

# La pisciculture d'étang en Pologne

par Jacqueline MARCEL (\*)

## I. — HISTORIQUE

Le berceau de la pisciculture d'étang en Pologne se situe dans le sud du pays, autour de Cracovie, l'ancienne capitale, dans les secteurs de Golisz et Zator (photo 1). L'origine de cette activité semble remonter au XII-XIII<sup>e</sup> siècle, ce qui correspond à l'implantation des abbayes. Vers cette époque, la pisciculture d'étang a également été implantée par des moines dans la région de Milicz et semble avoir été ensuite développée par des seigneurs pour assurer la production de poissons pour des raisons religieuses, mais aussi pour des raisons stratégiques car les étangs limitaient les incursions des envahisseurs tartares. Deux des plus grands étangs de la région de Milicz (700 et 500 ha) dateraient du XIII<sup>e</sup> siècle. Dans cette région, la partie couverte par les étangs atteint 5 à 6 % de l'espace agricole (densité d'étangs la plus élevée en Pologne). A peu près à la même époque, une troisième région de Pologne a vu se développer la pisciculture d'étang ; elle se trouve maintenant en U.R.S.S. et correspond à la vallée du Dniestr. L'implantation d'étangs semble liée ici aux mêmes raisons énergétiques car, du fait d'une forte déclivité, des moulins étaient installés entre deux étangs. En général, il n'y a pas d'étangs au nord du pays, dans les régions moraniques qui sont occupées essentiellement par des lacs (figure 1).

Au cours des siècles suivants, l'évolution des surfaces mises en eau a fortement fluctué. Des nouveaux étangs ont été construits aux XVI<sup>e</sup> et XVII<sup>e</sup> siècles. C'est à cette époque que les premiers manuels de pisciculture et de construction d'étang ont été édités en Pologne. Aux XVII<sup>e</sup> et XVIII<sup>e</sup> siècles, la seule région de Milicz comptait 8 500 ha d'étangs. Ils étaient alors disposés en chapelets et se déversaient les uns dans les autres. Ils prenaient cependant leur alimentation dans des rivières et ne dépendaient pas exclusivement des apports du bassin versant. Au XIX<sup>e</sup> siècle et au début du XX<sup>e</sup> siècle et entre les deux guerres, on a construit de nouveaux étangs. C'est de cette époque que date la pisciculture moderne dont les grands principes ont été énoncés par Dubish vers 1870. En Pologne, la production de poissons d'étang s'est alors développée à Golisz, puis s'est répandue dans le centre du pays et dans les régions de Rzeszaw et Lublin. En même temps, ce type de pisciculture se développait aussi en Allemagne et en Tchécoslovaquie. On a assisté à la généralisation de l'élevage par âges séparés et à l'amélioration de la conception et de l'aménagement des étangs. On a, en outre, essayé

Fig. 1. — Répartition des surfaces d'étangs en Pologne en ‰ de la surface totale (d'après SAKOWICZ).

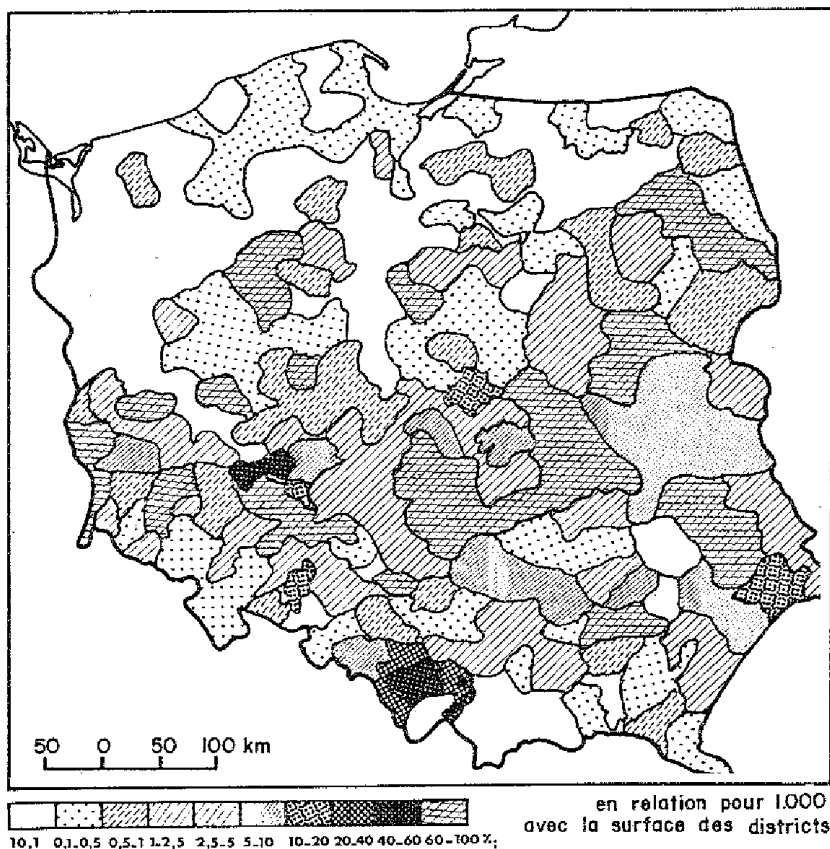


Photo 1. — L'étang subsiste de nos jours dans le paysage rural de la région de Zator, près de Cracovie.

de s'affranchir de la disposition en chapelet des étangs qui posait de nombreux problèmes dans la maîtrise de l'eau et sur le plan sanitaire par un dispositif de canaux d'admission et d'évacuation. En outre, de nombreux étangs ont alors été endigués afin d'obtenir une profondeur d'eau suffisante (moyenne de 1 à 1,50 m avec extrêmes de 0,8 à 2 m entre l'amont et l'aval). Les étangs frayères Dubish ont été mis au point à Golisz.

Entre les deux guerres, la mise en place de nouvelles piscicultures modernes a parfois résulté d'une résistance à la politique de démembrement de grandes propriétés pratiquée avant la crise mondiale des années 1930, car les étangs échappaient au démembrement.

(\*) Laboratoire de physiologie des poissons, I.N.R.A., 78350 JOUY-EN-JOSAS (France). - 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.

C'est pour cette raison que de grandes piscicultures (étangs de 200 à 250 ha) ont alors été créées. Ces étangs sont trop grands pour les possibilités d'alimentation en eau. A cette époque, de nombreux étangs ont été créés dans la région de Lublin et au centre du pays, dans des zones d'aménagement agricole difficile.

Dans la période 1932-1935, après la crise économique, de nouveaux étangs ont encore été créés un peu partout, souvent à partir de territoire agricole, car la pisciculture était à cette époque, comme elle l'avait été précédemment, plus lucrative que l'agriculture. Il existait alors une forte demande en carpe du fait d'une ancienne tradition de consommation de carpe à Noël par les catholiques polonais et de la présence d'une population juive abondante. Immédiatement après la Deuxième Guerre mondiale, les étangs insuffisamment entretenus ne produisaient guère plus de 150 à 200 kg/ha/an. Ils ont été pris en charge de 1947 à 1975 par une direction centrale des piscicultures d'État du ministère de l'Agriculture. Depuis 1975, ces piscicultures d'État ont été rattachées à la Direction générale des fermes d'État et représentent 45 000 ha d'étangs (surface cadastrale). En outre, 6 000 ha sont gérés par la Direction des forêts ; 2 500 par divers instituts de recherches et d'enseignement, 1 500 par des associations de pêcheurs et des coopératives agricoles. Il existerait plus de 5 000 ha de petits étangs privés de quelques hectares.

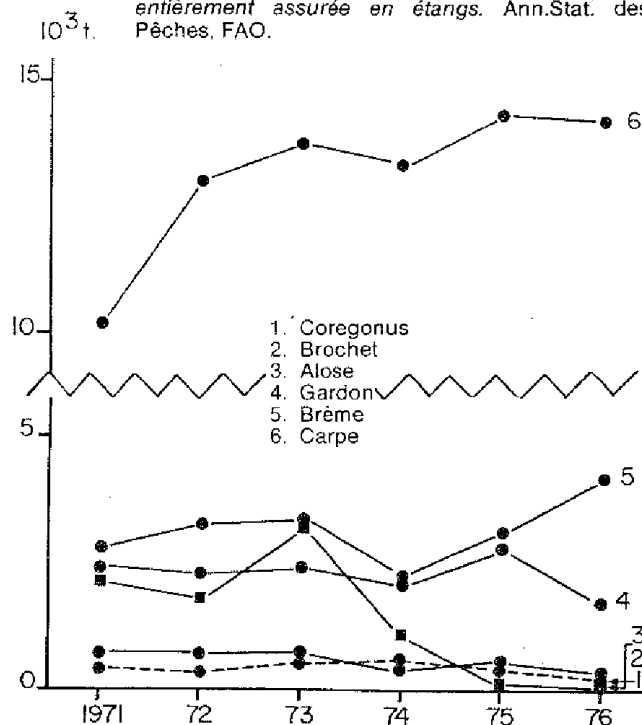
Le rattachement de la pisciculture à l'agriculture réalisé en 1975 n'a pas conduit à une véritable intégration car les entreprises agricoles et piscicoles ont le plus souvent conservé leur individualité. La réforme n'est en fait qu'administrative et est revenue à placer les entreprises piscicoles sous l'autorité des directions départementales des entreprises piscicoles au même titre que les fermes, les fabriques d'aliment, etc. La structure de l'entreprise piscicole est assez décentralisée ; une entreprise est constituée de plusieurs piscicultures et d'ateliers. Une pisciculture est un ensemble d'étangs géographiquement groupés, totalisant généralement plus de 100 ha (photo 2). Ces piscicultures peuvent être éloignées et le territoire d'une entreprise est quelquefois très vaste (plus de 100 km entre les piscicultures les plus éloignées à Milicz). Chaque pisciculture est dirigée par un ingénieur (souvent formé à la faculté d'Olstyn) et de personnel logé sur place. Dans quelques grandes entreprises, les ateliers assurent des interventions dans les piscicultures (construction et entretien des étangs, des canaux et des locaux d'exploitation et d'habitation) et l'entretien ainsi que la fabrication du matériel spécialisé. L'entreprise piscicole de Milicz comporte ainsi 8 piscicultures et 2 ateliers et gère 8 000 ha d'étangs cadastrés (5 600 ha utiles). Elle



Photo 2. — Exemple d'étang de taille moyenne (50 ha) géré par l'entreprise de Milicz.

assuré, avec une production de 4 000 à 5 000 t de carpes par an, près de 20 % de la production nationale. Il existe en Pologne 80 entreprises piscicoles groupant environ 300 piscicultures. Depuis quelques années, la production tend à se stabiliser (figure 2).

Fig. 2. — Évolution de la production de quelques espèces de poissons d'eau douce en Pologne entre 1971 et 1976 (en milliers de tonnes). Les productions de la pêche et de la pisciculture sont confondues, mais au moins pour la carpe, la production est presque entièrement assurée en étangs. Ann.Stat. des Pêches, FAO.



## II. — LA PRODUCTION DE SUJETS DE REPEUPLEMENT

### II-1) MÉTHODE TRADITIONNELLE : ÉTANGS FRAYÈRES ET ÉTANGS D'ALEVINAGE

#### A) La reproduction Généralités

Deux systèmes de reproduction sont pratiqués en Pologne ; la reproduction naturelle, pratiquée en « étang frayère », de type Dubish, et la reproduction artificielle en écloseries. Dans le premier cas, les géniteurs sont placés dans des étangs spéciaux juste avant la reproduction. Lorsque les conditions thermiques sont favorables, ils manifestent alors un comportement de reproduction et les femelles pondent leurs œufs sur les herbiers ménagés au fond de l'étang et dans lesquels se déroule le développement embryonnaire. Les larves sont recueillies après éclosion. Dans le cas de la reproduction artificielle, les géniteurs reçoivent une injection de préparation hypophysaire (hypophysation) en vue de provoquer la maturité ovocytaire et l'ovulation chez la femelle et la spermiation chez le mâle. Après insémination, les œufs sont mis à incuber en incubateurs spéciaux jusqu'à éclosion. Les détails techniques concernant la production en étang frayère sont donnés ci-après. Cette méthode est de règle pour les poissons herbivores, mais elle commence à être pratiquée pour la carpe et d'autres espèces, comme le brochet et le corégone, et sera développée dans le paragraphe écloserie.

### Les étangs frayères

Les étangs frayères sont de forme subrectangulaire et de petites dimensions [10 × 8 cm à 15 × 20 cm] (photos 3 et 4). Le fond est légèrement



Photo 3. — Exemple de batterie d'étangs-frayères à la pisciculture de Ruda-Sulowska.



Photo 4. — Étangs frayères à Zator.

incliné d'amont en aval. La hauteur d'eau admise est en moyenne de 35 cm (20 cm en amont et 50 cm en aval). A l'intérieur de l'étang et à la périphérie, des rigoles d'écoulement sont creusées (profondeur : 20-30 cm) mais ce dispositif qui caractérisait originalement l'étang Dubish n'est pas généralisé dans les frayères actuellement en service. Ces étangs sont disposés en batteries dont le nombre varie suivant la pisciculture. Ils sont alimentés par une eau qui a préalablement été admise dans un étang de décantation plus profond où l'eau se réchauffe et où les éléments figurés les plus grossiers se déposent. Ils sont laissés à sec en dehors de la période de reproduction, de sorte que de l'herbe y est présente en permanence. Les herbiers constitués d'herbes souples (graminées, voire même carex) sont fauchés à l'automne et éventuellement au printemps afin que les herbes ne soient pas trop hautes sinon les œufs risqueraient de se trouver au-dessus de la surface de l'eau après la ponte. La mise en eau a lieu quelques heures avant l'introduction des géniteurs, généralement vers midi. Les géniteurs, après leur sortie d'étangs d'hivernage, sont placés sexes séparés en étang de stockage puis introduits dans les étangs frayères lorsque la température y atteint 20 °C et lorsque les écarts de température jour-nuit ne sont que de quelques degrés. L'introduction des géniteurs dans les frayères se fait dans l'après-midi. Traditionnellement, on introduisait dans l'étang une femelle + deux mâles, mais une association de deux femelles + trois mâles donne de

meilleurs résultats dans les pourcentages de femelles ayant pondu.

On enlève les géniteurs immédiatement après la première fraie, même si une femelle seulement a pondu, ceci afin d'éviter un mélange de larves d'âge différent. La ponte a lieu généralement à l'aube, quelquefois le soir. Si, après deux ou trois jours, on n'observe pas de ponte, les géniteurs sont enlevés et éventuellement remis dans une autre frayère. La frayère ainsi libérée ne sera réutilisée qu'après un rinçage destiné à éliminer les dépôts de vase sur les herbes. Lors du retrait des géniteurs, le niveau d'eau est baissé rapidement, ce qui ramène les poissons dans les canaux latéraux, d'où la capture est facile à partir des berges. Les œufs adhérant aux herbes peuvent supporter une exposition à l'air de deux à trois heures, à condition de ne pas être exposés au soleil, de sorte que cette opération est pratiquée le matin avant 10 heures ou le soir après 17-18 heures. L'embryogenèse dure entre cinq et dix jours selon la température (l'expression en degrés-jours n'est pas commode pour les espèces à petits œufs car il n'existe pas de relation linéaire entre température et durée de développement). L'examen des œufs « in situ » est difficile car la densité varie d'un point à l'autre et l'accès aux zones de ponte est difficile de sorte que le contrôle de l'embryogenèse est suivi par la surveillance des œufs d'une touffe d'herbe prélevée dès le début et placée dans un récipient en verre laissé dans l'étang : évolution de l'embryogenèse, pourcentage de survie, début et fin d'éclosion. Il est important de connaître avec précision la période d'éclosion car la capture des jeunes sujets doit intervenir à un moment précis, c'est-à-dire avant la fin de la résorption vitelline. Ce stade est atteint au cours de la troisième journée en conditions normales de température (19 à 21 °C la nuit et 23-25 °C le jour). C'est en effet à ce moment que les alevins commencent à se nourrir activement et la richesse du milieu n'est pas quantitativement et qualitativement suffisante dans la frayère où la densité d'individus est considérable (jusqu'à 500 000 larves par étangs de 100 à 200 m<sup>2</sup>). En outre, à 4-5 jours, les sujets sont beaucoup plus actifs et la capture beaucoup plus difficile. Cette dernière doit donc intervenir entre deux jours et demi et trois jours et demi après le pic d'éclosion.

Des variantes de cette méthode de reproduction en étangs frayères sont utilisées. Par exemple, à la pisciculture de Ruda-Sulowska (entreprise de Milicz), la reproduction est pratiquée dans de grands étangs frayères d'environ 2 000 m<sup>2</sup> et dans lesquels on place une centaine de géniteurs (photo 5). Après les premières pontes, les géniteurs sont transférés dans l'étang voisin. Ce travail en est simplifié et, en bonne saison, les pontes d'un seul étang suffisent à alimenter l'ensemble de la pisciculture (900 ha).



Photo 5. — Étang-frayère de grande dimension de la pisciculture de Ruda-Sulowska.

D'une façon générale, les frayères ne sont pas alimentées en eau pendant la ponte, l'incubation et le début de résorption. Seul un filet d'eau est admis pour compenser les pertes dues aux infiltrations et à l'évaporation. Pour contrôler le niveau d'eau, on place des repères constitués de morceaux de bois plantés dans le fond de l'étang (il est important de maintenir les embryons sous l'eau). Cependant, en cas de fluctuations thermiques importantes, on augmente la hauteur d'eau dans l'étang et par-là l'inertie thermique.

#### La capture des larves

La capture des larves est une opération délicate. Les frayères sont mises en vidange le matin et la pêche débute en eau descendante vers 9-10 heures, lorsque les larves sortent des herbiers. Elles sont capturées à l'épuisette de gaze fine (dimension de mailles : 0,5 mm) au-dessus des herbes et en appuyant légèrement l'épuisette sur le sommet des plantes. Il faut éviter les vidanges trop rapides car les herbes se couchent et piègent les larves. La pêche à l'épuisette peut se poursuivre toute la journée. Dans l'après-midi, les larves restantes plus âgées et à température plus élevée sont plus actives et gagnent facilement les rigoles d'évacuation et la pêcherie. Cette dernière peut être placée à l'intérieur ou à l'extérieur de l'étang et consiste en un simple filet de gaze. A Ruda-Sulowska, la pêcherie est ménagée sur le canal d'évacuation, dans la digue elle-même (photo 6).



Photo 6. — Canal d'évacuation du grand étang-frayère de Ruda-Sulowska dans lequel est placée la pêcherie lors de la vidange de l'étang.

Un grillage de gaze barre la partie la plus avale et retient les larves qui sont pêchées soit à l'épuisette, soit par filets libres ou armés en cage.

#### La maintenance des géniteurs

Les géniteurs sont élevés dans des étangs spécifiques. Ils reçoivent une alimentation à base de céréales



Photo 7. — Étang à géniteurs avec son canal d'évacuation à Zabieniec.



Photo 8. — Étang à géniteurs de carpes herbivores à Golicz. Ces géniteurs reçoivent des distributions d'herbes provenant souvent du faucardage des berges.

et de granulés (photos 7 et 8). La densité de stockage est faible : à Golicz, 280 géniteurs sont parqués dans un étang de 2 ha. On élève en général un peu plus de géniteurs que nécessaire (à Golicz, quelques femelles suffisent pour alimenter une pisciculture de 670 ha). L'excès correspond à la classe d'âge de 3-4 ans (car les géniteurs ne sont utilisés qu'après la quatrième année d'âge) et à une réserve pour faire face à des années difficiles où les variations thermiques nécessitent de recommencer plusieurs fois les opérations de reproduction en étangs frayères. La méthode de l'étang frayère conduit à une légère surcharge de la pisciculture en géniteurs, mais on estime que dans le cas de la ponte induite, la surcharge en géniteurs est encore plus élevée du fait des mortalités qui suivent l'hypophyseation. Des géniteurs d'un poids moyen de 3 kg au printemps atteignaient 4 kg à l'automne. Dans certains cas, comme à Milicz, on maintient isolément des populations d'origines différentes originaires de Golicz, de Hongrie et de Yougoslavie. On estime que les sujets  $F_1$  issus de certains croisements présentent des mortalités plus faibles, mais l'influence d'autres facteurs de l'environnement n'est pas à exclure. Cependant, à Zator, une expérience conduite en étangs de 20 à 40 ha a démontré la supériorité de certains croisements, en particulier entre une souche locale (Z) et une souche hongroise (B) sur la survie des descendants (tableau 1). Seul le croisement  $\sigma Z \times \varphi B$  s'est révélé satisfaisant, la réciproque a donné de moins bons résultats que les parents.

Année d'élevage	Croisement $\sigma \times \varphi$	Survie %	Product. moyenne kg/ha/an	Conversion alimentaire
2 <sup>e</sup>	Z Z	48	730	3,40
	Z B	78	900	2,49
	B B	62	780	3,10
3 <sup>e</sup>	Z Z	82	752	3,39
	Z B	99	963	2,26
	B B	85	820	3,02

Tableau 1 : résultats de croisement de deux souches de carpes (Z : souche Zator ; B : souche hongroise) ( $F_1$ ).

#### B) Les étangs d'alevinage et de production de sujets de deux étés

La technique de production de carpes de consommation porte généralement sur un cycle de 3 étés en Pologne. Au cours des deux premières années, on procède au grossissement des sujets qui serviront à empoissonner les étangs d'engraissement où seront

produites les carpes destinées à être commercialisées. Deux méthodes de production des sujets de deux étés sont pratiquées en Pologne. Dans le premier cas (méthode Dubish classique), les poissons sont transférés successivement dans une série d'étangs : étangs de premier et deuxième alevinages au cours du premier été, étangs d'hivernage ensuite, puis étangs de deuxième été. Cette méthode permet de connaître et de contrôler exactement les charges dans chaque étang et de pratiquer une alimentation parfaitement adaptée à la biomasse de poissons. Une autre méthode consiste à pratiquer ce même cycle d'élevage dans un seul étang. Les manipulations des poissons sont plus réduites, mais on ne connaît pas avec précision la charge de l'étang.

### Les étangs de premier alevinage

Après la pêche en étang frayère, les jeunes sont transférés dans des étangs de premier alevinage dans lesquels ils séjourneront pendant un mois environ. Le transfert se fait en bidons de 10 l à raison de 1 000 à 1 500 individus/l. Les alevins sont comptés avant transport. On estime la concentration par unité de volume à partir de 3 prises d'échantillons de 200 ml. Le comptage se fait sur récipient à fond blanc et le nombre est donné à 10 % près. Les charges dans les étangs de premier alevinage sont très variables. Avant 1940, le nombre d'individus déversés était de l'ordre de 50 000 à 100 000/ha ; actuellement, des charges beaucoup plus fortes sont pratiquées (200 000 et même 1 000 000/ha), mais des piscicultures comme celle de Milicz (Ruda Sulawska) continuent de pratiquer des charges de 50 000 individus/ha. La survie dépendra de la préparation de l'étang, laquelle va conditionner la richesse du milieu du point de vue quantitatif et qualitatif (succession des diverses populations de proies et lâcher des alevins lorsque la population de rotifères est maximale). Une bonne préparation aura eu aussi pour effet de supprimer des prédateurs et parasites, en particulier des grilles, placées aux admissions d'eau, préviendront l'entrée de carnassiers divers lors du remplissage de l'étang. La survie dépendra aussi des conditions du lâcher qui a lieu en période chaude sur les berges, mais en direction du centre de l'étang, au-delà de la zone herbeuse périphérique et en se plaçant de telle façon que le vent ne rabatte pas les alevins dans les herbes et sur les berges. Dans la mesure du possible, la répartition se fera sur le pourtour de l'étang. Une surveillance sera pratiquée pendant la période d'alevinage. Des prélèvements périodiques permettent de vérifier l'état sanitaire du poisson (état des branchies, présence de parasites). Le comportement des poissons donne également des informations précises ; par exemple, la présence de bancs d'alevins le long des berges nageant contre le courant peut être un indice de nourriture insuffisante. Il faut alors procéder à une analyse biologique du plancton et si l'insuffisance alimentaire est trop forte, il faut procéder à la pêche. De même, en cas de carence en oxygène dans l'eau qui peut se produire après quelques semaines de mise en eau du fait de la décomposition de la végétation, il faut admettre un grand volume d'eau dans l'étang et procéder à la pêche peu après, car la dilution provoquera au moins temporairement une réduction de la concentration en plancton. Après un mois d'élevage, la survie varie de 40 à 60 % et les juvéniles atteignent des poids de 1 à 5 g. Les étangs sont de surface généralement faible, quelques hectares, mais peuvent dépasser 10 ha (par exemple à Golicz). Pendant la période d'élevage, le débit admis est destiné à compenser les pertes d'eau dues à l'évaporation et l'infiltration. Les techniques de captures sont décrites dans le paragraphe IV-4.

### Les étangs de deuxième alevinage

Les poissons issus des étangs précédents sont transférés dans des étangs de second alevinage, qui sont caractérisés par des surfaces plus grandes et par une gestion très différente de l'élevage. La durée de stabulation y est plus longue jusqu'en automne ou même, s'ils sont suffisamment profonds avec une possibilité de débit suffisant, jusqu'au printemps suivant (ils servent, en ce cas, d'étang d'hivernage). Pendant la période estivale, de la nourriture peut y être distribuée selon le niveau d'intensification de production désirée. Les peuplements sont de l'ordre de 10 000 à 20 000 sujets à l'hectare lors de la mise en eau. Dans les cas expérimentaux, des charges de 40 000 à 50 000/ha ont été pratiquées avec succès. Les pertes sont de l'ordre de 40-45 % en moyenne avec des extrêmes allant de 10 à 60 %. Les poissons atteignent des poids variant entre 20 et 50 g à l'automne. Des productions de 700 à 1 000 kg/ha se rencontrent fréquemment en cas de production intensive avec distribution d'aliments. Les mêmes précautions que dans le cas précédent doivent être prises, en particulier éviter l'entrée de prédateurs comme du brochet lors de la mise en eau. Dans les étangs de premier et deuxième alevinage, on pratique une fumure organique avant la mise en eau. Des épandages de lisiers d'étables sont pratiqués jusqu'à des doses de 15 à 30 t/ha, complétés par des apports de superphosphates (20 unités/ha) et de potasse (10 unités/ha). Ces épandages sont suivis d'un passage de rotovator. On a calculé à Zator que le personnel nécessaire à la conduite de l'alevinage était de 5 ouvriers pour 100 ha.

### Production de poissons de deux étés

La technique de production est très comparable à celle pratiquée en étangs de deuxième alevinage, sinon que la production porte sur une saison complète et que des productions supérieures à 1 t/ha sont fréquentes après, bien entendu, distribution de céréales et de granulés en quantités variables selon la richesse du milieu en aliments naturels (cf. tableau 2). La fumure minérale et organique est pratiquée directement dans le milieu aqueux dans ce type d'étang, mais seulement lorsque la production est extensive. En effet, l'apport de céréales et de granulés pratiqué dans le cas de la production intensive revient par l'intermédiaire des fèces accumulés à apporter une fumure organique non négligeable. La fumure organique exogène consiste en apport de lisiers d'étables ou de porcheries à des doses de 20-30, voire 50 t/ha, distribuées par des citernes qui pulvérisent le lisier au-dessus des étangs jusqu'à des distances de 50 à 60 m des berges. Cette fumure est complétée par un apport de phosphate qui doit rester dans le milieu supérieur à 0,05 mg de  $PO_4/I$  (l'azote total devant rester  $> 1,5$  mg/l).

### Méthode de production de sujets de deux étés dans le même étang

Cette méthode constitue une simplification du système précédent et a été développée à Zator vers 1948 lorsqu'il a été montré que des manipulations fréquentes des poissons entraînaient des mortalités importantes. Elle s'est ensuite étendue à d'autres piscicultures. La superficie de l'exploitation consacrée à ce type de production est élevée (40 à 50 %). La mise en charge est au départ de 40 000 individus/ha. Le poids individuel varie entre 100 et 200 g selon les saisons et des productions annuelles de 750 kg à 1 000 kg/ha ont été enregistrées à Golicz et à Zator et dans d'autres piscicultures.



## II-2) LA PRODUCTION DE SUJETS DE REPEUPLEMENT

La production de poissons destinés au repeuplement des étangs d'alevinage ou de deux étés commence à être pratiquée en éclosérie. Deux exemples d'écloséries seront donnés ci-après, l'une située à l'ouest de Varsovie, Goslawice, qui est une entreprise autonome et qui commercialise sa production vers d'autres entreprises, et l'autre celle de Mragowo est un exemple d'éclosérie attachée à une entreprise comme c'est le cas le plus fréquent dans le nord du pays. Quelques essais d'élevage de larves en conditions contrôlées pratiqués à la station de recherches de Zabieniec seront ensuite décrits.

### A) L'éclosérie de Goslawice

Compte tenu d'une altération notable des conditions atmosphériques au cours des dernières années avec des printemps froids qui retardent la reproduction et provoquent des mortalités larvaires importantes, on a envisagé la reproduction artificielle en éclosérie comme cela est pratiqué dans la plupart des autres pays de l'Europe centrale. Bien que quelques piscicultures se soient équipées de quelques batteries de bouteilles pour l'incubation des œufs, on a tendance en Pologne à privilégier la production de larves en écloséries importantes et c'est dans cet esprit qu'a été créée l'unité de production de Goslawice. Cette éclosérie bénéficie d'un apport d'eau réchauffée d'une centrale thermique ( $\Delta t$  8 °C). Deux types de production sont réalisés ; larves de trois jours livrées pour le repeuplement des étangs de premier alevinage et alevins d'un mois ou un été après élevage en étang alimenté en eau réchauffée. La production de larves a été portée actuellement sur 120 millions d'individus de carpes communes et 40 à 50 millions de carpes herbivores. Une extension devrait porter ces productions à 200 et 100 millions respectivement. La production de sujets de quelques semaines ou d'un été suppose l'élevage de géniteurs qui est pratiqué en eau réchauffée en étangs dans lesquels la température d'élevage devrait être d'environ 3 °C en dessous de celle du rejet (soit 5 °C au-dessus de la température ambiante). La conception initiale de l'éclosérie était d'avancer l'époque de maturation des géniteurs grâce à l'élevage à température plus élevée et de procéder ensuite à l'alevinage toujours en eau réchauffée en étang où la production de plancton serait elle-même avancée. En réalité, la régulation thermique des étangs s'est avérée très difficile et la reproduction s'est déroulée jusqu'à présent à l'époque normale avec livraison de larves aux piscicultures traditionnelles. Lors de la reproduction, les géniteurs sont transférés dans l'éclosérie

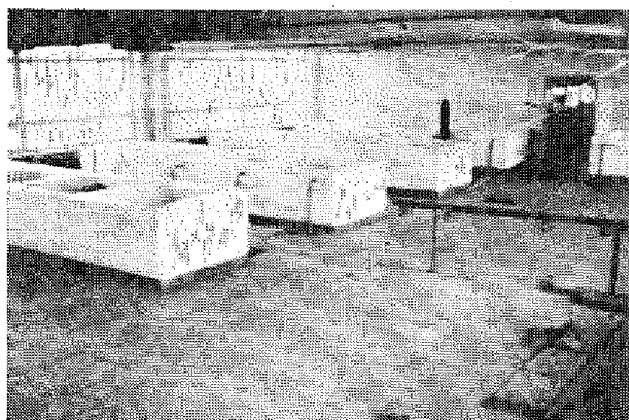


Photo 9. — Bassin d'accueil des géniteurs dans l'éclosérie où ils subissent l'hypophysation.

rie où ils sont placés en bassin de 1 m<sup>3</sup> en condition thermorégulée (photo 9), avec un débit de 0,5 à 1 l/mn et où on pratique l'hypophysation (photo 10). La régulation thermique de l'eau de l'éclosérie est plus fine grâce à une chaufferie qui stabilise la température. L'intérieur



Photo 10. — La technique dite d'hypophysation consiste à injecter des hormones pour induire l'ovulation qui ne se produit pas spontanément chez les carpes d'élevage. On administre généralement des broyats hypophysaires 3 mg/kg de poids vif en deux injections : 1/10 puis les 9/10 12 heures plus tard. En Pologne, comme dans les autres pays d'Europe de l'Est, l'injection se pratique généralement dans la musculature dorsale.

de certains bassins est de couleur verte, ce qui semble favoriser le rendement de l'hypophysation. Ce dernier est de l'ordre de 95 % de femelles ovulées dans le cas de géniteurs pris entre leur deuxième et quatrième saison de reproduction et au maximum de la saison de reproduction. Les femelles à ponte précoce ou tardive, jeunes (première saison) ou âgées (> 7-8 ans et > 10 kg) donnent des résultats moins bons : nombre d'œufs par kg de poids corporel plus faible et pourcentage de mortalité plus élevé sur les œufs et les larves. De leur côté, les mâles sont réformés à 6 ans. Pour la carpe commune, la technique d'insémination, dite de Woynarowich, a été abandonnée au profit de celle utilisant le lait qui est plus rapide : 4 personnes peuvent traiter 40 l d'œufs dans la journée.

L'incubation se pratique en bouteilles de Weiss équipées à leur base d'une sorte de pomme d'arrosoir qui assure une meilleure répartition de l'eau. L'alimentation des bouteilles de Weiss se fait par gravité. Lors de l'établissement de l'éclosérie, l'alimentation des bou-

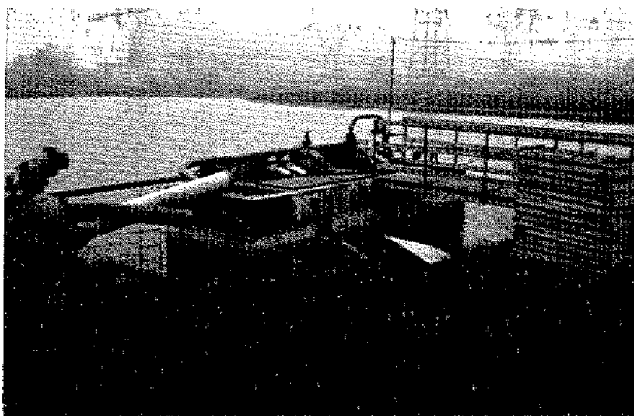
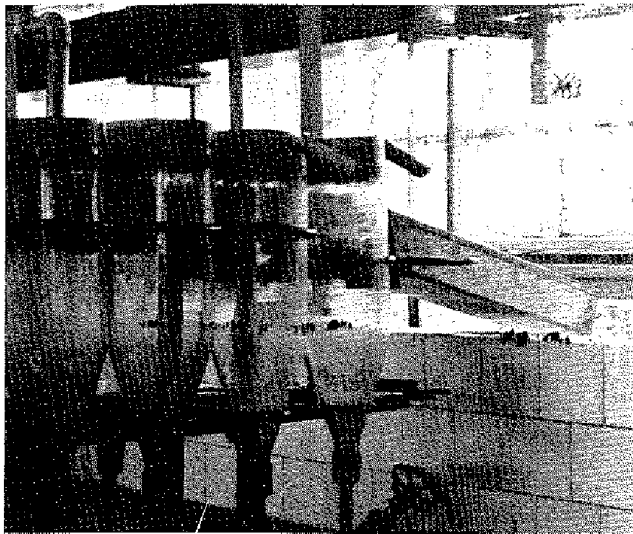


Photo 11. — Éclosérie de Goslawice. Bassin de décantation et filtre à gravier à partir duquel est pompée l'eau alimentant l'éclosérie.

teilles se faisait sous pression, mais du fait des difficultés de réglage et des mauvais résultats, ce système a dû être abandonné. L'eau, prélevée dans un bassin de décantation, est filtrée sur graviers (photo 11), thermorégulée à 20-22 °C pour la carpe et 24-27 °C pour les herbivores, pompée dans une auge située à 1,50 m au-dessus de la série de batterie de bouteilles (photo 12).



**Photo 12.** — Bouteilles de Zug pour l'incubation des œufs de carpe. A l'éclosion, les larves sont éliminées par le déversoir supérieur et sont canalisées dans un bassin de résorption.

Les bouteilles d'un volume total de 8 l reçoivent 0,3 à 0,5 l/mn pour 200 000 œufs dans le cas de la carpe et 0,2 l/mn pour 20 000 à 30 000 œufs dans le cas des herbivores (on pratique aussi l'incubation d'œufs de truite dans ces bouteilles avec un débit de 2 l/mn avant le stade œillé et 3 à 4 l après). A l'extrémité de chaque rampe, un tuyau permet l'évacuation des bulles d'air. Après l'éclosion, les larves sont évacuées par les trop-pleins et se déversent dans des bacs où elles sont stockées à raison de 800 000 à un million, pendant trois jours pour la carpe commune et quatre jours pour les herbivores avant expédition. Les bassins de stockage reçoivent leur alimentation par le bas et l'eau est éliminée par le haut ; afin de ne pas entraîner les larves, la prise d'eau d'évacuation se fait par l'intérieur d'une petite cage grillagée de gaze. La vidange se fait par une évacuation branchée sur l'admission.

L'expédition des larves et des alevins de quatre semaines se fait en sacs plastique sous oxygène à raison de 3 000-4 000 larves de 3 jours/l pour les carpes herbivores, lorsque le transport dure quatre heures. Les charges sont diminuées de moitié si la durée du transport est de huit heures. Dans le cas de peuplement d'étang de taille moyenne, la quantité de larves nécessaires est placée dans le même sac. Le transport se fait généralement par route et son organisation est conçue de façon à ce que les larves puissent être déversées dans l'étang de premier alevinage en fin d'après-midi, période considérée comme optimale pour le lâcher (cf. *supra* « étangs frayères »). Le transport s'effectue en eau douce. L'utilisation d'eau légèrement salée n'a pas été envisagée car des travaux effectués à Zabieniec ont montré que les larves de carpes et herbivores étaient peu tolérantes à l'eau saumâtre. La technique de production des larves de trois jours telle qu'elle est pratiquée ne pose pas de problèmes majeurs, mis à part les difficultés de contrôle de la température dans les étangs de stockage des géniteurs. Cependant, la mise en place d'une thermorégulation plus fine avec chaufferie complémentaire permet de contrôler avec précision la

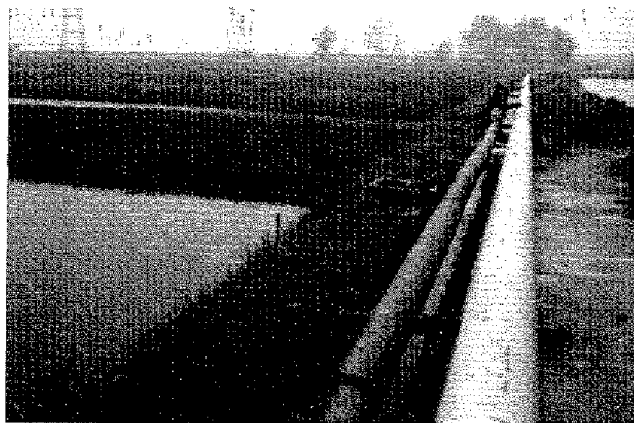
température de stockage des géniteurs lors de la maturation contrôlée. Un autre problème réside dans les mortalités importantes qui se produisent lors de l'éclosion de poissons herbivores et qui restent inexplicables.

L'élevage des larves pendant un ou plusieurs mois n'est pas encore opérationnel du point de vue commercial. Les essais de production portent sur une série d'étangs de petite surface (< 1 ha) vidangeables, alimentés par un canal (photo 13) qui comporte à son



**Photo 13.** — Bassin de prégrossissement alimenté par eau réchauffée à l'écloserie de Goslawice.

point de départ un mélangeur avec deux arrivées d'eau, l'une à température ambiante et l'autre constituée d'eau réchauffée (photo 14). Le succès de l'élevage en étang d'alevinage réside dans une bonne préparation avant la mise en eau afin d'obtenir une succession des différents types de plancton et d'introduire les larves lorsque les proies sont qualitativement adaptées. Cette méthode qui commence à être bien maîtrisée pour les étangs traditionnels n'est pas encore adaptée aux eaux réchauffées. Cependant des résultats prometteurs ont été obtenus en 1978 ; parfois une survie de l'ordre de 70 % ( $\pm 15$  %) a été obtenue en quatre semaines et l'accroissement de la biomasse était de 400 à 500 kg/an. La capture des alevins a été effectuée à contre-courant (photo 15).



**Photo 14.** — Double système d'alimentation, eau réchauffée et eau à température ambiante pour les bassins d'élevage à Goslawice.

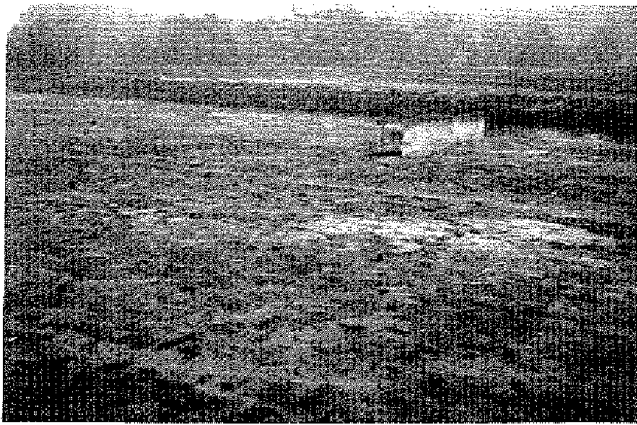


Photo 15. - Pêcherie intérieure à contre-courant dans un bassin de prégrossissement (cf. fig. 7).

En conclusion, cette éclosérie, bien qu'installée à proximité d'une centrale thermique, ne bénéficie pas encore pleinement de cet apport de calories. Dans sa partie la plus fonctionnelle, elle est en réalité autonome du point de vue thermique. Cependant, on est en droit d'attendre une amélioration dans l'alevinage et d'autres essais portant sur l'élevage de truite arc-en-ciel et de silure montrent que le réchauffement des eaux permet d'obtenir une bonne croissance hivernale des alevins et truitelles.

#### B) L'éclosérie de Mragowo

Cette éclosérie constitue un exemple de nombreuses structures similaires situées dans le Nord du pays en Mazurie et assurant la production de larves de corégones pour le repeuplement. Beaucoup d'entre elles sont polyvalentes et celle de Mragowo assure aussi la production de truites et sous peu de brochets. Dans le Nord, l'eutrophisation des lacs a fortement réduit la reproduction naturelle des corégones, ce qui a conduit à l'implantation de nombreuses écloséries. Les sujets de repeuplement sont lâchés dans les lacs, mais aussi dans des étangs et divers plans d'eau non vidangeables de cette région. L'éclosérie de Mragowo a une capacité de production de 120 millions de larves (200 bouteilles de Weiss) mais sa production ne dépasse pas 100 millions (90 en 1977), constituée de 70 % de *Coregonus albula*, et 30 % de *C. pellen* et *C. lavaretti*. L'éclosérie est gérée par une entreprise d'état de pêche qui possède aussi quelques piscicultures. Les géniteurs sont capturés par les pêcheurs professionnels dans les lacs et stockés pendant quelques jours jusqu'à l'ovulation dans de petits étangs près de l'éclosérie (le stockage n'excède généralement par huit jours). Après insémination artificielle, les œufs sont incubés en bouteilles de Weiss alimentées en eau de rivière recevant une filtration mécanique sur sable et graviers. Chaque bouteille d'environ 6 l reçoit 3 à 4 l d'œufs et le débit est de 4 à 5 l/mn. Du fait des basses températures hivernales (0,5 à 1 °C), les œufs mis en incubation en novembre-décembre n'éclosent pas avant le mois d'avril. Il est d'ailleurs impératif d'incuber à basse température, afin d'obtenir l'éclosion au printemps, lorsque la richesse du milieu est devenue suffisante pour accueillir les larves. En cas d'incubation sur eau de source dont la température est plus élevée, l'éclosion serait prématurée. Pour cette raison, des chercheurs de l'Institut des pêches continentales d'Olsztin ont mis au point une technique d'incubation en circuit fermé thermorégulé à 0,5 °C. Après l'éclosion, les larves sont placées dans des bassins ou des cages en étangs pendant trois à quatre jours et sont ensuite déversées dans les lacs (avant ré-

sorption complète de la vésicule). Les pourcentages de fécondation sont de l'ordre de 70 à 90 % pour *C. albula* et 70 % pour *C. pellen*, 40 à 50 % des œufs éclosent. Les transports des larves qui n'excèdent jamais quelques kilomètres se font en containers de 30 l contenant 200 000 larves environ. Les larves sont déversées dans les lacs, soit directement, soit après un grossissement de quelques mois réalisé en étang ou en cage en lacs. Dans ce dernier cas, on pratique en Pologne un mode d'élevage original avec un dispositif d'éclairage qui a pour but d'attirer la nuit le zooplancton et d'augmenter la durée de prise alimentaire par les corégones. Le grossissement est ainsi accéléré et se produit dans le milieu même où le lâcher sera effectué et ceci à un stade qui leur permet de mieux résister à la prédation. Ce taux de recapture à l'état adulte des sujets lâchés serait de l'ordre de 1 % dans le cas des larves et n'est pas connu dans le cas des individus ayant reçu un pré-grossissement. La technologie en matière de production de corégones de repeuplement peut être considérée comme étant maîtrisée. Le taux de survie n'est pas encore connu avec précision, mais les investissements et les coûts de production restent faibles. L'association de corégones avec la carpe dans les étangs d'alevinage et de grossissement est désormais possible en Pologne et est envisagée par certains biologistes.

Cette éclosérie assure en outre l'incubation d'œufs et la production de truites pour le repeuplement et la production commerciale en bassins, étangs ou cages en lacs. L'originalité est de procéder à l'incubation et à l'élevage en eau recyclée épurée, désinfectée sur UV et thermorégulée (10 °C pour l'incubation et 18 °C pour l'élevage jusqu'au poids de 10-20 g). Ce dispositif servira aussi à l'incubation d'œufs de brochet. Le chauffage est assuré par une chaudière fonctionnant au charbon. Afin d'assurer une meilleure utilisation des équipements, deux séries d'incubation et d'élevage sont pratiquées, l'une (1 million d'œufs) en automne avec une souche de géniteurs précoces importés de France et une autre (2 millions d'œufs) au printemps avec une souche tardive locale. Une partie de la production de juvéniles est amenée à la taille portion dans l'éclosérie même (20 tonnes annuelles). Trois personnes assurent la production de l'éclosérie (truites + corégones).

#### C) Sur les possibilités de réaliser le premier alevinage exclusivement en conditions contrôlées en écloséries : les expérimentations de Zabieniec

Nous venons de voir que l'alimentation en eaux réchauffées des étangs de premier alevinage ne permettait pas, pour de nombreuses raisons, de s'affranchir des aléas climatiques et que la production d'alevins d'un été n'était pas maîtrisée. Par contre, nous avons vu que la maîtrise thermique était possible sous abri en éclosérie, ce qui a conduit à l'idée de procéder à un premier alevinage dans de telles conditions avec apport alimentaire. Dans ces conditions, ce n'est plus le poisson qui va à l'aliment mais l'aliment qui va au poisson. Dans l'état des connaissances actuelles on sait que l'aliment artificiel inerte ne permet pas une survie satisfaisante et que l'apport de proies naturelles est indispensable. Ces essais réalisés dans ce domaine en Pologne n'ont pas encore dépassé le stade expérimental qui a été entrepris à la station de recherches de Zabieniec (Institut des pêches continentales).

L'élevage des alevins en captivité comporte deux étapes principales : la première correspond à un apport exclusif de proies vivantes (rotifères, petits crustacés). Elle dure en moyenne douze à treize jours pour la carpe



mais elle dépend de la vitesse de croissance et peut, dans les cas les plus favorables, être ramenée à huit-dix jours. Les charges dans les bassins peuvent atteindre 25 000 individus/m<sup>3</sup>. Pour les carpes herbivores, la durée est de deux semaines au moins. Dans la seconde phase, les alevins peuvent recevoir une alimentation artificielle. La carpe argentée reçoit d'entrée un aliment exclusivement artificiel, tandis que la carpe commune voit l'aliment naturel être progressivement remplacé par l'aliment artificiel. Au début de l'alimentation, on a essayé de prolonger la durée d'éclairage, afin d'augmenter la période de prise alimentaire mais l'éclairage a interféré sur la dynamique de développement des proies et ce n'est qu'à partir de trois à quatre jours que cette technique a pu être appliquée. On a pu obtenir des individus de carpe de 60 mg en trois semaines. Les conditions de l'expérience se rapprochent des conditions de terrain. L'abri est constitué d'une serre plastique placée au-dessus de bassins chauffés par des sortes de radiateurs (tuyauteries placées à la base [photo 16] alimentées par une chaudière de chauffage

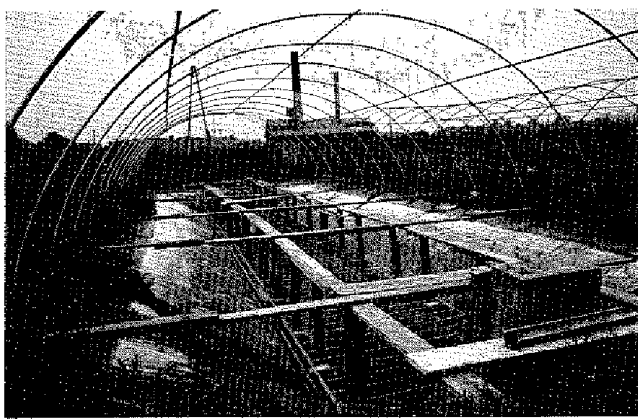


Photo 16. — Bassin chauffé recouvert de serre pour l'élevage des juvéniles à Zabieniec.

centrale fonctionnant au charbon : 100 000 kcal/h). Le plancton destiné à l'alimentation est pompé dans des étangs voisins dans lesquels on a réalisé le contrôle de la biocénose (cf. IV- 1). L'approvisionnement en plancton reste un problème majeur et on a calculé qu'une surface de 0,5 ha était nécessaire pour produire 1 million d'alevins. Ce dispositif mis en place, initialement destiné à servir de modèle pour diffusion dans les piscicultures, s'est progressivement complexifié au point de devenir difficilement exploitable dans une petite entreprise. On le considérerait plutôt maintenant comme prototype pour éclosérie-nourricerie.

#### D) Conclusions

La production de juvéniles en éclosérie destinés soit à un grossissement en vue d'une production commerciale soit au repeuplement de milieu naturel exige des températures bien définies, basses pour les corégones, intermédiaires pour les truites et plus élevées pour les carpes et herbivores. On tente d'exploiter des conditions thermiques favorables : basses températures hivernales d'eau de rivières pour corégones et eaux réchauffées de centrales thermiques pour truites et carpes. Mais lorsque ces possibilités sont mal maîtrisées ou inexistantes, on procède à une thermorégulation autonome. Une autre caractéristique de ces écloséries est leur polyvalence au moins au niveau de l'incubation avec une succession de plusieurs espèces au cours de l'année. L'avantage majeur de telles écloséries à forte production est de permettre une fourniture continue de larves, ce qui permet au pisciculteur

de procéder au peuplement des étangs de premier alevinage, lorsque les conditions de milieu, nourriture en particulier, sont optimales.

La production de sujets de repeuplement des cyprinidés en éclosérie ne fait que débiter en Pologne. L'incubation est pratiquée à une échelle commerciale mais l'élevage d'alevins de quelques semaines ou de sujets d'un été n'a pas encore dépassé le stade expérimental.

### III. — LA PRODUCTION DE POISSON DESTINÉE À LA COMMERCIALISATION

#### III-1) LES PRINCIPES GÉNÉRAUX

Les étangs destinés à la production de poissons destinés à la commercialisation (étangs d'engraissement) sont peu différents de ceux destinés à la production de poissons de deux étés ; la surface peut cependant être plus grande et certains atteignent quelques centaines d'hectares. La surface totale de ces étangs d'engraissement dépasse 50 % de la superficie totale de la pisciculture, le reste correspond aux étangs d'alevinage et de production de deux étés et les étangs où sont élevés les géniteurs mais dont la surface est faible (3 à 4 ha). A Zator, les étangs d'engraissement représentent 50 % de la superficie totale et cela est considéré comme trop faible.

La mise en charge se fait au printemps avec des sujets de deux étés provenant soit directement des étangs de production où ils auront passé l'hiver si la morphologie de l'étang le permettait soit des étangs d'hivernage. Le poids individuel varie entre 100 et 200 g et le taux de mise en charge varie selon la production et le poids individuel désiré, eux-mêmes dépendant de la productivité naturelle de l'étang et des sources d'aliments exogènes disponibles. La productivité naturelle est très variable d'un étang à l'autre et se situe dans des limites allant de 100 à 250-300 kg/ha/an. La production finale va donc dépendre du degré d'intensification de la production (fumure et surtout apport exogène d'aliment). On trouve en Pologne deux groupes de piscicultures d'après leur rendement ; un type d'exploitation extensif ne dépassant pas 200 à 250 kg/ha/an (photo 17) et un autre plus intensif avec une production



Photo 17. — Étang de production extensive à Ruda-Sulowska. Il s'agit d'un étang dit « réserve intégrale » de 280 ha dont 200 utiles où les interventions sont limitées au strict minimum.

moyenne de 700 kg/ha/an (valeurs correspondant à l'accroissement, c'est-à-dire la quantité récoltée diminuée de la quantité mise en charge et cela sur la surface cadastrée des étangs). Les productions intensives

supposent un personnel spécialisé et un haut niveau de technicité. L'objectif est évidemment d'utiliser au maximum la production naturelle des étangs par un bon contrôle de la biocénose (cf. IV-1) mais du fait d'une diminution de la production de la nourriture naturelle dans le mois qui suit la mise en charge, il est apparu intéressant de pratiquer un apport alimentaire exogène constitué de céréales et de granulés (cf. tableau 1). Cette technique est encouragée par les autorités car la carpe réalise une meilleure transformation de ces aliments en protéines animales qu'aucune autre production zootechnique. Cet aspect est particulièrement bien perçu en Pologne car la pisciculture est gérée par la direction des entreprises agricoles et les recherches piscicoles sont quelquefois conduites dans des instituts de zootechnie (Zator, Golicz). Les détails des aspects techniques de cette production seront donnés dans le chapitre 4. L'intensification de la production qui n'a porté que sur un nombre assez limité de piscicultures a débuté il y a quelques années et s'est traduite au début par des augmentations notables de la production. Mais un palier est actuellement atteint bien que des rendements de 5 t/ha/an aient pu être obtenus à l'état expérimental. Il semble que dans le cas de la production intensive, le milieu ne soit pas encore bien maîtrisé. L'importance du personnel dans les piscicultures varie fortement. Il faut environ huit à neuf employés pour 100 ha, soit une production de 10 à 15 t par ouvrier. A Zator, les performances sont supérieures (trois-quatre ouvriers pour 100 ha et 30 t/ouvrier) mais dans ce cas l'entretien laisse à désirer. Généralement, les grands étangs demandent moins de personnel mais posent des problèmes de gestion écologique plus complexes.

### III-2) LA COMMERCIALISATION ET LE CONDITIONNEMENT

A l'automne de la troisième année, les poissons sont pêchés, pesés puis mis en étangs de stockage en attendant la commercialisation. Après la pêche, les poissons sont pesés et triés par classe de taille dans des dispositifs plus ou moins mécanisés (photos 18, 19 et 20). A Golicz, les poissons en provenance de la pêcherie sont déversés dans un grand bassin d'accueil alimenté en eau courante (photo 21). Un dispositif de grilles effectue un balayage horizontal puis vertical qui

canalise les poissons sur une table de tri et de pesée (photo 22). Les poissons tombent ensuite par gravité dans les cuves de transport (photo 23) qui les emmènent dans des étangs (photo 24) où ils sont stockés en quantité connue jusqu'à la vente (photo 25). Quatre ouvriers peuvent ainsi manipuler 100 à 120 t/jour. Le même dispositif est utilisé lors de la commercialisation mais comme les étangs de stockage sont en relation directe avec le centre de tri, les poissons sont canalisés

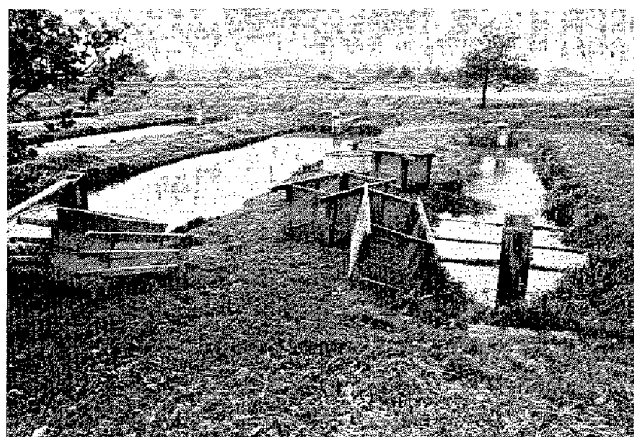


Photo 18. — Équipement de contention et de transport sommaire à la pisciculture expérimentale de Midlniky (Faculté d'agriculture de Cracovie) pour poissons de toutes tailles.

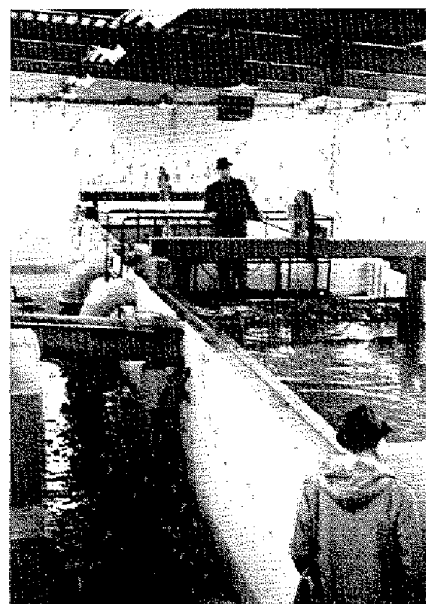


Photo 19. — Bassin de manutention du poisson fait de toile bâchée.



Photo 20. — Type d'épuisette fait d'un manchon de toile qui peut être fermé manuellement en sa base et qui permet de manipuler les poissons et de relâcher les géniteurs sans dommage après capture.

Photo 21. — Dispositif de pesée et de tri du poisson à la pisciculture de Golicz. Les poissons sont admis par la gauche.



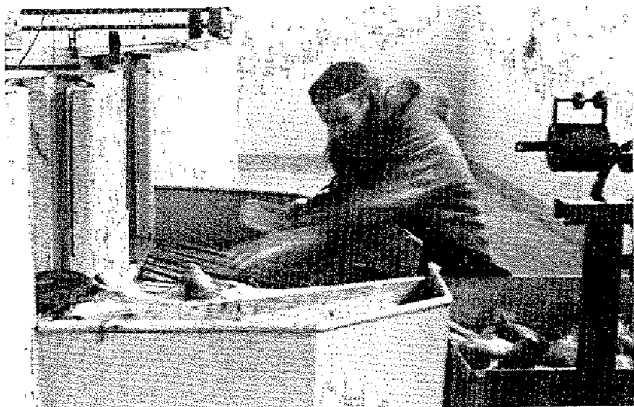


Photo 22. — Pesée du poisson.

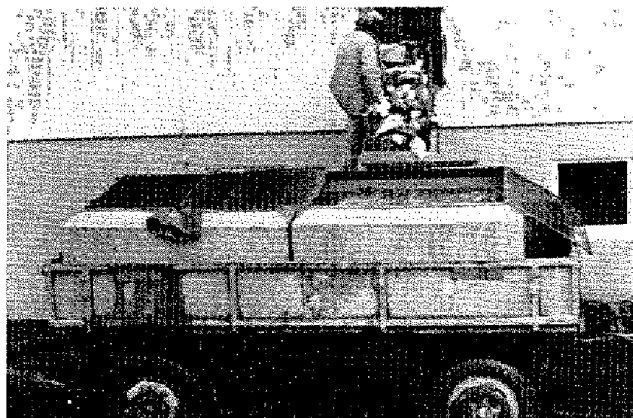


Photo 23. — Transport du poisson dans une cuve de transport après tri et pesée.

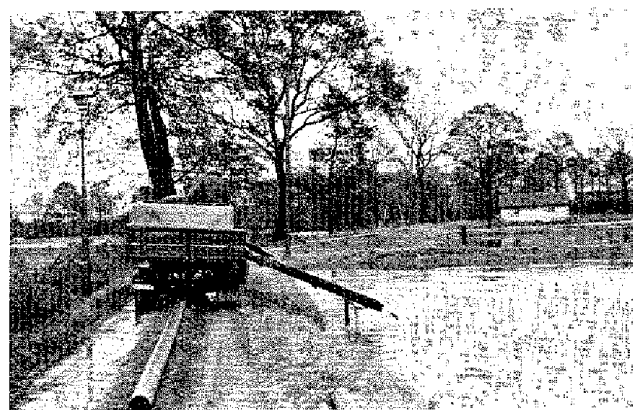


Photo 24. — Déversement du poisson trié et pesé dans des bassins d'hivernage ou de stockage en l'attente de la commercialisation.

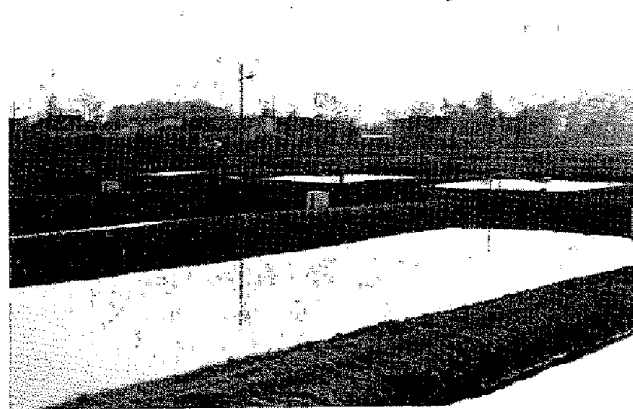


Photo 25. — Étangs de stockage à Ruda-Sulowska.

automatiquement dans le bassin d'accueil. Ils sont alors traités comme précédemment et c'est une entreprise d'État spécialement chargée de la commercialisation des poissons (Ribnick Centrala) qui les prend alors en charge. Les carpes sont commercialisées à l'état vivant, au poids individuel de 500 à 1 500 g et la vente a lieu principalement pendant la période de Noël.

Une partie de la production de poissons d'eau douce est commercialisée après conditionnement, mais la proportion reste faible ; quelques centaines de carpes communes et de carpes herbivores. Ces dernières sont surtout importées de Hongrie dans des années comme 1978 où les conditions atmosphériques très défavorables ont fortement limité la production. La mise en conserve de carpes pratiquée par exemple à l'usine de Cracovie porte sur des tranches mises en boîtes ovoïdes, le vide étant comblé par une farce constituée des abats (parties antérieures et postérieures du poisson, finement broyées) auxquels on ajoute des ingrédients divers (pain, œufs, épices, sel et même sucre). Une farce un peu différente avec une sauce est préparée pour les carpes herbivores. Ces préparations semblent très appréciées du public. Cette conserverie pratique également le fumage de l'anguille.

Le traitement de poissons d'eau douce ne représente qu'une faible part de l'activité de la conserverie et ne se pratique qu'en hiver (150 t/an). L'activité principale porte sur le poisson marin (1 500 t/an). Il est à noter que tous les déchets sont récupérés et servent à alimenter des truites arc-en-ciel élevées en bassins à quelques kilomètres de l'usine.

#### IV. — TECHNIQUES DE PRODUCTION COMMUNES AUX TYPES D'ÉTANG

Quelques aspects techniques communs aux différents types de production qui viennent d'être décrits seront exposés ci-après.

##### IV-1) LE CONTRÔLE DE LA BIOCÉNOSE SUR L'ÉTANG

##### ● sur les possibilités de régulation d'une biocénose d'étang en vue de sa meilleure utilisation par le poisson

(communication personnel D<sup>rs</sup> WIENIAWSKI, GRYGIEREK, WASILEWSKA)

Dès la mise en eau d'un étang, les populations des différents organismes se développent selon une séquence assez bien définie, les tendances générales étant les mêmes quel que soit le mode d'exploitation du plan d'eau.

• On peut distinguer une phase de **biocénose ouverte** pendant laquelle se mettent en place les composants de la biocénose. Ce sont d'abord des espèces hétérotrophes qui se développent — bactéries, protozoaires — ainsi que des algues, autotrophes relatifs mais dont l'alimentation hétérotrophe domine en relation avec l'abondance de matière organique. L'oxygène dégagé permet le développement des populations d'organismes autotrophes, dont la prédominance caractérise la deuxième étape de la phase de biocénose ouverte. Les ressources en CO<sub>2</sub> ont tendance à s'épuiser, tendance contrebalancée par le développement des consommateurs primaires. On est alors à la troisième étape, durant laquelle la matière organique est utilisée pour les relations trophiques dans un milieu stabilisé.

• Ensuite, on peut parler de phase de la **biocénose fermée**. Les organismes animaux sont nombreux et variés, de différents niveaux trophiques. La matière organique s'accumule et la production de poissons peut débuter dans un milieu en équilibre.

Cette succession est schématisée par la figure 3 :

— phase I : développement des bactéries puis des protozoaires ; en conséquence, augmentation des populations de phytoplancton ;

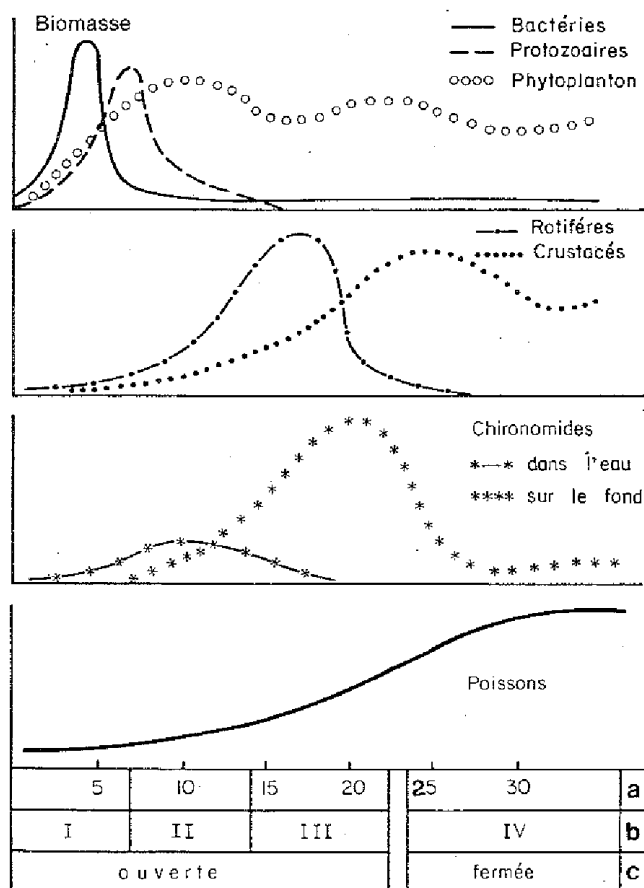
— phase II : prédominance de certaines formes de phytoplancton, présence dans l'eau de larves de chironomides, augmentation des populations de rotifères ;

— phase III : prédominance des larves de chironomides sur le fond et des rotifères ; augmentation des populations de crustacés et de poissons ;

— phase IV : les consommateurs prédominent, réduisant les populations des autres organismes. Les formes de phytoplancton et les crustacés consommés par les poissons se maintiennent à un niveau plus ou moins élevé suivant les densités des prédateurs.

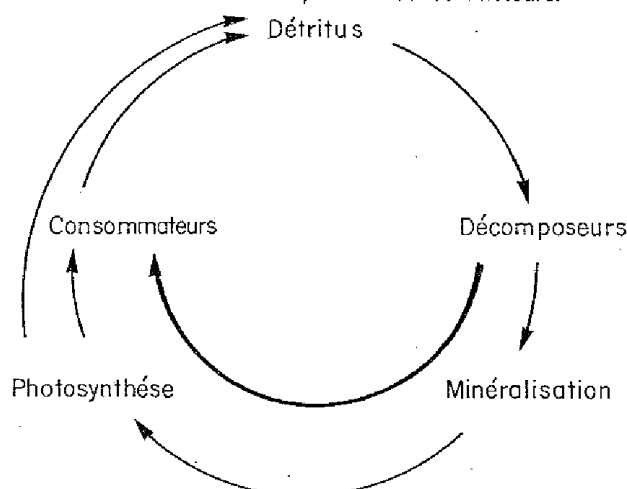
**Fig. 3.** — Évolution des composants de la biocénose dans un étang dans la période qui suit la mise en eau (d'après GRYGIEREK et WASILEWSKA).

a : nombre de jours après mise à l'eau ; b : étapes ; c : phase.



Des données récentes semblent accorder une grande importance au système détritus-décomposeurs (fig. 3 bis). On a longtemps considéré que le cycle de la chaîne alimentaire comportait essentiellement minéralisation par des décomposeurs et reprise des minéraux par la photosynthèse. Il est apparu d'abord en zone marine côtière que le détritus jouait un rôle important et que le consommateur pouvait s'alimenter directement de détritus et de décomposeurs. Ce concept a été étendu aux eaux douces et se vérifie en étangs.

**Fig. 3 bis.** — En étang, comme dans d'autres biotopes, la chaîne alimentaire classique qui passe par la photosynthèse est doublée par un court-circuit détritus-décomposeurs/consommateurs.



### Variations observées

Notons tout de suite que les successions d'organismes se font plus ou moins rapidement, en liaison directe avec la température : en été, les populations de consommateurs dominent dix jours après la mise en eau, tandis qu'en hiver, il faut attendre plus d'un mois. De plus, des interventions par fertilisation peuvent provoquer soit une accélération du processus soit un freinage, en favorisant par exemple le développement des cyanophycées ; une mise en charge excessive en poissons provoquera des changements dans la composition du zooplancton, différentes espèces ou des poissons d'âge différent n'ayant ni les mêmes habitudes alimentaires ni la même ration, et pourra éventuellement éliminer certaines proies comme les rotifères et les larves de chironomides. Enfin, la succession peut être interrompue par différentes causes naturelles (déficit en  $O_2$ , pH excessif) ou accidentelles (empoisonnement).

### Les aspects pratiques

Les travaux effectués sur la succession des biocénoses dans un étang après sa mise en eau permettent de se rendre compte de la complexité des phénomènes et de la nécessité avant toute intervention de tenir compte des conséquences possibles. Mais l'ordre d'enchaînement rigoureux donne aussi des possibilités d'intervention pour, sur le plan pratique, orienter au mieux la production vers le poisson.

• Intervention lors de l'utilisation de la production naturelle par des alevins. Les alevins au début de leur alimentation naturelle consomment des protozoaires et de petites formes de rotifères. En fonction de la température à une période donnée, il est possible de choisir la date de la mise en eau de l'étang de façon à faire coïncider la plus grande production de plancton désiré avec l'empoisonnement en alevins à résorption de vésicule. Il est également possible d'améliorer cette production et de la faire durer plus longtemps par apport d'engrais minéraux introduits conformément à l'état de la biocénose (en phase « ouverte »).

• Intervention au cours de la phase de biocénose fermée ; cas de l'alimentation de la carpe. Les poissons à ce moment consomment des formes plus grandes, crustacés et larves d'insectes. Pour une croissance optimale, et en vue d'économiser l'apport de nourriture artificielle, il importe de favoriser la production des proies. Bien que le schéma de succession soit assez fixe, il est plus difficile à cette période d'intervenir à bon escient.

Tout d'abord, les populations en place sont dans un état d'interdépendance et n'importe quelle intervention va agir sur l'ensemble. La fumure, ensuite, peut bouleverser le rapport entre organismes et entraîner le développement d'espèces moins comestibles.

En règle générale, pour une meilleure gestion piscicole des étangs, il est recommandé d'agir sur le niveau de population et la succession des différents organismes par un certain nombre d'interventions :

- l'application d'engrais ;
- une mise en charge contrôlée ;
- une polyculture pour éviter une consommation sélective ;
- éventuellement, un empoisonnement éliminant les espèces concurrentes du poisson (crustacés) ou non consommées (cyanophycées).

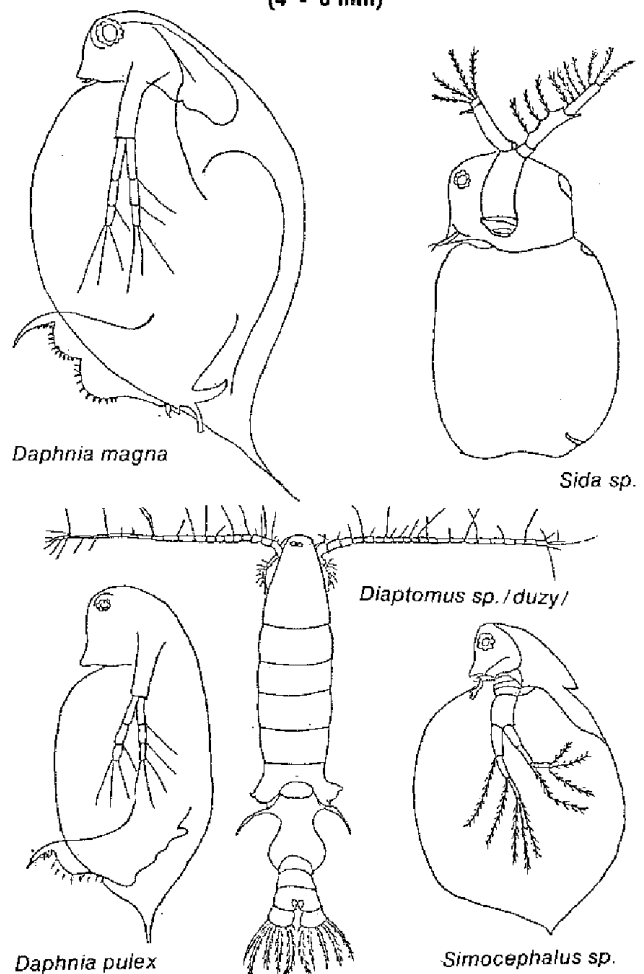
Ceci passe par la connaissance tout au long du cycle annuel du niveau de proies disponibles. Une méthode permettant d'apprécier le manque de nourriture naturelle a été mise au point ; elle est basée sur les proportions de formes grosses et moyennes de l'ensemble du zooplancton et sera détaillée plus loin. Cette méthode simple permet sur le plan pratique de prévoir la date de mise en nourrissage artificiel et d'éviter à tout moment un déficit de croissance.

#### L'analyse biologique et la décision de distribution d'aliment.

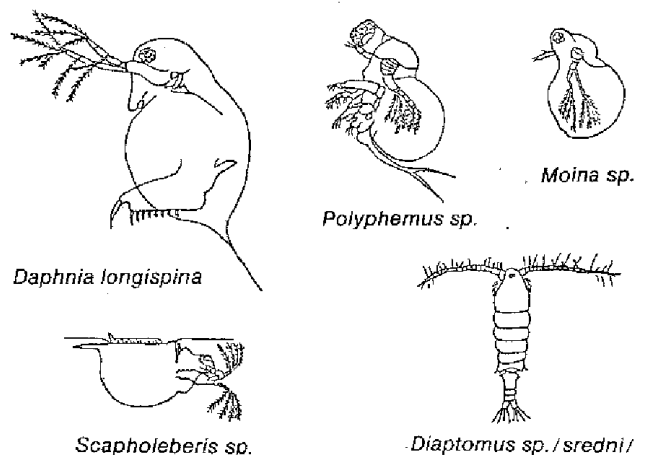
L'objectif de l'analyse biologique est de définir quand on doit pratiquer un apport exogène de nourriture, aussi bien du point de vue qualitatif que quantitatif. Nous avons vu qu'au début de la saison, la production naturelle est insuffisante. La croissance du poisson se ralentit alors fortement et la production finale ne dépasse pas 2 à 300 kg/ha/an. Pour des besoins impératifs de production de protéines animales en Pologne et aussi pour répartir les coûts de production sur un tonnage plus élevé, il est apparu préférable de procéder à un apport exogène de nourriture. Cette technique est pratiquée dans de nombreuses piscicultures à des degrés d'intensité variés et une méthode standard a été mise au point pour apprécier l'état des disponibilités alimentaires. Cette méthode est basée sur les préférences alimentaires de la carpe pour certains groupes d'espèces de proies à différentes époques de sa vie.

A 3 semaines-1 mois, l'alevin a une préférence marquée pour le benthos (par exemple, les larves de chironomides) mais en l'absence de benthos, les préférences alimentaires vont aller aux grosses formes de zooplancton et seront conservées pendant le reste de la vie de l'animal. Il s'agit de tendance, mais le régime n'est jamais strict. Parmi le zooplancton, les formes les plus grosses seront d'abord prises (par exemple les grosses Daphnies). En leur absence, ce sont les formes moyennes de crustacés qui seront consommées. La méthode de l'avancement de l'état de prédation du zooplancton par les carpes sera donc basée sur la proportion relative des formes grosses, moyennes et petites des crustacés. L'absence de grosses formes indiquera que les réserves s'épuisent et l'absence de grosses et moyennes formes correspond à l'épuisement total. On doit procéder à une distribution d'aliments avant l'épuisement total, mais pas trop tôt car on pourrait ne pas utiliser une partie de la production naturelle. Comme la

#### QUELQUES GROSSES FORMES DU ZOOPLANKTON (4 - 6 mm)



#### QUELQUES FORMES MOYENNES DU ZOOPLANKTON (1,5 - 2,5 mm)



#### QUELQUES PETITES FORMES DU ZOOPLANKTON (0,5 - 1 mm)

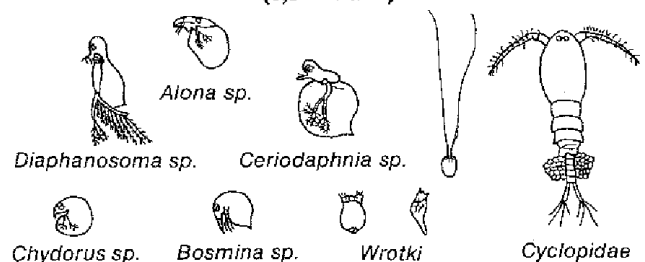


Fig. 4. - Les différentes espèces de zooplancton sur le rapport desquelles se fonde l'analyse biologique de l'étang (d'après GRYGIEREK et WASILEWSKA, XXII<sup>e</sup> Congrès national de l'Ass.Fr.Limn., Biarritz, 1978).



nourriture naturelle est très riche en protéines (40 à 60 % de matière sèche) et comme les besoins des carpes sont plus faibles (20 à 30 %) on peut dans un premier temps ne distribuer que des matières premières riches en énergie (céréales, sorgho, maïs), et ce n'est que lorsque les réserves seront complètement épuisées que les granulés seront distribués généralement en association avec des céréales car il s'agit de granulés complémentaires à 40 % de protéines.

Le détail de la technique est le suivant. On trace dans l'étang une ligne imaginaire qui affecte toutes les parties (basses et profondes), généralement il s'agit d'une diagonale le long de laquelle on pratique une série de prélèvements d'eau sur toute la hauteur d'environ 1 litre. Selon la taille de l'étang, on pratiquera 20 à 40 prélèvements qui seront mélangés et à partir desquels on procédera au comptage des différentes formes de crustacés. Le technicien opère sous microscope (x 20) et se réfère à des planches où les différentes espèces sont présentées au même grossissement (fig. 4). Les différents cas rencontrés sont classés en quatre catégories d'après leur proportion plus ou moins grande ou les différentes tailles de crustacés, et une table indique les quantités d'aliments à distribuer, indiquées en pourcentage de la biomasse de poids vif de poisson (tableau 2). Cette analyse comme l'estimation de la biomasse sont effectuées par tranche de deux semaines. L'estimation de la biomasse est fondée sur un échantillonnage du poids individuel et se réfère à la quantité de poissons mis en charge, affectée du coefficient de mortalité habituellement constaté dans cet étang et ramené à la fraction des deux semaines considérées. Deux difficultés surgissent immédiatement : quelle est la validité de l'échantillonnage du poisson et surtout comment peuvent être déterminées les mortalités.

Pour le premier aspect, on sait que les carpes se groupent souvent par classe de taille et qu'il est nécessaire de pêcher en plusieurs points de l'étang ; d'autre part, l'existence de profondes rigoles d'écoulement gêne la capture. La mortalité réelle est impossible à

déterminer et ne peut se référer qu'aux campagnes antérieures. On mesure dès lors l'avantage de pratiquer la croissance par transfert des poissons en étangs successifs, ce qui donne une connaissance plus précise des charges et une exploitation plus rationnelle de l'élevage.

### L'alimentation

Toutes les classes d'âges peuvent recevoir un apport alimentaire. En cas de distribution manuelle, le granulé ou les céréales sont amenés sur les berges sur des quais d'où ils sont déchargés dans des barques et déposés en des points d'alimentation répartis sur toute la surface de l'étang et marqués de petits piquets. La distribution se fait trois fois par semaine et avant tout nouvel apport, on vérifie si le repas précédent a été consommé. Dans certains cas, on a implanté dans les étangs des nourrisseurs à la demande dont le contenu varie entre quelques dizaines à quelques centaines de kilos. Ces derniers sont implantés sur des sortes de miradors. L'emploi de nourrisseurs favorise les phénomènes de dominance et par là une forte hétérogénéité dans la répartition des tailles, en fin de saison. La nature des aliments est variable ; généralement, les céréales dominent, on y ajoute souvent du sorgho écrasé et du maïs. L'aspect très saisonnier de l'alimentation et l'impossibilité de conserver les granulés pendant de longues périodes impliquent une polyvalence de la production des usines de fabrication qui font du granulé pour le bétail, les porcs aussi bien que pour les poissons. Elles sont gérées par des entreprises agricoles d'état locales. A Milicz, l'usine de fabrication en construction sera gérée par l'entreprise piscicole elle-même et fabriquera également des granulés destinés à d'autres animaux (Cette pisciculture a utilisé à elle seule 2 000 tonnes de granulés en 1978). Les disponibilités en granulés pour carpe restent cependant limitées en Pologne, car les protéines qui entrent dans leur composition sont encore à base de farine de poisson que ce pays ne produit pas en quantité suffisante (les pêches maritimes de la Pologne ont fortement diminué et sont passées de 700 000 tonnes annuelles à moins de 500 000 tonnes en quelques années). L'incorporation de protéines d'origine végétale, spécialement trai-

**Tableau 2 :** détermination de la quantité d'aliments à distribuer d'après le pourcentage des formes grosses, petites ou moyennes du zooplancton dénombrées dans l'échantillon de milieu (d'après GRYGIEREK et OKONIEWSKA, 1976).

Échelle	Classe de taille des crustacés	Présence ou absence	% observé	Estimation de la production naturelle de zooplancton		Quantité d'aliments à distribuer en % biomasse/j			Fréquence de distribution des aliments
				Abondance	Couverture des besoins (%)	Nature	C 0-1	C 1-2	
5-4	grosse moyenne petite	+ + +	+ + +	très forte	100				
4-5	grosse moyenne petite	- + +	- 30 70	forte	70-50	céréales	4-6	1-2	tous les jours
3-2	grosse moyenne petite	- + +	30-10 70-90	moyenne	50-30	céréales	6-12	2-4	tous les jours
2-1	grosse moyenne petite	- + +	- 10 90	faible	30-10	céréales + granulés	2-4 + 2-4	1-2 + 1-2	tous les jours
1-0	grosse moyenne petite	- - +	- - 100	très faible	10	granulés	4-8	2-4	tous les jours ou 2 fois par jour

tées dans des granulés poissons, n'est pas encore envisagée. Les taux de conversion sont de l'ordre de 2 à 2,5 pour les granulés associés à 50 % de céréales et varient de 3 à 3,5 pour les céréales (5 à 5,5 pour l'orge à Golicz, 3 à 3,5 pour le maïs à Zator et 3 à 3,2 pour les céréales plus le sorgho à Milicz). Dans ce taux de conversion, il faut inclure l'apport dû à la nourriture naturelle.

#### IV-2) LE PROBLÈME DE LA PRODUCTION DE POISSONS D'ÉTANG EN EAU RÉCHAUFFÉE

La production d'eau réchauffée par les centrales thermiques a tout naturellement incité les biologistes des pays tempérés à utiliser ces calories pour augmenter la durée de fonctionnement de l'écosystème aquatique afin d'en extraire chaque année davantage de protéines consommables, c'est-à-dire de poissons. La première attitude a été d'intervenir uniquement au niveau du produit final, le poisson, et d'augmenter la durée et la vitesse de croissance en l'élevant en eau réchauffée et en lui apportant de la nourriture. La deuxième attitude est de stimuler par une élévation de température l'ensemble de l'écosystème et de prolonger son activité. Il devrait s'ensuivre une augmentation de la production naturelle y compris celle du poisson. C'est ce que les hydrobiologistes polonais ont tenté de réaliser à l'occasion de l'implantation de deux centrales thermiques à Goslalice. Ces centrales prennent l'eau pour le refroidissement dans un système de lac et la rejettent dans ce même système ; le canal de rejet dessert au passage l'écloserie et des étangs de pisciculture. L'échauffement intéresse donc des étangs ou des bassins, faisant l'objet de pisciculture intensive et un système de plans d'eau non vidangeables. Dans le cas des étangs, le réchauffement n'a pas permis de stimuler la production naturelle car il est apparu que le réchauffement de l'eau ne pouvait être obtenu qu'au prix d'un renouvellement continu et important, ce qui est incompatible avec une bonne productivité de l'étang en plancton. D'autre part, le débit disponible pourtant élevé (15 m<sup>3</sup>/s) est insuffisant pour assurer à la fois le renouvellement rapide et la compensation des pertes dues aux infiltrations et à l'évaporation (20 l/ha/s). Comme dans le cas des bassins d'alevinage de l'écloserie (cf. § sur écloserie), il n'est pas possible de maîtriser la séquence de production du plancton.

Dans le système des lacs (420 ha, profondeur 3 m), un échauffement notable de la température s'est produit et a été accompagné d'un développement de la production primaire dans les canaux sous forme d'algues filamenteuses qui n'ont pu être transférées dans la chaîne alimentaire. Cependant, d'autres espèces ont pu l'être puisque la production de poissons est passée de 35 à 100 kg/ha/an. Il faut préciser que 50 kg/an sont dus aux poissons herbivores. Parmi ces derniers, *Cténopharyngodon* a éliminé la plupart des plantes immergées et par là les possibilités de reproduction de nombreuses espèces de poissons frayant sur des herbiers dont le brochet. On préfère peupler ces lacs avec la carpe argentée partiellement phytoplanctonophage. L'utilisation des eaux réchauffées issues de centrales n'est pas encore parfaitement maîtrisée.

#### La pratique de l'assec

L'emploi d'étangs successifs pour les 1<sup>er</sup> et 2<sup>e</sup> alevinages et étang de grossissement de 2<sup>e</sup> année conduit à une mise à sec hivernale dans la plupart des cas. Mais la production de K<sub>2</sub> en un seul étang implique une mise en eau permanente au moins pendant un intervalle

entre deux étés. Plus généralement, les praticiens tendent à laisser les étangs en eau en automne et hiver, espérant une meilleure production. Ces techniques évitent des manipulations toujours dangereuses pour le poisson et de la main-d'œuvre. En contre-partie, l'absence de l'assec modifie la biocénose et surtout conduit à une prédation trop précoce au printemps de la part des poissons sur les diverses formes de zooplancton. Il semble y avoir aussi une augmentation de maladies et du parasitisme. En cas d'intensification de la production, les étangs peuvent recevoir 8 tonnes de céréales en granulés à l'ha, soit 3 tonnes de fèces et ceci en quelques mois. Un assec d'automne facilitera la minéralisation de cette matière organique.

#### IV-3) LA POLYCULTURE

La polyculture est surtout pratiquée en Pologne à l'état expérimental et les quantités commercialisées sont négligeables. L'entreprise de Milicz qui produit 6 000 tonnes de poissons par an expérimente la polyculture dans sa pisciculture de Ruda Sulowska. Des expériences sont aussi pratiquées à l'Institut zootechnique de Zator. Les espèces associées à la carpe dans les étangs sont surtout représentées par la carpe argentée. A Zator, des rendements de 3 tonnes/ha/an ont été obtenus : 2/3 dus à la carpe commune qui a reçu un apport alimentaire (avec coefficient de conversion comparable à celui de la monoculture) et 1/3 dû à la carpe argentée. Dans la pisciculture de Ruda Sulowska, on a introduit dans les étangs plusieurs espèces d'accompagnement comme des carpes phytophages (photo 26), du silure et du brochet. Les carpes herbivo-

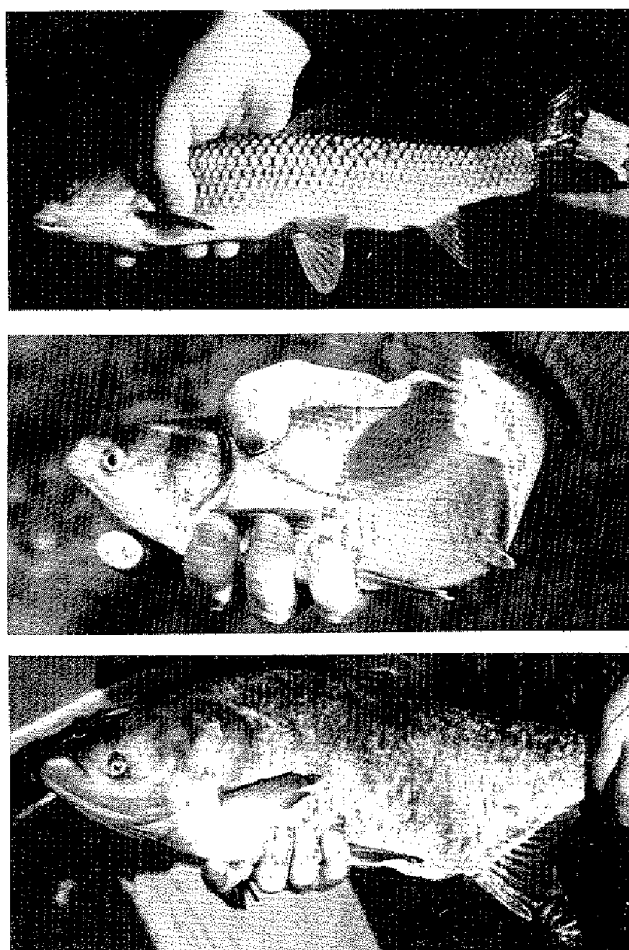


Photo 26. — Les trois espèces de carpes phytophages les plus importantes. De haut en bas : la carpe herbivore, la carpe argentée, la carpe marbrée.

res sont les plus importantes, surtout la carpe argentée et ont représenté 30 % de la production des poissons de deux et troisième étés. Les larves sont achetées à l'écloserie de Goslawice. La production de brochet d'un poids commercial de 300 g en deux saisons ne dépasse pas 1 % de la production totale dans les meilleures années. Des alevins de deux mois obtenus dans les étangs frayères (production pouvant aller jusqu'à 20 individus de 2 cm par m<sup>2</sup>) sont mis en élevage avec les carpes de deux ou troisième année et se nourrissent de crustacés, insectes et alevins divers, introduits dans l'étang lors de la mise à l'eau.

Les premières tentatives de polyculture ont fait surgir quelques problèmes. La carpe argentée peut consommer des formes grosses et moyennes de zooplancton et ainsi entrer en compétition avec la carpe si les rapports numériques entre les deux espèces ne sont pas maîtrisés. D'autre part, la carpe argentée consomme des grosses formes de phytoplancton. La place ainsi libérée est occupée par de plus petites formes de phytoplancton comme des diatomées qui, non utilisées, peuvent se développer d'une façon considérable dans le milieu et limiter la prolifération des formes qui s'intègrent à la chaîne alimentaire. En cas d'introduction de *Cténopharyngodon*, la quantité de fèces rejetée constitue un apport de fumure organique non négligeable dont les conséquences sur le milieu sont encore mal connues. L'introduction de cette même espèce dans des grands plans d'eau non vidangeables comme les lacs servant au refroidissement de la centrale électrique de Goslawice a posé quelques problèmes. En effet, la prédation effectuée par les poissons sur la végétation a été telle que les herbiers ont disparu et que la reproduction des autres espèces a été compromise. En outre, la capture de ces animaux est particulièrement difficile avec des engins de sorte que leur biomasse est impossible à réguler. On estime actuellement que seule la carpe argentée doit être introduite dans ces milieux et que les *Cténopharyngodon* ne doivent être introduites que dans des plans d'eau bien circonscrits et faciles à pêcher.

Ce type d'association d'espèces conseillé aux pisciculteurs va varier avec le degré d'intensification de la production. En cas de production intensive où la consommation des grosses et moyennes formes de zooplancton est importante, conduisant à une forte densité de phytoplancton, on introduira de préférence la carpe argentée phytoplanctonophage. Par contre, lorsque la production de carpes est faible, l'introduction de cette espèce limiterait la croissance des grosses formes et entrerait ainsi en compétition avec la carpe commune plus avantageuse. On conseille alors la carpe herbivore *Cténopharyngodon* qui éliminera les plantes supérieures, toujours abondantes sur les berges des étangs où la production est faible.

Les limitations à la polyculture dérivent de l'insuffisance de production de larves ou d'alevins d'un été destinés au repeuplement. Seule l'écloserie de Goslawice assure une telle production, mais ses capacités ne dépassent pas 40 à 50 millions de larves. Compte tenu des productions très limitées obtenues jusqu'à présent, on ne sait pas quel accueil les consommateurs polonais réserveront dans le futur à ces poissons herbivores, mais du fait de la pénurie actuelle, ces poissons sont actuellement acceptés.

En conclusion, la polyculture, qui consiste à associer des poissons herbivores à la carpe commune, et présente pour les ichtyologistes polonais des avantages certains, ne se développera que très lentement, compte tenu d'une maîtrise encore insuffisante de la production

et de l'équilibre des espèces dans les différents types d'habitat, associée à une inconnue majeure concernant les débouchés.

#### IV-4) LES TECHNIQUES DE PÊCHE

L'amélioration des techniques de pêche revêt une importance toute particulière dans le cas de la polyculture. Toutes les espèces n'ont pas, en effet, les mêmes exigences en oxygène, leur résistance à l'eau chargée en matière en suspension et aux manipulations varie fortement. Les carpes adultes traditionnellement pêchées dans des pêcheries intérieures sont très résistantes à ce genre de traitement, bien que l'intensification de la production pose des problèmes sérieux liés à la quantité de poissons à manipuler. La capture des stades plus jeunes à la fin des périodes d'alevinage et de deuxième été est plus délicate et les biologistes polonais ont mis en place divers types de pêcheries, la plupart inspirées de la technique de pêche à contre-courant.

##### IV-4-1) Généralités sur les moines et les systèmes d'évacuation

Les moines sont en général construits en bois ou en béton. L'importance de la surface de la section du système d'évacuation des eaux varie selon la superficie de l'étang. La section des moines en bois se situe entre 20 × 20 cm et 100 × 80 cm et dans le cas des moines en béton, le diamètre varie entre 20 et 100 cm. Pour les étangs de petite taille ne dépassant pas quelques hectares, généralement plats et peu profonds, une simple barrière de planches suffit à retenir l'eau (photo 27); elle peut durer quelques années à condition que le fonctionnement en soit assez fréquent (vidange au moins une fois par an).

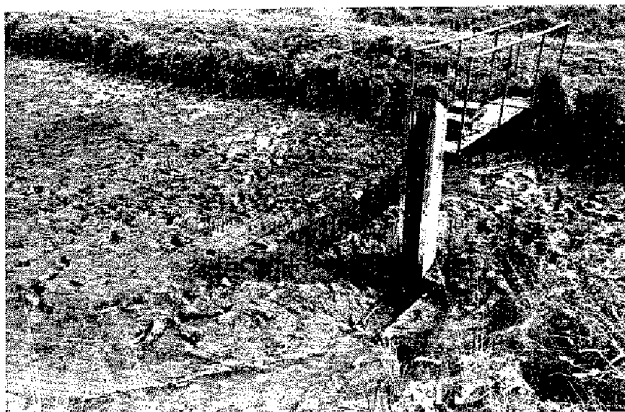


Photo 27. — Moine en bois pour petit étang.

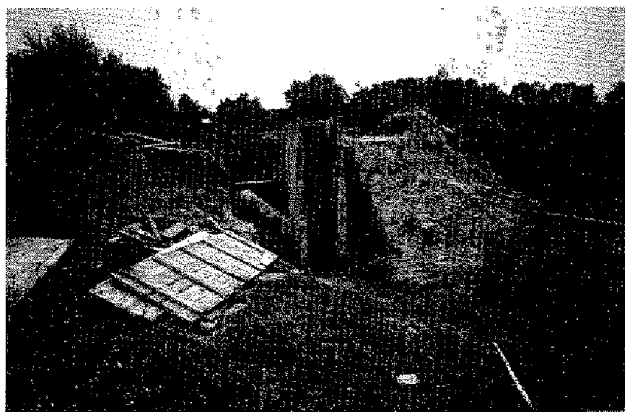
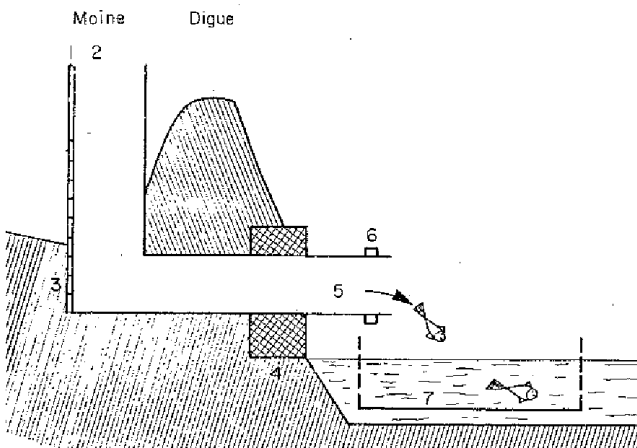


Photo 28. — Moine classique en Pologne (cf. fig. 5).

Un schéma de moine est donné dans la figure 5 et la photo 28. Il s'agit d'un modèle fréquent en Pologne.

**Fig. 5.** — Schéma d'un moine : 1) Empilement de planches engagées dans des rainures latérales et servant à régler le niveau d'eau de l'étang. 2) Colonne du moine. 3) Surcreusement du fond de la colonne par rapport au fond de l'étang de façon à permettre l'évacuation complète d'eau. 4) Bloc de béton autour de la buse d'évacuation de façon à fixer solidement à la digue. 5) Buse d'évacuation qui dépasse largement le bord externe de la digue, ce qui permet de placer au dessous des cages (pêcherie extérieure 7. 6) Anneau autour de la buse permettant d'y fixer une pêcherie extérieure constituée de filets.



Une cage constituée de trois pans de béton et un pan de planches amovibles est implantée à l'intérieur de l'étang, immédiatement à la base de la digue. Les planches superposées permettent de contrôler le niveau d'eau. La base de la cage se situe 20 cm au dessous du fond de l'étang, de manière à assurer une vidange complète ; un seuil en béton évite l'entraînement de terre lors des vidanges et la formation d'un surcreusement (poêle). Une buse d'évacuation partant du fond de la cage traverse la digue qu'elle dépasse d'une longueur supérieure à 45 cm afin d'éviter les affouillements. Il est utile, à l'extrémité de la buse, de placer à demeure des crochets ou colliers pour la fixation ou l'accrochage éventuel de pêcheries extérieures (filets ou cages portatives).

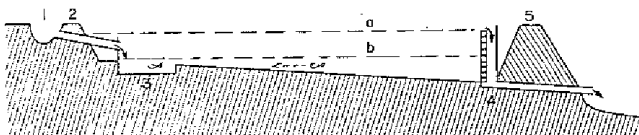
#### IV-4-2) Les pêcheries à contre-courant

##### 4-2.1) Pêcheries placées à l'intérieur de l'étang

Ces pêcheries peuvent être placées en des points variés de l'étang mais se trouvent généralement placées à proximité des berges où l'admission d'eau et l'enlèvement du poisson sont facilités (fig. 6).

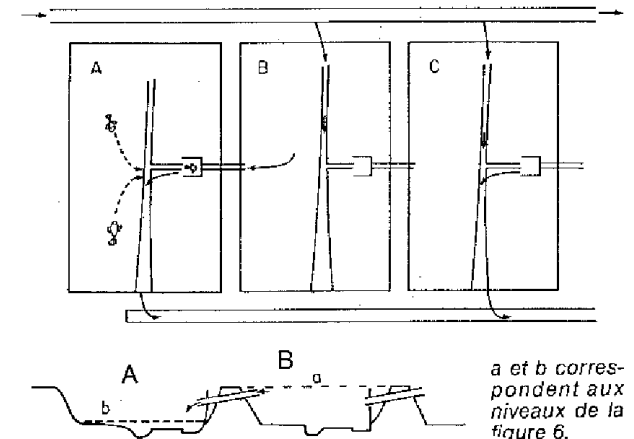
Pour des jeunes carpes de l'été, un exemple de pêcheries intérieures à contre-courant est donné par Goslawice (fig. 7). Les pêcheries sont situées latéralement dans la partie médiane de l'étang et l'admission d'eau se fait à partir de l'étang voisin, ce qui implique une vidange successive des différents bassins et dans

**Fig. 6.** — Pêcherie à contre-courant intérieure amont pour étangs d'alevinage. 1. Canal d'admission. 2. Digue amont. 3. Pêcherie. 4. Moine. 5. Digue aval : a) niveau normal ; b) niveau de pêche.



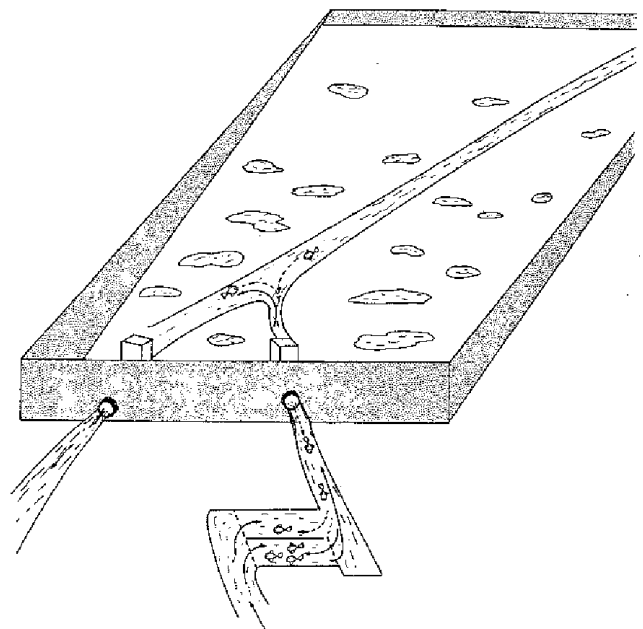
un ordre précis. La pêcherie est constituée d'une semelle de béton entourée sur les côtés latéraux et le côté amont d'une feuille de caoutchouc (hauteur 1,80 m, mais cette hauteur est considérée comme trop importante). Dans l'étang mis en pêche, on arrête l'admission amont normale et on procède à la vidange. Lorsque cette dernière touche à sa fin et lorsque les poissons commencent à se déplacer vers les fossés, l'eau est admise dans la pêcherie vers laquelle les poissons nagent alors à contre-courant. Ils y sont capturés au fur et à mesure de leur arrivée.

**Fig. 7.** — Pêcheries à contre-courant intérieures latérales à Goslawice pour étangs d'alevinage. L'étang A est en pêche, les étangs B et C sont alimentés mais l'alimentation de l'étang B est déviée dans la pêcherie de l'étang A ————→ trajet de l'eau ; - - - - -→ trajet du poisson.



Des dispositifs à contre-courant existent aussi pour la capture des poissons adultes ; par exemple, à Ruda Sulowska (fig. 8), entreprise de Milicz, la pêcherie d'un étang de 50 ha est tout simplement disposée en amont vers l'admission d'eau, à l'opposé du moine d'évacuation (photo 29). La pente est faible, 0,5 ‰ ; lorsque l'eau s'est retirée des zones latérales, un courant important s'établit dans le fossé central (8 à 10 m de large) contre lequel nagent les poissons. Pour un étang de cette importance, la vidange dure dix jours et la pêche

**Fig. 8.** — Pêcherie à contre-courant amont à Ruda-Sulowska.



cinq jours, les 3/4 des poissons étant capturés et triés après trois jours. Le système de capture est mécanisé (photo 30); à l'aide d'un filet barrant le fossé central vers l'amont, les poissons sont concentrés vers la pêcherie d'où ils sont capturés dans une grande épui-sette (photo 31) commandée par une machine éléva-toire, puis vidés dans la trémie d'un tapis roulant qui les conduisent sur la table de tri (photo 32). Le chantier de tri est généralement important; il comporte une série de bassins disposés de part et d'autre de la table de tri et dans lesquels sont réparties les différentes espèces par classes de tailles (photo 33). Un compresseur d'air assure la distribution d'air comprimé dans chacun de ces bassins. Le compresseur d'air comme la machine élévatoire fonctionnent à l'électricité qui est produite par un groupe électrogène (photo 34). Après le tri, les



Photo 29. — Pêcherie à contre-courant intérieure amont.



Photo 30. — Dispositif de capture et de transfert des pois- sons sur le chantier de tri.



Photo 31. — Grande épui-sette pour la capture des poissons dans la pêcherie; au fond, admission d'eau créant le contre-courant.

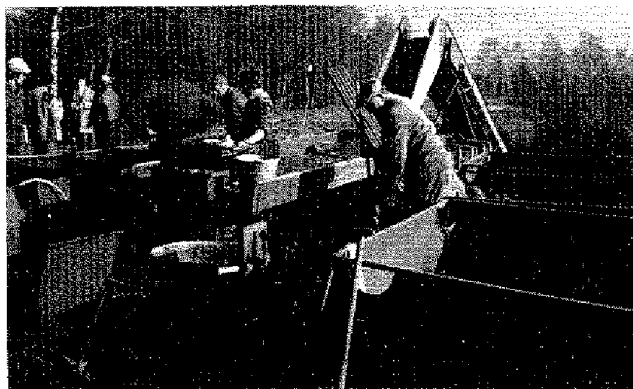


Photo 32. — Table de tri.



Photo 33. — Bassin de tri et de stockage temporaire.

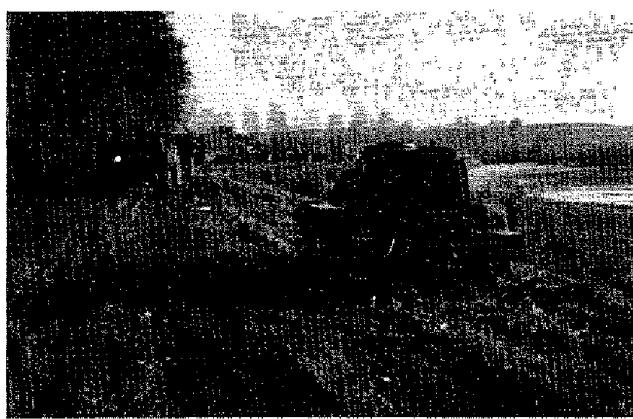


Photo 34. — Groupe électrogène un peu en retrait du chan- tier de pêche-tri.

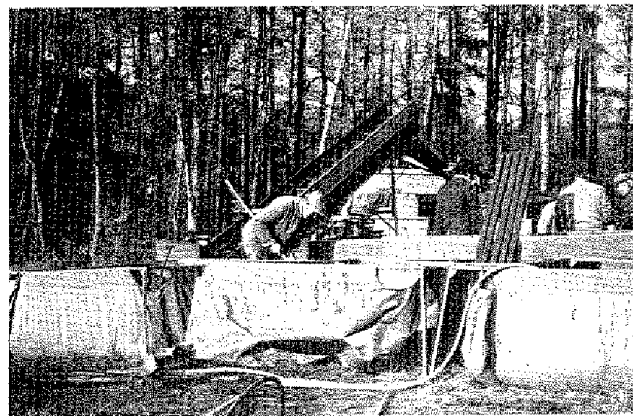


Photo 35. — Système de transfert en vue du transport.



poissons sont transférés, toujours grâce à un tapis roulant dans des citernes de transport (photo 35) et conduits dans les bassins de stockage ou d'hivernage. Six à sept personnes sont employées sur un tel chantier et peuvent traiter jusqu'à 30 tonnes de poissons par jour.

#### 4-2.2) Pêcheries placées à l'extérieur de l'étang

Le principe de ce type de pêcherie est de faire sortir le poisson de l'étang par un système de canalisation autre que celui de l'évacuation normale et de l'orienter vers des bassins constituant la pêcherie où la capture sera aisée.

La pêcherie de Zabieniec (fig. 9). Il s'agit d'une pêcherie implantée sur des étangs de la station expérimentale de l'Institut des pêches. Un fossé d'admission d'eau rejoint le canal central d'évacuation à quelques dizaines de mètres de son extrémité aval (photo 36).

Fig. 9. — Pêcherie à contre-courant extérieure à Zabieniec. Les bassins d'accueil sont en réalité situés sous abri.

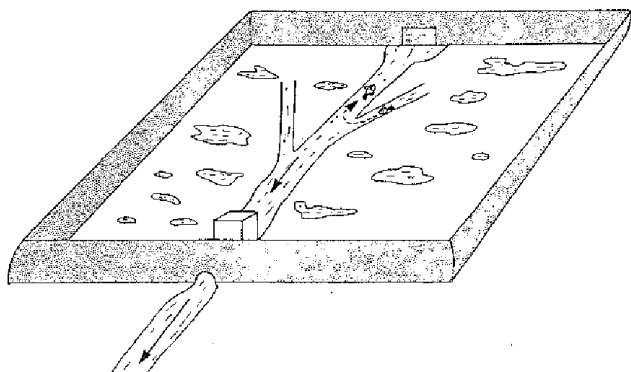


Photo 36. — Pêcherie extérieure à contre-courant : à droite, moine d'évacuation ; à gauche, moine d'admission du contre-courant.

L'eau est admise lorsque la vidange est achevée aux trois quarts environ. Le contre-courant est perceptible dans toute la partie aval de l'étang et les poissons s'engagent dans le moine et suivent les canalisations d'amenée d'eau jusqu'à la pêcherie située sous abri à l'extérieur (photo 37). La pêcherie est double. Lorsqu'un compartiment est suffisamment chargé, il est fermé et les nouveaux arrivants s'accumulent dans l'autre compartiment. La durée de remplissage dépend de la taille des pêcheries, mais elle est de quelques heures, de sorte qu'il n'est pas nécessaire de procéder à un enlèvement continu des poissons en particulier, la pêche peut se poursuivre de nuit sans intervention.

Un dispositif similaire peut être implanté à l'extérieur de l'étang, mais branché sur le canal d'évacuation à la sortie du moine constituant un système mixte (fig. 10.).

Fig. 10. — Pêcherie à contre-courant extérieure. 1) Étang. 2) Digue. 3) Moine. 4) Admission d'eau provoquant le contre-courant. 5) Bassin d'arrivée. 6-7) Bassins d'accueil. 8) By-pass : a) dégagement d'au moins 1 m de part et d'autre des bassins d'accueil 6 et 7.

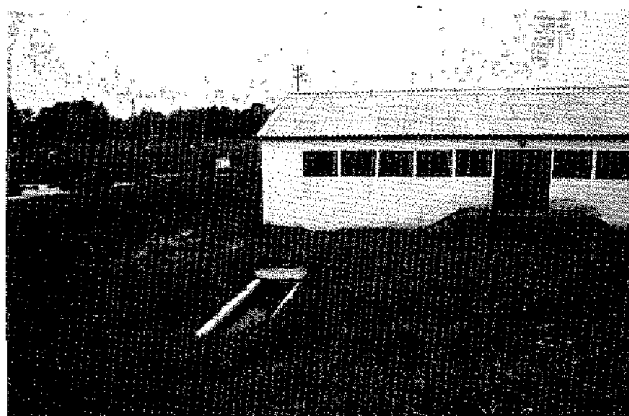
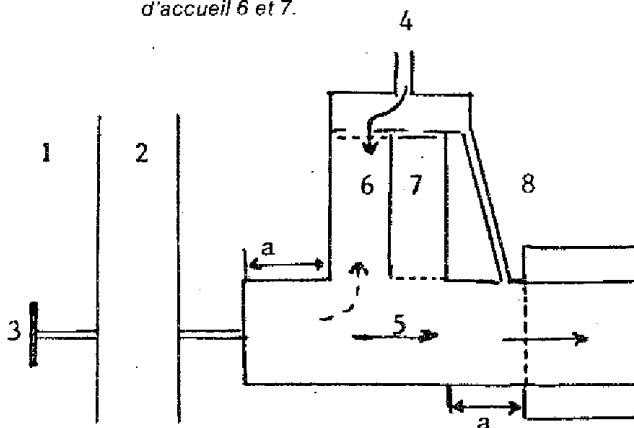


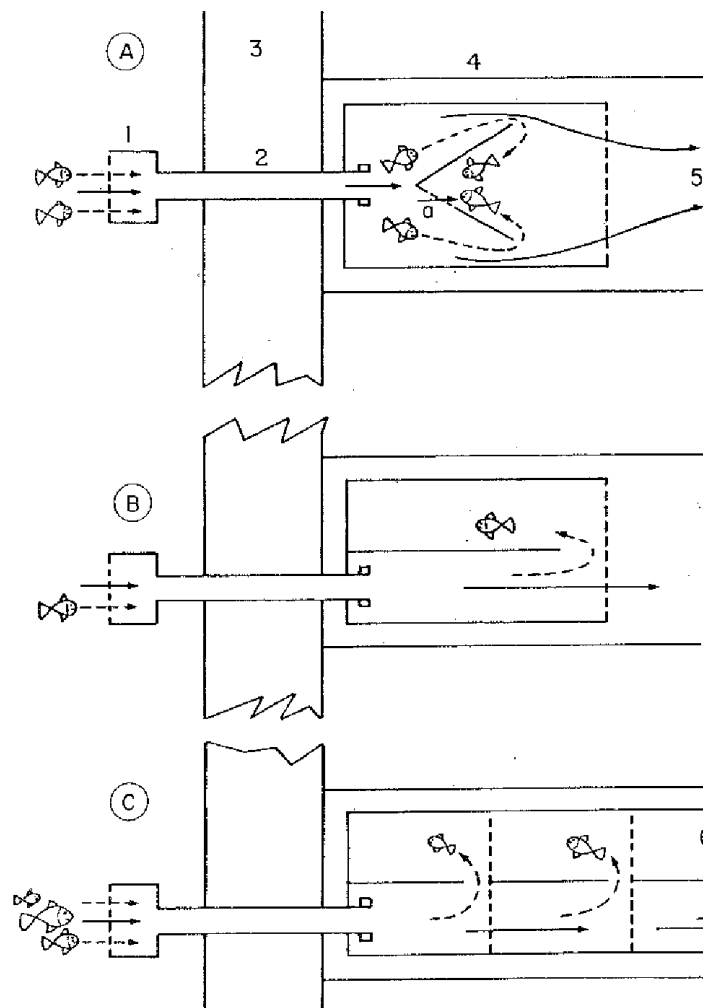
Photo 37. — Bâtiment abritant les bassins de réception des poissons lors de leur remontée.

#### 4-2.3) Pêcheries en courant descendant

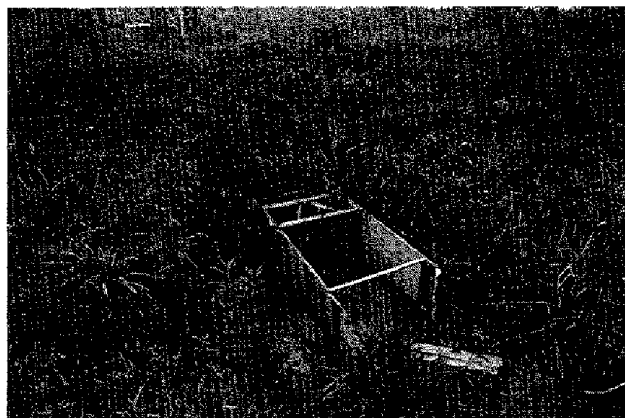
Le plus généralement, il s'agit de filets ou de cages placés directement sous le tuyau d'évacuation, à l'extérieur de la digue (fig. 5). Les formes en sont variées (fig. 11), mais d'une façon générale ces dispositifs ne permettent pas le stockage et la pêche doit être pratiquée en continu. Il semble quelquefois possible d'opérer un tri grossier en disposant de plusieurs compartiments qui seront occupés par des classes de tailles différentes, les plus gros poissons occupant le compartiment le plus en aval (fig. 11 C).



Photo 38. — Pêcherie extérieure à courant descendant ; dépression ménagée au niveau de l'évacuation de façon à recevoir une pêcherie mobile. Une arrivée d'eau prise dans le canal d'alimentation permet d'alimenter la pêcherie par de l'eau propre.



**Fig. 11. -** Quelques exemples de pêcheries extérieures à courant descendant constituées de cages placées immédiatement au dessous de la buse d'évacuation du moine (cf. fig. 5). A) Dispositif en V derrière lequel se placent les poissons; accessoirement un passage d'eau ménagé revient à faire de ce dispositif une pêcherie à contre-courant. B-C) Cages avec chambres latérales simples ou multiples.

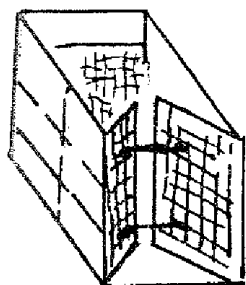
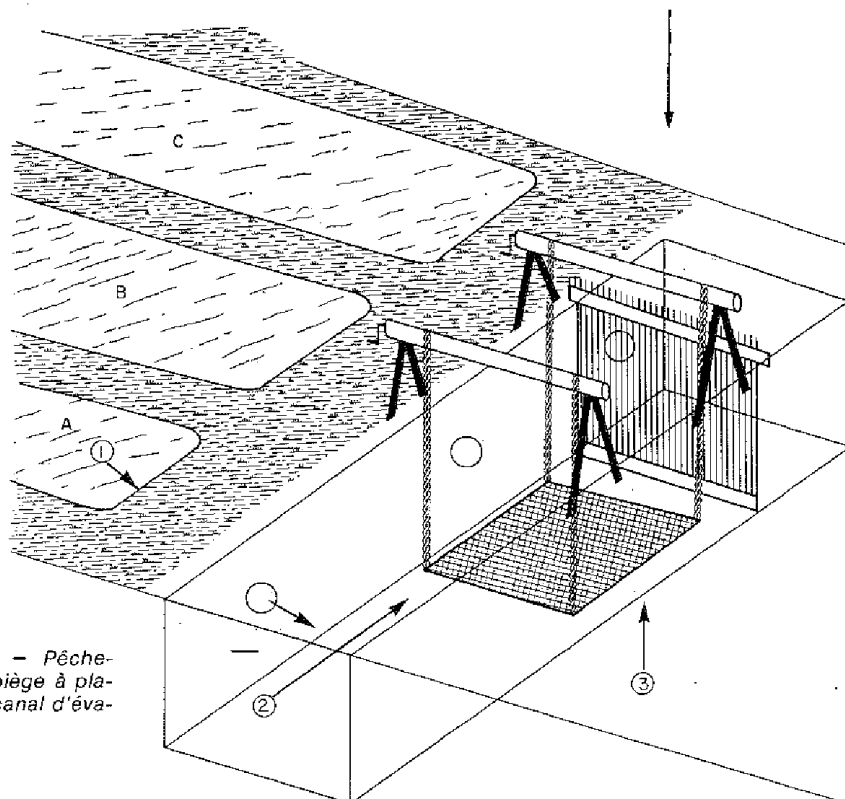


**Photo 39. -** Pêcherie extérieure mobile.

#### 4-2.4) Pêcheries des étangs de stockage ou d'hivernage

Il existe une pêcherie centrale dans les aires de stockage ou d'hivernage dans laquelle les poissons de tous les étangs peuvent être canalisés en vue d'être triés, pesés, puis commercialisés ou remis en étang d'engraissement (cf. III-2). La pêcherie de Welowice qui est ancienne est schématisée dans la fig. 12. De gros tuyaux qui peuvent être fermés mettent en relation les étangs avec la pêcherie constituée par une tranche bétonnée. Les poissons sont rassemblés dans une chambre de capture au centre de la tranche dont le fond à claire-voie peut être remonté par un treuil actionné manuellement.

**Fig. 12. -** Schéma du dispositif de capture en vue d'expédition ou de tri dans le système d'étang de stockage de Welowice. Tous les bassins de stockage (par exemple A, B, C représentés ici) sont en communication avec la fosse de réception. En (1), les poissons sont admis dans la fosse puis (2) repoussés par une grille dans la partie centrale au-dessus d'un dispositif de relevage par treuil qui permet (3) de remonter les poissons vers la surface.



**Fig. 11 bis. -** Pêcherie de type piège à placer dans le canal d'évacuation.

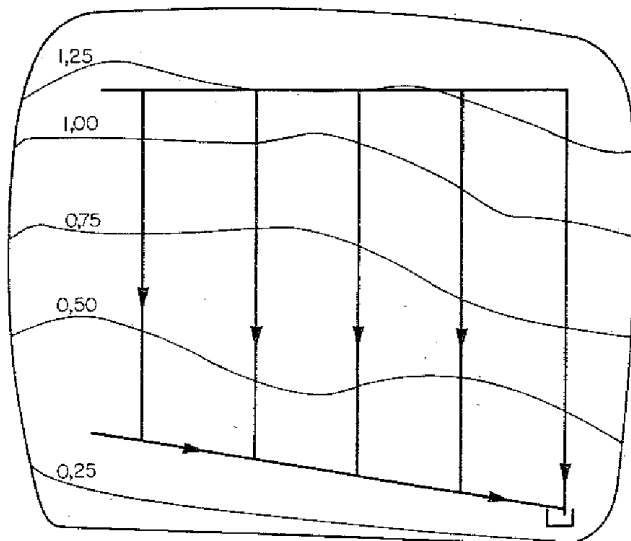
#### IV-5) GÉNIE PISCICOLE ET ÉTABLISSEMENT D'UNE PISCICULTURE D'ÉTANG

Un certain nombre de principes doivent présider à l'établissement des étangs et plusieurs spécialistes doivent se trouver associés dans ce travail (hydrauliciens, pisciculteurs, ingénieurs du génie ayant de bonnes connaissances en pédologie et climatologie). Des paramètres de base comme les débits d'eau disponibles, la surface du bassin versant et sa couverture, la perméabilité du sol, l'importance de l'évaporation, la pluviométrie et l'occupation des bassins vont définir la surface de l'exploitation. La qualité du sol (fertilité, stabilité en particulier pour les digues) et celle de l'eau (pH, fertilité, absence de pollution) sont aussi à considérer. Les sols tourbeux sont défavorables. La topographie va définir la forme des étangs de même que la disposition des fossés d'écoulement dont le réseau ne doit pas être trop dense ou trop complexe. Le dessin se référera aux courbes de niveau (fig. 13 et 14). Une attention toute particulière sera apportée à la construction des digues qui seront stables et devront résister au battement des vagues. Dans certains cas, en particulier de grands étangs, on ménage des îlots dans les parties subcentrales afin d'éviter le développement des vagues trop importantes, d'autre part ces îlots permettent de stocker du remblai en zone centrale et limiter les frais de terras-



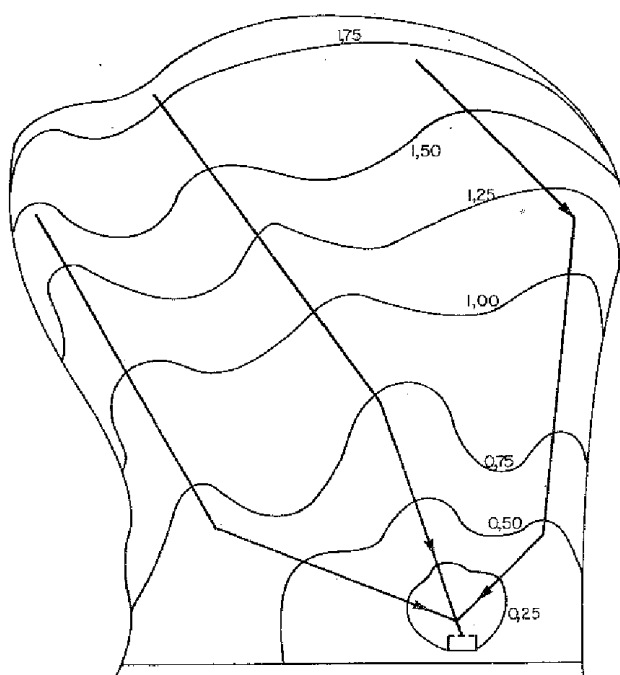
Photo 40. — Ilots ménagés au milieu de l'étang pour prévenir la formation de grosses vagues.

Fig. 13. — Dessin des fossés de drainage de l'étang. Dans le cas d'étang avec affleurement de lits argileux donnant naissance à des sources, le réseau de fossés d'évacuation prendra la forme d'un quadrillage régulier.



sement (photo 40). La plupart des étangs sont maintenant endigués. Il est plus facile de contrôler la hauteur d'eau et la surface en eau de l'étang peut être augmentée. La profondeur moyenne des étangs varie de 1 à 1,5 m (avec des extrêmes de 80 cm en périphérie et 2,50 m en zone aval). On estime, en effet, que la productivité primaire se développe dans une couche d'eau superficielle n'excédant pas 30 à 60 cm de profondeur avec une oxygénation satisfaisante. Au dessous, le bilan d'oxygène serait plutôt négatif. La taille des étangs dépend, nous l'avons vu, de la topographie mais aussi du type et de l'intensité de la production souhaitée, des espèces produites, de l'organisation de la pisciculture, de la mécanisation de l'exploitation et du réseau routier. Ce dernier sera lui-même dépendant du caractère plus ou moins intensif de la production, de la conception même de la pisciculture et en particulier de l'organisation et du système de pêche mis en place. En moyenne, la surface en eau n'excède pas 70 à 75 % de la surface totale de l'exploitation.

Fig. 14. — Dans ce cas, les fossés sont toujours établis dans les thalwegs.



#### V. — LES ASPECTS ÉCONOMIQUES DE LA PRODUCTION EN ÉTANGS

Les aspects économiques de la production de carpes en étangs ont été bien étudiés par le Département de l'économie des pêches de l'Institut des pêches continentales à Olstyn (Pr. LEOPOLD). Une étude approfondie a porté sur quelques caractéristiques techniques et économiques de 24 entreprises ayant les caractéristiques suivantes (moyennes et extrêmes) :

- Surface totale, 676 ha (289-1583).
- Surface en eau, 451 ha (201-1126).
- Surface utilisée pour la production de carpe de consommation (3<sup>e</sup> année), 266 ha (110-729).
- Pourcentage de la surface en eau, 67 (47-90).
- Pourcentage de la surface en eau consacrée à la production commerciale, 59 (35-75).
- Pourcentage des revenus autres que la production de poissons, 15 (4-43).

Les investissements atteignent 67 % (24-83) pour la construction des étangs, 24 % (12-50) pour les bâtiments, 3 % (1, 2-5, 8) pour les tracteurs et moyens de transport, et 6 % (1, 4-13) divers. L'importance relative des coûts de production pour les différents postes est la suivante :

- Alimentation, 31 % (17-38).
- Salaire, 29 % (21-34).
- Production des sujets de repeuplement, 4 %.
- Amortissement, 13 % (7-27).
- Fertilisation (engrais, chaulage, lisiers), 2 %.
- Divers, 25 % (18-31).

Ces valeurs sont susceptibles d'évoluer rapidement ; c'est ainsi que la charge due aux aliments est passée en deux ans de 3 à 50 %.

Un certain nombre de paramètres ont été calculés et mis en relation avec quelques performances de production des différentes piscicultures (tableau 3). D'autre part, deux groupes de piscicultures ont été individualisés d'après la taille des étangs (supérieure ou inférieure à la moyenne) [tableau 4]. Il ressort de ces données que l'intensification de la production se traduit par une meilleure rentabilité. En outre, il apparaît que les piscicultures présentant des étangs de grande taille ont des performances techniques et économiques supérieures. De nombreux autres facteurs comme la dispersion des étangs, la richesse naturelle, la qualité de l'eau admise,

etc., doivent être pris en considération. Ces calculs ont été établis avant l'augmentation du coût des aliments. Compte tenu des coûts actuels, il est vraisemblable que l'intensification de la production avec apport alimentaire exogène apparaisse moins favorable. Une optimisation de la production naturelle doit être recherchée par exemple par la polyculture (association de carpes avec d'autres espèces comme les carpes herbivores ou des corégones). Il est évident que des paramètres uniquement économiques sont insuffisants pour rendre

**Tableau 4.** — Performances techniques et économiques de piscicultures classées d'après la taille des étangs (d'après LEOPOLD).

	Taille des étangs	
	supérieure à la moyenne	inférieure à la moyenne
Nombre d'exploitations étudiées .....	7,0	17,0
Nbre piscicult. dans chaque entreprise .....	2,9	7,6
Surface d'étang totale en ha .....	814,0	577,0
Surface en eau, en ha .....	605,0	358,0
% de la surface en eau .....	74	62
Rendement kg/ha de surface totale .....	451,0	304,0
Rendement kg/ha de surface en eau .....	584,0	406,0
Kg de carpe/ouvrier/an .....	7 535,0	3 439,0
Nombre d'ouvriers pour 100 ha .....	6,0	8,8
Capital investi .....	100,0	100,0
— Construction d'étang .....	66,0	67,0
— Bâtiments .....	23,0	26,0
— Transports .....	3,0	3,0
— Divers .....	8,0	4,0
Centre de production .....	100,0	100,0
— Poissons de repeuplement .....	4,0	2,0
— Engrais .....	2,0	3,0
— Aliments .....	37,0	30,0
— Déprédation .....	13,0	16,0
— Salaires .....	25,0	26,0
— Divers .....	19,0	23,0
Rentabilité des investissements (%) .....	8,0	1,1
Rentabilité des coûts de production .....	29,5	5,7

**Tableau 3.** — Tableau de quelques paramètres techniques et économiques de 24 exploitations étudiées (d'après LEOPOLD).

- I : numéro de l'exploitation étudiée.  
 II : surface totale de l'exploitation (ha).  
 III : surface en étangs (ha).  
 IV : surface en étangs (C<sub>3</sub>).  
 V : kg/ha C<sub>3</sub> vendues par ha/étangs (C<sub>3</sub>).  
 VII : poisson par ouvrier (kg).  
 VIII : nombre d'ouvriers/1 000 ha expl.  
 IX : tonnes d'aliments par surface étangs.  
 X : rendement des investissements (%).  
 XI : rapport investissement-profit.  
 XII : investissement - coût de production.

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	710	441	259	721	2 769	7 010	10,3	3,4	8,5	3,01	3,55
2	815	639	356	693	1 422	11 074	6,3	2,5	16,5	1,98	2,64
3	453	409	231	624	1 197	7 068	8,8	2,3	4,3	3,80	3,99
4	356	273	166	448	854	7 000	6,0	1,7	6,9	2,88	3,25
5	1 583	1 126	729	633	1 376	10 446	6,1	2,4	11,7	1,60	1,83
6	360	337	204	797	1 389	6 237	12,8	2,6	15,7	2,88	4,54
7	289	201	119	493	1 157	5 477	9,0	2,3	2,8	4,08	4,06
8	525	356	208	347	778	2 097	16,6	1,8	0,1	5,67	4,77
9	428	356	226	475	882	4 733	10,0	1,6	3,7	4,19	4,27
10	733	555	192	314	966	5 360	5,9	1,7	3,9	3,04	3,03
11	616	471	300	398	742	4 082	9,7	1,6	3,4	3,50	3,50
12	926	523	310	381	1 138	6 658	5,7	1,6	4,3	4,55	4,81
13	474	284	165	389	1 015	5 766	6,8	1,8	2,9	4,67	4,61
14	589	502	375	306	486	2 576	11,9	1,2	- 1,1	6,56	5,05
15	835	678	440	278	526	2 976	9,3	1,1	- 1,3	8,80	6,36
16	1 165	568	319	311	1 126	5 245	5,9	2,0	- 0,2	4,90	4,27
17	524	384	243	231	482	2 958	7,8	0,8	0,3	7,16	6,18
18	863	536	321	193	514	3 789	5,1	1,0	2,1	5,53	5,10
19	675	433	264	185	471	2 360	7,8	1,2	- 3,4	11,25	6,65
20	593	352	230	169	430	2 390	7,1	0,9	- 2,4	9,17	6,06
21	1 340	625	290	110	506	2 584	4,2	1,2	- 5,8	9,31	5,24
22	373	201	110	257	870	3 996	6,4	1,4	2,9	6,33	6,27
23	433	290	178	113	273	2 445	4,6	0,5	- 0,9	13,83	9,06
24	595	285	138	119	509	1 967	6,0	0,9	1,9	8,91	8,20

compte de l'efficacité de ce type de pisciculture d'étang, mais une comparaison faite avec les autres types de production animale sur la base de la conversion alimentaire confirme des données déjà existantes dans la littérature, à savoir que la carpe constitue le meilleur transformateur des aliments distribués : pour chaque mégacalorie d'aliment ingérée, la vache produira 2 g de protéines, le porc 6, le poulet 10, la carpe 20.

## CONCLUSIONS

Avec une production annuelle de près de 20 000 tonnes, la pisciculture d'eau douce ne représente qu'une faible part de la production agricole dans un pays qui produit 4 millions de tonnes de volailles et qui compte 20 millions de porcins, 13 de vaches laitières et 2 de chevaux. Cependant, la Pologne souffre d'une pénurie de protéines et la production de poissons d'eau douce, même si elle est faible, contribue à atténuer les effets de cette pénurie. Mais, surtout, la consommation de poissons est traditionnelle dans ce pays et revêt un caractère culturel, ainsi qu'en témoigne l'intégration d'animaux aquatiques à l'architecture (photo 41), et le fait que la carpe, à Noël, est pour le Polonais ce que la dinde était et est encore pour le Français. En fait, il semble bien que la production de carpes soit consommée presque exclusivement pendant la période de Noël et ne couvre même pas la demande. Le souci d'intensification de la production de carpes manifesté par les pouvoirs publics vise vraisemblablement à assurer au moins la couverture de cette demande socio-culturelle. Les possibilités d'augmentation de la production naturelle sont limitées et seule une intensification poussée avec fort apport d'aliments exogènes est en mesure d'augmenter sensiblement cette production. Les limites de cette approche sont évidentes et liées à la nécessité d'un apport important de protéines dans la ration. Dans l'état de nos connaissances actuelles, cet apport est constitué essentiellement de farine de poisson qui doit être importée par la Pologne dont les pêches maritimes ont fortement décliné. Il semble que ces limites ne soient pas toujours bien perçues par les tenants de l'intensification de la production dans ce pays.

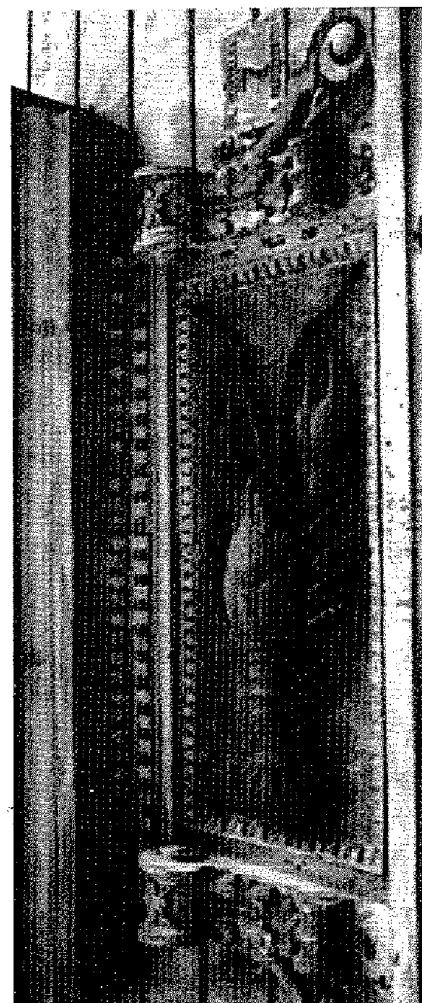


Photo 41. — Architecture et animaux aquatiques à Cracovie.

## REMERCIEMENTS

Ce document a été rédigé à partir de notes de terrain de MM. LE LOUARN et BILLARD, des discussions avec le docteur WIENIAWSKI et d'informations transmises par de nombreux chercheurs polonais dont le professeur LEOPOLD, les docteurs GRYGIEREK, WASILEWSKA. Les photographies sont dues à MM. LE LOUARN et BILLARD et les figures à M. WEBER, à l'exception de la figure 4 qui nous a été aimablement communiquée par les docteurs WIENIAWSKI, GRYGIEREK et WASILEWSKA.

J. M.

## MALADIE DES POISSONS

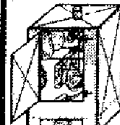
par N.O. CHRISTENSEN  
médecin-vétérinaire  
École supérieure royale vétérinaire  
et agronomique de Copenhague

Une brochure 16 x 24 de 96 pages, illustrée en noir et en couleurs, éditée par le Syndicat des pisciculteurs-salmoniculteurs de France.

(André TESSIER, directeur de l'édition.)

Prix : 30 F franco

Chèque bancaire ou C.C.P. 1 108-58  
à l'ordre du Syndicat des pisciculteurs  
11, rue Milton, 75009 Paris.



**FUMOIRS**  
à  
viande et poissons

A.T.T.B. Schott S.P. 20  
87170 Brumath  
tél. (88) 51.01.03

## la pisciculture française



Le directeur de la publication : **André TESSIER**  
N° commission paritaire : 59 841  
Dépôt légal n° 269, 4<sup>e</sup> trimestre 1979  
Scop **L'Yonne Républicaine**  
photocomposition-offset  
89006 Auxerre cedex

la pisciculture française n° 56  
15<sup>e</sup> année — 4<sup>e</sup> trimestre 1979