



**HAL**  
open science

# La production de poissons en pisciculture en Roumanie

Jacqueline Marcel

► **To cite this version:**

Jacqueline Marcel. La production de poissons en pisciculture en Roumanie. Pisciculture Française d'Eau Vive et d'Etang, 1980, 60, pp.21-36. hal-01600995

**HAL Id: hal-01600995**

**<https://hal.science/hal-01600995>**

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

# La production de poissons en pisciculture en Roumanie

par Jacqueline MARCEL (\*) (\*\*)

## I. - INTRODUCTION

### La pêche et la pisciculture

Il existe, en Roumanie, une forte tradition de pêche et de consommation de poissons. La pisciculture est très ancienne et remonte à l'époque d'Étienne LE GRAND, au XV<sup>e</sup> siècle. En Moldavie, les premiers étangs datent de 600 ans.

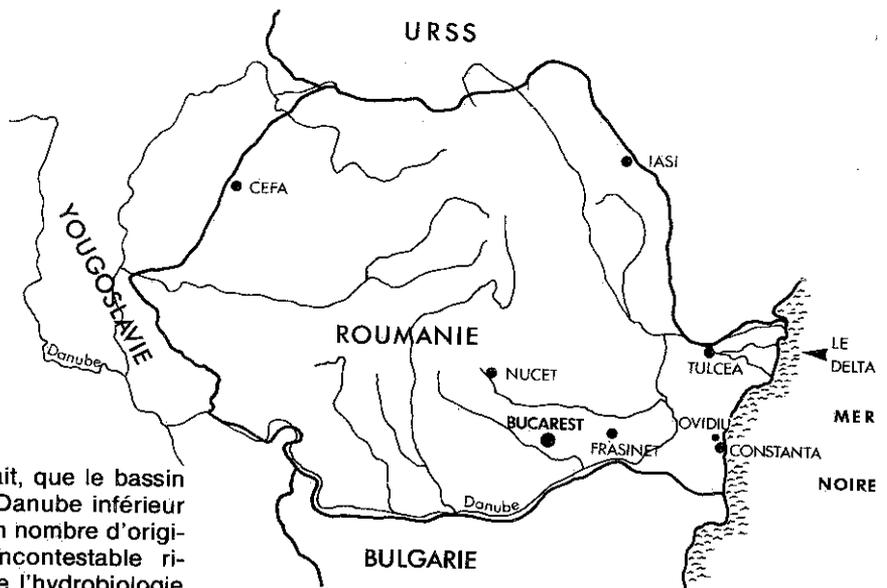
L'hydrographie de ce pays est fortement marquée par la présence du cours défonceur du Danube et de son delta ; la Roumanie n'est, en fait, que le bassin hydrographique de la rive gauche du Danube inférieur (voir carte), ce qui lui confère un certain nombre d'originalités hydrobiologiques dont une incontestable richesse ichthyologique. Le fondateur de l'hydrobiologie roumaine, le Dr G. ANTIPA, disait, au début du XX<sup>e</sup> siècle, que la Roumanie était l'un des pays ayant les eaux douces les plus riches d'Europe et constituait une immense pêcherie.

Jusque vers 1960, le poisson de consommation (10 000 à 15 000 tonnes à cette époque) provenait presque exclusivement de la pêche professionnelle dans les eaux libres, et était surtout constitué de cyprinidés (photo 1). Depuis cette époque, la production naturelle des eaux douces a fortement diminué du fait des grands travaux de canalisation du Danube et de ses affluents qui ont permis de régulariser le régime des eaux et de récupérer des territoires agricoles dans les zones inondables. Du fait de l'importance du poisson dans l'alimentation humaine, il a fallu compenser les diminutions des captures et une politique a été mise en œuvre visant à développer la pêche en mer et une activité de pisciculture.

La mise en place d'une pêche hauturière permet actuellement des captures de 85 000 tonnes dont 5 000



Photo 1. - Bâtiment où se pratiquait, avant les 1950, le stockage du poisson pêché dans le delta du Danube. La conservation était assurée par de la glace prélevée en hiver et conservée dans des huttes à proximité.



en mer noire et le reste dans l'Atlantique. Les objectifs sont de 200 000 tonnes d'ici à l'an 2000. Dans les eaux intérieures dont la superficie est de 600 000 ha, la production est de l'ordre de 70 000 tonnes par an dont 12 000 proviennent d'une activité de cueillette dans les eaux libres et le reste en eaux aménagées (lacs, réservoirs, étangs). Les anciennes pêcheries ont été converties en entreprises piscicoles industrielles d'État. Les étangs de piscicultures sont gérés par l'État et les coopératives agricoles et produisent des carpes communes et phytophages, des carassins et autres poissons de haute valeur comme le sandre et le silure. Il existe, en outre, les salmonicultures d'État.

Le développement de la pisciculture avec l'implantation d'étangs vidangeables est intéressant à considérer car il s'est intégré dans un plan d'ensemble et a consisté à coloniser des terrains impropres à l'agriculture qui ont ainsi été valorisés. Le développement se poursuit actuellement dans le cadre du plan quinquennal (1975-1980) et porte sur l'aménagement de plans d'eaux déjà existants, la création de réservoirs pour l'irrigation et d'étangs. C'est, au total, une superficie de 187 000 ha d'eau qui devraient être aménagés :

36 000 ha à l'intérieur et 110 000 ha dans le delta du Danube. On espère atteindre une production totale de 300 000 tonnes vers 1985, qu'autoriserait les augmentations de surfaces et des améliorations dans la productivité des eaux aménagées (photo 2). Les aménagistes roumains distinguent divers types d'aménagements des eaux avec des rendements variables (tableau 1), faisant l'objet d'actions spécifiques pour l'amélioration de la production. Quatre directions principales de recherche - développement sont ainsi engagées :

(\*) Laboratoire de Physiologie des poissons,  
F - 78350 JOUY-EN-JOSAS.

(\*\*) Élève de l'E.P.H.E., Laboratoire d'étude du développement post-embryonnaire des vertébrés inférieurs, 25, rue du Plat, 69288 LYON Cedex 1.



Photo 2. — Dans le delta du Danube, activité de cueillette et d'élevage en eaux aménagées. Pêcheurs du Danube au premier plan dans un bras du Danube endigué ; au second, étangs de pisciculture.

Tableau 1 : Rendement des différents types d'aménagement des eaux douces en Roumanie

|   | Amplitude (kg/ha) | Moyenne (kg/ha) |
|---|-------------------|-----------------|
| Étangs aménagés avec fumure et apport alimentaire (polyculture) ..... | 2 000-3 000       | 2 500           |
| Étangs de plaine sans fumure ni apport alimentaire .....              | 200-300           | 500             |
| Étangs de montagne sans fumure ni apport alimentaire .....            | 20-50             | 30              |
| Plans d'eau naturels intérieurs (pêche aux engins) .....              | 100-200           | 150             |
| Plans d'eau naturels du delta (pêche aux engins) .....                | 80-120            | 100             |
| Danube (kg/km) .....  | 100-130           | 150             |

— pisciculture intensive avec fumure et apport alimentaire en monoculture : des rendements allant jusqu'à 2 tonnes/ha sont envisageables ;

— meilleure utilisation des différents niveaux de la chaîne trophique par la polyculture ; association de plusieurs espèces comme la carpe et les poissons dits phytophages (*Cténopharyngodon idella* qui consomment les macrophytes, *Hypophthalmichthys molitrix*, phytoplanctonophages, *Aristichthys nobilis* zooplanctonophage) ; on ajoute, en outre, une espèce qui se nourrit de mollusques, *Mylopharyngodon piceus* ; au stade de la recherche, des rendements de 3,5 tonnes/ha auraient été obtenus, tandis qu'en pisciculture de production, on rapporte des rendements de 3 tonnes/ha ;

— exploitation semi-intensive des lacs de barrages (hydroélectrique ou irrigation) avec polyculture et apport alimentaire permettant de produire 0,5 tonne/ha (photo 3) ;

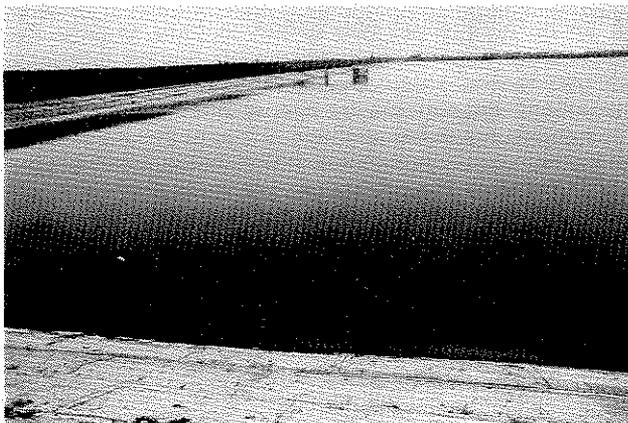


Photo 3. — Exemple de lac d'irrigation près de Nucet.

— exploitation intensive de ces mêmes lacs de barrages avec polyculture, en s'attachant à réaliser un bon équilibre des espèces et les productions escomptées sont de 500 à 1 000 kg/ha ;

— dans les eaux libres, la pêche reste une activité de cueillette. Il existe cependant des projets d'écloserie d'esturgeons. Cette espèce est encore pêchée dans le Danube (11,3 tonnes du côté roumain contre 16,7 tonnes du côté yougoslave, 17,5 tonnes du côté bulgare et 23 tonnes du côté soviétique en 1976), mais elle est menacée par l'établissement de barrages hydroélectriques. L'aloise (*Caspialosa pontica*) se pêche en grande quantité dans le delta ; environ 3 000 tonnes/an, mais avec de fortes et cycliques fluctuations.

Les recherches correspondantes sont donc axées sur des problèmes écologiques (production primaire, exploitation des niches écologiques), des problèmes de nutrition des carpes, des problèmes de contrôle de la reproduction et méthodologie de production de larves destinées au grossissement. D'autres problèmes sont abordés, comme la maîtrise de l'eau et la fertilisation dans les étangs, les questions sanitaires et l'introduction d'espèces nouvelles comme des *Catostomus* en vue de diversifier les espèces dans le cas de la polyculture.

Le souci d'exploiter au maximum la production naturelle des plans d'eau a conduit les Roumains à récolter les roseaux qui poussent dans le delta du Danube, afin d'en faire de la pâte à papier. La production totale est de 130 000 tonnes (poids sec) et les rendements sont de l'ordre de 4 à 12 tonnes/ha. La récolte, qui a lieu en hiver, est fortement mécanisée (bateaux faucardeurs) et le transport est assuré par voie d'eau (photo 4).

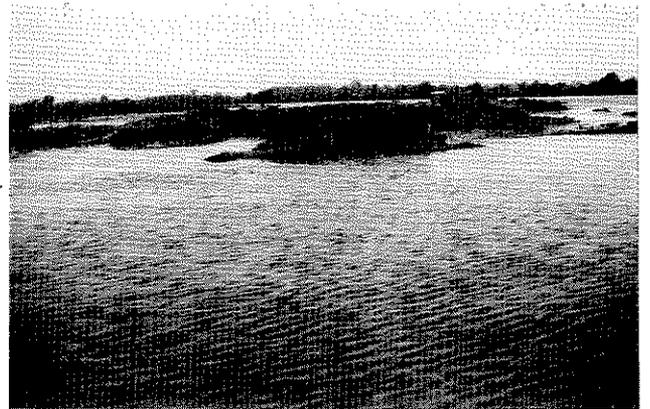


Photo 4. — Production de Typha dans le delta du Danube.

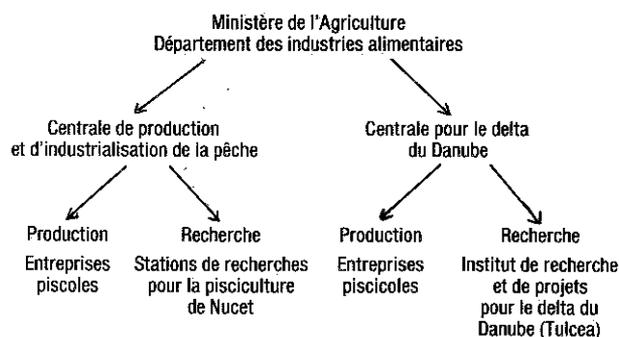
#### Les structures de production, de développement et de recherche

L'exploitation des eaux intérieures est essentiellement assurée par des fermes piscicoles qui exploitent les étangs et gèrent les autres plans d'eau non vidangeables, en procédant à des repeuplements et en pratiquant diverses techniques de pêche. La production piscicole est coordonnée par le ministère de l'Agriculture (département des industries alimentaires).

Les entreprises piscicoles, au nombre d'une vingtaine, regroupent plusieurs fermes et sont dirigées par deux organisations centrales, l'une se consacrant exclusivement au delta du Danube, l'autre au reste du pays.

Les laboratoires de recherche sont directement rattachés à ces deux centrales. L'organigramme est présenté dans le tableau 2.

**Tableau 2 : Organisation de la recherche, du développement et de la production piscicole en Roumanie**



Pour les étangs, l'unité de production de base est la ferme piscicole qui est une sous-division de l'entreprise et qui gère de 100 à 400 ha avec des productions annuelles allant de 100 à 400 tonnes. Le cycle de production est de deux ans dans les régions du sud du pays et de trois au nord.

L'ensemble des entreprises emploie environ 2 500 personnes dont 5 % sont des techniciens. Les laboratoires de recherches disposent de fermes expérimentales et assurent une production. Ces laboratoires sont autofinancés d'une part par leur production et, d'autre part, par les revenus de contrats passés avec les entreprises et portant sur une assistance technique précise : exploitation et fumure des étangs, reproduction des poissons phytophages, contrôle sanitaire (dans ce dernier cas, le contrat est passé directement avec la « centrale »). Les laboratoires disposent de stations de terrain ; c'est ainsi que la station de Nucet (photo 5), située à 60 km au Nord-Est de Bucarest, dispose de trois unités décentralisées (Frasinet, Iasi, Braila).



**Photo 5.** — Vue de la station de recherche de Nucet.

Les structures qui viennent d'être définies ont vocation de recherche et de production sur toutes les espèces, à l'exception des salmonidés qui sont pris en charge par le ministère de l'Économie forestière (département de sylviculture). Ce dernier gère environ 50 salmonicultures qui produisent des truitelles de repeuplement (truite arc-en-ciel). En outre, les forestiers gèrent quelques lacs collinaires en forêts et s'intéressent par conséquent à d'autres groupes de poissons (surtout cyprinidés).

La pêche à la ligne de loisir (photo 6) est peu développée (environ 150 000 pêcheurs qui sont regroupés en une « Association générale des pêcheurs et chasseurs de Roumanie »). Ils gèrent quelques établissements de pisciculture qui produisent du poisson de repeuplement (principalement salmonidés et cyprinidés).



**Photo 6.** — La pêche à la ligne revêt souvent la forme de « pêche de subsistance ». Capture de poissons dans une retenue d'eau pour irrigation.

## II. — LES TECHNIQUES DE PRODUCTION

### A. L'ÉLEVAGE DES POISSONS POUR LE PEUPEMENT

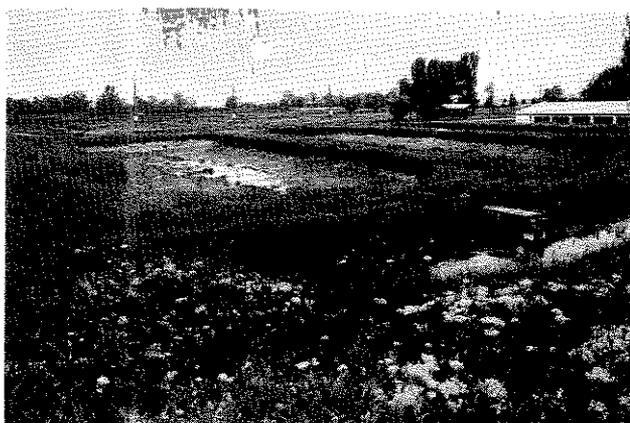
La production se fait toujours âges séparés et la production de juvéniles pour le peuplement des étangs de 2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> années se fait en étang-pépinière. Chaque entreprise piscicole dispose de un ou plusieurs étangs de surface variable (de 10 à 200 ha). Dans ces étangs, la densité finale est de l'ordre de 50 000 juvéniles de 20 g/ha, soit un accroissement annuel de biomasse de 1 000 kg/ha pour la carpe (tableau 3) et de 50 000 juvéniles de 10 g (production de 500 kg/ha) pour les poissons phytophages (tableau 4).

#### 1. Cas de la reproduction dite dirigée (Fig. 1)

##### Les différents types d'étangs et l'étang frayère

Dans ce cas, on n'a pas recours à une éclosérie et la reproduction se fait en étang frayère où des couples de reproducteurs sont mis en présence et où a lieu le comportement reproducteur et la ponte (photo 7). Cette technique est celle pratiquée traditionnellement et couvre encore la totalité des besoins de nombreuses entreprises. Une série d'étangs est nécessaire (tableau 5) :

- l'étang de reproduction et de premier alevinage ;
- l'étang d'élevage des juvéniles ;
- l'étang d'élevage des géniteurs ;
- les étangs d'hivernage pour les carpillons et pour les géniteurs ;



**Photo 7.** — Étangs frayères à la station de Nucet.

**Tableau 3 : Caractéristiques techniques de l'élevage de la carpe commune au Nord-Est de la Roumanie**

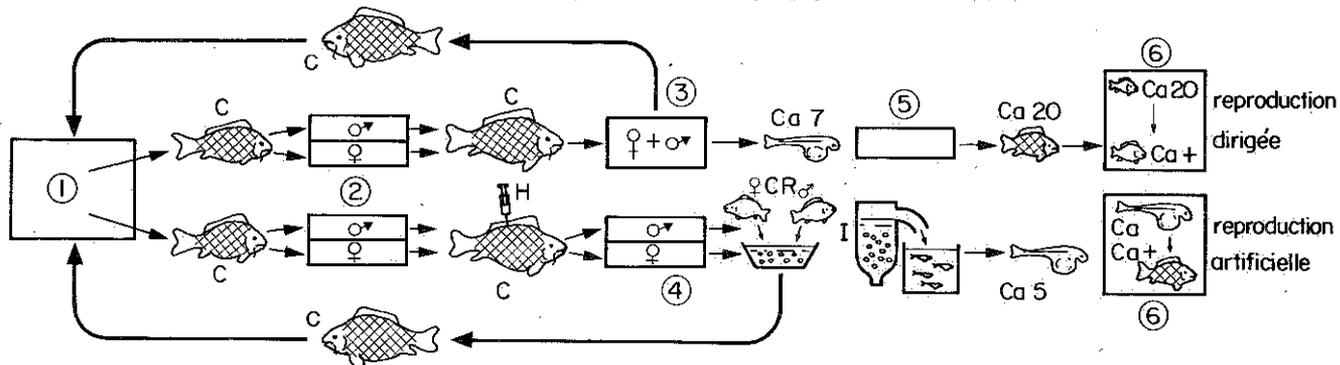
| Opération d'élevage     | Caractérist. des étangs |                | PEUPEMENT (1 <sup>er</sup> été) |                |                |       |            | PRODUCTION    |               |                |       |                |
|-------------------------|-------------------------|----------------|---------------------------------|----------------|----------------|-------|------------|---------------|---------------|----------------|-------|----------------|
|                         | Surface (ha)            | Profond. x (m) | Durée de séjour                 | Nbr. indi. ha  | Poids ind. (g) | T °C  | Pertes (%) | Nbre indi. ha | Poids/ha (kg) | Poids ind. (g) | T °C  | Coef. convers. |
| Hivernage des géniteurs | 0,5-1                   | 1,80           | octobre-mars                    | 1 000          | 5 000          | 1-10  | 1-3        |               |               |                |       |                |
| Reproduction            | 0,05-1                  | 0,2-0,6        | mai                             | 10 ♂ + 20 ♀    | 5 000          | 20-24 | 50         | 3 millions    |               | <15            | 20-24 |                |
| Élevage 0+              | <1                      | 1,0            | juin-octobre                    | 80 000-120 000 | alevins        | 20-28 | 40         | 50 000-70 000 | 100-1 500     | 15-25          | 20-28 | 2,5-3,5        |
| Hivernage 0+            | >1                      | 1,80           | octobre-mars                    | 400 000        | 15x20          | 1-10  | 10-15      |               |               |                |       |                |
| Élevage 1+              | <5                      | 1,20           | mars-octobre                    | 4 500          | 400            | 18-28 | 20-30      | 5 000         | 1 000-2 000   | 400            | 18-28 | 2,5            |
| Hivernage 1+            | >1                      | 1,80           | octobre-mars                    | 30 000         | 400            | 1-10  | 15         |               |               |                |       |                |

**Tableau 4 : Caractéristiques techniques de l'élevage de poissons phytophages au Nord-Est de la Roumanie**

| Opérations d'élevage    | Caractérist. des étangs |                | PEUPEMENT (1 <sup>er</sup> été) |                   |                |       |           | PRODUCTION     |               |                |       |                |
|-------------------------|-------------------------|----------------|---------------------------------|-------------------|----------------|-------|-----------|----------------|---------------|----------------|-------|----------------|
|                         | Surface (ha)            | Profond. x (m) | Durée de séjour                 | Nbr. indi. ha     | Poids ind. (g) | T °C  | Perte (%) | Nbr. indi. ha  | Poids/ha (kg) | Poids ind. (g) | T °C  | Coef. convers. |
| Hivernage des géniteurs | 0,5-1                   | 1,80           | octobre-avril                   | 1 000             | 6 000          | 1-10  | 1-5       |                |               |                |       |                |
| Reproduction 1          | 1*                      | 2*             | avril-juin                      | 1 000             | <6 000         | 20-24 | 1-5       |                |               |                |       |                |
| Reproduction 2          | 0,005**                 | 1**            | juin-juillet                    | 2 000             | <6 000         | 22-26 | 10-50     | 300 000***     |               | <5             | 24    |                |
| Élevage 0+              | 1-3                     | 2              | juillet-octobre                 | 200 000-1 million |                | 22-26 | 75        | 50 000-250 000 | 250-1 250     | 5              | 20-28 | 1,5            |
| Hivernage 0+            | >1                      | 1,80           | octobre-mars                    | 1 million         | 5              | 1-10  | 20        |                |               |                |       |                |
| Élevage 1+              | <5                      | 2              | mars-octobre                    | 5 000             | 5              | 18-28 | 20        | 4 000          | 800           | 200            | 18-28 | —              |

\* Étang de pré-maturation ; \*\* Étang de maturation ; \*\*\* Étang d'alevinage.

**Fig. 1. — Schéma des opérations dans le cas de la reproduction dite dirigée, et de la reproduction artificielle.** 1. étang à géniteurs (élevage ou hivernage) ; 2. étang de prématuration (sexes séparés) ; 3. étang frayère ; 4. étang de maturation ; 5. étang de pré-développement ; 6. étang d'alevinage ; C : reproduction ; CR : prélèvement des gamètes et insémination artificielle ; Ca<sub>5</sub> Ca<sub>7</sub> Ca<sub>20</sub> : alevins de carpe de 5, 7 et 20 jours, Ca + carpe d'un été ; H : hypophysation ; I : incubation.



**Tableau 5 : Quelques caractéristiques d'étangs de production de carpes (d'après VOICAN et al., 1975)**

| Type d'étang                                  | Reproduction | 1 <sup>er</sup> alevinage | 2 <sup>e</sup> alevinage | Hivernage | Quarantaine |
|---|--------------|---------------------------|--------------------------|-----------|-------------|
| Surface (ha)                                  | 0,10         | 0,5-1,5                   | 5-10                     | 0,3-0,5   | 0,10        |
| Profondeur moyenne (m)                        | 0,30         | 0,40                      | 0,80                     | 1-2       | 0,60-0,70   |
| Profondeur maximale au canal d'évacuation (m) | 0,60x0,80    | 0,60-0,80                 |                          |           |             |
| Largeur de la digue au sommet (m) à la base   | 0,30<br>1    | 0,60<br>1                 | 2                        | 2         | 1           |
| Profondeur du canal collecteur (m)            | 0,30-0,40    | 0,30-0,40                 | 0,50-0,60                | 0,40      |             |
| Largeur du canal                              |              |                           | 0,40                     | 0,30      |             |
| Durée de remplissage (j)                      | 0,2          | 1                         | 5-10                     | 10        | 0,3         |
| Durée de vidange (j)                          | 0,1          | 0,5                       |                          |           | 0,2         |
| Débit d'eau (l/sec/ha)                        | 5            | 1                         | 1,5                      | >5        | 2           |

— l'étang de reproduction, ou étang frayère, qui est, en fait le seul spécifique de la reproduction dirigée, d'une surface variant de 2 000 à 10 000 m<sup>2</sup> et est entièrement vidangeable. La charge en géniteurs est de l'ordre de 10 couples par ha. Un couple est constitué d'une femelle et deux mâles, mais on emploie quelquefois un rapport de deux femelles pour trois mâles. Les géniteurs sont placés dans ces étangs lorsque la température des eaux dépasse 18-20 °C et sont retirés après la ponte. L'incubation dure trois à quatre jours et après éclosion, les larves sont laissées environ vingt jours dans le même étang. Ces étangs reçoivent une préparation spéciale (apport d'engrais minéraux et de fumier après la ponte) pour stimuler la production de protozoaires et de zooplancton.

Pendant la durée de l'alevinage, les juvéniles reçoivent, en outre, un apport alimentaire, farine de poisson et autres farines d'origine animale ou végétale, riches en protéines. Ces farines sont déversées sous forme sèche à la main à la surface de l'eau. En fin d'alevinage, la production des étangs frayères est d'environ 3 millions d'alevins/ha.

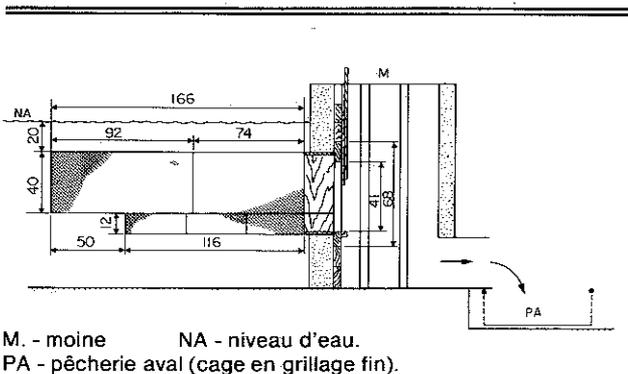
Les étangs de reproduction et de premier alevinage ne sont pas alimentés en eau après leur mise en charge et pendant le déroulement de la ponte, l'incubation, la résorption et l'élevage. Seul un filet d'eau est admis pour compenser les pertes dues aux infiltrations et à l'évaporation. Cependant, en cas de fluctuation des teneurs en oxygène, lorsque la température de l'eau atteint 29 °C et qu'ils commencent des phénomènes de décomposition de la végétation, on admet de l'eau courante dans l'étang. Cependant, on évitera les turbulences et la vitesse moyenne d'écoulement ne doit pas excéder 2 mm/sec.

### La capture des larves

C'est une opération délicate. Trois méthodes sont utilisées en Roumanie :

a) La plus simple consiste à traîner dans l'étang un filet de gaze (mailles 1-2 mm) de 6 m de longueur sur 2 m de hauteur, en même temps que le niveau d'eau est abaissé.

b) Pêcherie aval à courant descendant. Ce système est simple et consiste à placer une sorte de cage en gaze à la sortie des eaux de vidange en dessous du moine, mais un certain nombre de précautions doivent être prises pour ne pas entraîner l'évacuation des jeunes, lors de l'abaissement du niveau d'eau. Les pisciculteurs roumains utilisent un dispositif décrit dans la figure 2, et qui consiste en un cadre de forme triangulaire supportant une gaze qui augmente la surface de filtration, diminue la vitesse de l'eau et évite ainsi l'écrasement des larves.



c) Capture à l'épuisette dans la pêcherie intérieure devant le moine.

Le transport des larves se fait en sacs en polyéthylène partiellement remplis d'eau et gonflés à l'oxygène. Un sac de 80 cm de haut et 40 cm de diamètre avec 20 l d'eau peut recevoir 10 000 alevins de 20 jours.

### L'élevage des géniteurs

Les étangs qui reçoivent des géniteurs ont une surface assez réduite (de quelques ha) [photo 8]. On y trouve un mélange d'animaux adultes s'étant déjà reproduits avec des futurs géniteurs encore impubères. La charge est de 1 t/ha. En général, dans ces étangs, on élève plus de géniteurs que nécessaire ; d'une part les classes d'âges non mures (les femelles ne sont mises en reproduction qu'après leur 4<sup>e</sup> année d'âge) et, d'autre part, un excès de géniteurs matures pour faire face à des années difficiles où la reproduction est peu performante du fait de conditions thermiques défavorables qui obligent à différer, voire à recommencer les opérations de reproduction en étangs frayères. Les Roumains utilisent deux souches de carpes issues de croisement entre la carpe sauvage locale et des carpes de culture importées de Yougoslavie, Hongrie et Ukraine.



Photo 8. — Étang de stockage de géniteurs à Nucet.

### Les étangs d'élevage des sujets d'un été

La surface de ces étangs est variable, 2 à 60 ha. Ils sont généralement choisis parmi les plus riches et font l'objet d'une préparation spéciale. Après un assèchement d'hiver, on dépose du fumier en périphérie dès la fin de l'hiver (2 à 3 t/ha). La mise en eau se pratique peu avant le lâcher. Des épandages d'engrais minéraux (azote et superphosphate) sont effectués périodiquement toutes les 2-3 semaines, soit 300 kg/ha en 10-12 épandages au cours de la saison (photo 9).

Fig. 2. — Dispositif employé lors de la vidange d'étang de premier alevinage, et placé en avant du moine. En haut, vue latérale, en bas, vue de dessous.

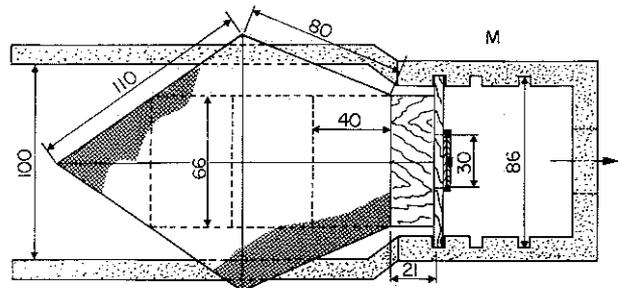




Photo 9. - Exemple d'étang d'élevage avec façons culturales avant la mise en eau.

Le déversement des alevins pratiqué de fin mai au 15 juin se fait à la densité de 80 000 à 120 000 individus/ha. Les pertes entre juin et octobre sont de l'ordre de 40-50 %, de sorte que la production finale est de 40 à 60 000 individus de 25-30 g/ha. En été, on procède à un apport alimentaire constitué de farine végétale : tournesol 33 % + maïs 33 % + blé en grains 33 %. Le coefficient de conversion est de 3-4 kg de farine pour un gain de poids de 1 kg.

### Les bassins d'hivernage

En Roumanie, comme partout en Europe, la rigueur des hivers et leur longueur (novembre à mars) imposent un stockage hivernal spécifique qui se pratique en bassins profonds (<2 m) avec un débit d'eau maintenant un taux d'oxygène dissous à plus de 9 mg/l. Ces surfaces sont de 1 à 2 ha et les charges de 10 t/ha pour les poissons d'un été et de 5 t/ha pour les géniteurs. La température d'hivernage est de l'ordre de 2 °C et les pertes atteignent environ 15 % pour les sujets de 1 an et 2 % pour les géniteurs. En général, les carpes d'un été n'hivernent pas dans ces conditions, mais passent l'hiver en étang de croissance où elles sont déversées en automne.

## 2. Cas de la reproduction artificielle (fig. 1)

### La carpe

#### a) L'écloserie

La technique précédente reste traditionnellement mise en œuvre dans de nombreuses entreprises. Avec l'intensification de la reproduction, elle s'est révélée insuffisante pour répondre à la demande, surtout lorsque les conditions atmosphériques sont défavorables. Au cours des années 1962-1967, les techniques de reproduction artificielle ont été mises au point et testées à l'échelle industrielle ; on a ensuite créé des écloseries. Il en existait 4 en 1972 (production escomptée 1 milliard de juvéniles). Les deux écloseries les plus importantes (les plus anciennes et les plus modernes) sont situées l'une sur la mer Noire (Ovidui, fig. 3, photo 10) fonctionnant sur des eaux de centrale thermique, et l'autre dans le N.W. du pays à Felix (fig. 4) qui utilise des eaux thermales (50 à 80 °C). Ces deux stations ont produit à elles seules plus de 100 millions de larves en 1978. L'écloserie de Felix comprend :

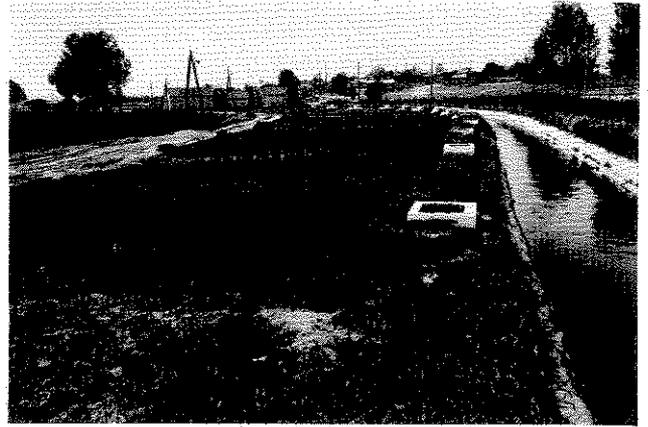


Photo 10. - L'écloserie d'Ovidui. Bassins de maturation ; à droite, canal d'amenée des eaux réchauffées.

Fig. 3. - Plan de l'écloserie d'Ovidui. Elle est alimentée par de l'eau réchauffée en provenance d'une centrale thermique qui est mélangée dans le thermostat avec de l'eau du lac à température ambiante qui est pompée (d'après NICOLAU et al., 1973).

- 1-3 : bassins de premier alevinage ;
- 18-28 : bassins de deuxième alevinage ;
- 29-30 : stockage des géniteurs ;
- 4-12 et 16-18 : bassins de maturation ;
- 13-15 : bassins d'hypophysation ;
- X : salle d'incubation.

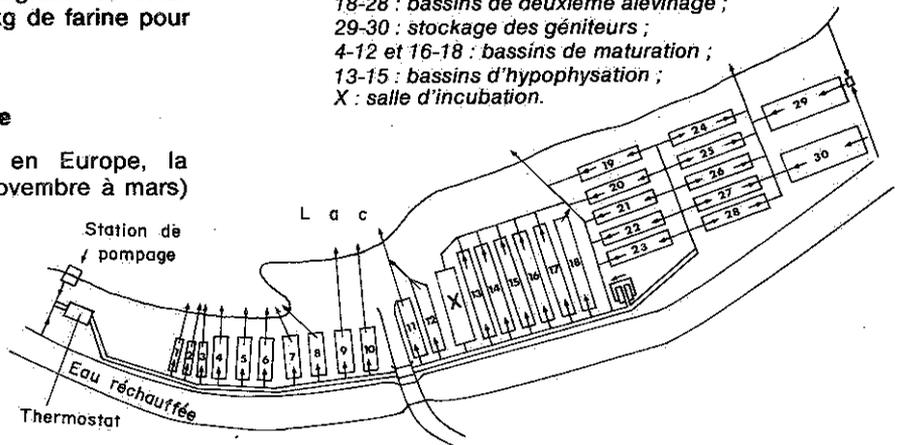
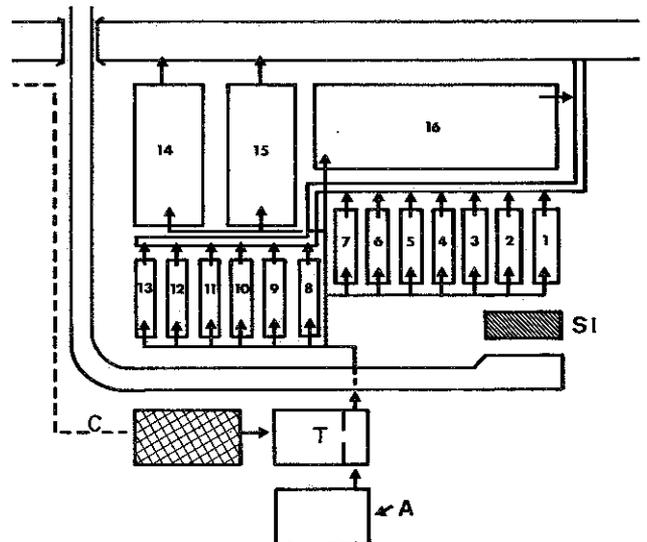


Fig. 4. - Plan de l'écloserie de Felix (Roumanie) [d'après NICOLAU et al., 1973]. Cette écloserie bénéficie d'un apport d'eau réchauffée sur la gauche (C) qui est mélangée avec de l'eau à température ambiante (A) dans le bassin de thermostat (T), afin d'obtenir la température souhaitée. L'eau chaude arrive à une température de 50 à 80 °C et se refroidit avant d'être admise en T dans la zone hachurée.



– une salle d'incubation avec 120 vases de Zug-Weiss de 8 l (débit 2 l/mn/vase) ;

– des bassins d'acclimatation ou pré-maturation et de stockage (50 × 10 × 1,2 m) en terre recevant un débit d'eau de 0,3 l/min./m<sup>2</sup>. Ces bassins sont destinés à accueillir les géniteurs provenant des bassins d'hivernage. Ils sont peu profonds et se réchauffent plus facilement, ce qui permet d'avancer la date à laquelle se pratiquera l'hypophysation ;

– des bassins de maturation pour géniteurs en terre, approvisionnés en eau à température constante : 14-20 °C, au débit de 0,3 l/min./m<sup>2</sup>. Chaque bassin peut recevoir 25 à 40 géniteurs (un seul sexe). Ces bassins comportent aussi des cages flottantes pour le stockage des géniteurs « hypophysés » (principalement des mâles) recevant un débit de 0,2 l/min./m<sup>2</sup>. Ces cages, 2 × 1 × 1 m, faites de filets à mailles 10-12 mm, peuvent recevoir 6-8 géniteurs (photo 11) ;



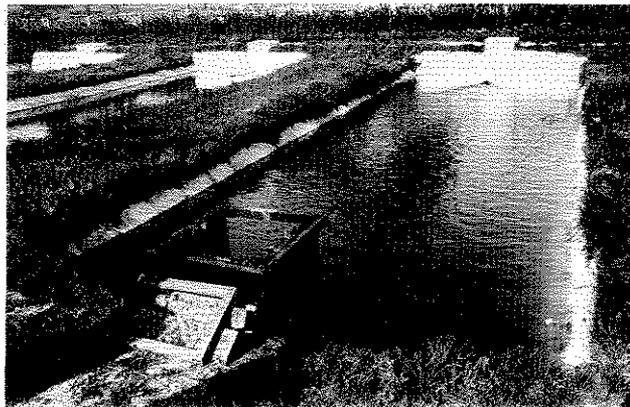
**Photo 11.** – Cages placées en bassins de maturation pour recevoir les géniteurs mâles après hypophysation. La capture répétée est ainsi facilitée.

– un bâtiment avec des salles pour la ponte, la fécondation, le traitement des œufs et la salle d'incubation. Des bassins de béton dans la salle d'ovulation permettent de stocker temporairement les géniteurs au cours des opérations d'insémination artificielle.

### b) La technique de reproduction artificielle

Le choix des géniteurs se pratique dès l'automne précédent lors des pêches. Les géniteurs sont choisis d'après leur morphologie (abdomen développé, le poids des gonades atteint et dépasse même 20 % du poids du corps, couleur brillante), et leur état sanitaire (absence de plaies, blessures ou hémorragies). Les femelles sont mises en reproduction à l'âge de 4-5 ans et conservées pendant quatre saisons successives. Les mâles sont utilisés dès leur troisième année d'âge. Ils sont stockés sexe séparé en étangs d'hivernage. Cinq à six jours avant la reproduction, les géniteurs sont retirés des bassins d'hivernage et transférés dans les bassins d'acclimatation de l'écloserie. Ces bassins d'hivernage sont quelquefois éloignés de l'écloserie et, dans ce cas, le transport de géniteurs se fait en bassins de 600 à 1 000 l recevant 40-50 géniteurs dans une eau oxygénée.

Les bassins d'acclimatation sont alimentés en continu avec, au début, de l'eau fraîche de bonne qualité dont la température est ensuite augmentée jusqu'à 18-19 °C en quelques jours (en général, passage de 14-15 °C à 19-20 °C en cinq jours). Après un à deux jours d'acclimatation, les géniteurs sont introduits dans les bassins de maturation (photo 12), qui sont alimentés avec de l'eau de 18 à 20 °C. La durée de stabulation dans les bassins de maturation varie suivant le mois. Si



**Photo 12.** – Bassins de maturation.

on choisit de faire se reproduire les animaux en mars, 140 degrés-jours seront nécessaires ; en mai ou à la mi-juin, 80 °J seront suffisants. L'injection d'hormone est pratiquée 15 à 20 heures avant l'heure choisie pour l'ovulation, c'est-à-dire l'heure de la journée à laquelle on désire pratiquer la fécondation, mais du fait de variations individuelles, on sait que le délai traitement-ovulation est très étalé, de sorte que les femelles sont examinées dès la 15<sup>e</sup> heure pour éviter des expulsions d'œufs dans les bassins (photo 13). Le contrôle des femelles se poursuit pendant 48 heures et, au-delà, les femelles non ovulées sont éliminées. En fait, la surveillance est pratiquement continue dans les 48 heures qui suivent l'hypophysation et l'insémination est pratiquée assez rapidement après la détection de l'ovulation. On estime à 10-12 heures la durée de survie des ovules dans le tractus génital de la femelle après l'ovulation.



**Photo 13.** – Capture de femelles ovulées dans des bassins de maturation. L'ensemble des poissons est examiné, les femelles ovulées sont transférées immédiatement dans la salle de ponte. Les autres sont remises dans le bassin et seront examinées plus tard.

Le traitement hormonal (photo 14) est pratiqué à raison de 2 à 3,5 mg d'hypophyse pour les femelles et 1 à 2 mg pour les mâles (dose par kg de poids vif). On administre qu'une seule injection en Roumanie alors que généralement deux injections sont pratiquées dans la plupart des pays d'Europe centrale. Les hypophysés sont prélevés sur des carpes à des périodes variables du cycle ; après passage dans l'acétone, les hypophysés sont séchés et broyés, mais l'activité biologique de la poudre ainsi obtenue n'est pas connue.

La technique d'insémination pratiquée dans les grandes écloseries (comme celle d'Ovidui) est la suivante : les femelles ovulées ne sont pas anesthésiées et placées dans un manchon de tissu (photo 15) et immobilisées par un opérateur, la tête en haut, tandis qu'un

autre opérateur procède au prélèvement des ovules (photo 16). Ceux-ci sont recueillis dans de petites cuvettes par lot de 250 g, ce qui correspond à la capacité d'accueil d'une bouteille de Zug. On procède de la même façon pour les mâles (photo 17) et chacun de ces lots reçoit un jet de sperme de trois mâles différents (on peut estimer à quelques ml le volume de sperme utilisé pour inséminer 250 g d'ovules (photo 18). Les gamètes sont d'abord mélangés à sec pendant quelques minutes pour obtenir une bonne homogénéisation. On procède ensuite au traitement des œufs pour enlever la couche adhésive. La méthode VRASKI améliorée par WOYNAROVICH est utilisée en Roumanie. Après le mélange des ovules avec le sperme, et tout en agitant, on verse progressivement (en 10 mn) 1,5 l d'une première solu-



**Photo 14.** — Injection d'extraits hypophysaires bruts de carpe (hypophysation). Administration dans la musculature dorsale.



**Photo 15.** — Les géniteurs dont on va prélever les gamètes sont placés tête la première dans un petit sac de tissus.



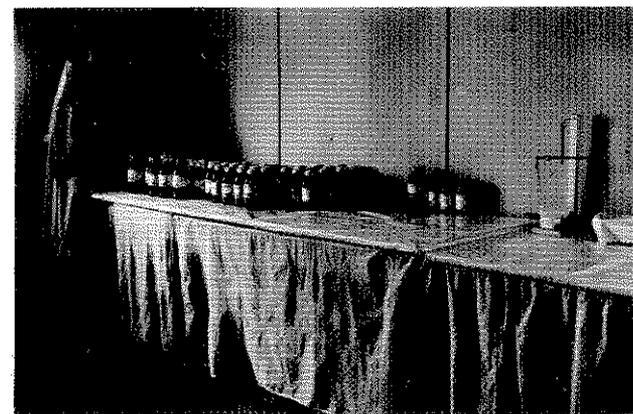
**Photo 16.** — Prélèvement des ovules dans de petites cuvettes (250 g/cuvette).



**Photo 17.** — Prélèvement de sperme.



**Photo 18.** — Jets de sperme surnageant au-dessus d'un lot d'ovules avant le mélange.



**Photo 19.** — On trouve dans les écloséries les produits chimiques (Na Cl et urée) et une balance pour fabriquer les solutions que nécessite la méthode de Woynarovich.



**Photo 20.** — Méthode de Woynarovich. Addition de la première solution.

tion (4 g de NaCl, 3 g d'urée pour 1 l) dite « liquide fécondant », car les spermatozoïdes sont mis en mouvement dans cette solution (photos 19 et 20). Les œufs y sont maintenus agités en permanence pendant une heure. Cette agitation prolongée a pour but l'enlèvement de la couche collante qui entoure l'œuf. L'agitation est mécanique dans les grandes écloséries comme à Ovidui (photo 21), mais est manuelle à Caraorman, dans le delta du Danube (photo 22), ce qui représente un travail considérable (voir ci-après). Après ce traitement, les œufs sont rincés deux à trois fois dans le même liquide pour éliminer la substance collante qui a été dissoute. Les œufs subissent un second traitement pour parachever l'enlèvement de la couche adhésive et chaque lot est transvasé dans un récipient contenant 10 l d'une solution de 8,5 g/l d'urée dans laquelle ils sont remués pendant une heure. A la fin, le rinçage a lieu à l'eau et les œufs sont transférés dans les bouteilles de Zug (fig. 5, photo 23). Le débit d'eau dans les bouteilles est d'abord réglé à 1,5 l/mn pendant 10 mn, puis passe à 3 l/mn pendant les 20 minutes suivantes pour revenir à 1,5 l/mn ensuite et y rester pour le reste de la période d'incubation. Après 80 heures d'incubation à 20 °C, les premières éclosions se produisent. Les larves peuvent être laissées à éclore en totalité dans les bouteilles d'où elles sont éliminées par la surverse (photos 24-25), mais le plus souvent lorsque l'éclosion atteint 60 à 70 %, on verse le contenu des bouteilles (œufs et larves) dans un récipient de 10 l dans lequel un apport d'eau provoquera l'éclosion du reste des œufs

embryonnés. Ces larves sont transférées dans des cages flottantes faites de tulle (photos 26, 27) dans lesquelles la densité est de 150 000 à 200 000 individus/m<sup>3</sup> d'eau. Ces cages sont placées généralement dans les bassins de stockage des géniteurs dans l'éclosérie. Pendant l'incubation, les œufs reçoivent un traitement de 4-5 mn de vert malachite au 1/100000.

Cette technique de reproduction contrôlée tend à se développer, mais les structures adéquates ne sont

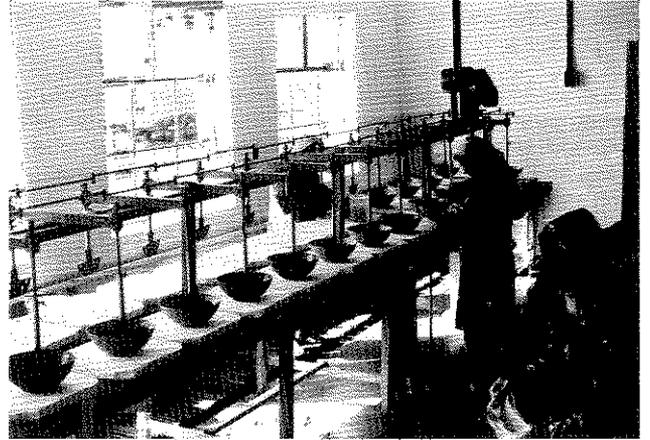


Photo 21. — Dispositif mécanisé permettant l'agitation des œufs de carpe.

Fig. 5. — Schéma d'une bouteille d'incubation utilisée à Ovidui : incubateur de Zug-Weiss (d'après NICOLAU et al. 1973). a : anneau de caoutchouc ; b : support de PVC ; c : manchon.

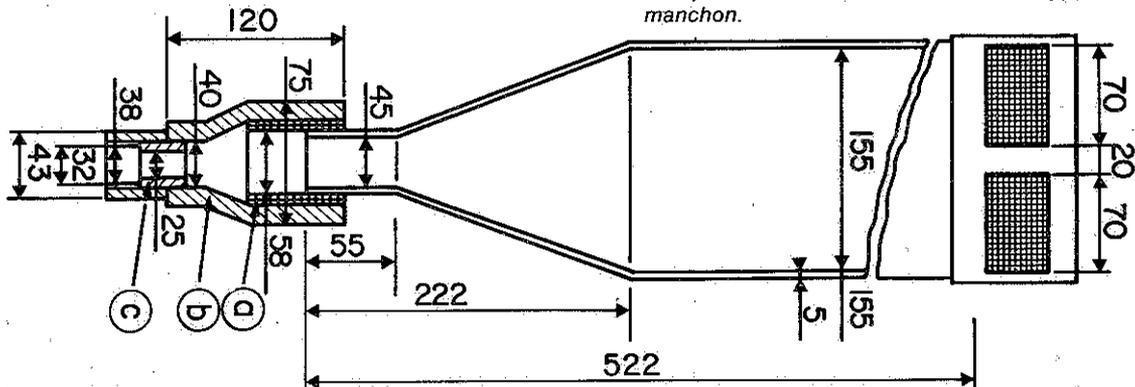


Photo 22. — Brassage manuel des œufs sur le terrain.

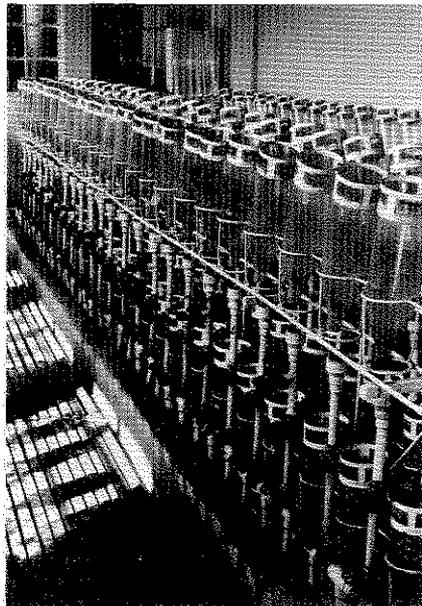


Photo 23. — Batterie de bouteilles de Zug (Ovidui).

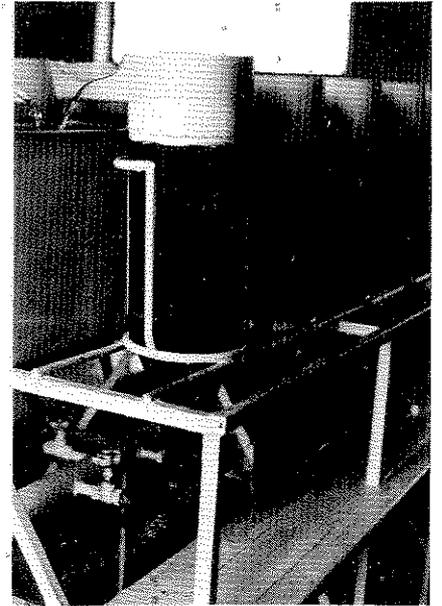


Photo 24. — Bouteilles de Zug avec déversoir dans la partie supérieure.

pas encore généralisées de sorte que la mise en œuvre de la technique revêt quelquefois un caractère artisanal. La photo 28 présente une vue générale d'un chantier de reproduction artificielle dans le delta du Danube. Les géniteurs sont simplement stockés après hypophysation en bassins de terre au fond desquels on a placé un filet qu'il suffit de soulever pour capturer les poissons (photo 29). Le prélèvement des gamètes est réalisé en plein air (photo 30), de même que les opérations d'insémination (photo 31). Les structures traditionnelles des entreprises et la méthode de reproduction dirigée ne permettent pas d'augmenter la production de juvéniles pour le repeuplement. La couverture des besoins supplémentaires entraînés pour l'intensification de la production a été possible grâce à la mise en place de la reproduction contrôlée en écloserie. Cependant, le rendement de l'hypophysation reste faible et la technique doit faire l'objet d'amélioration. C'est ainsi qu'à Ovidiu, sur les 1 209 femelles traitées en 1977, 550 ont ovulé, soit 46 %. Le reste est remis en élevage et est utilisé à nouveau l'année suivante, comme les femelles ayant ovulé. On ne sait pas, en fait, les performances de reproduction d'une année à l'autre de ces deux types de femelles traitées ovulées et traitées et non ovulées. Le rendement de l'hypophysation varie selon les années (extrême 37-56 %). Les raisons de ce faible rendement sont encore mal connues : effet traumatisant du transport à l'écloserie avant la reproduction, problèmes pathologiques comme l'hydropisie.

Les performances de l'incubation-résorption sont les suivantes à Ovidiu : production des 550 femelles, 157,28 kg d'ovules, soit 142 millions d'œufs, le pourcentage de fécondation était de 75 à 80 % et la survie à cinq jours post-éclosion de 42-57 %.

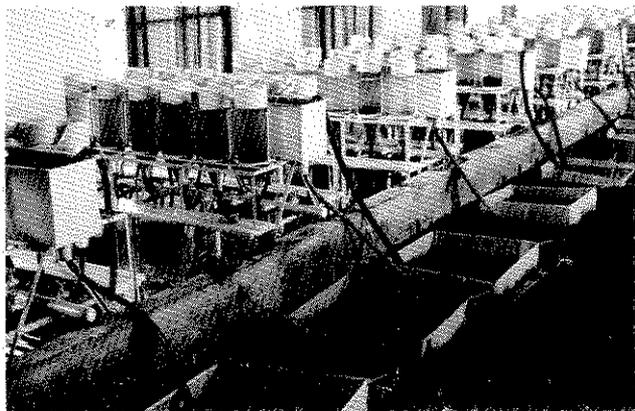


Photo 25. — Collecte des larves après éclosion dans des paniers placés dans le bassin recyclé.



Photo 26. — Cage pour le premier élevage des larves (Ovidiu).

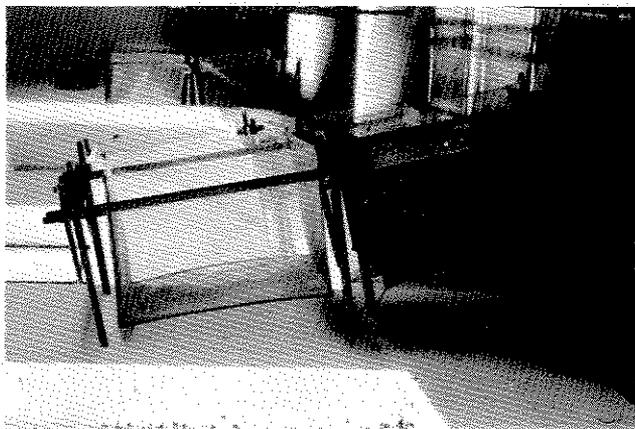


Photo 27. — Cages de petite taille pour l'élevage des larves. Ce type de cage est plus simplement destiné à l'alimentation des larves de phytophages (Nucet).



Photo 28. — Chantier de fécondation artificielle de carpe.



Photo 29. — Stockage des géniteurs.



Photo 30. — Prélèvement des ovules de carpe.

## B. LES POISSONS PHYTOPHAGES

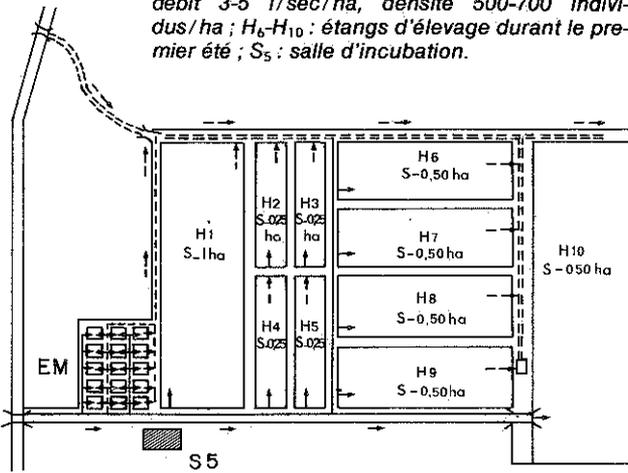
Trois espèces de poissons phytophages sont élevées en Roumanie et ont été introduites d'U.R.S.S. en 1960 :

- *Cténopharyngodon idella* (Val.) [*C. idella*];
- *Hypophthalmichthys molitrix* (Val.) [*H. molitrix*];
- *Aristichthys nobilis* (Rich.) [*A. nobilis*];

Ils appartiennent à la famille des Cyprinidae (sous-famille Leucisanae et Hypophthalmichthyinae).

Il existe actuellement plusieurs écloséries de poissons phytophages. Le plan de celle de Butimanu est donné dans la figure 6. La reproduction de ces espèces est entièrement assurée en éclosérie.

Fig. 6. — Schéma de la pépinière piscicole Butimanu (d'après VOICAN et al., 1975). EM : bassins de maturation des géniteurs (50 m<sup>2</sup> de surface, 1 m de profondeur); H<sub>1</sub> : bassin d'hivernage pour géniteurs; H<sub>2</sub>-H<sub>5</sub> : bassins de prématuration des géniteurs : 300 m<sup>2</sup>, 2 m de profondeur, débit 3-5 l/sec/ha, densité 500-700 individus/ha; H<sub>6</sub>-H<sub>10</sub> : étangs d'élevage durant le premier été; S<sub>5</sub> : salle d'incubation.



### a) L'élevage des géniteurs

Les géniteurs sont stockés en étangs à carpes classiques, à la densité de 350 à 500 individus/ha (150 à 200 pièces de *H. molitrix*, 100 à 150 de *C. idella* et 80 à 130 d'*A. nobilis*, photo 32). L'hivernage des géniteurs se pratique espèces séparées. Les femelles sont mures à l'âge de 7 ans et les gonades pèsent alors 1 à 1,5 kg pour *C. idella* et 2 kg environ par *A. nobilis*. Elles sont réformées lorsqu'elles sont devenues trop grosses

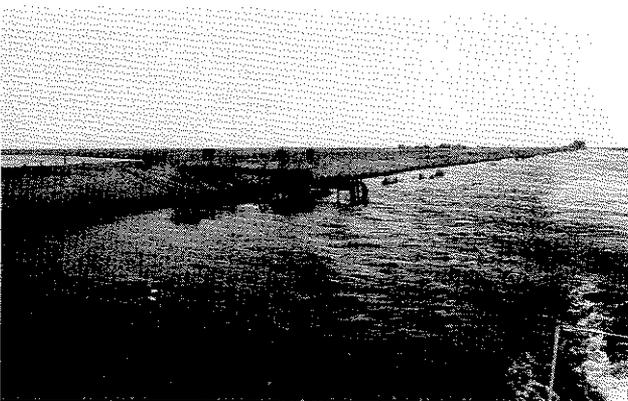


Photo 31. — Étangs à géniteurs de carpe phytophage dans le delta du Danube. L'eau est pompée dans un bras du Danube au premier plan et refoulée dans les étangs au second plan, à gauche.

et qu'elles dépassent 15 kg. Le nombre de géniteurs à admettre en reproduction est calculé d'après la fécondité (tableau 6) relative des femelles, augmentée de 50 % du fait des insuccès de l'hypophysation et des pertes à la fécondation et l'alevinage. Le rapport des sexes est de trois mâles pour cinq femelles pour *C. idella* et cinq mâles pour cinq femelles pour *H. molitrix* et *A. nobilis*. Chaque année, le stock de géniteurs est complété de 15 à 30 % pour compenser les pertes intervenues durant la reproduction et les animaux réformés.

Tableau 6 : Fécondité relative des carpes chinoises, constatée pendant la période 1966-1970 à la station de Nucet (fécondité vraie) [d'après NICOLAU et al., 1973].

| Age (ans) | <i>C. idella</i>     |   | <i>H. molitrix</i>   |   | <i>A. nobilis</i>    |   |
|-----------|----------------------|---|----------------------|---|----------------------|---|
|           | Poids $\bar{x}$ (kg) | Nbr. ovules/kg poids corporel ( $\bar{x}$ ) | Poids $\bar{x}$ (kg) | Nbr. ovules/kg poids corporel ( $\bar{x}$ ) | Poids $\bar{x}$ (kg) | Nbr. ovules/kg poids corporel ( $\bar{x}$ ) |
| 5         | —                    | —   | 5                    | 77 600                                      | —                    | —   |
| 6         | 5,5                  | 43 630                                      | 6                    | 102 000                                     | 11                   | 47 000                                      |
| 7         | 6,5                  | 50 000                                      | 8                    | 105 780                                     | 13                   | 50 700                                      |
| 8         | 7,5                  | 72 000                                      | 8,5                  | 95 000                                      | 16                   | 64 000                                      |
| 9         | 8,0                  | 98 360                                      | —                    | —   | —                    | —   |
| 10        | 8,5                  | 65 700                                      | —                    | —   | —                    | —   |

### b) La reproduction artificielle

Un traitement hormonal est de rigueur pour obtenir l'induction de l'ovulation et de la spermiation. Il se pratique lorsque la température des eaux dépasse 20 °C, c'est-à-dire au début juin en Roumanie. Comme pour la carpe, on utilise des hypophysés brutes de carpe, mais les injections sont fractionnées chez la femelle : une première dose (1/8 à 1/10 de la dose totale), puis le reste 24 heures plus tard. Le mâle ne reçoit qu'une injection. Les doses par unité de poids varient selon le poids des géniteurs et sont d'autant plus élevées que la taille est grande (de 3 à 6 mg/kg de poids corporel, BIL-LARD et MARCEL, 1980).

A Nucet, on utilise en routine 3,5 à 4,5 mg/kg à la température de 23-26 °C. Le mâle reçoit une dose de 0,5 à 2 mg/kg. L'injection se pratique dans la musculature dorsale, dans le premier tiers du corps entre la ligne latérale et l'insertion de la nageoire dorsale. Les injections sont faites le matin. L'ovulation intervient généralement 8 à 12 heures après la deuxième injection, mais la durée dépend de la température (tableau 7).

Tableau 7 : Temps nécessaire à la maturation des femelles de *C. idella*, *H. molitrix* et *A. nobilis*, après la deuxième injection (d'après NICOLAU et al., 1973).

| Température de l'eau °C | Durée de la maturation (heure) |
|-------------------------|--------------------------------|
| 20-22                   | 10-12                          |
| 22-25                   | 9-10                           |
| 25-27                   | 8-9                            |
| 26-28                   | 7-8                            |

Les mâles reçoivent leur unique injection une heure avant la deuxième injection des femelles. En Roumanie, les gamètes des carpes phytophages sont recueillis et on a recours à l'insémination artificielle (cela à la différence des pratiques chinoises où les géniteurs sont placés après hypophysation en bassins de ponte où le comportement sexuel aura lieu ; les œufs fécondés sont recueillis en sortie de bassins). La technique utilisée

pour l'insémination artificielle est voisine de celle de la carpe mais on n'a pas à procéder au brassage prolongé car les œufs de carpes phytophages sont pélagiques et dépourvus de couche adhésive. Ils gonflent fortement au contact de l'eau, ce qui leur permet de flotter (voir plus loin). Les ovules sont recueillis par fraction de 250-300 g et sont fécondés avec le sperme de trois mâles (environ 1 ml). On pratique la fécondation à sec d'après Vraski. Après un bref séjour, on ajoute de l'eau et le brassage se poursuit jusqu'au gonflement complet, soit pendant 40 minutes. Ensuite, les œufs sont transférés en incubateurs après plusieurs rinçages.

Les œufs pélagiques des poissons phytophages subissent un gonflement considérable après passage dans l'eau douce. Avant fécondation, on dénombre environ 850 ovules/ml (800-1 000) chez *C. idella*, 1 000 (900-1 000) chez *H. molitrix* et 700 (500-800) chez *A. nobilis*. Après hydratation maximale (environ 40 minutes après passage dans l'eau), la taille atteint 4,2 à 5 mm (fig. 7). L'incubation est pratiquée dans divers types d'appareils. On a d'abord employé, en Roumanie, des bouteilles de Zug-Weiss (fig. 5), capacité 8 l avec débit de 0,6 à 0,8 l/mn, mais on leur a rapidement substitué des incubateurs de type Nucet, en forme de caisson (fig. 8, photo 32) ayant une capacité d'incubation de 500 à 600 000 œufs. L'agitation des œufs y est beaucoup plus régulière. Des salles d'incubation spécifiques sont utilisées (fig. 9, photo 33) et reçoivent une eau généralement réchauffée et filtrée en circuit ouvert.

La durée d'incubation dépend de la température, de l'ordre de 40 heures à 18-20 °C, 34 heures à 22 °C et 26 heures à 26 °C et des espèces 650-700 heures pour *C. idella*, 600-650 heures pour *H. molitrix* et 700-750 heures pour *A. nobilis*. L'éclosion dure de 1 à 4 heures.

Fig. 7. — Gonflement de l'œuf de poissons phytophages après passage dans l'eau (d'après SOIN, repris de NICOLAU et al., 1973).

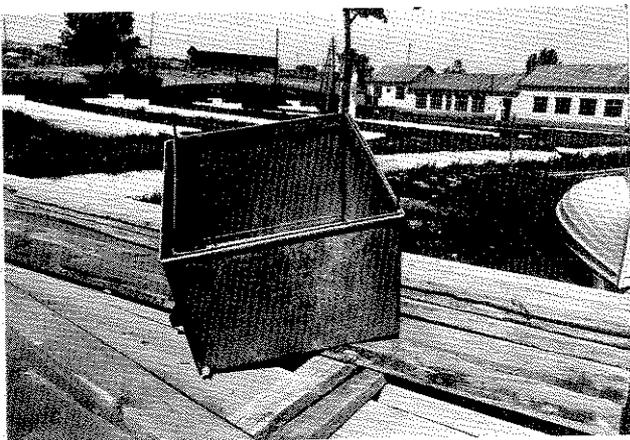
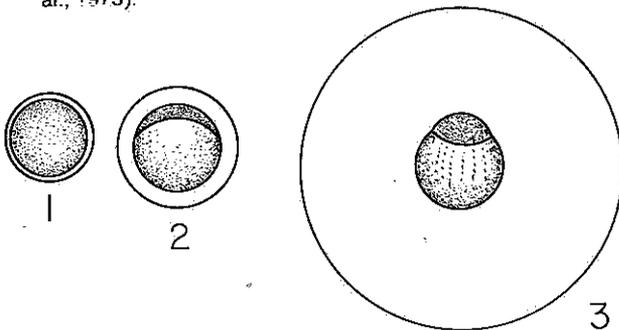


Photo 32. — Incubateur de type Nucet pour œufs de poissons phytophages considéré supérieur aux vases de Zug; en fait, d'une meilleure régularité du débit.

Fig. 8. — Incubateur pour œufs de poissons photophages, type NUCET (d'après NICOLAU et al., 1973). 1. Caisse; 2. cadre métallique supportant la gaze (3); 5. Déversoir; 5. vidange; a : vue générale; b : section longitudinale; c : auge.

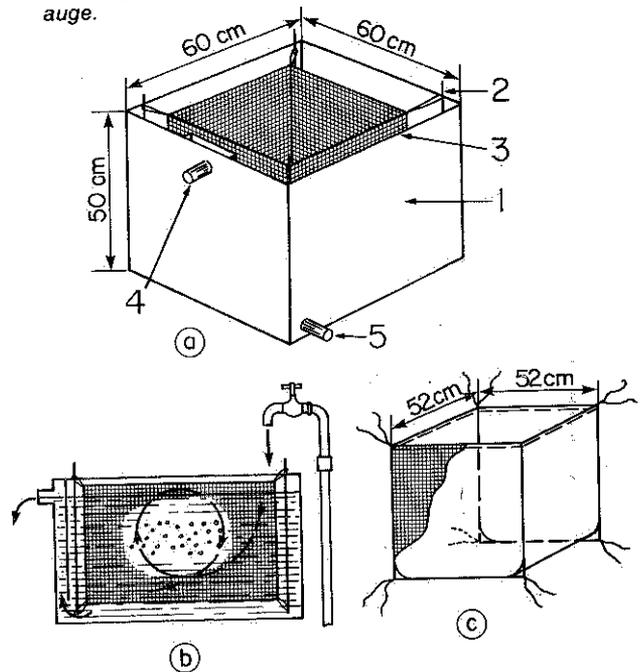


Fig. 9. — Bâtiment d'incubation pour les poissons phytophages. Il s'agit d'un premier modèle dans lequel on remplace maintenant les vases de Weiss par des incubateurs caissons de type Nucet. 1. Bassin de parquage; 2. Auge flottante; 3. Incubateur; 4. Canal d'évacuation.

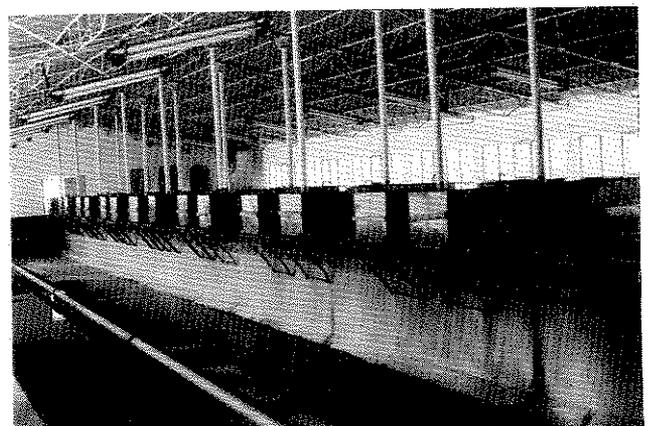
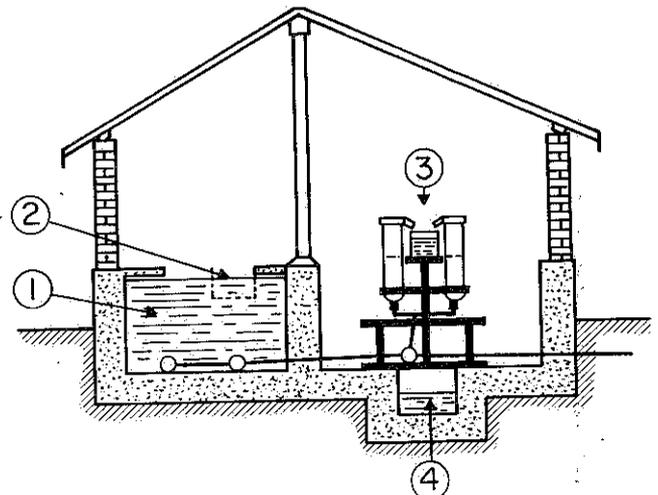
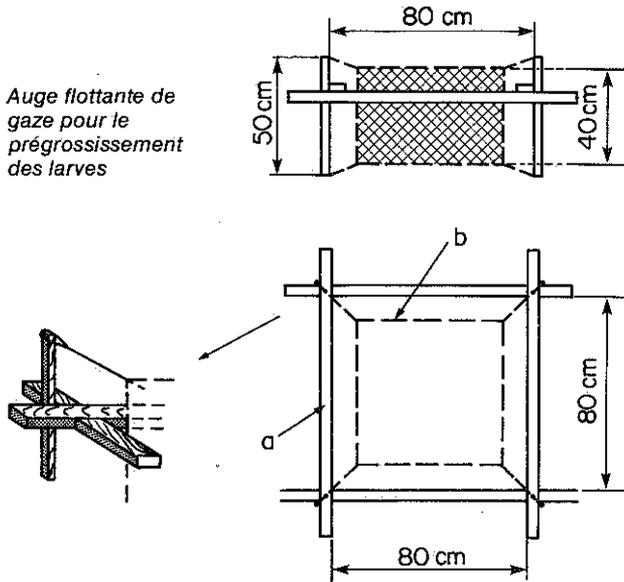


Photo 33. — Salle d'incubation pour poissons phytophages (Nucet).

Après l'éclosion, les larves sont transférées dans des petites cages flottantes (dimensions 70 x 70 x 45 cm) avec cadre en bois et parois de gaze à mailles très fines (fig. 10). La densité de repeuplement est de 250 000 larves. La durée de l'élevage larvaire est de 100 heures à 18 °C et 50 heures à 28 °C. Après ce premier grossissement, les larves sont transférées dans des étangs de prégrossissement (500 000 à 800 000 exemplaires par ha pour 21 jours).

Fig 10. — Auge utilisée pour les larves de poissons phytophages. a) cadre de bois ; b) auge de gaze (kapron) [d'après NICOLAU et al., 1973].



### III. — LA PRODUCTION DE POISSONS DE TAILLE MARCHANDE

La dernière année d'élevage se pratique dans trois catégories différentes de plans d'eau :

- les étangs vidangeables ;
- les étangs réservoirs ;
- les lacs de barrages.

Les étangs vidangeables sont des bassins de terre endigués. Dans certains cas — étangs de grande taille avec formation de vagues, berges fragiles — on prévient l'érosion en consolidant les bords par des plaques de ciment (photo 34). Dans ce cas, on constate une baisse sensible de productivité qui peut atteindre 10 %. La surface de ces étangs est très variable, de quelques

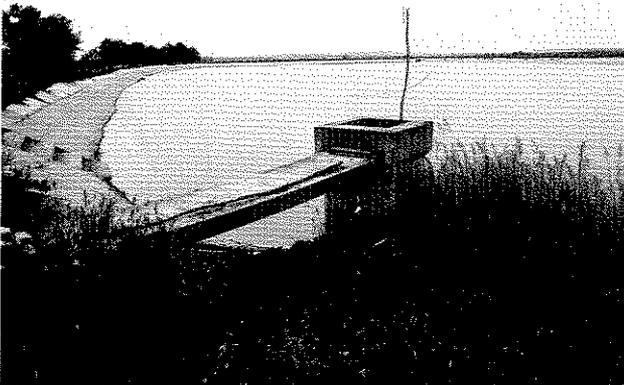


Photo 34. — Consolidation des berges pour éviter l'érosion.

ha à 400 ha, avec une profondeur moyenne de 1,20 m. Le débit d'eau est faible (1 litre /sec./ha) et vise à compenser les pertes dues à l'infiltration et évaporation. Dans ces étangs, la production est généralement intensive avec association de carpes communes et phytophages. Il y a distribution d'une alimentation complémentaire (céréales et granulés) dont l'importance varie de 1 à 4 % de la biomasse totale. Le coefficient de conversion varie de 1,5 à 3 et dépend des degrés d'intensification et de la richesse naturelle de l'étang. Les productions vont de 1 000 à 3 500 kg/ha/an. La mise en charge de ces étangs se fait avec des poissons d'un an (ou deux ans si le cycle de production porte sur trois ans). La densité dépendra de la production escomptée et va jusqu'à 10 000 individus par ha (par exemple, en association 5 000 unités de carpes communes, 2 500 à 3 000 de *H. molitrix*, 2 000 d'*A. nobilis* et 500 de *C. idella*).

Les étangs réservoirs consistent en une retenue due au barrage d'une petite vallée par une digue transversale et sont vidangeables. Ils sont donc plus profonds que les étangs précédents, au moins en leur point central près du barrage (3-6 m). Leur surface varie de 5 à 200 ha. La production peut être intensive, comme dans le cas précédent.

Les lacs de barrages ont des finalités complexes : irrigation, régularisation du régime des eaux, pisciculture et, éventuellement, loisirs. Les productions y sont généralement plus faibles (100 à 400 kg/ha/an) en polyculture. Ils ne sont vidangés que très exceptionnellement, ce qui suppose un mode de gestion différent de celui des deux cas précédents.

Un des traits caractéristiques de la pisciculture roumaine est l'association d'espèces (polyculture). Des gains de production notables en résultent, par exemple à la pépinière piscicole de Bugerac, un étang de 40 ha a produit 2 030 kg/ha dont 794 de poissons phytophages qui sont considérés comme supplémentaires et n'ayant pas interféré avec la production de carpes communes. Ce problème de la polyculture est développé plus en détail ci-dessous.

### LA POLYCULTURE

Il est possible d'obtenir des productions de carpes communes élevées, grâce à un apport alimentaire exogène. Des essais, conduits dans l'entreprise de Cefa sur deux étangs d'une superficie de 64 ha, font état de production de 2 736 et 3 011 kg/ha/an (mise en charge de 12 000 individus de *C<sub>1</sub>*/ha). Les différences sont dues à un apport d'engrais dans le cas de l'étang à production plus élevée. Mais, dans tous les cas, le coefficient de conversion des aliments distribués est supérieur à 3. Dans cette même entreprise, il était en moyenne de 3,6 en 1972 sur une surface de 1 015 ha et une production de 1 735 kg/ha/an. Du fait de l'importance de ce poste aliment, il est apparu clairement que ce type de production ne pouvait être retenu pour augmenter la production de poissons. Les directeurs et techniciens roumains se sont lancés dans une autre voie qui consiste à valoriser toutes les ressources alimentaires des plans d'eau par association d'espèces inféodées à différentes niches écologiques. Les espèces retenues introduites d'U.R.S.S. étaient celles déjà utilisées par les Chinois, puis les Soviétiques : la carpe commune *Cyprinus carpio*, bentophage et zooplanctophage, la carpe argentée *Hypophthalmichthys molitrix* phytoplanctonophage, la carpe marbrée, *Aristichthys nobilis*, zooplanctonophage, et la carpe herbivore, *Ctenopharyngodon idella*, consommatrice de macrophytes.

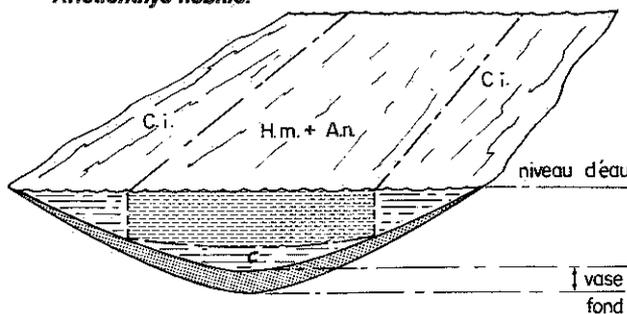
**Tableau 8.** — Résultats des expérimentations de Nucet sur quelques formules d'association d'espèces (d'après LUSCAN, 1973).  
A : % lors de la mise en charge ; B : % des espèces lors de la récolte.

| Formule | Production totale kg/ha | Production partielle par espèce en % |      |              |      |            |      |           |     |                 |
|---------|-------------------------|--------------------------------------|------|--------------|------|------------|------|-----------|-----|-----------------|
|         |                         | Carpe c.                             |      | H. Mollitrix |      | A. nobilis |      | C. idella |     | Autres poissons |
|         |                         | A                                    | B    | A            | B    | A          | B    | A         | B   |                 |
| I       | 3 166                   | 10                                   | 41,0 | 7,2          | 42,0 | 21         | 12,0 | 1,8       | 5,0 | —               |
| II      | 2 214                   | 68,6                                 | 47,4 | 16,8         | 36,2 | 8          | 14,3 | 6,6       | 2,1 | —               |
| III     | 2 614                   | 70,7                                 | 30,8 | 18,8         | 54,7 | 5,3        | 13,4 | 5,2       | 1,1 | —               |
| IV      | 3 351                   | 49                                   | 36,8 | 32,7         | 54,9 | 12,9       | 3,3  | 1,4       | 4,2 | 0,8             |
| V       | 3 228                   | 60,5                                 | 39,7 | 25,5         | 54,0 | 8,5        | 1,6  | 1,2       | 4,2 | 0,5             |

Une autre espèce molluscophage, *Mylopharyngodon*, a été introduite en vue de la polyculture, mais n'a été que très rarement introduite dans l'écosystème. Ces espèces se répartissent dans l'espace de façon différente (fig. 11). Des recherches, conduites au début à la station de Nucet, ont permis de formuler plusieurs types d'associations (tableau 8), montrant tous l'importance de *Hypophthalmichthys molitrix*. La polyculture peut s'appliquer ainsi à la production de poissons d'un été. Dans le delta du Danube, on a obtenu des productions de 1 888 kg/ha (tableau 9). Après un an d'élevage, on obtient généralement des poids individuels de 15-40 g pour la carpe, 5-10 g pour *Hypophthalmichthys molitrix* et 10-12 g pour *Arist. nobilis*. Quelques indications de l'évolution ultérieure du poids corporel des phytophages sont données dans le tableau 10.

Dans les lacs de barrage, on s'est intéressé à l'évolution de la biomasse planctonique en relation avec la composition du peuplement en poissons et la croissance de ceux-ci. MATEI (1973) a montré que l'introduction de phytophages entraînait une forte diminution de la biomasse planctonique (fig. 12) et observait une croissance individuelle des poissons différente selon les espèces : passage de 250 à 1 600 g pour *A. nobilis* (coefficient de condition 2) de 3 à 307 g pour *H. molitrix*

**Fig. 11.** — Répartition spatiale des espèces traditionnellement associées en polyculture. c : carpe ; C.i. : *Cténopharyngodon idella* ; H.m. : *Hypophthalmichthys molitrix* ; A.n. : *Aristichthys nobilis*.



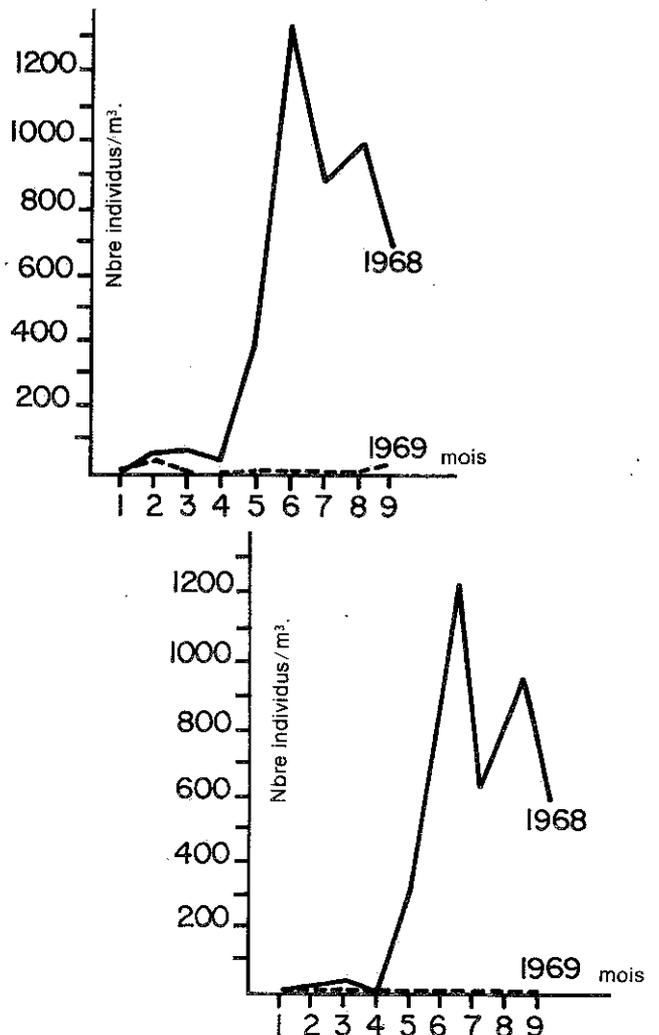
**Tableau 9 :** Production obtenue en polyculture en 1972 dans l'étang de Sarinauf (52 ha) (d'après MONTEANU, 1973).

| Espèce, âge        | Empoissonnement ind/ha |              | Production pds ind. kg/ha |     | Survie % |
|--------------------|------------------------|--------------|---------------------------|-----|----------|
|                    | ind/ha                 | pds ind. (g) | pds ind. (g)              | %   |          |
| Carpe commune 1 an | 3 480                  | 36           | 724                       | 802 | 42       |
| H. molitrix 1 an   | 3 300                  | 10           | 300                       | 862 | 45       |
| C. idella 1 an     | 475                    | 10           | 950                       | 224 | 13       |
| Total              | 7 255                  |              | 1 888                     | 100 |          |

**Tableau 10**  
Évolution de la croissance des carpes phytophages.

| Age   | H. molitrix Poids ind. (g) | A. nobilis et C. idella Poids ind. (g) |
|-------|----------------------------|--|
| 1 été | 5-10                       | 10-12                                  |
| 2     | 1 000                      | 1 500                                  |
| 3     | 2 000                      | 3 000                                  |
| 4     | 3 000                      | 5 000                                  |
| 5     | 4 000                      | 7 000                                  |

**Fig. 12.** — Évolution de la biomasse planctonique (nombre d'unités par m<sup>3</sup> d'eau) avant introduction de poissons phytophages (1968) et après (1969) ; en haut : phytoplancton, en bas : zooplancton (d'après MATEI, 1973)



et de 50 à 550 g pour la carpe commune (coefficient de condition de 2-3). Il est apparu utile de favoriser la croissance du plancton et la pratique de la fumure s'est généralisée. L'objectif est de maintenir dans l'eau un taux minimal de phosphore et d'azote supérieur à 0,1 et 1 mg/l respectivement. Des teneurs deux à trois fois plus élevées sont admissibles en cas de production intensive. Outre le fumier (1 à 2 t/ha/an), on procède à des épandages très fréquents (8 à 10 pendant la saison) d'ammonitrate et de superphosphate. Les combinaisons d'espèces appliquées sont très variables d'une entreprise à l'autre et la part des phytophages peut aller de 10 à 60 % de la production totale. Ce sont essentiellement des conditions locales qui vont décider du choix des formules ; en présence de macrophytes, on augmentera la proportion de *C. idella* et, au contraire, en l'absence totale de végétaux supérieurs, cette espèce sera supprimée, car elle entre en compétition avec la carpe. En fait, il semble qu'une faible proportion de *C. idella* apparaisse dans les formules d'empeisonnement, ce qui autorise l'introduction, dans le système, de végétaux divers provenant du faucardage des berges par exemple (photo 35). Les Roumains sont très satis-



Photo 35. - Ces herbes fauchées sur les berges sont rejetées dans l'étang où elles sont consommées par *Cténopharyngodon idella*.

faits de ce système de production dont les avantages sont nombreux : augmentation de la production dans de bonnes conditions économiques, meilleur contrôle de la qualité biologique des plans d'eau (réduction des blooms d'algues et des proliférations anarchiques de phytoplancton). Il y a, en outre, enrichissement du milieu par les déjections des phytophages qui recyclent *in situ* une partie de la production de l'étang (les Chinois disent qu'à côté de *C. idella*, on peut élever deux espèces de poissons supplémentaires). On estime maintenant à près de 200 000 ha la surface des plans d'eau où se pratique la polyculture (étangs, petits lacs, lacs collinaires, lacs de barrages, etc.). La production des poissons phytophages représente 20 à 30 % de la production totale. Cette pratique devrait se généraliser.

Les chercheurs roumains pensent aller encore plus loin dans cette voie en diversifiant les espèces introduites dans le système et

en mettant au point les techniques de gestion correspondantes. On estime que les niches écologiques ne sont pas toutes exploitées dans le temps et dans l'espace. C'est ainsi que l'introduction de corégone, qui peut se nourrir à des températures de 2 °C, permet un accroissement de biomasse en hiver. De nouvelles espèces peuvent être introduites pour mieux exploiter les niveaux benthiques (la tanche, *Ictalurus punctatus*, *Catostomus*, anguille, estrugeon) ou les zones pélagiques (carassius « gibellio »). Des espèces comme *Ictalurus punctatus* et *Catostomus* ont été introduites récemment des États-Unis via l'U.R.S.S. Des biomasses non exploitées comme des petits poissons et des mollusques peuvent aussi être revalorisées par l'introduction de carnassiers (Aspe, sandre) ou molluscophage (*Mylopharyngodon piceus*). On aboutit donc à un schéma plus complexe comme l'illustre la figure 13, permettant d'atteindre des productions de poissons de 1 500 kg/ha seulement à partir de la production naturelle du milieu.

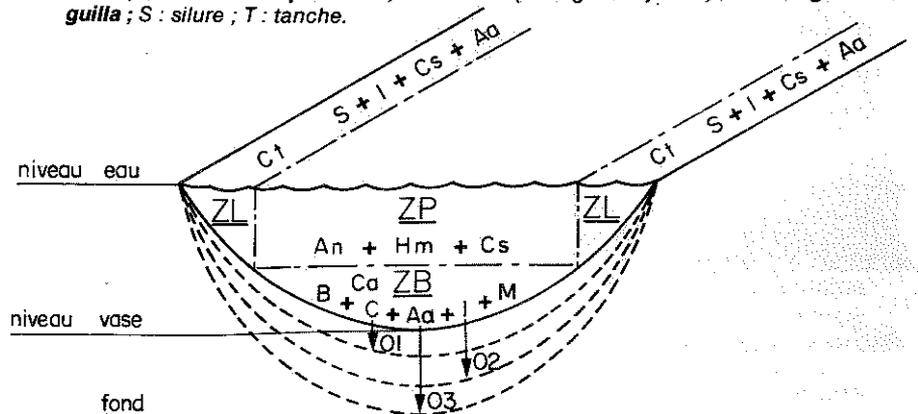
L'introduction de la polyculture a complètement modifié la démarche en matière de pisciculture d'étang. Cela est particulièrement sensible en ce qui concerne la profondeur des étangs. Il est apparu qu'une augmentation d'espace diminuait la compétition entre les espèces et favorisait l'accroissement final de la biomasse poisson. On ne connaît pas encore les profondeurs optimales pour chaque classe de taille, mais on admet maintenant des hauteurs d'eau de 2 m et plus même pour des étangs de production de sujets d'un été.

Il existe, bien sûr, quelques problèmes, celui de la pollution n'est pas des moindres (photo 36). Les problè-

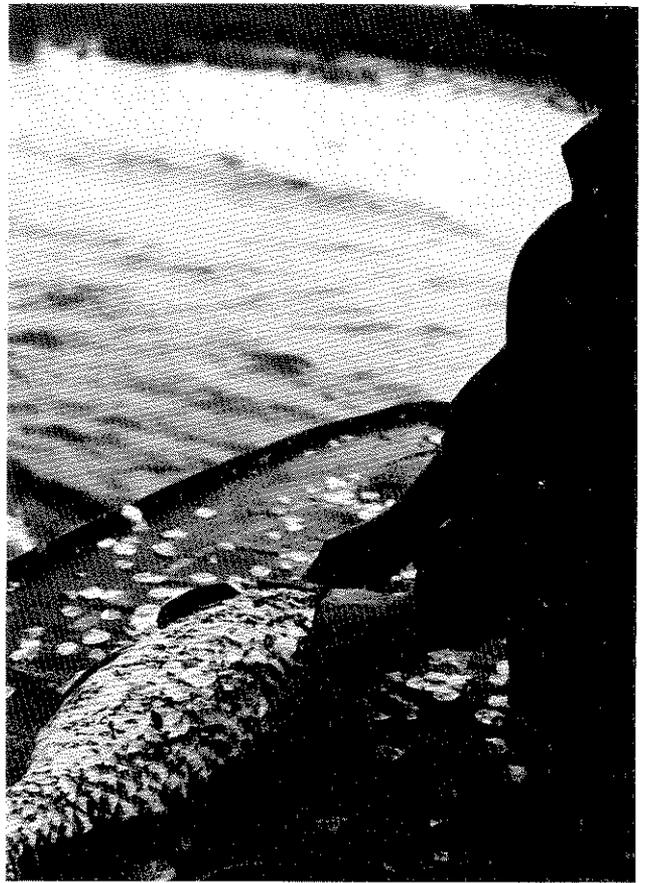
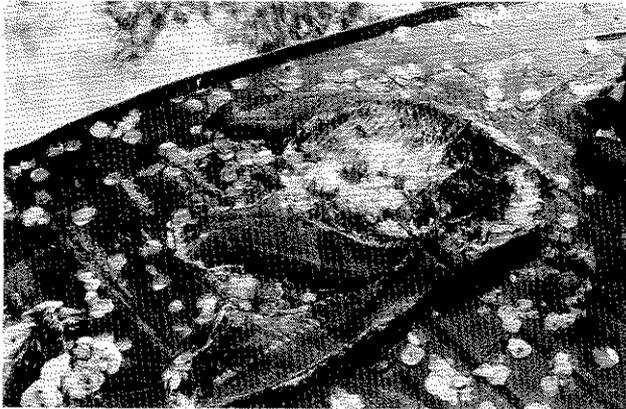


Photo 36. - L'étang n'est pas à l'abri des phénomènes de pollution.

Fig. 13. - Répartition spatiale théorique de quelques espèces susceptibles d'être associées dans un étang (MATEI, communication personnelle). c : carpe commune ; An : *Aristichthys nobilis* ; Hm : *Hypophthalmichthys molitrix* ; M : *Mylopharyngodon piceus* ; Ct : *Cténopharyngodon idella* ; Ca : *Carassius auratus* Gibelio ; C : *Catostomus* sp ; I : *Ictalurus pinctatus* ; B : Bester (esturgeon hybride) ; Aa : *Anguilla anguilla* ; S : silure ; T : tanche.



mes pathologiques apparaissent dès que la production devient plus intensive et les moyens de lutte de prévention ne sont pas encore bien définis et structurés. On semble insister plus particulièrement sur la prévention et on prend soin de donner aux animaux des conditions d'hivernage optimales (débit d'eau suffisant pour maintenir une bonne oxygénation). On considère, en effet, que l'hivernage, et surtout la reprise d'activité au printemps, sont les périodes les plus critiques. Les problèmes de commercialisation sont importants car la carpe est encore souvent distribuée à l'état vivant. Les poissons herbivores semblent bien acceptés par les consommateurs. Il est vrai que le poisson d'eau douce est traditionnellement consommé par les Roumains qui disposent d'une variété infinie de recettes (photos 37, 38) et qui ont aisément trouvé le moyen d'accommoder de nouvelles espèces.



Photos 37 et 38. — Préparation d'une carpe par un jeune marin sur un bateau dans le delta du Danube. AR

## REMERCIEMENTS

Ce document a été rédigé à partir des données fournies par MM. MATEI et BILLARD, que nous remercions vivement. La reproduction des dessins et l'exécution des graphiques sont dus à MM. GALLE et WEBER (fig. 3). Le séjour en France de M. MATEI, ainsi que la visite en Roumanie de M. BILLARD, ont eu lieu dans le cadre des accords de coopération scientifique entre l'I.N.R.A. et le ministère roumain de l'Agriculture.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BILLARD R., MARCEL J.**, 1980. Quelques techniques de production de poissons d'étangs. *Pisc. Fr.*
- LUSCAN S.V.**, 1973. Expérimentations en vue d'augmenter la production piscicole par polyculture (carpe + *Hypophthalmichthys molitrix*, *Cléopharyngodon idella* et *Aristichthys nobilis*) [en roumain]. 83-88, in Publ. *Statuinea di Cercetari Pentru Piscicultura*.
- MATEI D.**, 1973. Some problems regarding fishculture development in storage basins and irrigation systems. 149-157, in Publ. *Statuinea di Cercetari Pentru Piscicultura*.
- MONTENAU I.**, 1973. High fish productions obtained by polyculture in the Danube delta rearing stations. 99-106, in Publ. *Statuinea di Cercetari Pentru Piscicultura*.
- NICOLAU A., BREZEANU GH., CALOIANU-IORDACHEL M., BUSNITA A.**, 1973. Reproducerea artificiala si dezvoltarea la pesti. *Acad. Republ. Sc. Romania, Ed.*
- VOICAN V., RADULESCU I., LUSTUN L.**, 1975. Practica selectiei si reproducerii la pesti. *Ceres Ed., Bucarest.*

J.M.



un volume 16 x 20,5 cm  
128 pages très illustrées  
en noir, blanc et couleurs,  
couverture en quadrichromie pelliculée.

« Les Atlas visuels  
PAYOT »

Éditions PAYOT, Lausanne  
106, bd St-Germain, Paris (VI<sup>e</sup>)

Ce volume présente un milieu naturel : la rivière et les organismes qui l'habitent. Ces pages, accessibles à chacun malgré la complexité du sujet, montrent à quel point un tel « écosystème » est une entité biologique, à la fois autonome et impliquée dans une réalité plus vaste, une sorte de « superorganisme » dont tous les constituants sont interdépendants, qui peut « tomber malade » sous l'effet de facteurs extérieurs, mais possède aussi des mécanismes de défense, un remarquable potentiel de régénération.

Comme pour une espèce vivante, on peut décrire globalement son mode de fonctionnement, mais il est également nécessaire de connaître ses éléments constitutifs, en particulier les espèces animales et végétales qui l'animent.

Ce livre, dont le texte et l'illustration se complètent parfaitement, débouche sur une possibilité concrète d'expérimentation dans la nature : observation et détermination de la faune aquatique, application d'une méthode biologique simple permettant d'évaluer la pollution d'un cours d'eau.

Voici donc un ouvrage qui réalise pleinement les objectifs qui devraient être ceux de toute « vulgarisation » respectant son public ; fournir toutes les données au lecteur, l'inciter à une réflexion et une recherche personnelles.

Une lecture très instructive pour les pisciculteurs qui « travaillent » dans ce milieu...

**la rivière, milieu vivant**  
**Michel FELLRATH**