme. Il s'agit d'une situation intermédiaire entre la monoculture où le flux est concentré sur une seule espèce et l'écosystème en équilibre où les composantes bénéficiaires du flux sont plus nombreuses et assurent une meilleure productivité mais qui sont d'exploitation difficile par l'homme. Ces associations de poissons ne sont pas sans rappeler les cultures alternées quelquefois pratiquées en agriculture. Le concept même de la polyculture piscicole a été élaboré dans les pays asiatiques et largement mis en œuvre par les pisciculteurs chinois. Il a été étendu à d'autres espèces animales et inclut même quelquefois des associations d'espèces animales et végétales (tabl. 1).

TABLEAU 1

*Essais de classification de divers types d'association
d'espèces pratiqués dans le monde*

I. *Les associations traditionnelles en Europe*

- 1) Une même espèce mais à des âges différents.
- 2) Différentes espèces : carpe, tanche, gardon, brochet, etc.
- 3) Association de 1) et 2) : différentes espèces et d'âges différents.
- 4) Essais d'amélioration de ces associations traditionnelles : introduction du sandre, du silure, carassin, etc.
- 5) Association dans le temps :
Une espèce ajoutée pendant une saison ; exemple : le corégone en hiver dans des étangs classiques de carpes.
Succession de deux espèces : Salmonidés en hiver, espèces thermophiles en été.

II. *Les associations à base de poissons phytophages*

- 1) Dominante de poissons phytoplanktonophages.
- 2) Dominante de poissons herbivores.
- 3) Dominante de poissons molluscophages.
- 4) Les associations plus complexes avec augmentation du nombre d'espèce.

III. *Extension du concept : association de poissons avec d'autres espèces animales ou végétales et intégration à l'agriculture*

- Association dans le temps : rotation (inclusion de la pisciculture dans l'assolement).
 - Association dans l'espace : la rizipisciculture.
 - Association avec l'élevage d'oiseaux et de mammifères.
-

La polyculture a été mise en place initialement dans le soucis d'améliorer quantitativement la production de poissons (exemple des pays asiatiques) mais aussi qualitativement (transformation de poissons fourrages sans valeur commerciale en poissons carnassiers très prisés par le consommateur ou le pêcheur dans les pays industrialisés).

Plus récemment dans ces mêmes pays industrialisés on a eu recours à des associations d'espèces dans le but de maîtriser la végétation dans divers plans d'eau : canaux d'irrigation ou de navigation, bassins et étangs d'agrément et réservoirs d'eau potable. On leur assigne alors un rôle dans l'amélioration du milieu (Henderson, 1978).

Dans tous ces cas, et en particulier dans celui des réservoirs, il est impératif de limiter le développement d'algues donnant à l'eau un mauvais goût et générateur de bloom dont la minéralisation est fortement consommatrice d'oxygène. On a fait pour cela appel à des associations d'espèces de poissons qui auront pour rôle de convertir le maximum de la biomasse algale en biomasse pisciaire. On procède alors à un allongement de la chaîne avec inclusion de carnassier (Brochet, Sandre) qui est en quelque sorte pérennisé puisqu'on interdit la capture de ces prédateurs au moins au début de leur introduction (Vostradowski, Communication personnelle).

I. Les associations traditionnelles en Europe

Quelques associations sont traditionnellement mises en place en Europe. En France, l'association Carpe, Gardon, Rotengle, Tanche et Brochet est bien connue. Les rapports sont variables et dépendent des prix de commercialisation. La Carpe reste l'espèce dominante jusqu'à 90 % en poids lors de la récolte. La pratique de l'élevage de la Carpe, par exemple en monoculture en étang, tous âges confondus, revient à une association d'individus pouvant utiliser des niches écologiques différentes et constitue une sorte de polyculture. En Europe Centrale, la Carpe reste l'espèce dominante et les autres espèces de poissons (dits poissons secondaires) ne dépassent guère 10 % : Tanche 6-7 %, Brochet 0,9 à 1,7 %, Salmonidés 3,2 à 5,5 %, poissons divers 1,2 à 4,8 % (Schaperclaus, 1962). L'introduction de salmonidés dans les étangs n'est pas fréquente mais elle est possible et pratiquée au moins pendant la période hivernale (c'est le cas des corégones en Tchécoslovaquie, Marcel, 1979). La survie des salmonidés en période estivale semble même possible en étang comme l'indiquent Schaperclaus (1962) et Calderon (1966-1968). D'autres espèces ont été incluses dans les associations comme le black bass (Wurtz, 1952), le silure, le sandre, le carassin, etc. Ces associations ne sont en général pas très performantes et n'autorisent que de très faibles augmentations de production. Un autre type d'association consiste à pratiquer dans les mêmes structures un élevage de salmonidés en hiver et des espèces thermophiles en été (Brown, 1979).

II. Les associations à base de carpes phytophages

Les poissons phytophages (communément appelés carpes chinoises) sont des espèces d'eau douce originaires de Chine. Les espèces les plus couramment associées dans ce pays sont indiquées dans le tableau 2 et les rapports numériques des diverses espèces pour différents milieux apparaissent dans le tableau 3. En conditions normales, la carpe argentée phytoplanctonophage est dominante mais dans certains cas, l'espèce dominante sera l'espèce herbivore (cas d'une végétation supérieure très abondante) ou d'espèces molluscophages (en cas de développement important d'escargots). Ces associations ne sont pas pérennes et dépendent de l'état de l'étang lors de la mise en charge. Les principales niches exploitées sont donc le phytoplancton, le zooplancton, le benthos, la végétation supérieure et les mollusques (il faut pour produire 1 kg de poids vif de poissons, 60 à 70 kg d'herbe ou 50 kg d'escargots, Tapiador *et al.*, 1977).

TABLEAU 2

Quelques espèces les plus couramment associées dans les plans d'eau en Chine

Les espèces les plus importantes dites « carpes chinoises » :

- *Ctenopharyngodon idella* (Herbivore).
- *Hypophthalmichthys molitrix* (Phytoplanctonophage).
- *Aristichthys nobilis* (Zooplanctonophage).
- *Mylopharyngodon piceus* (Molluscophage).

Les espèces secondaires :

- La carpe commune.
- Le carassin.
- Le *Tilapia mossambica*.
- *Megalobrama amblycephala* (Herbivore).
- *Cirrhinus molitorella* (Mud carp) (Détritivore, faune benthique).

TABLEAU 3

Diverses combinaisons d'espèces de poissons pour la polyculture en Chine
(Tapiador et al., 1977)

Densité lors de la mise en charge (% des différentes espèces)

Type de plan d'eau à empoisonner	Lacs et réservoirs		Etangs de production	
	Phytoplanctonophage	Herbivore	Molluscophage	Phytoplanctonophage
Espèce dominante				
Espèces				
<i>H. Molitrix</i>	46	16	12	65
<i>A. Nobilis</i>	16	10	7,4	10
<i>C. Idella</i>	10	55	24,2	12
<i>C. Molitorella</i>	21	—	—	—
<i>C. Carpio</i>	8	—	3	6
<i>M. Piceus</i>	—	—	42	—
Divers	—	19	10	8

Les chinois pratiquent deux types de polyculture. L'un consiste à conduire le cycle d'élevage dans une série d'étangs occupés par des poissons de classes de tailles différentes. Dans l'autre type d'exploitation, l'élevage se pratique dans un même étang jusqu'à la taille commerciale, toutes tailles confondues. Les poissons commercialisables sont retirés dès qu'ils ont atteint la taille correspondante et sont remplacés au moins pendant une période de l'année par des juvéniles. Dans les deux cas, il y a des entrées et des sorties pratiquement continues de poissons (au moins trois à quatre récoltes pendant un cycle d'élevage de dix à douze mois). Se trouve ainsi mis en pratique un principe qui consiste à enlever de l'étang les poissons les plus gros dès qu'ils ont atteint la taille commerciale et de les remplacer par des juvéniles. La biomasse reste ainsi plus stable que dans le cas d'une récolte complète avec vidange ce qui conduit à une meilleure utilisation du plan d'eau dans le temps. Ce principe est également utilisé dans le cas de la monoculture du Chanos aux Phillipines et à Formose.

Ces différentes espèces chinoises ont été introduites en U.R.S.S. d'où elles ont été exportées vers d'autres pays d'Europe de l'Est, Roumanie, puis Hongrie et Yougoslavie. La Roumanie est le seul de ces pays où une augmentation notable de la production totale de poisson d'eau douce ait été enregistrée au cours des dernières années, et cela semble dû à l'introduction des espèces chinoises (fig. 1). Des essais ont porté sur les rapports

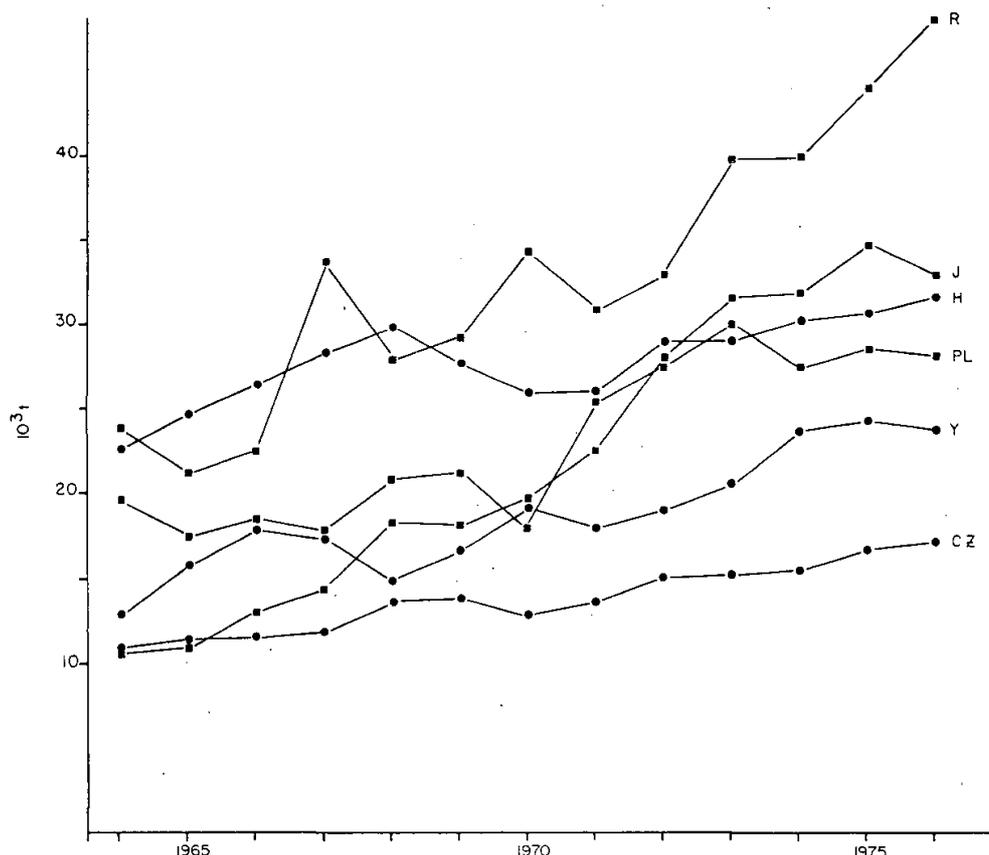


FIG. 1. — Evolution de la production de poissons d'eau douce (carpe principalement) dans divers pays d'Europe au cours de la période 1964-1976. La production du Japon (J) est donnée par comparaison.

H : HONGRIE
 PL : POLOGNE
 R : ROUMANIE
 CZ : TCHÉCOSLOVAQUIE
 Y : YOUGOSLAVIE

optimum des différentes espèces à introduire dans les étangs (fig. 2). Dans le type d'étang utilisé (faible quantité de végétaux supérieurs), les carpes argentées et communes sont les espèces dominantes. En Roumanie, la production de poissons phytophages représente actuellement 20 à 30 % de la production totale.

Les espèces « chinoises » ont été exportées sur le continent américain et se seraient reproduites dans le milieu naturel au Mexique (anonyme 1975-1976). Aux Etats-Unis, ces introductions sont très controversées. Elles ont été associées à d'autres espèces locales comme *Micropterus salmoides*, *Pimephales promelas* et *Ictalurus punctatus* (Merkowski et Avault, 1976 ; Newton *et al.*, 1978). En Israël, les Carpes chinoises sont associées avec la Carpe commune mais leur proportion ne dépasse pas 20 % (Sarig, 1978-1979 ; Mires, 1980). Dans ce même pays, comme dans les pays tropicaux, les espèces chinoises sont quelquefois associées au tilapia (Pruginin, 1976).

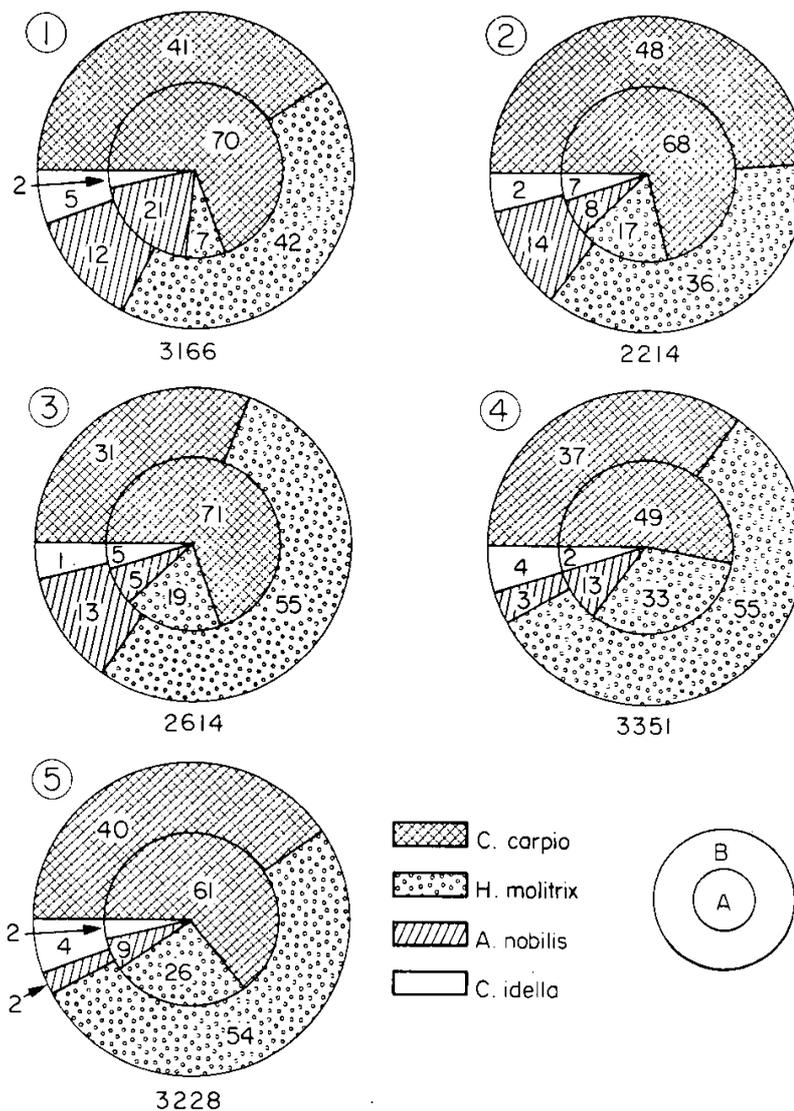


FIG. 2. — Relation entre les pourcentages numériques des espèces introduites dans l'étang lors de la mise en charge (A) et les proportions pondérales lors de la récolte (B). Les productions en kg/ha sont indiquées pour chaque combinaison au-dessous de chaque cercle (d'après Luscan, 1973).

III. Les essais de diversification des espèces

A. Les associations de poissons

Dans les associations à base de poissons phytophages décrites ci-dessus, on obtient une distribution spatiale des espèces schématisées dans la figure 3. Les chercheurs soviétiques (Vinogradov et Yerokhina, 1979) et roumain (Matei, communication personnelle) considèrent que d'autres niches écologiques sont disponibles et introduisent d'autres espèces dans le système tout en augmentant la profondeur du plan d'eau (fig. 4). Selon les chercheurs roumains, la profondeur de l'étang peut atteindre et même dépasser deux mètres ; les pisciculteurs chinois considèrent que l'optimum est de deux à trois mètres, au-delà la photosynthèse est insuffisante pour maintenir une oxygénation suffisante au fond de l'étang (Tapiador *et al.*, 1977).

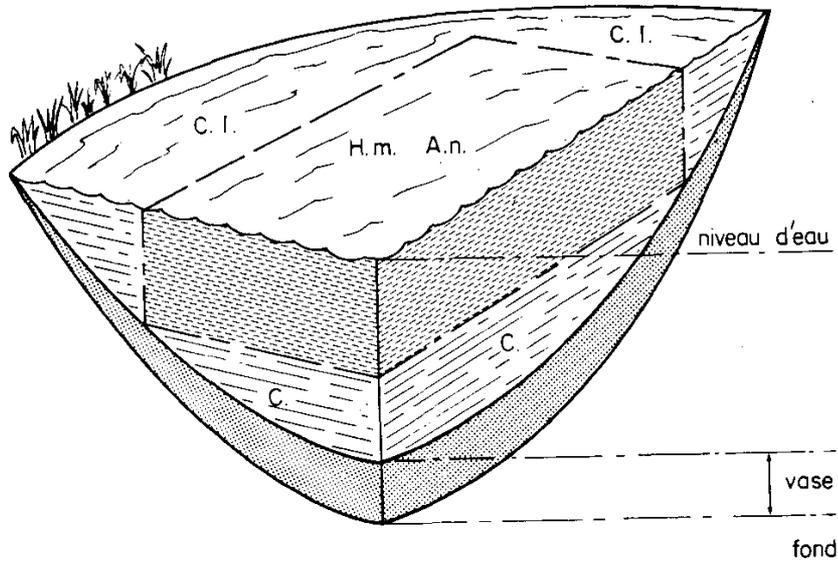


FIG. 3. — Répartition spatiale des espèces chinoises élevées en polyculture avec la carpe commune.
 C.I. *Ctenopharyngodon idella*. A.n. *Aristochthys nobilis*. H.m. *Hypophthalmichthys molitrix*.

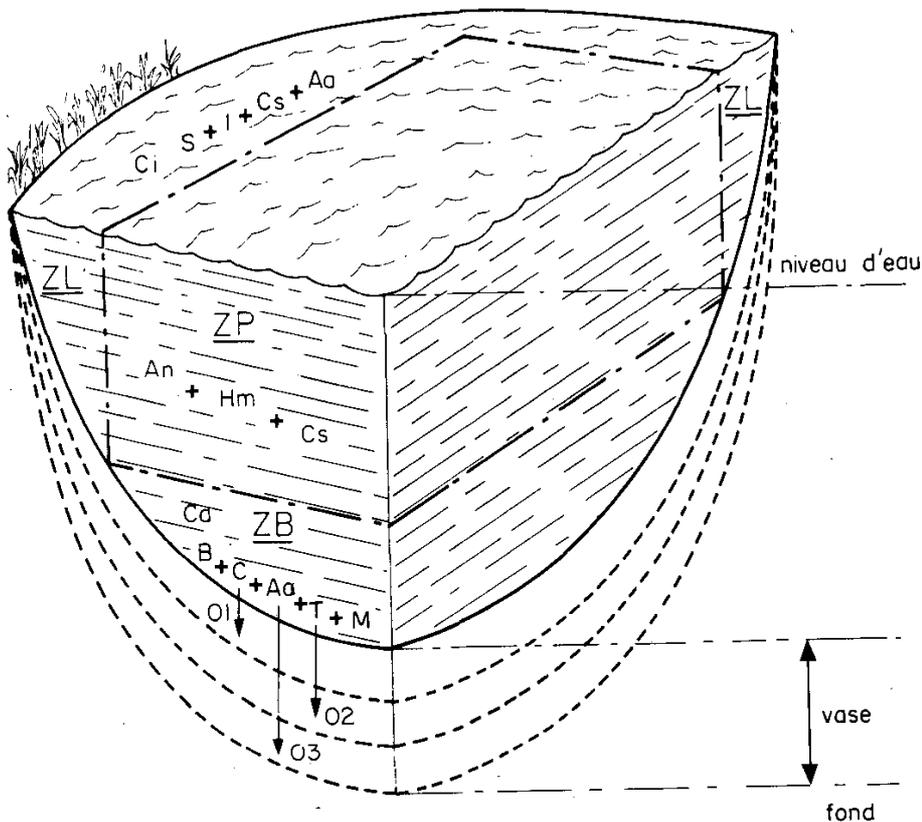


FIG. 4. — Exemple d'associations complexes de poissons pour polyculture avec répartition spatiale dominante des diverses espèces (d'après Matei, communication personnelle) :

ZB : zone benthique ; ZL : zone littorale ; ZP : zone pélagique.

Espèces :

- | | |
|--------------------------|----------------------------|
| — Aa : anguille | Ci : <i>C. idella</i> |
| — An : <i>A. nobilis</i> | Cs : carassin |
| — B : esturgeon hybride | I : <i>Ictalurus</i> |
| — C : carpe | M : <i>Mylopharyngodon</i> |
| — Ca : <i>Catostomus</i> | S : silure |
| | T : tanche |

Dans la vase : couches superficielle (1), moyenne (2), et profonde (3).

On a introduit des Etats-Unis, des espèces planctonophages comme *Ictobius cyprinella* ou *Polyodon spathula* et surtout des espèces benthiques *Ictobius bubalus*, *Ictobius niger*, *Catostomus*, *Ictalurus punctatus*, c'est donc tout un cortège d'espèces qui est introduit dans l'écosystème ; leurs interrelations ne sont pas encore clairement connues mais apparaîtront à la suite des expérimentations en cours. Déjà les Roumains font état de production de 1,5 t/ha/an avec ce type d'association complexe (fig. 4), seulement à partir de la production naturelle du milieu.

De leur côté, les pisciculteurs israéliens ont développé des associations dans lesquelles apparaissent des carpes communes, des tilapias, des mullets et des espèces phytophages (Sarig, 1979 ; Mires, 1980).

La liste des espèces susceptibles d'être associées est loin d'être close et compte tenu du nombre et de la diversité des espèces de poissons, de nombreuses associations fructueuses restent à découvrir. Les espèces de haute valeur commerciale seront naturellement privilégiées. Au nombre de celles-ci, il faut mentionner le loup (*Dicentrarchus labrax*) qui pourrait être introduit dans de nombreux milieux car très plastique ; il est euryhalin et supporte des salinités de 0,5 ‰ (Chervinsky, 1974). Il est omnivore et « opportuniste », zooplanctonophage au cours de sa première année, ichthyophage ensuite, mais si nécessaire il peut consommer des crabes (Roblin, 1980). Il est donc susceptible d'éliminer des espèces indésirables les plus diverses et il a déjà été utilisé à cette fin dans des étangs d'eau douce en Israël pour éliminer les tilapias de petite taille issus de reproduction sauvage (Chervinski, 1974). Ainsi, un poisson de valeur qui ne se reproduit pas en eau douce peut contrôler la reproduction d'autres espèces illustrant des multiples avantages offerts par la polyculture.

B. Les associations poissons-crevettes

Les poissons peuvent se trouver associés à d'autres espèces animales, en particulier des crevettes. Aux Iles Fiji, des espèces de crevettes pénéides ont été élevées en étangs seules ou associées à des poissons (Lichatowich *et al.*, 1978 ; Gunderman et Popper, 1975-1977).

Au Japon, la carpe et le carassin sont conjointement élevés avec une crevette (*Leander paucidens*) (Sinha, 1979). Des essais d'introduction de la crevette d'eau douce *Macrobrachium* dans les étangs sont en cours en Israël et aux Indes, Jhingran (1976) fait état de recherches pour pratiquer une culture mixte poissons-crevettes d'eau saumâtre dans des réservoirs interdidaux, tandis que Eldani (1979) a expérimenté des associations *Chanos*, *Peneus monodon*.

L'association poissons-écrevisses est aussi envisageable (Laurent, 1980). Rensel et Prentice (1979) ont associé une crevette (*Pandalus*) avec du saumon pacifique élevé en cage.

IV. Association du poisson avec l'agriculture et l'élevage

A. La rizipisciculture

Une autre forme d'association fructueuse, la rizipisciculture, reste traditionnellement pratiquée en Asie et en Afrique, mais aussi à un moindre degré en Amérique et en Europe.

De très nombreuses espèces ont été introduites dans la rizière (voir Vincke, 1979) : les principaux sont : carpe, tilapia, trichogaster, ophiocephalus, clarias élevés seuls ou en association (Essawi et Ishak, 1976 ; Vincke, 1976). Des crevettes sont aussi introduites dans la rizière comme en Inde (Sinha, 1979) et au Japon (Suzuki, 1979). Une polyculture complexe se trouve ainsi réalisée : association d'espèces animales dans une culture agricole. Les rendements en poissons sont très variables mais il s'agit toujours d'une production secondaire par rapport au riz. Vincke (1979) cite des valeurs comprises entre 100 et 1 000 kg/ha/an. Tapiador *et al.* (1977) rapportent des productions de plus de 1 t en Chine où la production peut encore être intensifiée par apport d'aliment ou de fumure organique. En rizipisciculture, Pantulu (1979) mentionne des productions de 100 kg/ha sans apport alimentaire. L'intensification de la production de riz par emploi de variétés productives a limité l'intérêt de la rizipisciculture et surtout l'emploi d'insecticides a éliminé le poisson de nombreuses rivières, par exemple au Japon (Suzuki, 1979). Cependant le poisson constitue un moyen de lutte biologique efficace et Grover (1979) constate que de bonnes productions de riz sont possibles sans insecticides, avec en plus des productions de poissons (Tilapia, Carpe) de 69 à 208 kg/ha.

Vincke (1979) insiste sur l'avantage de la rizipisciculture du fait de l'apport protéique qui en résulte et qui équilibre la ration des populations productrices de riz. La rizipisciculture s'est étendue aux U.S.A. avec *Ictiobus cyprinella* (productions maximales de 1 120 kg/ha/an et moyennes de 560 kg/ha) et dans certains cas avec des écrevisses (1 100 ha en Louisiane et au Texas) (Borgstrom, 1978).

B. Inclusion de la pisciculture dans l'assolement

Il existe quelques exemples d'introduction de la pisciculture d'étangs dans l'assolement agricole. Le cas de l'assec-évolage en Dombes est bien connu. Des associations plus complexes ont été signalées par Muller (1978) avec succession de deux récoltes et d'une année d'étang. On valorise ainsi des sols de médiocre qualité agronomique car la récolte bénéficie de l'apport de vase et d'humus dû à l'étang.

C. Association du poisson avec l'élevage d'autres animaux domestiques

L'élevage de canard sur les étangs est devenu classique en Europe de l'Est. Il en résulte un apport alimentaire direct pour le poisson (refus et élément non digérés par les oiseaux) et une fumure organique de l'étang. Woynarowich (1979) estime que 3 à 5 % de ces déjections sont converties en chair de poisson. Les oies peuvent aussi être élevées dans les mêmes conditions (Woynarowich, 1979). Le porc est fréquemment élevé en bordure d'étang en Asie. La règle d'or des pisciculteurs chinois est de 15 porcs par ha d'eau (Tapiador *et al.*, 1977). Le bétail peut être élevé dans les mêmes conditions avec recyclage des déjections dans l'étang, lesquelles servent de fumure et peuvent même être, sans préjudice de la qualité du produit, consommés directement par le poisson (Collis et Smitherman, 1978). Tan (1980) a fait l'inventaire des différents types de production agricole incluant le poisson aux Philippines (tabl. 4). Les types d'association sont extrêmement variés. Le poisson est soit une espèce secondaire associée à une production végétale ou animale, soit une espèce principale. Il en résulte un recyclage des déchets issus des autres activités agricoles et d'autres avantages comme une meilleure utilisation et une protection de l'espace rural examiné par ailleurs (Billard, 1980).

TABLEAU 4

Quelques associations récolte-bétail-poisson aux Philippines

A. Systèmes basés sur la production végétale :

- 1) Rizipisciculture.
- 2) Riz, légumes, poissons.
- 3) Fruits, légumes, porc, poulet, poisson.

B. Systèmes basés sur l'élevage :

- 1) Porc, céréales, poissons.
- 2) Porc, poulet, bétail, légumes.

C. Systèmes basés sur la pisciculture :

- 1) Poisson, porc.
- 2) Poisson, poulet ou canard.
- 3) Poisson, taro.

D. Systèmes à grande échelle :

- 1) Porc, riz, maïs, légumes, poisson.
 - 2) Poisson, porc, bétail, noix de coco.
-

V. Les contraintes de la polyculture

La mise en place de la polyculture piscicole impose un certain nombre de contraintes. La première porte sur les risques encourus à la suite d'introduction d'espèces nouvelles. Les risques sont importants et l'histoire est riche en exemples d'introduction qui furent des désastres (explosions démographiques et introduction de maladies).

Toute introduction d'espèce nouvelle devra s'accompagner de précautions sérieuses. Tout d'abord, le bien fondé de l'introduction ; ensuite vigilance sanitaire avec mise en quarantaine. Dans tous les cas il faut privilégier l'introduction sous forme d'embryons ou de gamètes qui présentent des risques moindres. Pour éviter les risques d'explosion démographique il ne faut lâcher dans le milieu naturel, que des sujets stériles ce qui suppose de se doter des techniques correspondantes. Il est connu de longue date que toute nouvelle espèce introduite dans un écosystème le modifie profondément même s'il n'y a pas explosion démographique. Dans les eaux dites « closes » et dans les étangs cultivés, le contrôle de ces populations est supposé être réalisé mais dans les eaux libres les risques écologiques sont certains et ne peuvent être ignorés. Les auteurs soviétiques qui se sont engagés souvent sans discernement dans une politique d'introduction d'espèces étrangères, reconnaissent par exemple que l'espèce herbivore s'est largement répandue dans les fleuves et les rivières, bouleversant les relations trophiques des espèces existantes et éliminant nombre d'herbiers et par là de nombreuses espèces (Vinogradov et Zolotova, 1975).

La mise en place de la pisciculture nécessite en outre un contrôle rigoureux de peuplements, ce qui revient ici aussi à maîtriser la reproduction qui ne doit, en aucun cas avoir lieu naturellement dans le plan d'eau. La proportion des différentes espèces à lâcher dans le milieu doit être définie avec précision et suppose une bonne connaissance de la biologie des espèces de la productivité de l'étang, des moyens d'apprécier l'évolution de la biomasse des différents composants alimentaires et le cas échéant, des moyens d'intervention. Il faut en outre disposer de juvéniles pour toutes les espèces et à un

moment bien défini ce qui implique l'existence d'une éclosérie. Il faut donc disposer d'une panoplie de techniques, de moyens d'interventions et une bonne connaissance du milieu et des espèces.

S'engager dans la polyculture sous tend aussi un effort de recherche. La polyculture telle qu'elle est pratiquée reste encore très empirique et les performances peuvent être considérablement améliorée. Il faudra pour cela mieux connaître les mécanismes de prédation par les poissons ; aspects morphologiques (bouche, branchiospine), physiologiques (vision, digestion), écophysiologiques (rythme d'alimentation) comportementaux (interaction entre les différentes espèces). Il est important de connaître les régimes alimentaires des espèces à associer, non pas en conditions isolées mais en conditions de compétition plus ou moins poussées. Il est aussi indispensable de mieux apprécier les conséquences de l'introduction de nouvelles espèces sur l'ensemble de l'écosystème et d'une façon plus générale, les relations entre poissons et plancton. Il existe quelques exemples montrant que les populations de poissons sont essentielles au maintien de la production des lacs et que la prédation sur le zooplancton peut retentir sur la production primaire. Par exemple, Stenson (1976 cité par Nilsson, 1976) note que l'élimination des poissons par la roténone a été suivie par une diminution de la production primaire (de 15-20 mg C à 1-3 mg C m³) en quatre ans due à l'absence de prédation du zooplancton. Hrbacek *et al.* (1961) ont fait des observations similaires de sorte que des caractères d'eutrophie ou hétérotrophie peuvent dépendre du facteur poisson plutôt que de facteur physico-chimique.

La polyculture est incontestablement un art difficile. Il est fait état de nombreux succès mais il y a aussi de nombreux échecs non rapportés dans la littérature. Cette technique demande plus d'attention, plus de soins et probablement plus de compétence et de savoir faire que la monoculture ou que la simple activité de grossissement que constitue souvent la salmoniculture.

Conclusion

Du polyusage de l'eau à la polyculture

La polyculture piscicole permet incontestablement une amélioration de la production de poisson dans les plans d'eau où elle est pratiquée. Cette augmentation de production de protéine est en outre très rentable sur le plan économique (Rabanal et Shang, 1979). Il y a donc une meilleure valorisation des ressources renouvelables de l'écosystème aquatique. La polyculture sous ses formes les plus efficaces n'est en fait pratiquée que dans les pays asiatiques et reste à implanter en France. Les avantages à en attendre sont nombreux car outre la transformation en protéines de la production du plan d'eau, elle permet de recycler et de valoriser nombre de déchets et sous produits agricoles et domestiques. L'eau n'a été dans le passé considérée que comme un élément servant à la boisson, l'irrigation, la navigation, la production d'énergie ou l'élimination des déchets. S'y ajoute maintenant l'aspect loisir qui se traduit par une multiplication anarchique des étangs, ce qui n'est pas sans présenter des risques écologiques pour les eaux courantes voisines. Le polyusage de l'eau n'est donc pas toujours compatible avec la conservation de sa qualité biotique et la prise en compte du poisson et plus spécifiquement de la polyculture lui confère une valeur agronomique, ce qui devrait garantir à l'eau un statut de substrat biologique producteur de ressources renouvelables et une prise en charge par une compétence professionnelle pour sa gestion et son exploitation.

Références bibliographiques

- Anonyme, 1975. North American reproduction of grass carp. *S.F.I. Bulletin*, **269**, 5.
- Anonyme, 1976. Status of grass carp. *S.F.I. Bulletin*, **273**, 4-6.
- BILLARD R., 1980. L'étang et l'agriculture des eaux. 15-28, in R. BILLARD, *La Pisciculture en Etang*, I.N.R.A. Publ. Paris.
- BROWN E. E., 1979. Fish production costs using alternative systems and the economic advantages of double-cropping. 235-239, in Pillay and Dill, Ed. *Advance in Aquaculture*, F.A.O. and Fishing news books Publ.
- BORGSTROM G., 1978. The contribution of freshwater fish to human food. 469-491, in Ecology of freshwater fish production, Gerking Ed., Blackwell Sci., publ.
- CALDERON G., 1966. L'élevage de la truite fario et de la truite arc-en-ciel dans les eaux à température très élevée. *Bull. Fr. Pisc.*, **223**, 55-69.
- CALDERON G., 1968. L'élevage de la truite fario et de la truite arc-en-ciel dans les eaux à température très élevée. *Bull. Fr. Pisc.*, **230**, 26-35.
- CHERVINSKI J., 1974. Sea bass, *Dicentrarchus labrax* Linné (Pisces, Serranidae) a « police-fish » in freshwater ponds and its adaptability to various saline conditions. *Bamidgeh*, **26**, 110-113.
- COLLIS W. J., SMITHERMAN R. O., 1978. Production of tilapia hybrides with cattle manure or a commercial diet. 43-54, in Smitherman, Shelton, Glover Ed., Culture of exotic fish symposium proceed Fish Cult. Sect. Am. Fish. Soc., Auburn, Alabama.
- ELDANI A. A., 1979. Polyculture of milkfish (*Chanos chanos* Forskal) and prawn (*Panaeus monodon* Fabricius) at different stocking combinations in brackish-water ponds. *Asian Aquaculture*, **2**, 4-5.
- ESSAWI A. M., ISHAK M. M., 1976. A preliminary study on raising carp in rice fields of Sakha research station, Arab Republic of Egypt. C.I.F.A., *Tech. pap.*, **4**, suppl. 1, 708-714.
- GROVER J. H., 1979. Rice fish culture and the green revolution. 223-224, in Pillay and Dill, Ed. *Advance in Aquaculture*, F.A.O. and Fishing news books Publ.
- GUNDERMAN N., POPPER P., 1975. Experiment in growing *Panaeus merguensis* (de Man, 1888) in a fish pond in Fiji. *Aquaculture*, **6**, 197-198.
- GUNDERMAN N., POPPER P., 1977. A comparative study of three species of penaeid prawns and their suitability for polyculture with fish in the Fiji Islands. *Aquaculture*, **11**, 63-74.
- HENDERSON S., 1978. An evaluation of the filter feeding fishes, silver and bighead carp, for water quality improvement, 121-136, in Smitherman, Shelton, Glover Ed., culture of exotic fish symposium proceed Fish Cult. Sect. Am. Fish. Soc., Auburn, Alabama.
- HRBACEK J., DVORAKORAM, KORINEKV, PROCHAZKOVAL, 1961. Demonstration of the effect of the fish stock on the species composition of zooplankton and the intensity of metabolism of the whole plankton association. *Verh. int. Ver. Limnol.*, **14**, 192-195.
- JHINGRAN V. G., 1976. Systems of polyculture of fishes in the Inland waters of India. *J. Fish. Res. B. Can.*, **33**, 905-910.
- LAURENT P., 1980. Utilisation des étangs pour la production d'écrevisses. 333-342, in R. BILLARD, *La Pisciculture en Etang*, I.N.R.A. Publ. Paris.
- LICHATOWICH T., SMALLEY T., MATE F. D., 1978. The natural reproduction of *penaeus merguensis* (de Man, 1888) in an earthen pond in fiji. *Aquaculture*, **15**, 377-378.
- LUSCAN S. V., 1973. Expérimentations en vue d'augmenter la production piscicole par la polyculture (carpe + *Hypophthalmichthys molitrix*, *Ctenopharyngodon idela* et *Aristichthys nobilis*) (en Roumain). 83-88, in Publ. Statuinea di Cercetari Pentru Piscicultura.
- MARCEL J., 1979. La production de salmonidés dans divers plans d'eau en Tchécoslovaquie. *Piscic. F.*, **55**, 14-20.
- MERKOWSKY A., AVAULT W., 1976. Polyculture of channel catfish and hybrid grass carp. *Prog. Fish. Cult.*, **38**, 76-77.
- MIRES D., 1980. Développement du système de polyculture de poissons d'étang en Israël. 303-308, in R. BILLARD, *La Pisciculture en Etang*, I.N.R.A. Publ. Paris.
- MÜLLER F., 1978. The aquacultural rotation. *Aquacultural Hungarica* (Szarvas), **1**, 73-79.
- NEWTON S. H., DEAN J. C., HANDCOCK A. J., 1978. Low intensity polyculture with chinese carps. 137-143, in Smitherman, Shelton, Glover Ed., Culture of exotic fish symposium proceed. Fish Cult. Sect. Am. Fish. Soc., Auburn, Alabama.
- NILSSON N. A., 1978. The role of size-biased predation in competition and interactive segregation in fish. 303-325, in Gerking Ed., Ecology of freshwater fish production, Blackwell Sci., Publ.

- PANTULU V. R., 1979. Role of aquaculture in water resource development ; case study of the lower Mekong basin project. 53-58, in *Advances in Aquaculture*, Pillay and Dill Ed., F.A.O. and Fishing News Books publ.
- PRUGININ Y., 1976. Species combination and stock densities in Aquaculture in Africa. C.I.F.A., *Tech. pap.*, **4**, suppl. 1, 542-547.
- RABANAL H. R., SHANG Y. C., 1979. The economics of Various management, techniques for Culture of finfish. 224-235, in *Advances in Aquaculture*, Pillay and Dill Ed., F.A.O. and Fishing News Books publ.
- RENSEL J. E., PRENTICE E. F., 1979. Growth of juvenile spot prawn, *Pandalus platyceros*, in the laboratory and in net pens using different diets. *Fish. Bull.*, **76**, 886-890.
- ROBLIN C., 1980. Etude comparée de la biologie du développement (gonadogenèse, croissance, nutrition) du Loup (*Dicentrarchus labrax*) en milieu naturel et en élevage contrôlé. Thèse 3ème cycle, Univ. Perpignan, 272 p.
- SARIG S., 1978. Fisheries and fish culture in Israël in 1978. *Bamidgeh.*, **31**, 83-95.
- SHAPERCLAUS W., 1962. Traité de pisciculture en étang. Vigot Frères, Ed., 620 p.
- SINHA V. R. P., 1979. New trends in fish farm management. 123-126, in *Advances in Aquaculture*, Pillay and Dill Ed., F.A.O. and Fishing News Books publ.
- SUZUKI R., 1979. The culture of common carp in Japan. 161-166, in *Advances in Aquaculture*, Pillay and Dill Ed., F.A.O. and Fishing News Books publ.
- TAN E., 1980. Integrated crop-livestock fish farming in the Philippines. *Asian Aquaculture*, **3**, 4-7.
- TAPIADOR D. D., HENDERSON H. F., DELMEUDO M. N., TSUTSUI H., 1977. Freshwater fisheries and aquaculture in China, *F.A.O. Tech. Pap.*, **168**, 84 p.
- VINCKE M. M. J., 1976. La rizipisciculture et les élevages associés en Afrique. C.I.F.A., *Tech. pap.*, **4**, suppl. 1, 659-707.
- VINCKE M. M. J., 1979. Aquaculture en rizières : situation et rôle futur. C.I.F.A., *Tech. pap.*, **4**, suppl. 1, 208-223.
- VINOGRADOV V. K., ZOLOTOVA Z. K., 1975. The influence of the grass carp on aquatic ecosystems. *Hydrobiological J.*, **10**, 72-78.
- VINOGRADOV V. K., YEROKHINS L. V., 1979. Representatives of north American ichthyofauna as fish and acclimation objects in inner waters of the U.S.S.R. 3rd ichthyological Congress Varszawa.
- WOYNAROVICH E., 1979. The feasibility of combining animal Husbandry with fish farming, with special reference to duck and pig production. 203-208, in *Advances in Aquaculture*, Pillay and Dill Ed., F.A.O. and Fishing News Books publ.
- WURTZ A., 1952. Sur l'alevinage combiné du black-bass du gardon et de la carpe. *Bull. Fr. Pisc.*, **166**, 37-43.