



HAL
open science

Résumé de quelques problèmes posés par l'élevage du brochet et sa gestion dans divers milieux

Roland Billard

► **To cite this version:**

Roland Billard. Résumé de quelques problèmes posés par l'élevage du brochet et sa gestion dans divers milieux. Le brochet : Gestion dans le milieu naturel et élevage, INRA Publi., pp.321-334, 1983, Hydrobiologie et Aquaculture, 2-85340-528-1. hal-01600825

HAL Id: hal-01600825

<https://hal.science/hal-01600825>

Submitted on 8 Jun 2020

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

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



Distributed under a Creative Commons Attribution - ShareAlike 4.0 International License

Résumé de quelques problèmes posés par l'élevage du brochet et sa gestion dans divers milieux

R. BILLARD

I.N.R.A., Département d'Hydrobiologie, F 78350 Jouy-en-Josas

Les communications présentées lors de ce colloque ont traité, avec des degrés divers de précision, de la plupart des grands problèmes soulevés par la demande accrue qui porte actuellement sur le brochet. Avant d'examiner les quelques conclusions découlant de l'exposé de l'état actuel des connaissances et des techniques dans les domaines de la reproduction, de l'élevage et de la biologie des adultes, et des conséquences possibles sur la gestion, il faut considérer les différentes destinations du produit : consommation, régulation biologique et loisir. En effet, les possibilités d'application pratique des connaissances et des techniques vont dépendre du mode d'exploitation et de l'utilisation du produit.

La demande en brochet

La demande en brochet se présente sous plusieurs aspects :

1. Le brochet de consommation

Le brochet de consommation peut être de grande taille et contribuer à limiter les importations de cette espèce. Mais il est coûteux à produire car, comme dans beaucoup d'espèces, le coefficient de conversion augmente avec le poids (Lugovaya, 1971 ; Popova, 1978). Cependant, il est possible de raccourcir la chaîne alimentaire en faisant consommer aux brochets en étangs des argentées phytophages (*Hypophthalmichthys molitrix*) qui, utilisant une niche écologique non prise par les autres espèces, viennent en plus des productions traditionnelles, et constituent une proie économique car sans valeur commerciale.

Des premiers essais d'association de carpes argentées-brochets sont prometteurs (Balvay et Billard, non publié). En ce cas, il n'est pas insensé d'envisager une production de brochets de grande taille, mais cela suppose une bonne maîtrise des peuplements.

La question de l'augmentation de la production en étangs du brochet destiné à la consommation est d'actualité car un fort marché existe, ce qui n'est pas le cas pour d'autres espèces produites en étangs comme la carpe. Outre les facilités d'écoulement, le brochet se vend à un bon prix (entre 22 et 40 F à Rungis, selon Leuleu, 1982).

Partant du constat d'un fort marché pour cette espèce, l'idée d'un brochet-portion a été avancée lors du colloque et même l'éventualité d'une production intensive en faisant appel à d'autres ésocidés ou hybrides comme *Esox masquinongy* ♀ × *E. lucius* ♂ mieux adaptés à un élevage intensif et une alimentation artificielle (Pecor, 1978). Il s'agirait alors d'une pisciculture de transformation analogue à la salmoniculture et cela sort du propos de cette discussion.

2. Le brochet régulateur écologique

Le brochet est utilisé en Tchécoslovaquie dans les réservoirs d'eau potable pour limiter le développement des espèces indésirables. Vostradovsky rapporte que, dans le lac Lipno, le brochet a consommé, en 10 ans, plus de poissons que n'auraient pu en capturer les pêcheurs.

Il est aussi possible de contrôler, grâce à un poisson ichthyophage comme le brochet, le développement de certaines espèces qui tendent à exploser dans des milieux perturbés : c'est le cas des espèces qui apportent des soins à leurs œufs ou à leur descendance, et qui se trouvent privilégiées après disparition des herbiers ou lorsque la turbidité des eaux augmente — par exemple du fait du motonautisme — (Broussard, 1982, communication personnelle ; Peres, 1982). Dans ce cas, le brochet reste exploitable, ce qui permet de valoriser la production du plan d'eau.

3. Loisir

La demande en brochet pour la pêche amateur est très importante en France. Cette activité se pratique surtout dans les cours d'eau mais tend aussi à se développer dans les étangs de loisir. Cette tendance risque d'ailleurs de modifier la nature même de la demande ; le gestionnaire d'un étang de loisir sera porté à pratiquer un peuplement surdensitaire avec des adultes et ne fera pas appel à des brochetons ; le type de gestion sera alors plus « zootechnique » qu'écologique et il faudra bien s'assurer de la rentabilité de l'opération. Cependant, dans les eaux libres, cette gestion écologique devrait rester une règle.

Dans la plupart des cas précités, il y a une augmentation des prélèvements auxquels on tente de faire face en augmentant le recrutement, via une gestion écologique intégrée (amélioration des conditions de reproduction naturelle ou alevinage). Ces points seront examinés ci-après.

Les problèmes liés à la reproduction

1. *La reproduction naturelle*

Les possibilités d'améliorer les performances de la reproduction naturelle en intervenant sur le milieu ont été envisagées dans la première session. Quelques expériences canadiennes ont été rapportées par Fortin *et al.* ; elles consistent à admettre les géniteurs dans les zones de fraie naturelles dans lesquelles le niveau d'eau doit être suffisant pour assurer la fraie (présence de substrat de ponte) et le premier grossissement. Une première possibilité d'intervention serait de pouvoir contrôler le niveau de l'eau de ces frayères ; cela permettrait, entre autres, de retarder l'arrivée des brochetons dans le lit mineur où, du fait de leur grande taille, ils résisteraient mieux à la prédation qui est due, au moins en partie, à la population de brochet 1⁺. La force d'une classe d'âge donnée est négativement influencée par la force de la classe précédente (Fortin *et al.*). Le même phénomène a été rapporté pour des brochets de plus grande taille par Grimm.

Un second degré d'artificialisation va consister à introduire des géniteurs dans des étangs où ils vont se reproduire naturellement. Cette technique, déjà ancienne (voir revue de Souchon), a déjà été utilisée par Huet (1970, 1972) et améliorée par Bry *et al.* (méthode de reproduction naturelle aménagée : RNA) qui n'introduisent qu'une femelle dans un étang afin d'obtenir une fratrie et des tailles plus homogènes pour limiter les risques de cannibalisme. Cette approche conduit à des performances aussi intéressantes que celles de l'alevinage en petits étangs mais suppose de bien dimensionner la taille de la femelle à la taille de l'étang et reste soumise aux aléas climatiques.

2. *La reproduction artificielle* (voir aussi planches hors-texte 3-8)

La reproduction artificielle proprement dite est caractérisée par le prélèvement des gamètes, l'insémination artificielle et l'incubation en conditions contrôlées en éclosérie. Il existe une grande diversité des procédés qui peuvent d'ailleurs se combiner. Les géniteurs sont originaires soit du milieu naturel, soit d'élevage en étangs comme en Tchécoslovaquie (Pecha, Vostradovsky) ou en Dombes (cf. fig. 1). L'élevage présente, sous réserve d'une bonne gestion génétique, l'intérêt d'éviter d'effectuer des prélèvements dans le milieu naturel. Le problème est alors d'offrir des conditions d'environnement favorables aux géniteurs femelles, en particulier pendant la phase finale de la vitellogénèse, et pendant la maturation ovocytaire : pendant cette période, il est préférable de ne pas « stresser » les femelles pendant les 2 ou 3 mois qui précèdent la reproduction et de procéder, comme le fait Pecha, à des pêches dès l'automne et à la mise des géniteurs en étang d'hivernage avec du poisson-fourrage (voir aussi planches hors-texte 3-4). En matière de reproduction artificielle, le problème majeur est l'obtention des ovules. Plusieurs techniques sont mises en œuvre pour obtenir des ovulations :

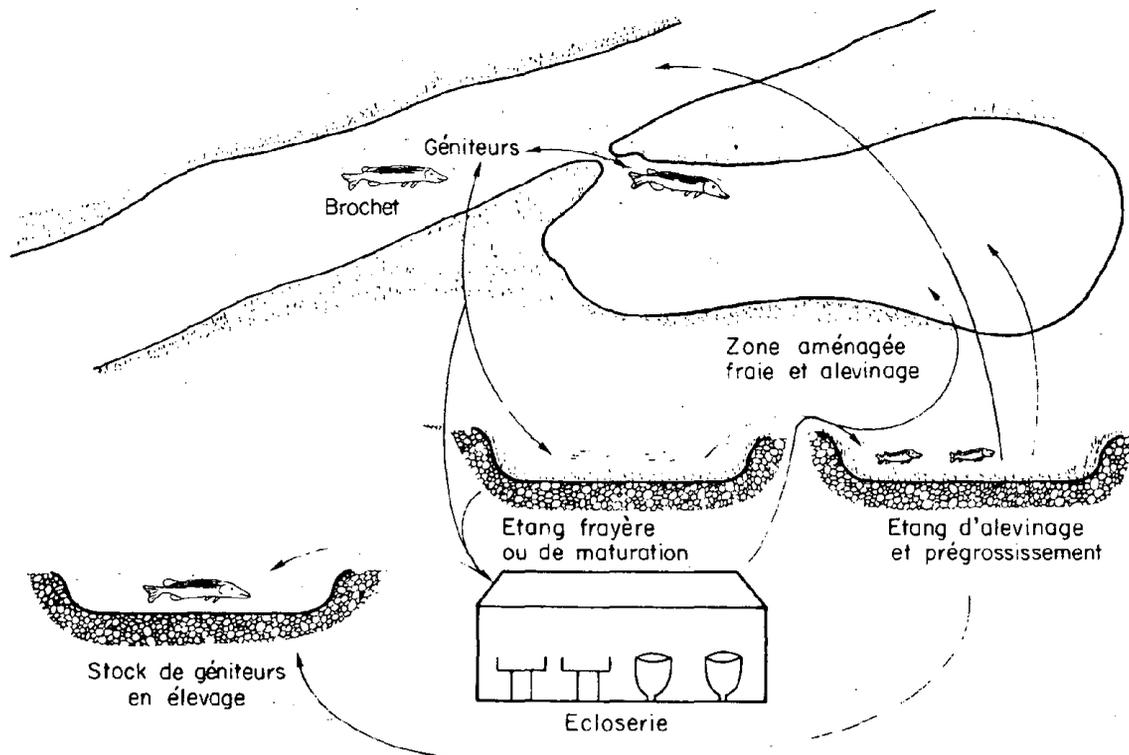


Figure 1. — Les diverses stratégies utilisables pour repeupler les milieux naturels en brochet.

— capture dans la nature de femelles ovulées spontanément ; il faut cependant que les femelles capturées soient encore vivantes ou mortes depuis peu lors de la collecte des ovules, car ces derniers ne survivent que quelques heures dans le tractus génital de femelles mortes (Marcel *et al.*). Il en est de même pour le sperme ;

— Neveu et Bry proposent une technique voisine : les femelles sont placées en petits étangs et examinées périodiquement par palpation, après vidange partielle. Dans le cas de stockage en étang d'hivernage, Pecha procède d'abord à des pêches au filet en zone périphérique pour capturer les femelles spontanément ovulées mais récolte aussi des femelles ayant déjà pondu. Un stockage monosexue éviterait cet inconvénient et le sexage pourrait se réaliser selon la technique de Casselman (1974) (planche hors-texte 2) ou par détection de vitellogénine par immunoagglutination comme Le Bail et Breton (1981) l'ont fait pour la truite. Lors de la pêche de l'étang, les femelles non ovulées sont mises en stabulation ; un certain nombre va ovuler spontanément mais pas les plus tardives. En effet, tous les auteurs s'accordent pour constater que les femelles en captivité n'ovulent pas spontanément. Cependant Alessio indique que de telles femelles n'ayant pas ovulé en captivité peuvent le faire si elles sont mises sur frayères artificielles. Cette possibilité reste probablement très dépendante de la qualité du stockage ;

— l'ovulation est obtenue après traitement dit d'hypophysation qui consiste à appliquer un traitement hormonal (Pouvreau *et al.*, Simontacchi *et al.*, de Montalembert *et al.*, 1978) ; cette approche pose plusieurs problèmes comme les disponibilités en hormones, la technicité de l'opérateur, le choix du stade

Tableau 1. — Effet de la reproduction retardée sur la croissance des brochetons. Durée d'élevage de 50 j. dans des bassins de 400 m², mis en charge chacun avec une femelle et deux mâles (d'après Goubier et Souchon, 1982).

date estimée de la reproduction	20-22-3	20-22-4
date estimée de la résorption vésicule	9-4	11-5
pêche	29-5	30-6
nombre brocheton/m ²	0,74	0,70
poids moyen g	2,3	5,9
longueur moyenne mm	73	91
température moyenne °C	16	19,7
géniteurs recapturés	2/3	3/3

optimum du développement de l'ovaire lors du traitement. Chez le mâle, il est difficile d'obtenir des quantités importantes de laitance (Alessio, Horvath), même après hypophysation (Billard *et al.*). Dans ce cas, il apparaît que des mâles « hypophysés » et maintenus en captivité ne produisent pas davantage de laitance que des mâles maintenus en petits étangs. Chauveheid (comm. pers.) a signalé qu'il stimulait la spermiation en soumettant les mâles à une température de 15-16°C, pendant une heure. Billard *et al.* et Horvath ont montré que les spermatozoïdes intratesticulaires étaient féconds et Horvath, prenant avantage de cette propriété, utilise simplement des broyats testiculaires pour inséminer les ovules, résolvant ainsi le problème de la disponibilité en laitance. Il est d'autre part possible d'économiser du sperme par l'emploi de dilueurs appropriés lors de l'insémination (Marcel *et al.*).

3. Conclusion

Il existe donc une large gamme de méthodes permettant d'obtenir la reproduction du brochet. Ces techniques ne sont pas exclusives et peuvent se compléter (cf. fig. 1). Elles sont aussi inséparables de celles mises en œuvre pour la phase de grossissement des alevins qui fait suite et qui sera discutée ci-après.

Le grossissement des juvéniles avant lâcher dans le milieu naturel ouvert

L'idée qui prévaut est de ne lâcher dans le milieu ouvert que des juvéniles prégrossis (le déversement direct des œufs ou embryons est de moins en moins pratiqué, les performances étant très médiocres, cf. Souchon) ; on tend à privi-

légier le remplacement avec des brochetons de 3 à 10 cm, âgés de 3 à 8 semaines, qui sont obtenus selon diverses méthodes :

1. *Grossissement en conditions intensives*

Il se pratique en auge de longueur variable ou en bassin semi-circulaire de 2 m avec une hauteur d'eau de 40 cm et des mises en charges de 1 000 à 10 000 alevins à vésicule résorbée par m². L'alimentation est assurée par du plancton apporté ou par des granulés. L'alimentation au plancton est pratiquée en Hollande et en Allemagne et a été exposée par Von Lukowicz (voir aussi Timmermans, 1979). L'élevage faisant appel à des aliments inertes, abordé par Luquet et Luquet et Desage (1980), n'en est encore qu'à l'état expérimental, de même que l'emploi du plancton congelé. Il faut dire que dans ce secteur, si certains aspects du métabolisme sont bien étudiés (Ince et Thorpe, 1975-1978), les connaissances restent limitées en ce qui concerne les besoins nutritionnels (Ketola, 1978). L'élevage intensif avec des proies vivantes ou inertes trouve aussi ses limites dans le fait qu'une forte densité d'aliment est nécessaire pour éviter le cannibalisme ; il en résulte des quantités importantes de déchets qu'il faut éliminer.

2. *Grossissement en étang*

Dans les étangs où le contrôle des prédateurs est possible (Horvath), on s'attachera surtout à contrôler l'état de la chaîne alimentaire et à déverser les vésicules résorbées lorsque les proies adéquates sont présentes (Balvay). La durée de l'élevage dans ces étangs va dépendre de nombreux facteurs comme les disponibilités alimentaires dans l'étang lui-même (on peut y apporter du plancton exogène, Horvath), ou dans les milieux où les brochetons vont être déversés. C'est ainsi que Dauphin préfère lâcher après 10 semaines d'élevage car c'est à ce moment que le plancton devient abondant dans les rivières d'accueil. Si l'on désire pêcher à 4-5 semaines, il est préférable de ne pas enherber : la récolte est plus facile mais il est nécessaire de fumer et de pratiquer quelques façons culturales pour stimuler la production de plancton. Au contraire, pour des durées de grossissement supérieures, la présence d'herbe est préférable car elle limite le cannibalisme — à condition toutefois que l'alimentation soit suffisante —. Les performances sont très variables (Souchon, Bry *et al.*) ; en moyenne, la récolte n'excède pas 4 à 5 brochetons par m².

On considère souvent que les petits étangs sont plus productifs que les grands (Bry et Gillet, 1980), et que cela est dû à la longueur des rives d'où l'idée de creuser des fossés dans le fond des bassins (Dauphin — voir aussi Lemaire 1981). Le nombre d'alevins à déverser peut varier selon la richesse des étangs. Dans un éventail de 900 à 2 000 m², Souchon (1980) observe une augmentation de la biomasse et du nombre de brochetons récoltés lorsque le nombre d'alevins déversés s'élève. Cependant Steffens (1976), constate qu'une augmentation du nombre d'alevins déversés se traduit par une diminution de la crois-

sance individuelle. La récupération des brochetons est une opération délicate ; la vidange doit être progressive. Il existe divers types de pêcheries, en général aval (Dauphin), avec quelquefois des dispositifs favorisant la récupération des brochetons (Lemaire, 1974).

3. *Grossissement en milieu naturel semi-ouvert*

Lorsque le grossissement est pratiqué dans des milieux plus difficiles à contrôler comme les zones de fraie (Fortin *et al.*) ou les diverses stations de Lucchetta, des performances intéressantes sont rapportées. La méthode pourrait être affinée en procédant à une analyse périodique du plancton disponible qui permettrait, en cas d'insuffisance de procéder à des prélèvements de brochetons par pêche électrique pour en diminuer la densité. D'autres interventions peuvent porter sur le contrôle du niveau d'eau et l'élimination des prédateurs mais l'intérêt de cette méthode, qui réside dans son faible coût, risquerait d'être réduit par des interventions trop lourdes. Cette approche consistant à organiser et aménager des zones de fraie et de grossissement a été aussi utilisée pour des lacs, aux Etats-Unis (voir Beyerle et Williams, 1973).

4. *Grossissement en cage*

Une méthode originale de grossissement en cage a été expérimentée par Jäger et Nellen (1981) pour différentes espèces dont le brochet et a été présentée par Von Lukowicz lors du colloque. Il s'agit, comme dans les expériences portant sur corégones (Anwand, 1976, et Uryn, 1979), d'immerger une cage à une profondeur suffisante pour éviter l'encrassement trop rapide par les algues et d'attirer le zooplancton par de la lumière due à des lampes électriques (100 W - 24 V), placées à l'intérieur même des cages.

5. *Conclusion*

De très nombreux facteurs vont donc influencer le rendement final d'une opération de grossissement. Site choisi, mise en charge, homogénéité des tailles, durée de grossissement, disponibilités alimentaires, etc. Des tentatives de contrôle ont porté sur la plupart de ces paramètres. Cependant, dans les cas de disponibilités alimentaires, il est curieux de constater qu'à l'exception de Lucchetta et Horvath, il n'y a pratiquement pas d'analyse du plancton disponible et seul Horvath ajuste la mise en charge sur la quantité de plancton disponible et essaye de compenser par un apport exogène s'il y a insuffisance.

Sur quelques caractéristiques physiologiques et le grossissement de sujets de 1 an et des adultes

Le déversement dans les eaux libres de brochets de 1 an⁺ ne présente pas d'intérêt, comme l'ont souligné Vostradovsky ainsi que Timmermans (1979). Cependant, un tel grossissement peut se révéler intéressant pour approvisionner des « parcours de pêche » pratiquant un peuplement surdensitaire (Pinet, 1982). Ce grossissement intéresse aussi les pisciculteurs d'étangs qui cherchent à diversifier leur production et à augmenter la proportion de brochet. Il en est de même pour les écloséries où on procède à l'élevage de géniteurs. Peu de travaux ont porté sur l'élevage pendant cette période. Le Louarn a résumé quelques données sur les mises en charges et les survies en milieu fermé et Dorson a passé en revue les problèmes pathologiques. Bry (1980) a montré que la densité de mise en charge était un facteur très important ; avec une mise en charge à l'âge de 3 mois de 7, 14 et 33 individus/100 m², on retrouve, 9 mois plus tard, le même nombre de survivants et des poids moyens individuels qui sont d'autant plus faibles que la densité initiale était forte.

On dispose d'autre part de quelques informations sur les exigences environnementales du brochet en ce qui concerne leur croissance, leur survie et leur activité. Un travail important a été réalisé par Casselman (1978). Il a montré que le brochet supporte de larges variations dans les conditions d'environnement. La croissance est optimale à 19°C (pour le poids) et 21°C (pour la longueur), mais elle reste bonne entre 10 et 23°C. La température commence à être létale à 29,4°C. Le taux de croissance est faible à 4°C et, à l'autre extrémité de la gamme, il cesse, à environ 28°C. Mais Weithman et Anderson (1977) signalent qu'il peut y avoir prise de nourriture à 30°C. La croissance en longueur et en poids est aussi influencée par la photopériode. Les jours longs (16 h de lumière, 8 h de nuit = 16L-8N) stimulent légèrement la croissance mais la lumière constante (24L-ON) réduit la croissance et a même un effet négatif (Casselman, 1978). Les femelles ont une croissance supérieure à celle des mâles mais Wolfert et Miller (1978) ont observé que la différence dans l'accroissement de poids n'apparaissait qu'au cours des deuxième et troisième années d'âge, dans une population où les mâles sont matures à 2 ans et les femelles à 3. Il est probable que la différence de poids entre les deux sexes soit due à la maturité sexuelle, qui est, en général, plus précoce chez le mâle que chez la femelle. Cependant, dans les cas où les deux sexes entrent en puberté dès leur première année, il existe malgré tout, une légère supériorité en poids chez les femelles mais le phénomène demande à être analysé plus finement. Il faut ajouter que la croissance est comparable chez les immatures (Healy, 1956). Le brochet apparaît très tolérant vis-à-vis des teneurs en oxygène dissous. Il peut survivre à des teneurs de 0,3 mg/l en hiver mais il est pratiquement inactif au-dessous de 0,7 mg/l. Sous la glace, en hiver, le brochet peut détecter et éviter les zones anoxiques (Casselman, 1978). Cependant, le taux de croissance diminue quand le taux d'oxygène décroît : cette diminution de croissance s'amplifie vers 4-3 mg/l et résulte de la combinaison d'une diminution de la prise de nourriture et de la réduction du taux de conversion aux faibles teneurs en oxygène (Adelman et

Smith, 1970). L'activité spontanée du brochet, mesurée en laboratoire, est maximum à 19-20°C et est faible au-dessous de 6°C. Dans les lacs peu profonds, l'effort de pêche, mesuré dans une gamme de température de 13 à 24°C s'est trouvé maximum à 15-17°C (Casselman, 1978).

Henley et Applegate (1982) ont observé que dans un réservoir recevant les effluents d'une centrale thermique, le brochet se distribuait d'une façon très saisonnière, choisissant les zones les moins chaudes (29,5°C en moyenne en été), et les moins froides (11°C en hiver). Les coefficients de conversion signalés sont très variables ; Toner et Lawler (1969) rapportent que 5 à 6 kg de proies sont nécessaires pour une augmentation de poids de 1 kg de brochet. Popova (1978) fait état de 8,8 kg pour le brochet adulte (3+) et signale que le coefficient de conversion augmente avec l'âge et passe, par exemple, pour des sandres de 2,6 à 1 an d'âge à 6,3 à 6 ans. Johnson (1966) trouve un taux de conversion de 3,31 pour les brochets 0+ passant de 40 à 150 g en 1 an ; les seuls besoins d'entretien représentent 42 p. 100 de cette valeur.

Comparaison des performances techniques et économiques de quelques méthodes de production de brochetons et le problème du choix de la méthode

Une comparaison de 3 méthodes de production de brochetons a été réalisée par Trebaol (1982) (fig. 2). L'une fait appel à l'hypophysation (Pouvreau *et al.*, Simontacchi *et al.*) ; l'autre fait encore appel à l'écloserie mais sans hypophysation

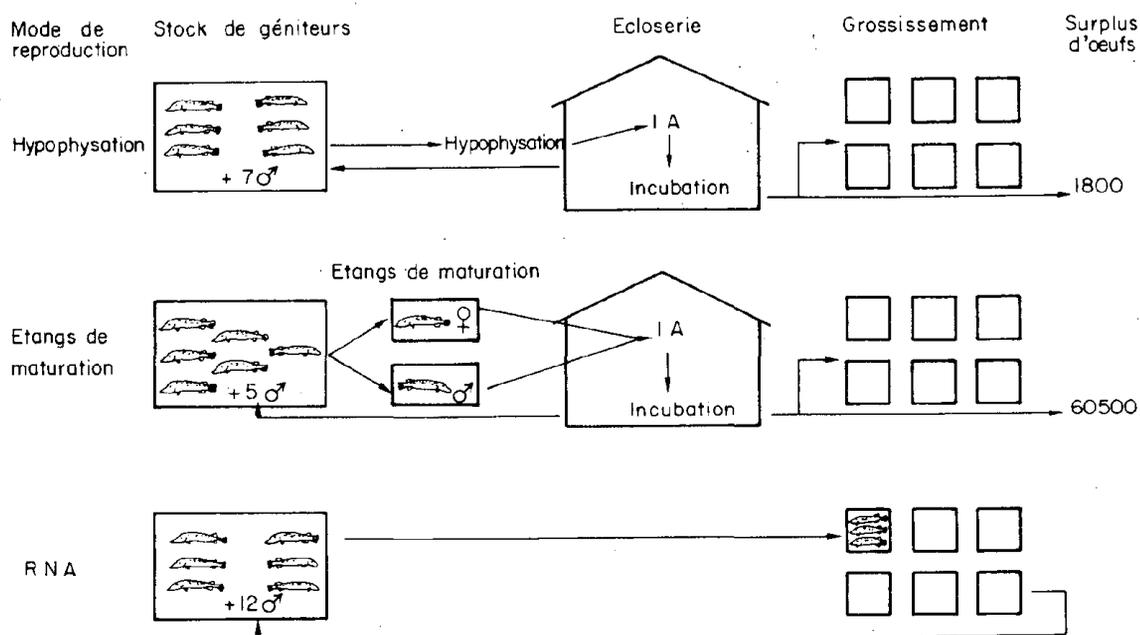


Figure 2. — Sur trois schémas de production de brochetons de repeuplement (d'après Trébaol, 1983).

en retenant simplement l'étang de maturation où les femelles ovulent spontanément (Neveu et Bry). La troisième est la méthode de reproduction naturelle aménagée de Bry *et al.* (RNA).

Dans chacun des trois cas, on dispose d'un stock de géniteurs (composé de 6 femelles de 1,5 kg et d'un nombre de mâles variant de 5 à 12) et d'une batterie de 6 étangs de grossissement de 1 600 m² produisant au total 20 000 brochetons.

L'analyse des performances a montré que les méthodes faisant appel à l'écloserie valorisent mieux le potentiel reproducteur des géniteurs et permettent un surplus d'œufs ou de vésicules résorbées qui peut être commercialisé. Par contre, des mortalités importantes sont déplorées parmi les géniteurs du fait des diverses manipulations subies, surtout dans le cas de l'hypophysation.

La méthode de maturation en petits étangs est coûteuse en main-d'œuvre et demande un certain savoir-faire de la part du pisciculteur. L'hypophysation demande aussi de la technicité et une source d'hormone assurée. La RNA est de mise en œuvre simple et peu coûteuse en main-d'œuvre et en équipement, et est facilement vulgarisable.

L'analyse économique donne un léger avantage à la RNA du fait de l'absence d'écloserie et du faible coût de main-d'œuvre, mais il faut considérer que l'écloserie doit avoir un caractère polyvalent et qu'elle doit assurer la production d'autres espèces.

Le choix de la méthode ou des combinaisons de méthodes dépendra en définitive des situations locales comme la présence d'équipements déjà existants et les conditions climatiques, de l'importance de la production souhaitée et des autres productions. Il est certain qu'il est inutile de mettre une écloserie en place juste pour la production d'alevins de brochet mais on peut imaginer aussi, comme le fait Dauphin, un grossissement à un niveau local basé sur un approvisionnement en vésicules résorbées à partir d'écloserie(s) régionale(s), ou nationale(s), dans lesquelles une certaine technicité pourrait exister ; l'exemple décrit par Pecha montre que de telles écloseries existent et qu'elles sont fiables.

Sur les possibilités de retarder la période de reproduction et de déversement des juvéniles

Le choix du moment auquel les alevins doivent être déversés dans le milieu naturel protégé ou non est important. En zones continentales froides, les disponibilités peuvent ne pas être suffisantes du fait des conditions climatiques défavorables, lesquelles peuvent aussi affecter directement les juvéniles qui sont sensibles aux fortes variations thermiques. Dans ces régions, des variations climatiques importantes peuvent intervenir après les périodes de reproduction qu'il serait alors intéressant de retarder. Plusieurs approches sont possibles :

— d'abord la période maturation ovocytaire-ovulation peut être retardée en maintenant les géniteurs à une température inférieure à 10° C. Un travail expérimental par Goubier et Souchon (1982) montre que la reproduction a pu être retardée de 1 mois et qu'après une période d'élevage de 50 jours

le nombre de brochetons était comparable dans les lots normaux et retardés mais que leur taille était plus grande dans le lot retardé (tabl. 1). Dans un essai pratiqué à l'échelle d'une éclosérie, de Montalembert et de Fremont (non publié) ont aussi observé que la reproduction pouvait être retardée d'environ 1 mois grâce à un stockage à moins de 10°C, de géniteurs auxquels du poisson-fourrage avait été distribué. Douze femelles capturées dans un lac de barrage en octobre ont ainsi été hypophysées le 12 mai, 8 ont montré une réponse produisant une quantité d'ovules moyenne de 22 p. 100 (extrêmes 17-25) et les 4 autres 10 p. 100 (extrêmes 8-14) du poids corporel ;

— une autre possibilité réside dans l'incubation à basse température pour ralentir le développement embryonnaire et retarder l'éclosion (voir aussi Hassler, 1982). Des essais préliminaires dûs à Gillet (non publié) ont montré que l'incubation à 3°C environ, pendant la dernière partie de l'embryogenèse, retardait l'éclosion mais que des mortalités apparaissaient chez les larves lorsqu'elles étaient réchauffées de quelques degrés C plusieurs semaines après l'éclosion ; Lillelund (1967) signale que, si après incubation à 5,8°C, les larves juste écloses sont passées à 9-18°C, la survie est normale (voir Chauveheid et Billard). Ce point ouvre des perspectives mais de nouvelles investigations sont nécessaires avant d'envisager des applications pratiques. Retarder la production peut cependant avoir l'inconvénient d'interférer avec d'autres productions dans le cas d'éclosérie polyvalente et occuper des bassins dans lesquels d'autres espèces devraient prendre place. On peut limiter cet inconvénient en ne retardant la reproduction du brochet que de 15 j. (ce qui est souvent suffisant) ou en la laissant se dérouler en période normale mais en intervenant, si nécessaire, pour protéger les juvéniles dans les étangs par l'implantation de serre ou de feuille en plastique alvéolaire et en pratiquant une supplémentation en plancton.

Gestion des populations de brochet en vue de l'exploitation par la pêche sportive

Le mode de gestion des populations de brochets pratiquée en France est extrêmement sommaire et consiste à réguler les prises et à tenter d'augmenter le recrutement en déversant des alevins ou des brochetons, et quelquefois en essayant de favoriser la reproduction naturelle. De très nombreux facteurs vont déterminer l'efficacité de ces mesures.

Outre les facteurs classiques liés à la productivité (facteurs abiotiques - cf. Craig et Kipling, 1983 -, physico-chimiques, quantité de nourriture disponible), il y a la qualité du juvénile introduit (homogénéité des tailles), la quantité des prédateurs (brochets plus âgés ou autres espèces) susceptibles de consommer les brochets introduits (voir les relations négatives existant entre les forces de classe d'âge de 2 générations successives signalées par Fortin *et al.* et par Grimm). Il y a aussi la quantité de proies disponibles pour ces prédateurs, lesquelles servent alors de tampon, ce qui nous ramène à la question de la richesse d'ensemble du milieu. D'autres facteurs se révèlent être très importants comme la présence d'abris, en particulier ceux constitués par les zones de

végétation (Grimm). Cet auteur va jusqu'à dire que les interventions sur l'habitat comme la création d'abris sont plus efficaces que les repeuplements pour augmenter la biomasse en brochet. Le succès de l'introduction du brochet dépend encore de la quantité de brochetons préexistant dans le milieu et occupant déjà les abris sus-mentionnés. Cela pourrait expliquer que Grimm ne constate pas d'augmentation de la population après introduction de brochetons dans des milieux déjà fortement occupés. Cette idée d'augmenter la surface des abris a été appliquée pour le black bass en procédant à des semis de seigle dans la zone inondable d'un réservoir par Strange *et al.* (1982) qui ont obtenu, au moins temporairement, une augmentation de la biomasse de poissons et de proies.

Les opérations de peuplement du brochet demandent donc un certain nombre de précautions et doivent être accompagnées, voire même justifiées, par d'autres analyses et interventions : estimation des stocks de juvéniles éventuellement présents, des stocks de prédateurs par classe d'âge, estimation des proies disponibles pour les sujets introduits, connaissance de l'âge et de la taille à la première reproduction. Le repeuplement pourra alors être ajusté en jouant sur la taille et le nombre d'individus lâchés et leur répartition, le lieu, la présence d'abris, etc.

Parmi les interventions possibles, il faut citer l'aménagement d'abris, des actions visant à favoriser certaines espèces de proies et surtout le taux d'exploitation (voir Le Louarn).

Il est, en effet, indispensable d'exploiter au maximum la population de brochets et de prédateurs en général et de baser ce taux d'exploitation sur la force des classes d'âge. Ecrêter une classe d'âge trop importante revient à favoriser la classe d'âge suivante et peut conduire à faire l'économie d'un repeuplement ! En outre la fécondité semble diminuer lorsque la population augmente (Craig et Kipling, 1983).

Il apparaît, en définitive, que l'importance du recrutement peut ne dépendre que très partiellement de la fécondité potentielle de la population et même de l'intensité des repeuplements, et que d'autres facteurs comme les variations climatiques (température, crues) et la prédation peuvent être prépondérants.

Il faut donc imaginer une exploitation souple, basée sur des mesures qualitatives (taille légale) et quantitatives, susceptibles de varier d'une année à l'autre (ce qui est cependant de mise en œuvre difficile dans le cas de pêche sportive). Des alevinages peuvent rester nécessaires du fait de la forte pression de pêche qui s'exerce sur le brochet, mais ils doivent eux aussi être décidés qualitativement et quantitativement, au vu de l'analyse de la situation.

En conclusion, face à la pression de pêche accrue et aux altérations du milieu (pollution, canalisation, modification du régime des eaux et de l'habitat), qui mettent en cause la survie même du brochet, l'homme est contraint d'intervenir pour maintenir cette espèce qui fait l'objet d'une forte exploitation. Les premières interventions devront bien sûr viser à protéger l'intégrité de l'habitat du brochet ou à la restaurer. Parmi les autres interventions, il faut citer celles ayant trait à la reproduction naturelle (intervention sur le régime hydraulique, assurer la libre circulation des géniteurs et des juvéniles entre lit mineur et

zones de fraie, éventuellement aménagement de frayère). Les autres interventions sont surtout représentées par les repeuplements mais ces derniers ne devraient être pratiqués qu'après analyse du contexte écologique dont la méthodologie reste à élaborer sous une forme facile à mettre en œuvre sur le terrain.

Remerciements

Nous remercions Messieurs Gerdeaux et Le Louarn pour la lecture critique du manuscrit et Monsieur Trébaol qui nous a autorisé à faire état de résultats inédits et communiqué la figure 2.

Références bibliographiques

- ADELMAN R., SMITH L., 1970. Effect of oxygen on growth and food conversion efficiency of northern pike. *Prog. Fish. Cult.*, **32**, 93-96.
- ANWAND K., 1976. Untersuchungsergebnisse über die Hechterbrütung Maränensetzlingsaufzucht und Glasaalhälterung aus der Volksrepublik Polen. *Z. Binnenfisch.*, **23**, 344-347.
- BEYERLE G.B., WILLIAMS J.E., 1973. Contribution of northern pike fingerlings raised in a managed marsh to the pike population of an adjacent lake. *Prog. Fish. Cult.*, **35**, 99-103.
- BRY C., 1980. Influence de la densité initiale de peuplement sur la survie et la croissance du brochet (*Esox lucius* L.) entre trois mois et un an d'âge. 317-323, in R. Billard, *La Pisciculture en étang*, I.N.R.A. Publ., Paris.
- BRY C., GILLET C., 1980. Réduction du cannibalisme précoce chez le brochet (*Esox lucius*) par isolement des fratries. *Bull. fr. Piscic.*, **277**, 142-153.
- CASSELMAN J.M., 1974. External sex determination of northern pike, *Esox lucius* Linnaeus. *Trans. am. Fish. Soc.*, **103**, 343-347.
- CASSELMAN J.M., 1978. Effects of environmental factors on growth, survival, activity, and exploitation of northern pike. *Am. Fish. Soc. Spec. Publ.* **11**, 114-128.
- CRAIG J.F., KIPPLING C., 1983. Reproduction effort versus the environment cases histories of Windermere perch (*Perca fluviatilis* L.) and pike (*Esox lucius* L.). *J. Fish Biol.*, **22**, 713-727.
- DESAGE P., 1980. Elevage expérimental du brochet *Esox lucius* L. 1766, avec utilisation de l'alimentation artificielle; comparaison avec les modes d'élevage traditionnels. Mémoire Fin d'Etudes DAA Halieutique, ENSA Rennes.
- GOUBIER J., SOUCHON Y., 1982. Contrôle de l'époque de reproduction du brochet par retard de maturation. *Bull. fr. Piscic.*, **286**, 247-254.
- HASSLER T.J., 1982. Effect of temperature on survival of northern pike embryos and yolk-sac larvae. *Prog. Fish. Cult.*, **44**, 174-178.
- HEALY A., 1956. Pike (*Esox lucius*) in three Irish Lakes. *Scient. Proc. R. Dubl. Soc.*, **27**, 51-63.
- HENLEY D.T., APPLGATE R.L., 1982. Seasonal distribution of esocids in a power plant cooling reservoir. *Prog. Fish. Cult.*, **44**, 40-43.
- HUET H., 1970. Traité de Pisciculture. Ch. De Wyngaert Ed., Bruxelles, 718 p.
- HUET M., 1972. Elevage et maturation de géniteurs brochets en petits étangs. *Verh. Int. Ver. Limnol.*, **18**, 1128-1134.
- INCE B.W., THORPE A., 1975. Hormonal and metabolite effects on plasma free fatty acids in the northern pike, *Esox lucius* L. *Gen. Comp. Endocrinol.*, **27**, 144-152.
- INCE B.W., THORPE A., 1978. The effects of insulin on plasma amino acid levels in the northern pike, *Esox lucius* L. *J. Fish Biol.*, **12**, 503-506.
- JAGER T., NELLEN W., 1981. Illuminated net cages for rearing fish larvae. World Conference on Aquaculture, Venise.
- JALABERT B., BRETON B., 1973. Maturation *in vitro* des ovocytes du brochet, *Esox lucius*. 7th Conf. Europ. Comp. Endocrinol., Budapest.

- JOHNSON L., 1966. Experimental determination of food consumption of pike, *Esox lucius*, for growth and maintenance. *J. Fish. Res. Board. Can.*, **23**, 1495-1505.
- KETOLA H.G., 1978. Nutritional requirements and feeding of selected coolwater fishes : a review. *Prog. Fish. Cult.*, **4**, 127-132.
- LE BAIL P.Y., BRETON B., 1981. Rapid determination of the sex of puberal salmonid fish by a technique of immunoagglutination. *Aquaculture*, **22**, 367-375.
- LELEU S., 1982. Possibilités d'aménagement de la distribution et d'accroissement de la demande. Cahiers Ass. Intern. Entret. Ecol., *Dijon*, **13-14**, 187-190.
- LEMAIRE O., 1974. Installation de vidange favorisant la récupération des brochetons. *Piscic. fr.*, **38**, 37-40.
- LEMAIRE O., 1981. Informations techniques. *Bull. Liaison CSP*, **20**, 16-18.
- LILLEDUND V.K., 1967. Versuche zur Erbrutung der Eier vom Hecht, *Esox lucius* L. in Abhängigkeit von temperatur und Licht. *Arch. Fischereiwiss.*, **XVII**, 95-113.
- LUGOVOYA T.V., 1971. The ration of pike in the Kremenchug Reservoir. *Hydrobiol. J.*, **7**, 112-115.
- DE MONTALEMBERT G., BRY C., BILLARD R., 1978. Control of reproduction in northern pike. *Am. Fish. Soc. Spec. Publ.*, **11**, 217-225.
- PECOR C.H., 1978. Intensive culture of Tiger Muskellunge in Michigan during 1976 and 1977. *Am. Fish. Soc. Spec. Publ.*, **11**, 202-209.
- PERES C., 1982. Aménagement d'une zone de loisirs toulousaine : le lac de Sesquieres. ENSA Toulouse, ronéoté, 65 p.
- PINET J.M., 1982. Prélèvement et repeuplement en poissons : éléments pour un bilan dans une zone humide à forte fréquentation halieutique. Cahiers Ass. Intern. Entret. Ecol. *Dijon*, **13-14**, 54-61.
- POPOVA O.A., 1978. The role of predaceous fish in ecosystems. 215-249 in S.D. Gerking Ed., *Ecology of Freshwater Fish Production*, Blackwell Scient. Publ. Oxford, London, Edimburgh, Melbourne.
- SOUCHON Y., 1980. Effet de la densité initiale de peuplement sur la survie et la croissance du brochet (*Esox lucius* L.) élevé jusqu'au stade de brocheton (45 jours). 309-316, in R. BILLARD, *La Pisciculture en étang*, I.N.R.A., Publ. Paris.
- STEFFENS W., 1976. Hechtzucht, *Z. Binnenfischerei, DDR*, **23**, 360-371.
- STRANGE R.J., KITTRELL W.B., BROADBENT T.D., 1982. Effects of seeding reservoir fluctuation zones on young-of-the-year black bass and associated species. *North am. J. Fish. Mngt.*, **4**, 307-315.
- TIMMERMANS G.A., 1979. Culture of fry and fingerlings of pike (*Esox lucius*). *EIFAC, Tech. pap.*, **35** (suppl 1), 177-183.
- TONER E.D., LAWLER G.H., 1969. Synopsis of biological data on the pike. *Esox lucius* Linnaeus 1758. *FAO Fish Synopsis*, **30**, 38 p.
- TREBAOL L., 1982. L'élevage du brochet de repeuplement : comparaison de trois systèmes de production. Rapport fin d'Etudes INA, Paris-Grignon, 100 p.
- URYN B.A., 1979. Farming of juvenile whitefish *Coregonus lavaretus* (L) in submerged illuminated cages in cultivation of fish fry and its live food. *Europ. Maricult. Soc., Spec. Publ.*, **4**, 289-297.
- WEITHMAN A.S., ANDERSON R.O., 1977. Survival, growth and prey of Esocidae in experimental systems. *Trans. am. Fish. Soc.*, **106**, 424-430.
- WOLFERT D.R., MILLER T.J., 1978. Age, growth and food of northern pike in eastern Lake Ontario. *Trans. am. Fish. Soc.*, **107**, 696-702.