

RÉSUMÉ

Cet ouvrage aborde les principaux aspects de la reproduction des poissons des cours d'eau européens. Il envisage d'abord les périodes de reproduction des différentes espèces ainsi que le rôle des facteurs de l'environnement qui les déterminent : photopériode, température, nourriture disponible, pluviosité, facteurs sociaux. Il s'intéresse ensuite au comportement reproducteur des principales familles de poissons au travers d'exemples représentatifs. C'est ainsi que le cas des salmonidés (l'ombre commun), des cyprinidés d'eau vive (le barbeau fluviatile), des cyprinidés d'eau calme (la brème commune) et des carnassiers (perches, sandres, brochets) font l'objet de descriptions détaillées. Viennent ensuite quelques espèces au comportement particulier comme la loche, la bouvière, la grande alose, l'épinoche et le chabot. La dernière partie est consacrée à la conservation et aux aménagements. A titre d'exemple, la restauration de ruisseaux à salmonidés, l'expérimentation de frayères artificielles et l'aménagement de frayères cyprinicoles sont discutés. Cet ouvrage, abondamment illustré par des photos, dessins et graphiques, est destiné à un public assez large constitué de pêcheurs, d'enseignants, de naturalistes, de gestionnaires et de scientifiques qui y trouveront quelques éclaircissements sur un sujet peu vulgarisé jusqu'ici.

REPRODUCTION

chez nos

POISSONS

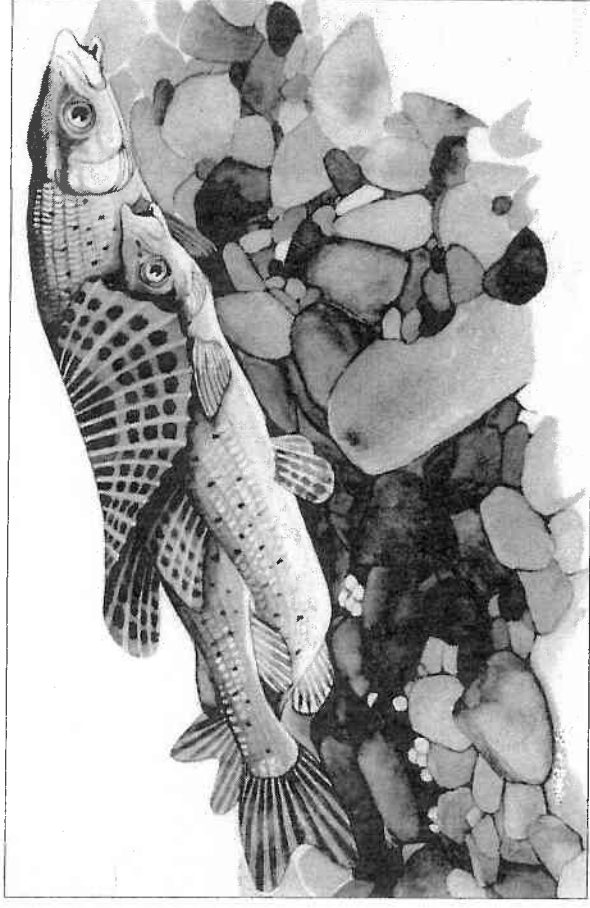
Pascal PONCIN



LE PECHEUR BELGE

La Reproduction des Poissons de nos Rivières

par
Pascal PONCIN



Accouplement entre deux ombres communs.
Aquarelle réalisée par A.-M. MASSIN.

Table des matières

Préface	5
Introduction	7
♦ PÉRIODES DE REPRODUCTION	9
Généralités	9
Physiologie de la reproduction chez les poissons	15
Influence de la durée d'éclairement	17
• La reproduction des salmonidés : effet stimulateur d'une photopériode décroissante	17
• La reproduction des cyprinidés : effet inhibiteur d'une photopériode décroissante	18
• Autres influences de la photopériode	19
Influence de la température	20
Influence de la nourriture	20
Influence de la pluviosité	22
Influence des facteurs sociaux	22
Influence respective des différents facteurs : modélisation	23
♦ COMPORTEMENT REPRODUCTEUR	25
Les salmonidés	25
• L'ombre commun <i>Thymallus thymallus</i> L.	25
- Dates de reproduction	25
- Principales caractéristiques des frayères : un site d'étude	25
- Comportement reproducteur	26

Illustration de Couverture :
un accouplement d'ombre en rivière (photo H. PERSAT).

Editeur :

Fédération Sportive des Pêcheurs Francophones de Belgique ASBL
33 rue de Wynants 1000 Bruxelles (Belgique) 02/511.68.48

DL/1996/1213/1

- Mécanismes d'appariement	31
- Succès reproducteur	32
• Autres espèces de salmonidés	33
Les cyprinidés d'eau vive	35
• Le barbeau fluviatile <i>Barbus barbus</i> L.	35
- Dates de reproduction	35
- Caractéristiques générales des frayères	35
- Comportement reproducteur	36
- Etude comportementale de l'hybridation entre le barbeau fluviatile <i>Barbus barbus</i> et le barbeau méridional <i>Barbus meridionalis</i>	38
• Quelques autres espèces de cyprinidés rhéophiles .	40
Les cyprinidés d'eau calme	43
• La brème commune <i>Abramis brama</i> L.	43
- Périodes de reproduction	43
- Caractéristiques des frayères : le site de Lanaye en Meuse belgo-néerlandaise	43
- Comportement de reproduction	44
- Estimation de la densité en brèmes sur base du comportement de reproduction	45
• Autres espèces de cyprinidés d'eau calme	45
Les carnassiers	49
• La perche <i>Perca fluviatilis</i> L.	49
• Le sandre <i>Stizostedion lucioperca</i>	50
• Le brochet <i>Esox lucius</i>	51
Autres espèces de poissons	55
• La bouvière <i>Rhodeus sericeus amarus</i>	55
• L'épinoche <i>Gasterosteus aculeatus</i>	56
• Le chabot <i>Cottus gobio</i>	57
• La grande alose <i>Alosa alosa</i>	57
• La loche de rivière <i>Cobitis taenia</i>	58
♦ CONSERVATION ET AMÉNAGEMENTS	59
Recherche scientifique et intérêt d'un suivi	59
Exemples d'aménagement des frayères et de gestion	61
Conclusions générales	67
Remerciements	69
Bibliographie	71
Glossaire	77
Films vidéo et ouvrages disponibles du même auteur	78

Préface

Il fut un temps où la pêche à la ligne — comme d'autres techniques de capture autrement redoutables — était un moyen d'assurer aux petites gens un complément alimentaire de qualité. Une petite minorité seulement de privilégiés la considérait comme une activité de loisir.

Il y a un demi-siècle, davantage de personnes accédèrent au temps libre. Berges des rivières, bords des canaux, pourtours des étangs se garnirent de silhouettes immobiles et attentives de garnements en rupture d'école et de pensionniers désœuvrés. La pêche contribua ainsi à l'éducation active des premiers, au repos bien mérité des seconds. Mais, dans le temps même où tant de gens accédaient enfin au temps des loisirs, tous s'aperçurent hélas que le bord de l'eau, où il est si bon de se ressourcer, était dégradé, que les eaux cristallines se coloraient au gré de déversements empoisonnés, que les poissons étaient remplacés par des processions de déchets. Tous prirent alors conscience qu'il fallait sauver cette nature qu'ils avaient imaginée éternelle et qui, pourtant, s'en allait sous leurs yeux, au fil de l'eau...

Les plus motivés des pêcheurs comprirent qu'il fallait gérer les eaux et leurs bassins versants, garantir le renouvellement des populations en réglementant les captures et en assurant la conservation des zones de frai, qu'il fallait dénoncer les pollutions et les pollueurs. Les pêcheurs furent, à ce titre, et bien avant la vague écolo, la première force organisée capable de faire bouger les pouvoirs. Regroupés en associations fédérées et reconnues par l'Administration des Eaux et Forêts — ainsi disait-on alors —, bénéficiant de budgets alimentés par des ristournes prélevées sur les recettes des permis de pêche, ils assurèrent d'abord le renouvellement des stocks par une politique de déversement de poissons d'élevage. Les plus perspicaces comprirent qu'il serait plus efficace — sinon plus simple — de permettre le renouvellement des populations naturelles en protégeant avant tout les sites de frai, et entreprirent de sauvegarder les caractéristiques sauvages des eaux. Ils devinrent des gestionnaires avisés et écoutés du patrimoine naturel.

Si les principes de la gestion d'une population sont simples — en l'occurrence, ils ne faut pas prélever plus de poissons qu'il n'en est produit — la pratique est plus délicate. Il faut évaluer les effectifs, déterminer les classes d'âge, en suivre la croissance et le renouvellement, mesurer les effets des prélèvements ; et chacun sait que cela n'est pas facile car, dans cette équation où les poissons sont les proies et où les pêcheurs sont les prédateurs, les protagonistes se comptent par dizaines de milliers. Gérer les poissons à la satisfaction des pêcheurs revient alors à manier des chiffres élevés, à se braquer sur les plus grands nombres. Or, tout repose sur la reproduction, et chacun sait que cela — et même chez les poissons — est affaire d'intimité et de tranquillité. La période de reproduction, variable selon les espèces, est cruciale ; bénéficiera-t-

elle de la quiétude requise et le temps lui sera-t-il clémente ? La sécurité du frai et des zones de regroupement des alevins est vitale ; seront-elles à l'abri des perturbations et des pollutions ? Les zones de frai sont fragiles ; seront-elles épargnées par la drague et le béton ?

La connaissance de tous les facteurs influençant le déclenchement et la conduite à bonne fin de la reproduction des poissons de nos rivières est donc le problème clé de la gestion de leurs populations. Le livre de Pascal Poncin, commandité et édité par la Fédération Sportive des Pêcheurs Francophones de Belgique, est donc bienvenu pour éclairer chacun sur les modes de reproduction des poissons et sur la diversité de leurs comportements. Les facteurs de saisonnalité, de température, de caractéristique des eaux, les faciès du fond des rivières et des berges sont détaillés ; chacun en comprend l'importance. Le grand mérite du livre de Pascal Poncin, à mes yeux, va bien au-delà de ces faits. Ce livre se révèle un chaînon idéal pour faire passer les pêcheurs de la perception traditionnelle qu'ils ont des poissons comme une population à celle, bien plus neuve, d'une série de sociétés où des individus de statut différent — vieux et grands mâles démonstratifs comme adolescents astucieux et opportunistes (songez aux stratégies reproductrices des brèmes, des barbeaux et des ombres) — jouent des rôles complémentaires dont l'équilibre est indispensable au succès de l'ensemble.

Dès lors qu'on passe d'une perception de la population — masse confuse — à la distinction des individus qui la composent, le désir de connaissance s'accroît, et de la connaissance accrue naît le désir de protéger. Chaque pêcheur devient dès lors un acteur de la protection des poissons et de leurs conditions de vie ; le pêcheur idéal ne serait-il pas en effet celui qui, à l'occasion, négligeant sa bourriche, débuse et taquine le poisson, s'émue de ses évolutions, s'inquiète de le perdre, se réjouit de le retrouver, et qui, au lieu de le fermer, ce qui mettrait fin à l'observation, communique avec la nature dans sa contemplation.

La pêche est un art difficile. Il y faut une habileté certaine pour se fondre dans le milieu sans le perturber et sans se faire remarquer, une bonne dose de patience et une forte capacité d'attention pour déceler les moindres palpitations de la vie, un fort contrôle de soi pour différer ses réactions et son intervention. Ce sont là des qualités qui sont pareillement requises pour l'observation des animaux. Je suis confiant que, grâce au livre de Pascal Poncin et des moeurs étonnantes qu'il décrit, maints pêcheurs, écologistes avant la lettre quand ils protégeaient les rivières et s'inquiétaient du sort des populations de poissons, se rapprocheront davantage encore de la nature. En voyant en chaque poisson un individu digne d'intérêt par lui-même, ils passeront au stade ultime de la compréhension du vivant dans l'étude admirative des comportements.

Jean-Claude Ruwet
Université de Liège

Introduction

La reproduction des poissons de nos rivières reste pour beaucoup un grand mystère. Même dans le domaine scientifique, on relève de nombreuses lacunes. Pourtant, bon nombre d'espèces ont déjà fait l'objet d'études détaillées, parfois anciennes, notamment en ce qui concerne leur comportement de reproduction. Les observations de terrain sont à la portée de tous, à condition d'être attentifs et patients. D'ailleurs, certains documents présentés dans cet ouvrage ont été recueillis en rivière, avec du matériel (caméra vidéo - appareil photo) accessible au grand public.

Nous tentons de répondre aux questions suivantes : **Où, quand, comment ?** Quelles sont les dates de ponte des poissons de nos rivières et les facteurs de l'environnement qui les déterminent (température, durée de l'éclairement journalier, abondance en nourriture) ? Quels sont les sites de frai des poissons et leurs exigences écologiques (substrat de ponte principalement) ? Quelles sont les parades sexuelles et les stratégies mises en oeuvre par les reproducteurs (ponte en couple ou en groupe, individus territoriaux....) ? Cette partie, la plus développée de cet ouvrage, est d'ailleurs illustrée dans un film vidéo regroupant des documents originaux et diffusé parallèlement à ce fascicule (PONCIN et HANON, 1995). Enfin, les aménagements nécessaires pour conserver ou restaurer les frayères sont aussi discutés.

Dans la première partie de ce travail, nous traitons des périodes de reproduction des différentes espèces de poissons de nos cours

d'eau et de l'influence des facteurs environnementaux qui les déterminent. Nous envisageons ensuite le comportement reproducteur et abordons quelques familles caractéristiques. Tout d'abord les salmonidés, en nous intéressant principalement à l'ombre commun. Puis, les cyprinidés d'eau vive, comme le barbeau fluviatile, suivis des cyprinidés d'eau calme telle la brème commune. Ensuite nous décrivons le comportement de quelques poissons carnassiers (brochet, perche, sandre) puis de quelques espèces particulières, comme le chabot, la bouvière, la loche, l'épinoche ou la grande alose. Nous concluons par des considérations générales relatives à l'aménagement et la protection des frayères.

Cet ouvrage regroupe des résultats originaux, fruits de nos propres recherches, mais aussi la synthèse de données publiées par d'autres, le plus souvent en anglais, dans des revues peu accessibles au grand public. Notre synthèse ne se veut pas exhaustive dans sa présentation scientifique. Certains des sujets abordés mériteraient à eux seuls un développement important. Telle n'est pas notre ambition. Il ne s'agit pas non plus de réaliser un catalogue qui envisagerait toutes les espèces de nos régions les unes après les autres. Nous tentons plutôt d'intéresser le lecteur par une approche comparative de la reproduction de nos poissons. En effet, cet ouvrage s'adresse à un public assez large, comprenant notamment des pêcheurs, des enseignants, des amoureux des lacs et des rivières, des naturalistes, des gestionnaires de nos cours d'eau ainsi que des scientifiques.

N.B. : Les mots portant un astérisque sont repris au glossaire p. 77.

Périodes de reproduction

Généralités

La reproduction des poissons constitue l'étape par laquelle passe leur survie et leur maintien dans la nature. Elle doit avoir lieu au moment et dans les conditions les plus propices à l'expression des comportements sexuels, mais aussi dans des conditions favorables au développement ultérieur des oeufs et des alevins. Ces derniers doivent notamment pouvoir trouver dans la rivière la nourriture nécessaire à leur croissance. On appelle stratégie de reproduction les procédures et les mécanismes qui maximisent les succès reproducteurs des espèces dans leur milieu de vie.

On distingue plusieurs stratégies de reproduction chez les poissons. Elles ont permis aux espèces de coloniser des niches écologiques très différentes. Nous les avons regroupées sur base des saisons de reproduction (**tableau I**), établissant de la sorte quatre groupes distincts. Les salmonidés (truites, saumons,...) se reproduisent en automne - hiver (novembre - janvier) quand la photopériode* est courte (8 heures de Lumière : 16 heures de Nuit) et la température de l'eau basse (5-6 °C). Le brochet, la perche et l'ombre appartiennent au deuxième groupe, présentant une période de reproduction post-hivernale (février - avril) ; la photopériode* et la température sont toutes deux croissantes, mais restent à des valeurs encore faibles (10-12 heures de lumière ; 8-9 °C). Les troisième et quatrième groupes rassemblent des pondeurs printaniers, se reproduisant lorsque la température est de 14-16 °C (barbeau, chevine, goujon, vairon), et estivaux, pondant à 20 °C (tanche, carpe). Dans les deux cas, la durée du jour est longue et proche du maximum (16,5L:7,5N).

Tableau I. Périodes de reproduction des espèces de poissons de nos rivières.

PERIODES DE REPRODUCTION

Automne-hiver	Fin de l'hiver Début du printemps	Printemps	été
<i>Salmo sp.</i> (truites, saumons)	<i>Esox lucius</i> (brochet) <i>Thymallus thymallus</i> (ombre) <i>Leuciscus leuciscus</i> (vandoise) <i>Perca fluviatilis</i> (perche) <i>Cottus gobio</i> (chabot) <i>Chondrostoma nasus</i> (hotu) <i>Acerina cernua</i> (grémille)	<i>Phoxinus phoxinus</i> (vairon) <i>Leuciscus cephalus</i> (chevaine) <i>Barbus barbus</i> (barbeau) <i>Rutilus rutilus</i> (gardon) <i>Abramis brama</i> (brème commune) <i>Gobio gobio</i> (goujon) <i>Blicca bjoerkna</i> (brème bordelière) <i>Noemacheilus barbatulus</i> (loche franche) <i>Alburnoides bipunctatus</i> (ablette spirin) <i>Alburnus alburnus</i> (ablette commune) <i>Scardinius erythrophthalmus</i> (rotengle)	<i>Cyprinus carpio</i> (carpe) <i>Tinca tinca</i> (tanche)
			Printemps et été
			<i>Gasterosteus aculeatus</i> (épineche) <i>Pygosteus pygosteus</i> (épinechette) <i>Rhodeus sericeus amarus</i> (bouvière) <i>Carassius sp.</i> (carassin)

Sur la **figure 1**, nous avons représenté les dates de ponte de quelques espèces de poissons de nos rivières, en regard des variations annuelles de la température d'un cours d'eau de Wallonie (la Meuse belge en amont de la centrale nucléaire de Tihange, en 1987) et de l'évolution de la durée de l'éclairement journalier sous nos latitudes. La température est minimale en hiver (janvier) où on enregistre environ 1 °C. Elle augmente ensuite progressivement au cours du printemps pour atteindre 20-25 °C en juillet - août. On observe un minimum de 8 h de lumière en décembre et un maximum de 16,5 h à la mi-juin. Ce sont ces deux principaux paramètres qui déterminent les périodes de reproduction des espèces de poissons de nos régions (BILLARD, 1981, 1982 ; PONCIN et RUWET, 1992).

Les exemples présentés constituent bien sûr des modèles à caractère explicatif et didactique, dans la mesure où il est peu probable d'observer la reproduction des poissons de Wallonie dans un même cours d'eau, en l'occurrence la Meuse belge en amont de la ville de Huy. En effet, les truites se reproduisent préférentiellement dans des petits ruisseaux (par exemple les affluents de l'Ourthe), alors que carpes et brèmes sont très abondantes plus en aval, dans la basse Meuse. Quoi qu'il en soit, l'évolution annuelle de la température de la Meuse en cet endroit présente des variations susceptibles de permettre la reproduction des espèces prises en considération.

Dans l'exemple choisi, la reproduction du **brochet** (*Esox lucius*) s'observe de février à mars, pour des températures de 7 à 10 °C. Viennent ensuite les reproductions de l'**ombre commun** (*Thymallus thymallus*) et de la **vandoise** (*Leuciscus leuciscus*), en mars - avril quand la température de l'eau atteint 8 °C. Le cas de l'ombre sera détaillé plus loin. En avril et au début mai ce sont les **hotus** (*Chondrostoma nasus*), à 10-12 °C, puis les **perches** (*Perca fluviatilis*), à 13-14 °C, qui se reproduisent. Le **vairon** (*Phoxinus phoxinus*) fraye pour des températures comparables à celles de la perche mais légèrement supérieures. Les cyprinidés rhéophiles* (d'eau vive), comme le **barbeau fluviatile** (*Barbus barbus*), le **chevaine** (*Leuciscus cephalus*) et le **goujon** (*Gobio gobio*) se reproduisent à des températures de 15-16 °C, en mai - juin. Les **gardons** (*Rutilus rutilus*) et **brèmes communes** (*Abramis brama*) ou **bordelières** (*Blicca bjoerkna*), espèces d'eau calme et phytophiles frayent à la même époque, à des températures comparables. Les gardons semblent toutefois être un peu plus précoces. Nous reviendrons sur le comportement de ces espèces ultérieurement. Enfin, **carpes** (*Cyprinus carpio*) et **tanches** (*Tinca tinca*)

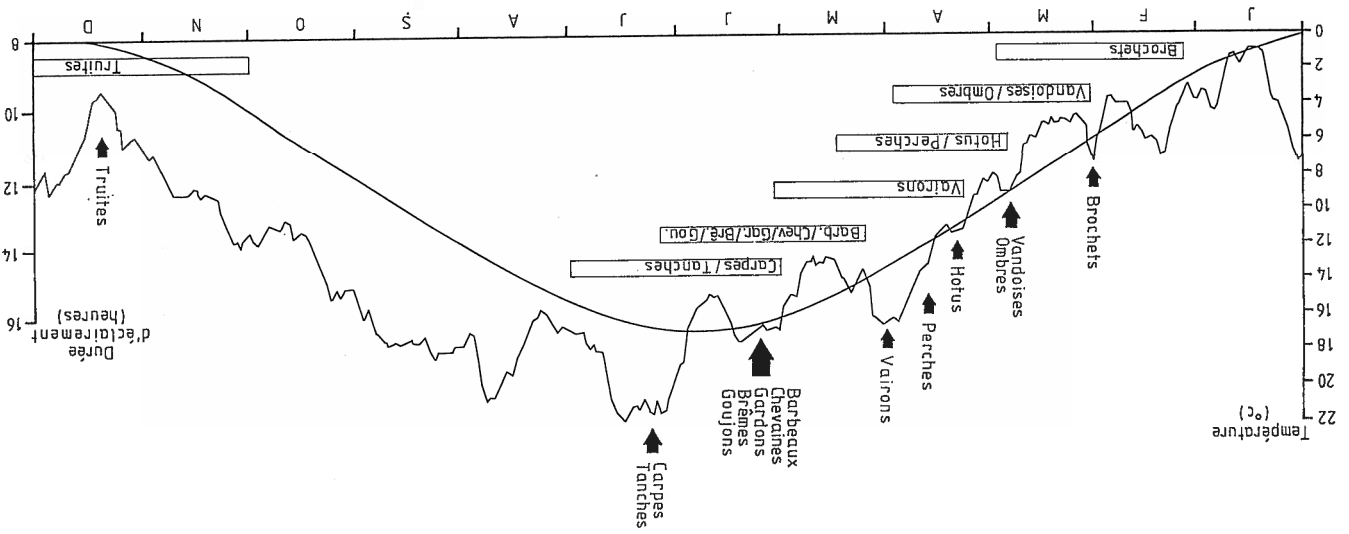
déposent leurs oeufs en juin - juillet, sur la végétation rivulaire, dès que la température de l'eau excède 20 °C. Pour des informations plus complètes sur les périodes de frai de toutes les espèces de nos régions, nous renvoyons le lecteur aux articles et ouvrages de MÜUS et DAHLSTRÖM (1981), PHILIPPART et VRANKEN (1983), MAITLAND (1984) et PHILIPPART (1989).

Ces différentes stratégies s'avèrent efficaces pour chaque espèce, bien qu'elles reposent sur des adaptations parfois très diversifiées. Par exemple, des *Salmonidés* comme la truite produisent de gros oeufs (5 mm) qui éclosent aux environs du mois de mars et donnent des larves de grande taille (15 mm) (**photo I**), aptes à se nourrir de proies volumineuses pour des jeunes poissons (insectes, larves de chironomides). Par contre, les *Cyprinidés*, se reproduisant au printemps et en été, produisent pour la plupart de petits oeufs (1-2 mm) dont l'éclosion est rapide (2-4 jours) ; les larves, de petite taille (4-7mm) (**photo II**), trouvent, directement dans le milieu, la nourriture nécessaire à leur croissance (petits crustacés, rotifères*, protozoaires...). Une relation entre la date de ponte (et donc la disponibilité en nourriture pour les futurs alevins) et le volume initial des oeufs peut même être esquissée pour plusieurs espèces (BAGENAL, 1971) : plus tôt une espèce pond dans l'année, plus volumineux sont ses ovules. D'autre part, si la durée d'incubation des oeufs dépend de leur taille, elle est aussi fortement corrélée à la température de l'eau. C'est ainsi que chez la truite, l'incubation dure 77 jours à 6 °C et 27 jours à 12 °C (PHILIPPART et VRANKEN, 1983). Chez le barbeau, elle dure 3-4 jours à 20 °C.

Pour la survie de l'espèce, la reproduction et ses différents mécanismes doivent se dérouler dans les conditions temporelles et spatiales les plus propices à leur succès. Ce sont les facteurs environnementaux qui, en agissant comme des « synchroniseurs », déterminent ces conditions. Ces facteurs sont nombreux (**tableau II**) et leur influence varie suivant les régions du globe.

En régions tempérées, ce sont la photopériode* et la température qui jouent un rôle déterminant dans le contrôle des aspects saisonniers de la reproduction. Par contre, en régions tropicales, la qualité physico-chimique de l'eau (pH*, turbidité, conductivité*,...) ainsi que la pluviosité et l'abondance de nourriture exercent une action prépondérante. Cette abondance de nourriture détermine d'ailleurs les aspects quantitatifs de la reproduction (nombre de pontes, fécondité,

Figure 1 : Modèle illustrant les périodes (encadrés) et dates (flèches) de reproduction de quelques espèces de poissons de nos cours d'eau en fonction de la température de l'eau (courbe irrégulière) et de la durée d'éclairement (courbe continue).



nombre de mâles territoriaux,...). Chez les poissons côtiers, ce sont les marées qui peuvent synchroniser la ponte. Les facteurs sociaux (par exemple : vue du partenaire et/ou des rivaux) constituent aussi des stimuli environnementaux dont le rôle est étroitement lié à celui de facteurs du milieu tels que la présence de substrat de ponte (végétation, cailloux). Enfin, certains facteurs n'agissent pas comme des synchroniseurs, mais peuvent toutefois influencer sur la reproduction d'une espèce. Il s'agit, entre autres, de la densité de peuplement et des pathologies. En situation de forte densité, par exemple, les mécanismes reproducteurs peuvent être inhibés ou amplifiés.

Tableau II : Principaux facteurs environnementaux susceptibles de contrôler la reproduction des poissons.

PRINCIPAUX FACTEURS ENVIRONNEMENTAUX CONTROLANT LA REPRODUCTION DES POISSONS

1. La photopériode*
2. La température
3. L'abondance de nourriture
4. Les facteurs sociaux et le comportement
5. Les facteurs du milieu (substrat de ponte : végétation, cailloux,...)
6. La pluviosité
7. La qualité physico-chimique de l'eau (pH*, turbidité, conductivité*, débit...)
8. Les marées (cycles lunaires ou semi-lunaires)
9. La densité de population (aspects quantitatifs)
10. La pathologie
11. Etc.

Expérimentalement, il est intéressant d'étudier l'influence respective de chacun des facteurs environnementaux. Toutefois, dans la nature, leur action est très souvent corrélée. Nous nous proposons d'envisager ici l'influence respective de quelques-uns des facteurs cités sur la reproduction des poissons. Nous illustrerons successivement le rôle de la photopériode*, de la température, de la nourriture, de la pluviosité et des facteurs sociaux. L'étude de l'influence des différents paramètres du milieu peut aboutir à l'élaboration de modèles explicatifs. Plus généralement, l'approche de l'effet combiné de plusieurs facteurs débouche sur l'élaboration de modèles synthétiques, utiles pour comprendre la biologie d'une espèce.

L'environnement peut agir directement sur les comportements ou bien au travers des systèmes hormonaux. Ce sont ces fondements physiologiques, liens entre le milieu externe et les paramètres de la reproduction du poisson, que nous allons aborder en premier lieu. Nous envisagerons ensuite l'influence respective des principaux facteurs environnementaux.

Physiologie de la reproduction chez les poissons

La figure 2 présente les principales hormones intervenant chez une femelle. Les stimuli environnementaux sont perçus soit directement au travers de la calotte crânienne, par l'épiphysse*, soit par la vue ou tout autre récepteur sensoriel. Les informations sont transmises par voie nerveuse à l'hypothalamus* où des neurones spécialisés produisent une hormone appelée « hormone libérante » (RH) ou gonadolibérine. Son rôle consiste à stimuler des flots cellulaires de l'hypophyse antérieure (adénohypophyse) qui produisent des gonadotrophines (GTH I et GTH II, soit l'équivalent de la FSH et de la LH des mammifères). Ces GTHs sont véhiculées jusqu'à la gonade*, via le système circulatoire. Elles induisent des cellules folliculaires de l'ovocyte* à produire des stéroïdes* (oestradiol, 17α -20 β progestérone). En plus de leur action spécifique sur le comportement (comportement migratoire, parades sexuelles) et dans les processus de vitellogenèse*, ces stéroïdes* exercent une rétroaction inhibitrice sur l'hypophyse et l'hypothalamus* (voir MATTY, 1985 et SCOTT *et al.*, 1991 pour détails).

Chez les poissons, la thyroïde est constituée de follicules diffus entourant l'aorte ventrale. Les hormones thyroïdiennes joueraient un rôle prépondérant dans la mobilisation des précurseurs du vitellus, au niveau du foie. Elles interviendraient également dans les comportements migratoires, principalement chez les saumons.

L'hypophyse produit aussi d'autres hormones comme l'ACTH (hormone adrénocorticotrope) qui agit sur des glandes intestinales,

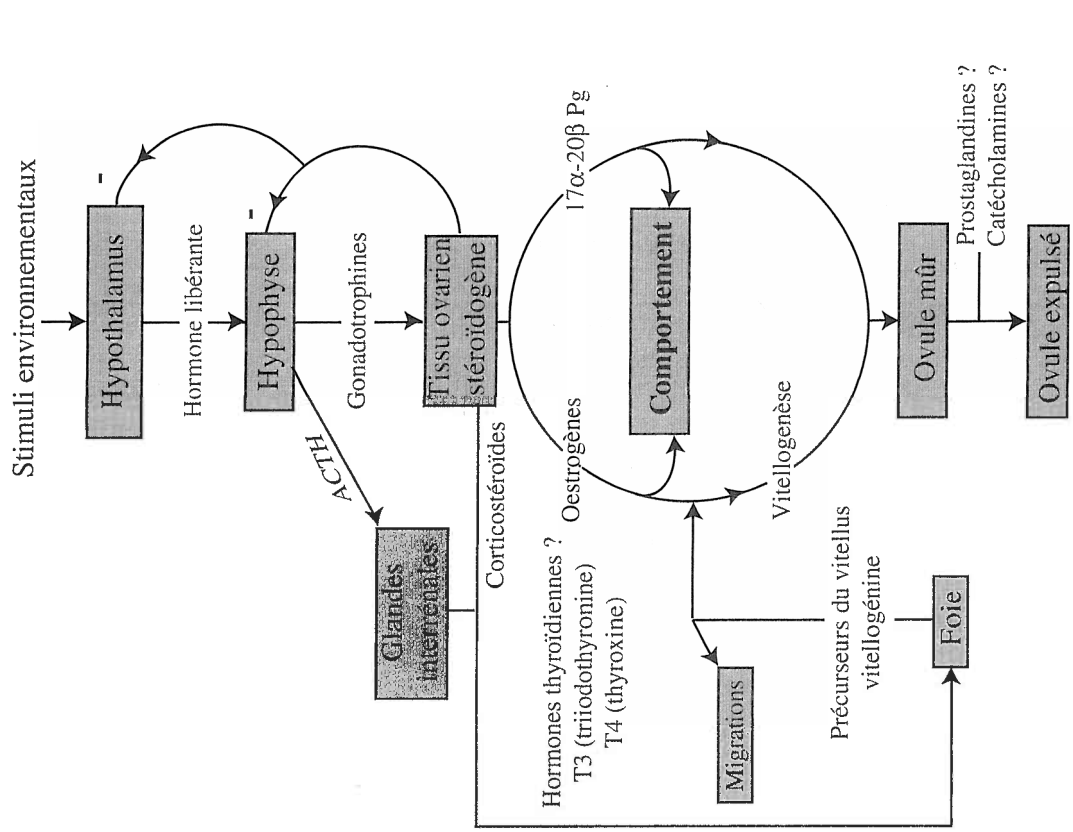
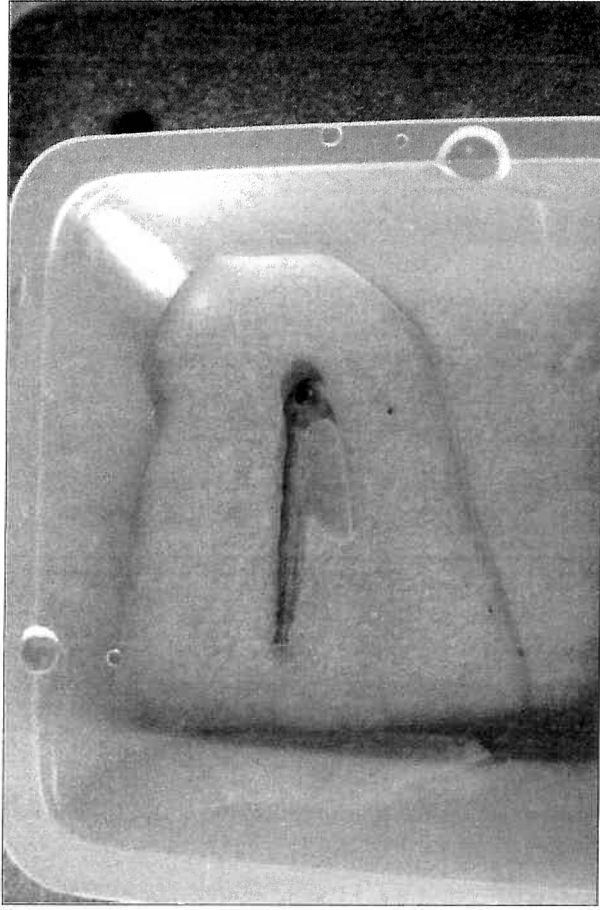


Figure 2 : Maillons endocrinologiques de la chaîne reliant les stimuli environnementaux, l'ovulation et le comportement chez un poisson femelle. (Modifié et adapté d'après HARVEY et HOAR, 1980).



Photos I et II : En haut : un salmonidé (truite) nouvellement éclos (taille : ± 15 mm). En bas : alevins de cyprinidé (goujon) à l'éclosion (taille : ± 5 mm). Photos de l'auteur.

stimulant la production de corticostéroïdes qui interviennent également dans les processus reproducteurs et la mobilisation de réserves énergétiques (notamment au niveau du foie). Enfin, une fois l'ovocyte* arrivé à maturité, des prostaglandines et des catécholamines en contrôlèrent l'ovulation.

Un schéma semblable peut être établi pour le mâle. Toutefois, les stéroïdes* testiculaires sont produits au niveau d'îlots cellulaires rencontrés entre les lobules testiculaires, équivalents des cellules interstitielles de « Leydig » chez les mammifères. Les hormones impliquées sont principalement la testostérone et la 11-kétotestostérone.

Influence de la durée d'éclairement

Dans les régions équatoriales, la durée d'éclairement est constante (12L:12N). Elle varie fortement avec la latitude. C'est ainsi qu'en Belgique (50° L. nord) nous observons un minimum de 8 heures de lumière à la fin décembre et un maximum de 16,5 h à la mi-juin (figure 1, p. 12). En Suède, on observe jusqu'à 18 heures de lumière en été, contre 6 heures en hiver. Les organismes vivants se sont adaptés à de telles variations, les « utilisant » notamment pour synchroniser leur reproduction. Nous allons envisager quelques exemples distincts pour illustrer ce propos.

La reproduction des *Salmonidés* : effet stimulateur d'une photopériode* décroissante

La reproduction naturelle des truites arc-en-ciel (*Oncorhynchus mykiss*) a lieu entre les mois de novembre et janvier. La photopériode* est alors minimale (8L:16N). Des expériences menées en France, en conditions d'élevage, ont permis de mettre en évidence l'influence de ce facteur (BRETON *et al.*, 1983). Des truites, ayant pondu en janvier et soumises à une photopériode* artificielle décroissante, se reproduisent à nouveau en juillet - août, soit 6 mois après la ponte naturelle.

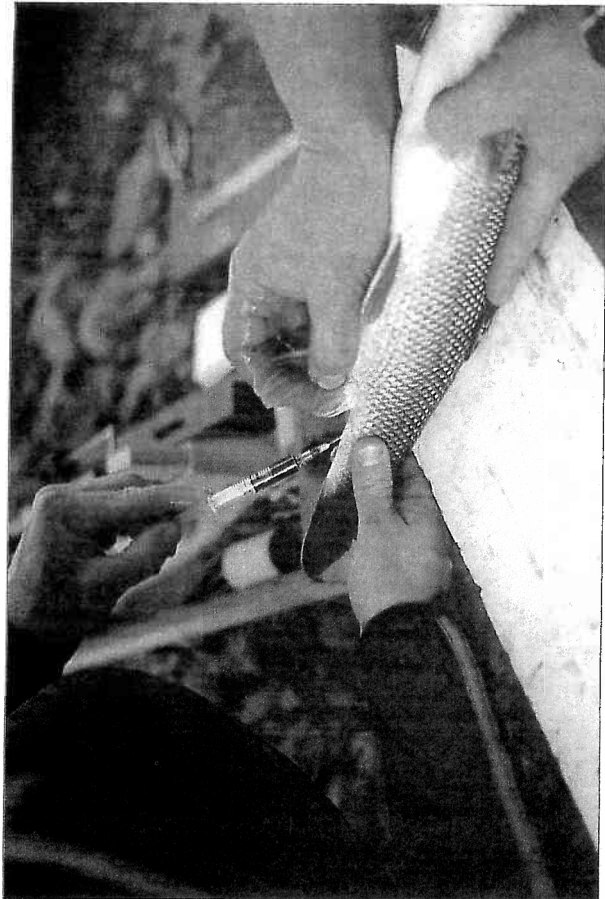


Photo III : Prélèvement d'un échantillon de sang chez un barbeau sauvage, au niveau de son pédoncule caudal, suivant la méthode décrite par LE BAILL *et al.*, en 1981. Photo de l'auteur.

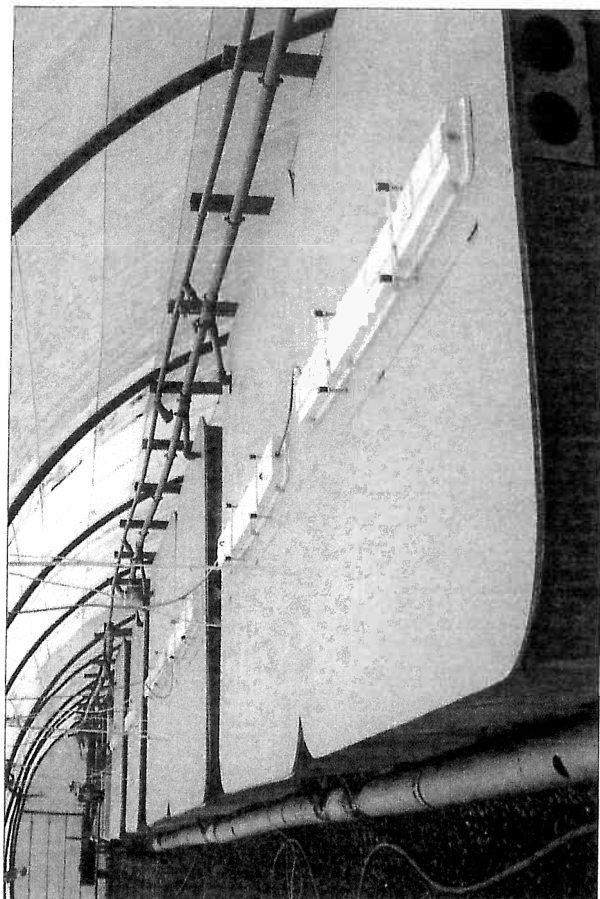


Photo IV : Installations expérimentales aménagées en vue du contrôle photopériodique de la reproduction des poissons, au CERER-Aquaculture, à Tihange. Photo de l'auteur.

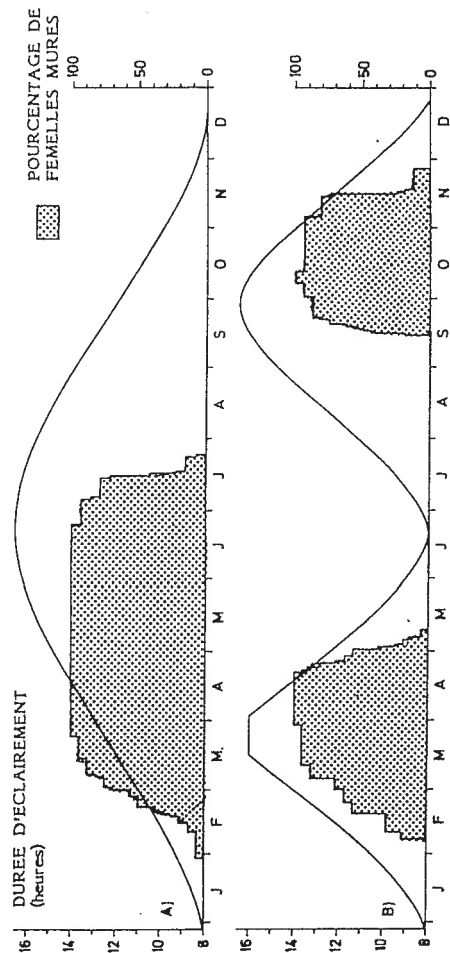


Figure 3 : Pourcentage journalier de femelles mûres dans deux lots expérimentaux de barbeaux élevés à la température de 20 °C. A : photopériode naturelle ; B : cycle annuel condensé en 6 mois.

Cette expérience démontre qu'une photopériode* décroissante simule la maturation des truites et induit la ponte. Les individus, amenés à maturité en juillet, peuvent à nouveau se reproduire, en janvier - février de l'année suivante, s'ils sont replacés en photopériode* naturelle (décroissante en cette période). Cette technique permet d'obtenir deux reproductions par an chez les mêmes individus. Elle est appliquée en pisciculture afin d'accroître la production et de mettre sur le marché des juvéniles produits hors saison.

Des manipulations photopériodiques plus complexes (photopériodes constantes, longues ou courtes ; cycles annuels décalés ;...) ont aussi été appliquées à des truites arc-en-ciel, permettant d'obtenir des reproductions tout au long d'une année. Nous renvoyons le lecteur aux travaux de BROMAGE *et al.* (1984), pour s'enquérir des développements de ces recherches qui trouvent aussi leur application en aquaculture.

La reproduction des *Cyprinidés* : effet inhibiteur d'une photopériode* décroissante

En milieu naturel, la reproduction du barbeau fluviatile (*Barbus barbus*) a lieu en mai-juin. Dans les conditions particulières de la captivité, en photopériode* naturelle, elle s'étale du mois de janvier au mois de juillet. Si on soumet, expérimentalement, les poissons captifs à une photopériode* décroissante dès le mois de mars, la reproduction s'interrompt rapidement. Une diminution de durée d'éclairage inhibe donc la maturité (figure 3). Ce phénomène, inverse de celui démontré chez les *Salmonidés*, a été mis en évidence chez d'autres *Cyprinidés* comme la tanche (*Tinca tinca*) ou le chevaline (*Leuciscus cephalus*) (PONCIN *et al.*, 1987). En milieu naturel, ce mécanisme de contrôle de la reproduction constituerait une adaptation aux conditions environnementales, dont la fonction serait d'empêcher la production de larves en automne. Effectivement, des pontes à cette saison ne laisseraient pas assez de temps aux alevins pour grandir suffisamment avant d'affronter les conditions hivernales.

En condition d'élevage, la connaissance de ce mécanisme de contrôle a permis la manipulation des saisons de reproduction des espèces précitées à des fins de production. C'est ainsi que des pontes

de barbeau peuvent actuellement être induites à n'importe quel moment de l'année par de simples manipulations photopériodiques.

Autres influences de la photopériode*

Parallèlement aux deux principaux effets que nous venons de discuter, il a été montré que l'augmentation de la photopériode*, intervenant après l'hiver, active la reproduction d'espèces printanières. C'est le cas chez le goujon où un accroissement post-hivernal de la durée d'éclairage stimule la maturation et induit la ponte (KESTEMONT et MÉLARD, 1994). D'autre part, il est prouvé que ce n'est pas la quantité totale de lumière reçue par le poisson qui est déterminante pour raviver ses processus reproducteurs, mais bien la distribution des plages lumineuses au cours du nyctémère* (voir l'ouvrage de MUNRO *et al.*, 1990 pour détails et explications).

Influence de la température

Chez des organismes poecilothermes* (« sang froid »), comme les poissons, la température de l'eau exerce une action prépondérante sur tous les processus du métabolisme. L'augmentation printanière de la température de l'eau, associée à l'accroissement de la photopériode*, sont les principales variations de l'environnement qui déterminent les périodes de pontes des espèces se reproduisant entre les mois de janvier et juillet : chaque espèce répond à une température assez précise qui détermine le début du frai. Pour rappel, par exemple, le barbeau se reproduit quand la température atteint 15-16 °C et la tanche à 20 °C.

En laboratoire, on a soumis des tanches à trois régimes thermiques différents, dès le mois de janvier (naturel, + 3 °C et + 6 °C), et on a étudié l'évolution des gonades ainsi que la reproduction (pontes multiples) (BRETON *et al.*, 1980). Le réchauffement de l'eau occasionne une maturité précoce, tant chez les mâles que chez les femelles (mai - juin dans le lot « + 6 °C » au lieu de juillet - août en température naturelle). De plus, lorsque l'eau est réchauffée, le nombre moyen de pontes par femelle est plus élevé.

L'élevage d'espèces indigènes (barbeau, chevine, carpe,...), en eau réchauffée, met en application ces principes car, outre une croissance accélérée, les poissons voient souvent leur nombre de pontes multiplié.

Influence de la nourriture

L'abondance de nourriture régule les aspects saisonniers de la reproduction des poissons (notamment en régions tropicales). En effet, les reproducteurs d'abord, les alevins ensuite, doivent trouver dans le milieu les ressources alimentaires nécessaires pour couvrir leurs besoins énergétiques.

Mais la quantité de nourriture disponible va surtout réguler les aspects quantitatifs de la reproduction. WOOTTON, sur base d'expériences menées en laboratoire, a établi un modèle explicatif du rôle qu'exerce la quantité de nourriture sur les différents paramètres de la reproduction de l'épinoche, *Gasterosteus aculeatus* (figure 4). La quantité de nourriture disponible détermine la taille et le nombre de femelles mûres et, par voie de conséquence, le nombre d'ovules produits par ponte, ainsi que le nombre de pontes par femelle. Elle influence aussi la longueur des intervalles de ponte et le nombre de mâles territoriaux. Finalement, elle régit la production d'oeufs et le recrutement des alevins*.

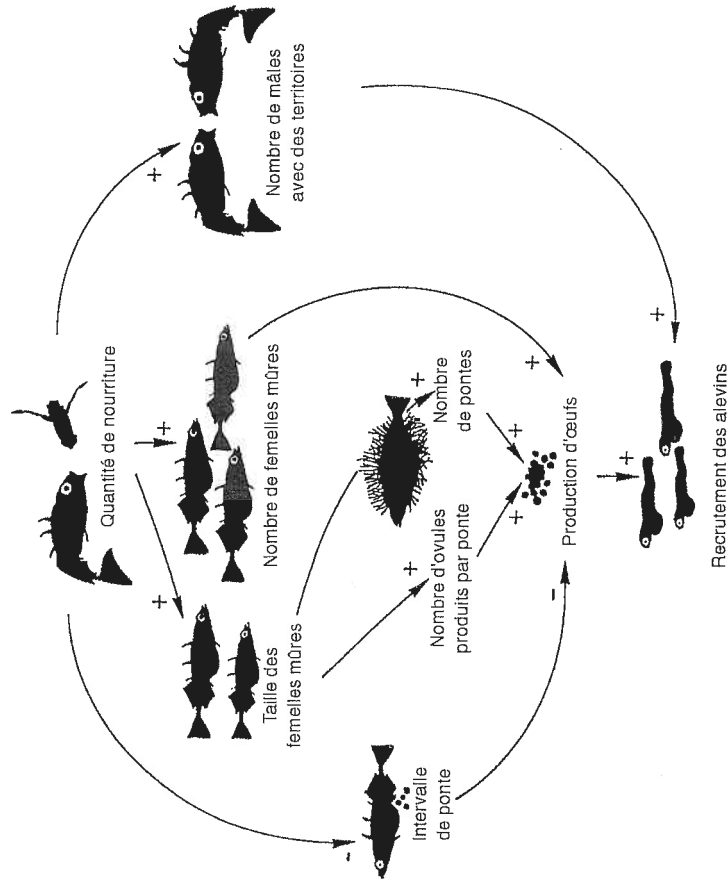


Figure 4 : Diagramme synthétisant l'effet de la quantité de nourriture disponible sur les différents paramètres de la reproduction de l'épinoche. (Traduit et modifié d'après WOOTTON, 1973).
+ : corrélation positive ; - : corrélation négative. (Dessin A.-M. Massin).

Influence de la pluviosité

Dans les régions tropicales, la photopériode* et la température varient peu. L'aspect saisonnier de la reproduction des poissons est alors sous l'influence d'autres facteurs environnementaux, comme la pluviosité. Chez le tilapia, on a pu montrer que le développement des gonades est à son maximum au moment de la saison des pluies. Cependant, à cette période, correspond aussi une augmentation sensible de la température et de la quantité de nourriture disponible, ce qui rend difficile l'interprétation des résultats et souligne l'action conjuguée de plusieurs paramètres de l'environnement.

Influence des facteurs sociaux

Les facteurs environnementaux dont nous venons d'envisager le rôle déterminent les changements physiologiques et comportementaux qui préparent le poisson à la reproduction. Parmi ces changements comportementaux, les migrations sont très spectaculaires, notamment chez des espèces comme le saumon atlantique (*Salmo salar*) qui revient de la mer pour se reproduire en rivière. De courtes migrations vers les frayères s'observent aussi chez bon nombre d'espèces de nos régions, comme la truite fario, l'ombre ou le barbeau (PHILPPART, 1977 ; BARAS, 1992).

La vision et la rencontre des partenaires constituent sans aucun doute un stimulus contrôlant la reproduction. Les femelles barbeaux mûrissent peu ou pas du tout en l'absence de mâles. La présence d'un substrat adéquat représente aussi un signal important, principalement lors de la ponte. La libération simultanée des gamètes n'est souvent possible qu'à la faveur de parades sexuelles, parfois très élaborées, faisant intervenir un substrat spécifique, comme par exemple le gravier chez les ombres ou les vairons, ou même la présence d'un intermédiaire comme chez les bouvières qui libèrent leurs oeufs à l'intérieur d'une moule d'eau douce. La présence d'un courant d'eau

suffisant joue aussi un rôle facilitant, principalement chez les espèces d'eau vive.

Les exemples de comportements, simples ou élaborés, qui soulignent l'importance des « stimuli signaux » que se transmettent les partenaires et le rôle souvent prépondérant que jouent les facteurs du milieu seront amplement détaillés dans le chapitre qui suit.

Influence respective des différents facteurs : modélisation

En étudiant séparément l'influence des facteurs de l'environnement sur la reproduction des poissons, il est possible d'établir des modèles expliquant l'action spécifique d'un facteur. Nous avons présenté un tel modèle pour illustrer l'influence de la quantité de nourriture disponible sur la reproduction de l'épinoche (modèle de WOOTTON). Si, pour des raisons didactiques, il est commode d'envisager séparément l'action des différents facteurs, en milieu naturel, leur influence est souvent conjuguée. On peut donc tenter de modéliser l'action de tous les facteurs régulant la reproduction d'une espèce. Nous avons élaboré un tel modèle, plus général, chez le barbeau fluviatile (figure 5). Il se rapproche considérablement de celui que nous pourrions construire chez d'autres poissons. Les facteurs environnementaux (température, nourriture, photopériode*, comportement, substrat de ponte) agissent par l'intermédiaire de facteurs internes (hormones, structure des gonades,...) pour contrôler les divers paramètres de la reproduction (dates de ponte, nombre de pontes,...). En fin de compte, ils déterminent la production sexuelle et le recrutement des alevins*. Chaque partie du modèle nécessiterait à elle seule une explication détaillée. Nous en avons abordé quelques-unes dans ce chapitre.

En conclusion, les modèles présentés en éco-éthologie s'avèrent parfois très complexes, tant les relations entre l'animal et son environnement sont variées. Leur élaboration progressive s'avère toutefois indispensable pour mieux comprendre la biologie d'une espèce.

mélangés à de plus gros cailloux (3-6 cm). La majorité des pontes ont lieu dans une profondeur d'eau de 30-40 cm. Toutefois, certains ombres pondent parfois dans 80 cm d'eau. La vitesse du courant est d'environ 20 cm/sec (certains auteurs signalent des vitesses de 70 à 100 cm/sec sur d'autres frayères, FABRICIUS et GUSTAFSON, 1955 ; PERSAT, 1988). Les caractéristiques générales des sites de frai de l'ombre ont été synthétisées par PERSAT (1988). Nos observations ont été effectuées à partir d'un petit pont surplombant la frayère de l'Ourthe. De nombreuses frayères de ce type existent dans nos rivières. Certaines sont encore à découvrir !

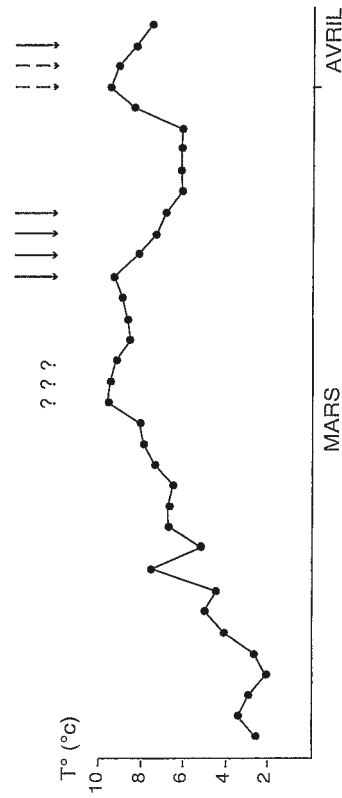


Figure 6 : Périodes de reproduction des ombres communs, dans l'Ourthe, en 1993. Les flèches indiquent les jours de ponte (en pointillé les jours qui n'ont pas fait l'objet d'un suivi) ; les points d'interrogation indiquent des dates probables mais non vérifiées.

Comportement reproducteur

Le comportement reproducteur de l'ombre commun *Thymallus thymallus* est connu depuis les années cinquante (FABRICIUS et GUSTAFSON, 1955), celui de l'ombre arctique *Thymallus arcticus* a été décrit en détail plus récemment (KRATT et SMITH, 1980). Ces descriptions correspondent parfaitement au cas d'espèce relaté ici. Le nombre d'individus recensés simultanément sur la frayère de l'Ourthe n'a jamais dépassé 8 mâles et 4 femelles. Chez l'ombre, les mâles (fortement colorés) défendent un territoire. Dans le cas présent, un seul poisson, de grande taille (43 cm, longueur totale), est territorial. Les autres mâles restent en permanence répartis sur le site mais ne semblent pas territoriaux. Les interactions entre les mâles sont très

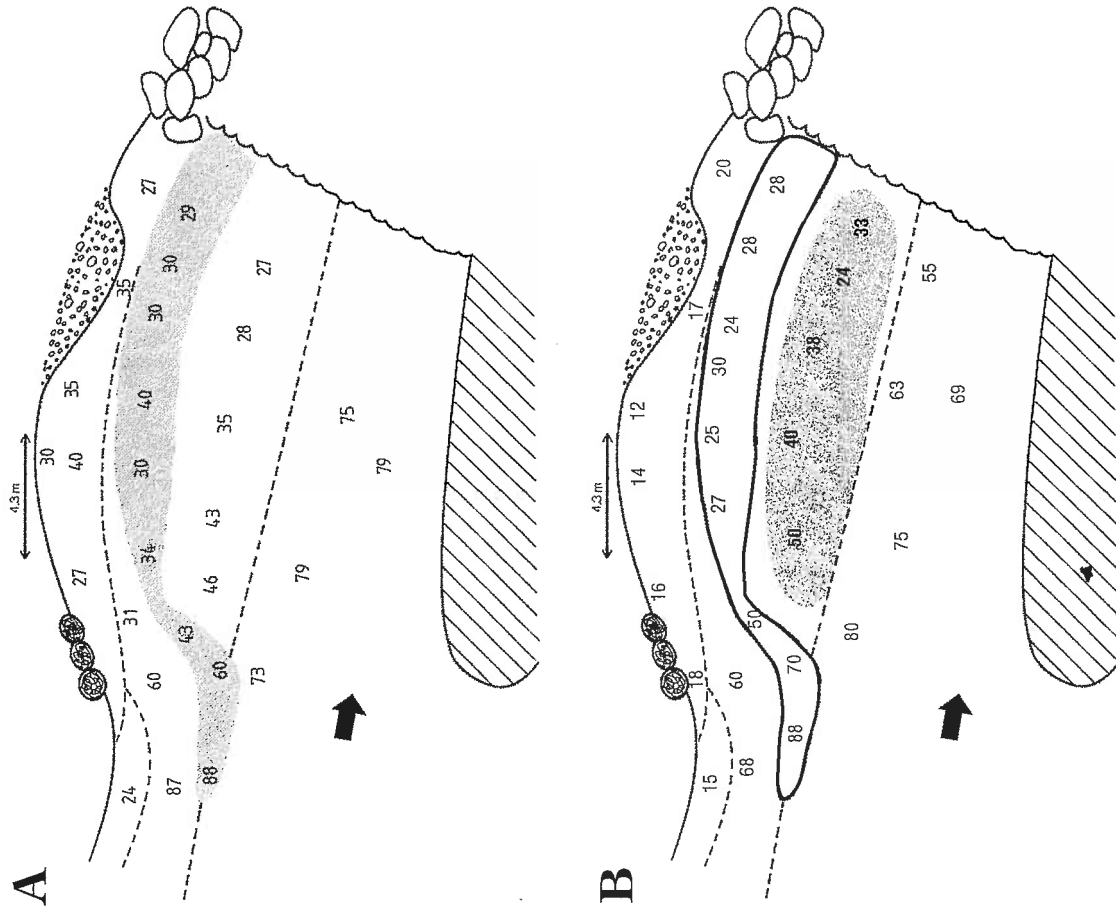


Figure 7 : Description schématique d'un site de reproduction de l'ombre commun, dans l'Ourthe. Les chiffres indiquent les profondeurs d'eau. En ombré : zones principales de ponte. A : période de ponte du 23 au 26 mars ; B : période du 1^{er} au 3 avril. Les flèches indiquent le sens du courant. Entre les situations A et B, une baisse sensible du niveau de l'eau (± 10 cm) a été observée.

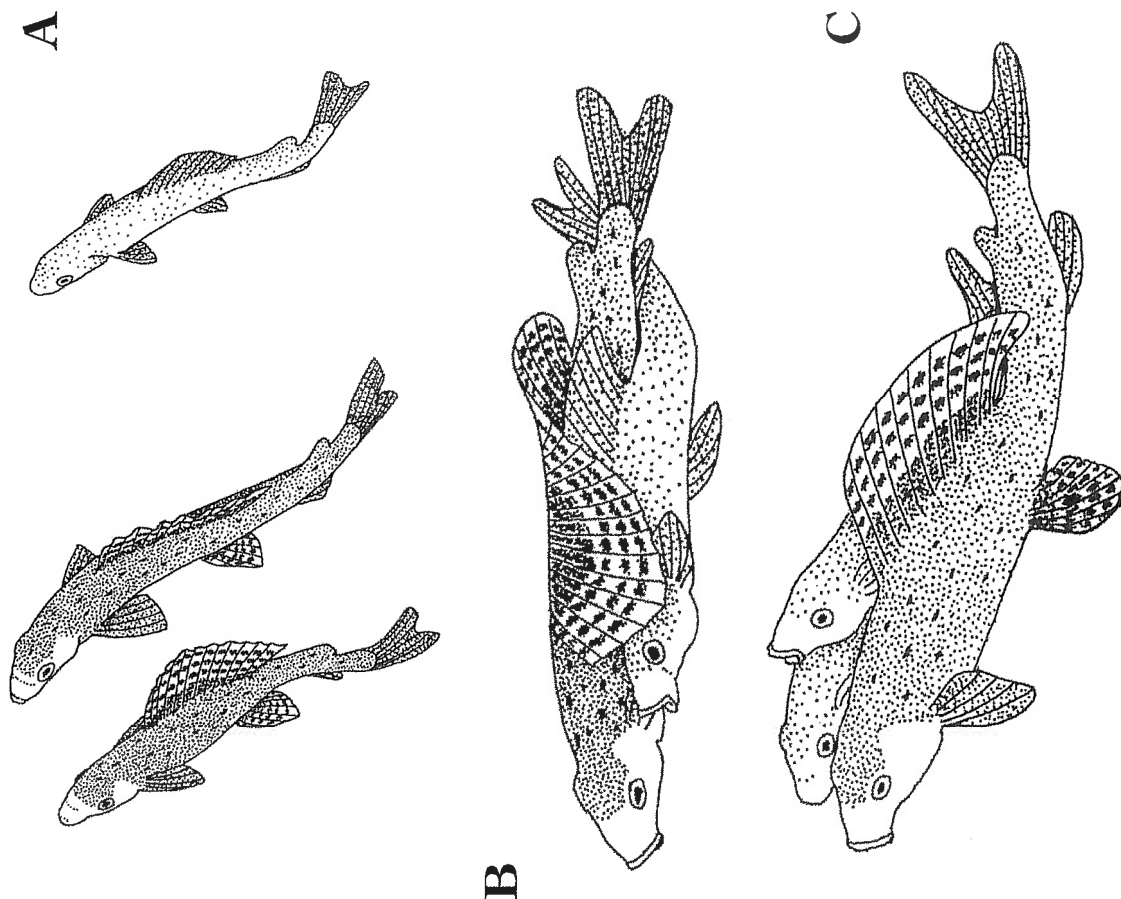


Figure 8. A : Interaction agressive (parade latérale) entre deux ombres mâles, à l'approche d'une femelle (plus claire) ; B : Le mâle enveloppe la femelle dans sa nageoire dorsale, puis tous deux s'agitent dans le gravier en émettant leurs produits sexuels ; C : Un mâle « opportuniste » (à l'arrière plan) dépose sa laitance au contact d'un couple en pleine action de ponte. (Dessins A.-M. MASSIN).

nombreuses, chacun tentant de repousser les adversaires dans les zones les moins intéressantes de la frayère (**figure 8A**). C'est ainsi que les ombres les moins dominants iront se reproduire dans des zones plus profondes (80 cm), envasées. Les femelles arrivant des profondeurs de la rivière sont directement courtisées par les mâles présents sur la frayère, qui tentent de s'y apparier. Lorsque, pour quelques instants, mâle et femelle s'accordent, ils entament un mouvement d'agitation synchronisé. Le mâle enveloppe alors la femelle de sa nageoire dorsale et tous deux émettent leurs produits sexuels (oeufs et sperme), en même temps, dans le gravier (**figure 8B, photo V**). L'accouplement terminé, le couple se dissocie. Une même femelle peut ainsi se reproduire plusieurs fois avec des mâles différents. Nous avons estimé qu'un mâle s'accouple environ 1 à 2 fois toutes les heures (l'intensité de ponte étant maximale en début d'après-midi) (voir plus loin : **figure 11**). Il n'est pas rare qu'un petit mâle « opportuniste » (ou plusieurs) vienne(nt) participer aux ébats du couple et émette sa laitance au contact de la femelle pendant l'accouplement (**figure 8C, photo V**). Ce phénomène est fréquent chez les salmonidés puisqu'on l'observe aussi chez le saumon atlantique (*Salmo salar*) (**figure 9**) (JONES, 1949 ; MILLS, 1989) ou chez l'omble chevalier (*Salvelinus alpinus*) (SIGURJONSDOTTIR et GUNNARSSON, 1989).

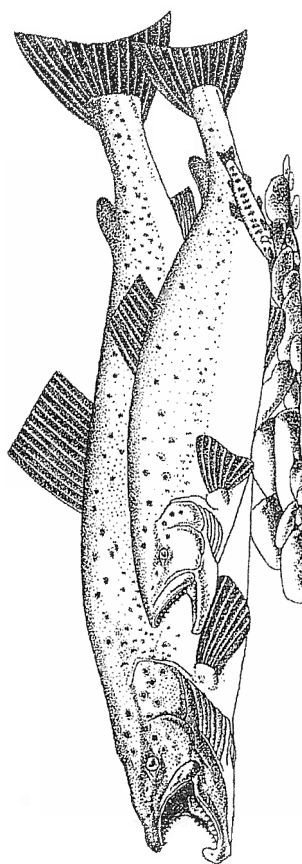


Figure 9 : Un jeune saumon mature (tacon) participe à l'accouplement de deux individus adultes (redessiné d'après JONES, 1949). (Dessin A.-M. MASSIN).

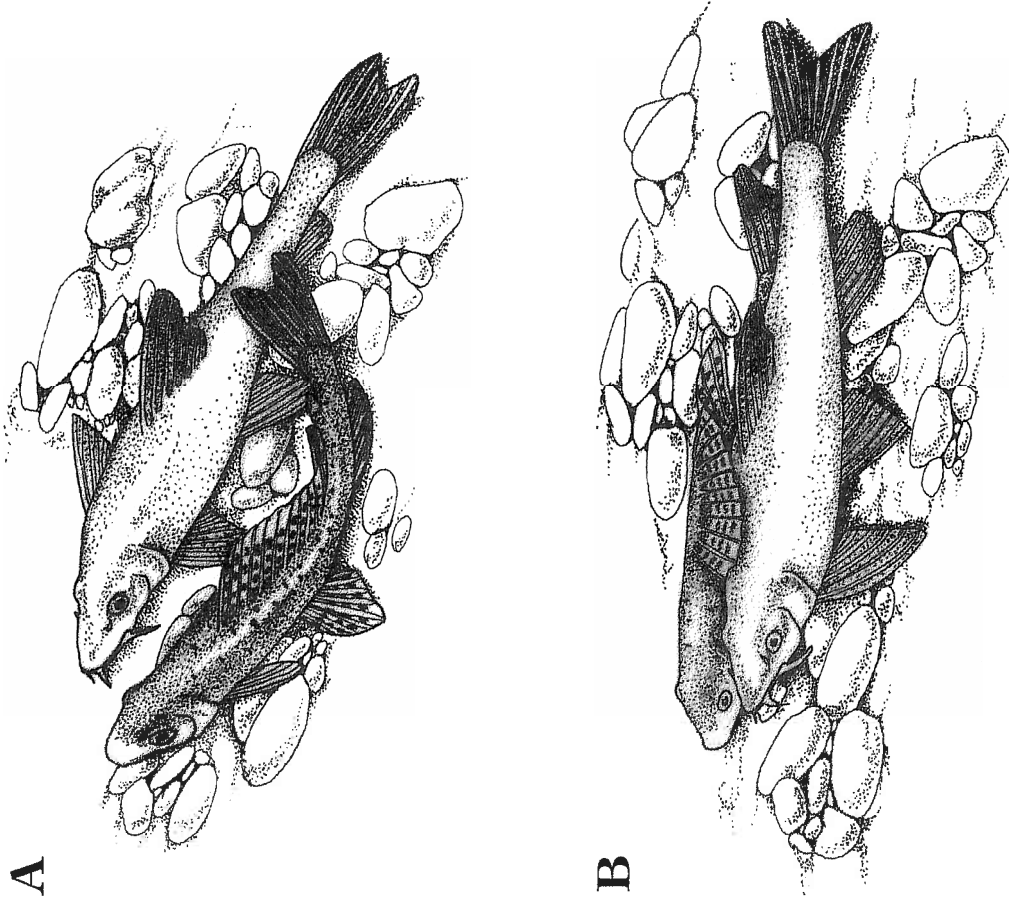


Figure 10 : Un barbeau, agitant sa bouche dans le gravier, à la recherche de nourriture, déclenche un comportement de cour et d'appariement chez un ombre mâle, dominant. Ce dernier ira jusqu'à replier sa nageoire dorsale sur le dos du barbeau, comme il le ferait avec une femelle de son espèce. Aucune émission de sperme ne sera toutefois observée. Finalement, le barbeau, dérangé dans son comportement d'alimentation, s'en retournera vers des zones plus profondes de la rivière. **A.** comportement de cour de l'ombre ; **B.** l'ombre replie sa nageoire dorsale sur le dos du barbeau passé à l'avant plan entre-temps (redessiné d'après PONCIN, 1994a). Dessins : A.-M. MASSIN.

C'est enfouis dans le gravier que les oeufs (2,5 - 3,5 mm) poursuivront leur développement embryonnaire. L'incubation dure une vingtaine de jours à 8-10 °C et aboutit à l'émergence de larves de 10-15 mm (voir D'HULSTERE & PHILIPPART, 1982 et BARDONNET & GAUDIN, 1990, pour détails concernant cette phase) (**photo VII**).

Mécanismes d'appariement

Certains mâles, visiblement excités, « frayent » aussi avec d'autres mâles, émettant leur laitance simultanément (accouplements homosexuels). Ce comportement n'est pas exceptionnel chez *Thymallus thymallus* (FABRICIUS et GUSTAFSON, 1955). Il s'observe aussi chez l'ombre arctique *Thymallus arcticus* (KRATT et SMITH, 1980). Les mâles eux-mêmes peuvent donc parfois générer des stimuli (par exemple : rester sur le fond dans une attitude passive, comme une femelle) déclenchant la cour, puis l'appariement avec un autre mâle. Il nous a même été possible d'observer un appariement entre un ombre mâle et un barbeau qui se nourrissait sur les zones de frai (**figure 10**).

L'incidence de ces phénomènes qui font intervenir des stimuli visuels et vibrationnels est particulièrement importante à évaluer chez des espèces pour lesquelles une hybridation* est possible (ce qui n'est pas le cas entre un ombre et un barbeau). Ils ont été étudiés en laboratoire par SATOU *et al.* (1987, 1991) qui ont réussi à induire un comportement de ponte chez des mâles de saumon himé (*Oncorhynchus nerka*), en faisant vibrer dans l'eau une plaque rectangulaire en acrylique, à une fréquence déterminée. Ce leurre simulait en fait l'acte de pré-ponte d'une femelle s'agitant rapidement dans le gravier. Dans le même ordre d'idée, PERSAT et ZAKHARIA (1992) ont enregistré les émissions sonores résultant de l'agitation d'un couple d'ombres dans le gravier. L'étude de ces vibrations peut être corrélée à une observation directe des comportements pendant la journée, permettant de la sorte d'évaluer l'activité de poissons au cours de la nuit. Dans leur étude, PERSAT et ZAKHARIA ont ainsi pu mettre en évidence des reproductions nocturnes chez *Thymallus thymallus*, lorsque les conditions thermiques sont favorables.

Succès reproducteur

Sur le site de reproduction précédemment décrit, un seul gros mâle, qui occupait le centre de la frayère, était fortement territorial et développait à lui seul autant de comportements agressifs (attaques morsures...) que les autres mâles réunis (**figure 11**). Toutefois, son succès reproducteur (nombre d'accouplements) était comparable à celui des plus petits individus, moins agressifs. Cette observation ponctuelle suggère que la plus grande agressivité du mâle situé au centre d'une frayère (site de ponte de haute qualité) ne semble pas affecter son succès reproducteur. Ce constat montre qu'une population de poissons n'est pas la somme d'une série de reproducteurs anonymes et qu'il est important de connaître les profils comportementaux individuels pour évaluer la contribution de chacun des sujets à la génération suivante.

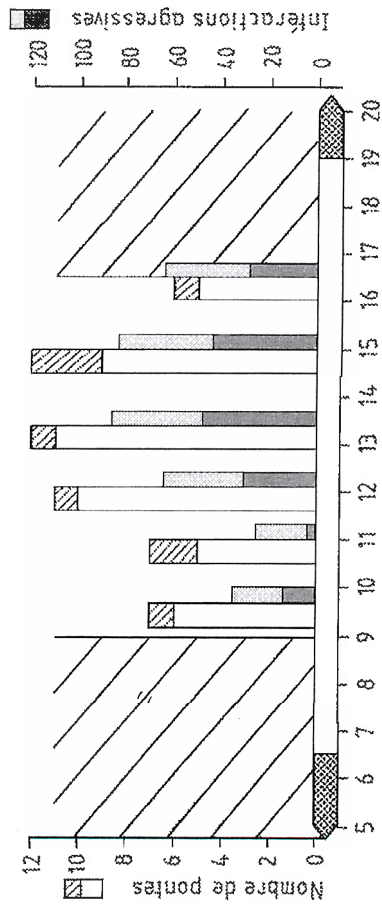


Figure 11 : Nombre de reproductions réussies et de comportement agressifs du mâle dominant (en hachuré et pointillé) et de tous les autres mâles réunis (en blanc et en noir ; n = 7 individus max.) au cours des 6 périodes d'observation d'une frayère. Le mâle dominant se reproduit 1 à 2 fois par heure (comme chacun des autres mâles), mais présente à lui seul le même nombre d'interactions agressives que les 7 autres mâles recensés. (Adapté d'après PONCIN, 1995).



Photo V : Accouplement entre deux ombres communs, *Thymallus thymallus*. Le mâle enveloppe la femelle dans sa nageoire dorsale, puis tous deux s'agitent dans le gravier en émettant leurs produits sexuels. Dans l'encadré, plusieurs mâles participent à la ponte.
Photos : Dr H. PERSAT (Université Cl. BERNARD, Lyon I - France), reproduites avec son aimable autorisation.

Autres espèces de salmonidés

Le comportement de l'ombre illustre parfaitement la reproduction des salmonidés. En ce qui concerne les autres espèces, on soulignera cependant les migrations importantes des **truites de mer** (*Salmo trutta trutta*) et des **saumons atlantiques** (*Salmo salar*). Après une période de croissance rapide en mer (2 ans), ces poissons reviennent en rivière pour se reproduire. On notera aussi les migrations, moins spectaculaires, des **truites farios** (*Salmo trutta trutta m. fario*), qui remontent les petits affluents de nos cours d'eau et les ruisseaux à l'époque du frai (contrairement aux ombres qui se reproduisent dans le lit principal). Les périodes de reproduction de ces salmonidés s'étalent généralement de novembre à janvier. La température est basse (2-10 °C) et la photopériode* décroissante. Le comportement des truites et saumons se distingue de celui de l'ombre par le fait que les femelles choisissent une zone de gravier dans laquelle elles creusent une dépression (« nid ») où seront enfouis les oeufs lors de l'accouplement (**figure 12**) (JONES & BALL, 1954). Chaque femelle est ensuite courtisée par un mâle dominant qui n'hésitera pas à chasser violemment ses adversaires, souvent aidé par sa compagne, avant de féconder ses ovules. Après chaque acte de ponte, la femelle recouvrira les oeufs d'une couche supplémentaire de gravier, grâce à des battements de la queue. Les saumons affectent un substrat de granulométrie* supérieure à celle que préfèrent les truites (0,6 à 5,4 cm pour la truite ; 2-10 cm pour le saumon, voir BAGLINIERE *et al.*, 1979). Après la ponte, le couple défendra le nid pendant plusieurs jours.

Enfin, pour être complet et conclure cette partie, nous signalons au lecteur qu'il existe des études remarquables sur la reproduction des **ombles chevaliers** (*Salvelinus alpinus*) (SANDLUND *et al.*, 1992 ; RUBIN, 1994). Cette espèce européenne se rencontre principalement dans les lacs où elle développe des comportements de reproduction assimilables à ceux des autres salmonidés. Il existe aussi, bien sûr, des travaux sur le comportement des salmonidés d'Outre-Atlantique, comme, entre autres, la truite **arc-en-ciel** (*Oncorhynchus mykiss*) ou le **saumon keta** (*Oncorhynchus keta*) (TAUTZ *et GROOT*, 1975).

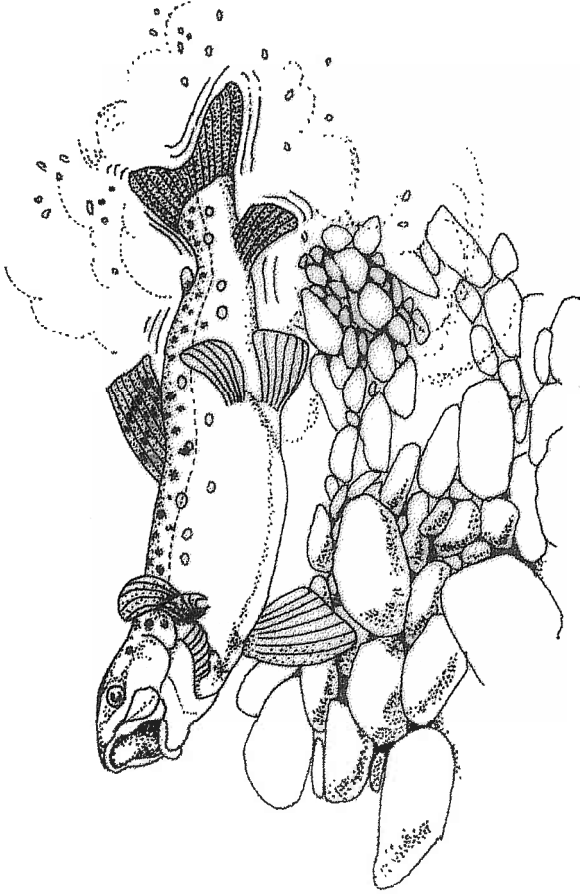


Photo VI : Un site de frai de l'ombre commun, sur l'Ourthe, ayant fait l'objet d'un suivi en 1993.
Photo de l'auteur.



Photo VII : Un ombre nouvellement éclos (taille : 10-15 mm). Photo : L. HANON.

A



B

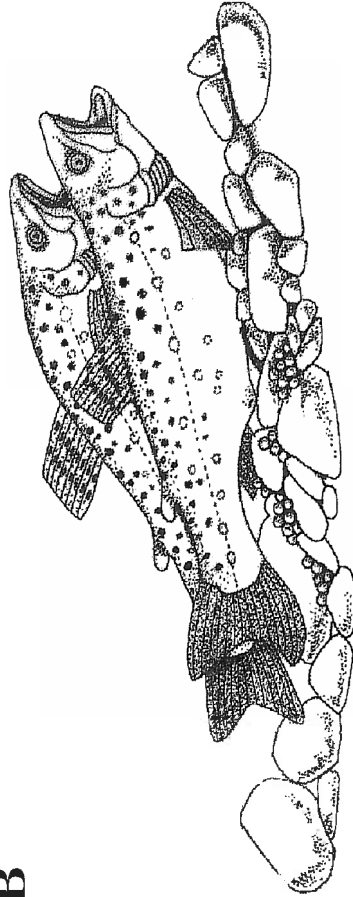


Figure 12. A : Comportement de creusement du « nid » d'une femelle de truite fario.
 B : Accouplement de deux individus.
 Inspiré et modifié d'après les photos de JONES et BALL (1954).

Les cyprinidés d'eau vive

Le barbeau fluviatile *Barbus barbus* L.

Dates de reproduction

Comme l'ont clairement montré PHILIPPART (1977) et BARAS (1992), la reproduction du barbeau s'observe généralement à la fin mai - début juin quand la température de l'eau atteint précisément 13,0 - 13,5 °C à l'aube (environ 14-15 °C le jour). Ce seuil thermique est indispensable car la mortalité des oeufs est totale à une température inférieure à 13 °C. En 1993, BARAS a observé un frai extrêmement précoce (28-30 avril) chez les barbeaux de l'Ourthe. Il résulte très certainement des conditions météorologiques exceptionnelles de cette année. D'autre part, chez le barbeau, nous avons clairement démontré que la diminution de la durée de l'éclaircissement intervenant dès la fin juin inhibe la maturité sexuelle des mâles et des femelles, quelle que soit la température (voir Ch. I).

Caractéristiques générales des frayères

D'un point de vue assez général, les barbeaux utilisent les mêmes sites de reproduction que les ombres. Il s'agit de zones peu profondes (< 30 cm), à courant relativement rapide (25-75 cm/sec), où le substrat est constitué d'un mélange de graviers fins et grossiers (2 à 5 cm de diamètre) (BARAS, 1992). Le lecteur trouvera une caractérisation plus précise de ces zones frayères chez ce dernier auteur.

dirige vers le fond de l'aquarium pour y effectuer une « tentative de ponte ». Redressée, nageoires déployées, bouche projetée vers l'avant et opercules écartés, elle agite sa papille génitale dans le gravier. Avec un comportement comparable, les mâles, accolés aux flancs de la femelle, émettent leur sperme (**photos VIII et IX**). Cette séquence peut se répéter jusqu'à 280 fois pendant une période de 10-11 heures de ponte (PONCIN *et al.*, 1994). Chaque fois que la femelle agite sa papille génitale dans le gravier, on dénombre environ une cinquantaine d'oeufs émis dont la survie est grossièrement estimée à 50 %.

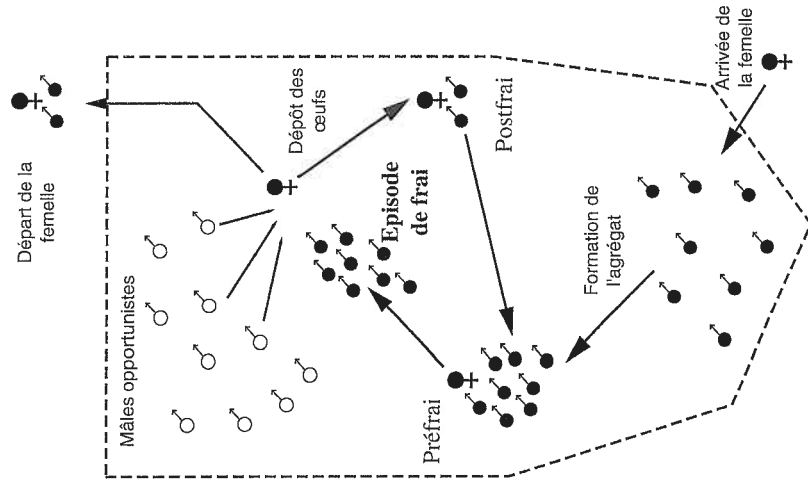


Figure 13 : Séquence type de la reproduction chez le barbeau fluviatile. Explications dans le texte. D'après BARAS *et al.* (1993), construit d'après BARAS (1994).

Comportement reproducteur

Les comportements reproducteurs du barbeau fluviatile ont été décrits pour la première fois, en milieu naturel, par HANCOCK *et al.* en 1976. Cette description restera unique pendant une dizaine d'années. Récemment, les comportements de reproduction et d'activité du barbeau ont fait l'objet d'études remarquables en rivière (BARAS, 1992, 1994). Elles sont essentielles à la bonne compréhension des stratégies d'appariement de l'espèce (**figure 13**). Dès leur arrivée sur une zone de frai, les femelles sont chacune accompagnées par 8 à 30 mâles qui les courtisent. Ils forment un agrégat de reproduction susceptible de se déplacer sur la frayère. Exhibant un comportement comparable à celui décrit en aquarium, la femelle émet ses ovules dans le gravier. Ceux-ci sont alors immédiatement fécondés par les mâles précités. C'est à ce moment précis que des mâles opportunistes, alertés par l'agitation de la femelle, se portent à ses côtés pour émettre leur laitance et tenter de féconder quelques oeufs. L'existence de la stratégie opportuniste chez les barbeaux n'avait pas été mise en évidence par HANCOCK *et al.* en 1976. Elle se situe dans le contexte d'un *sex ratio* déséquilibré (1 femelle pour 50 mâles). L'origine de ce déséquilibre halieutique plus importants des femelles dont la taille moyenne dépasse celle des mâles du fait du dimorphisme sexuel de croissance caractéristique des barbeaux (PHILIPPART, 1977).

Parallèlement à ces études en milieu naturel et profitant de la mise au point de l'élevage contrôlé de l'espèce dans les eaux réchauffées du centre de recherche de Tihange (PHILIPPART *et al.*, 1989), GOUGNARD *et al.* (1987) et PONCIN (1988) ont décrit les parades sexuelles en aquarium, s'attachant à mettre en évidence l'influence du nombre de mâles courtisant sur le succès des pontes. Lors d'une séquence comportementale classique, la femelle, accompagnée de plusieurs mâles (1 à 6-7) nage rapidement dans tout l'aquarium, quittant fréquemment l'abri qui lui sert de refuge. Mâles et femelles effectuent souvent des nages de front, qui consistent en une nage rapide effectuée par deux individus placés côte à côte, la tête de l'un se maintenant au niveau de l'opercule de l'autre. Ce comportement, qui s'observe aussi bien entre deux mâles qu'entre un mâle et une femelle (nages de front mixtes), n'est toutefois pas essentiel au bon déroulement d'une séquence comportementale. Il joue surtout un rôle de synchronisation. Ensuite, la femelle, toujours accompagnée des mâles, se

Étude comportementale de l'hybridation* entre le barbeau fluviatile *Barbus barbus* et le barbeau méridional *Barbus meridionalis*

Il ne nous était pas possible de développer un chapitre traitant du comportement reproducteur du barbeau sans aborder un des principaux axes de recherche de notre laboratoire : l'étude comparée du comportement et de l'hybridation* du barbeau fluviatile et du barbeau méridional. Ces deux espèces peuplent les mêmes cours d'eau dans le sud de la France. La première colonise les zones en aval alors que la seconde affectionne les tronçons de rivière situés en altitude (BERREBI et CATTANEO-BERREBI, 1993). Entre ces deux zones, on rencontre des individus hybrides. En vue de mieux comprendre les mécanismes comportementaux de rapprochement et d'accouplement des deux espèces, nous avons entrepris des expériences en aquarium (JEANDARME *et al.*, 1992 ; PONCIN *et al.*, 1994). Des lots expérimentaux conspécifiques* et hétérospécifiques* de barbeaux fluviatiles et méridionaux ont été constitués permettant d'observer de nombreuses hybridations (figure 14). Les oeufs produits dans les différentes combinaisons montrent qu'il n'existe pas de barrière comportementale à l'hybridation* des deux espèces.

A l'image des études sur les salmonidés présentées plus haut, il a été possible d'inclure des comportements de poursuite et de pré-fraie chez des mâles barbeaux, en leur présentant des leurres de femelles, voire des plaques rectangulaires en polyester de couleurs différentes, simulant une femelle qui s'agite dans le gravier (LELEU, 1993). Les mâles *B. barbus* et *B. meridionalis* réagissent positivement aux leurres allant jusqu'à s'en approcher et se placer parallèlement à ceux-ci (photo X). Ces résultats mettent en évidence l'importance des stimuli vibrationnels et visuels chez le barbeau comme cela avait été démontré chez les salmonidés (voir l'ombre commun). Les capacités de perception visuelle des deux espèces, caractérisées au moyen de coupes histologiques semi-fines de la rétine, sont similaires (COMPERE & PONCIN, soumis dans *Bel. J. Zool.*). Les barbeaux possèdent une vision chromatique qui, du fait de la faible densité en récepteurs (cônes), n'est certainement effective qu'en lumière vive. La coloration du leurre semble importante : les barbeaux préfèrent le blanc, le gris, le jaune et le brun, au rouge et au noir. Ce résultat n'est pas étonnant dans la mesure où les quatre couleurs préférées se retrouvent dans les patrons de coloration des deux espèces étudiées. A cet effet, une femelle barbeau « jaune », telle celle décrite par PHILIPPART en 1993,

représente certainement, du fait de sa coloration, un stimulus hyper-normal susceptible de motiver un grand nombre de mâles courtisant.

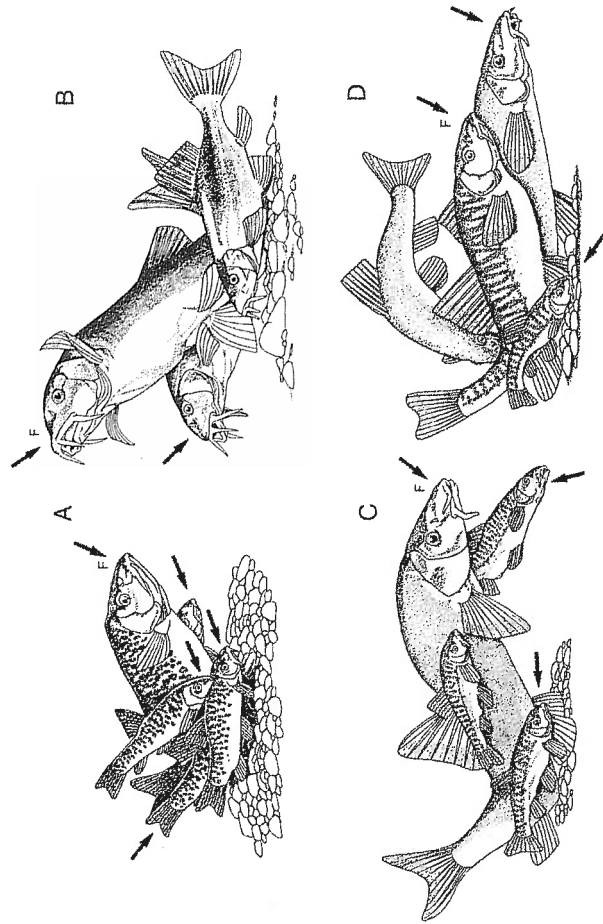


Figure 14 : Comportement de ponte d'une femelle *Barbus barbus* (B et C) ou *Barbus meridionalis* (A et D) accompagnée de mâles conspécifiques* (A et B) hétérospécifiques* (C), ou hétéro et conspécifiques (D). Les flèches indiquent les poissons qui libèrent du sperme ou des ovules. F = femelle. D'après PONCIN, 1994 b.

Plus généralement, les résultats des études comportementales complètent les données obtenues par reproduction artificielle (PHILIPPART et BERREBI, 1990) où des hybrides féconds de sexe femelle ont été obtenus (les mâles étaient stériles). L'absence de découverte d'hybrides de première génération dans le sud de la France indique que le croisement des deux espèces est actuellement inexistant, laissant supposer l'existence de barrières écologiques (situation spatiale des frayères, exigences en oxygène,...) et phénologiques (dates de pontes légèrement différentes). D'autre part, la présence d'une zone hybride de quelques kilomètres de long, colonisée uniquement par des individus hybrides, constitue une barrière empêchant les deux espèces souches de se rencontrer, mais permettant éventuellement leur croisement avec des individus hybrides (BERREBI *et al.*, 1987).

Quelques autres espèces de cyprinidés rhéophiles*

Bien que le comportement reproducteur du **chevaine** (*Leuciscus cephalus*) n'ait jamais fait l'objet de description détaillée, les quelques observations en notre possession indiquent qu'il est comparable à celui du barbeau, impliquant notamment un système de reproduction polyandre (plusieurs mâles pour une seule femelle). De plus, chevaines et barbeaux occupent fréquemment les mêmes sites de reproduction, ce qui donne parfois lieu à des accouplements croisés (BARAS, communication personnelle). Les fécondations croisées semblent toutefois impossibles comme le démontrent les inséminations artificielles que nous avons réalisées en pisciculture.

Se reproduisant plus tôt dans l'année (mars - avril), le hotu (*Chondrostoma nasus*) a fait l'objet d'une étude remarquable en ce qui concerne son comportement de reproduction (LELEK et PENAZ, 1963). Les mâles, porteurs de nombreux tubercules sur tout le corps, forment des bancs de plusieurs centaines d'individus (**figure 15**). Ces derniers sont traversés par des femelles qui déposent leurs oeufs en présence de plusieurs mâles (reproduction polyandre, comme chez les espèces précitées). La vitesse du courant est élevée et de l'ordre de 1 m/sec ; la profondeur d'eau varie entre 15 et 30 cm et le substrat est constitué de graviers assez grossiers.

Le **vairon** (*Phoxinus phoxinus*) développe une stratégie de ponte similaire. Son comportement est l'un des plus anciens qui ait été décrit (TACK, 1940 ; FROST, 1943 ; MOTTRAM, 1992 ; PITCHER, 1971 cités par WOTTON & MILLS, 1979). Il affectionne les zones de gravier et les courants rapides en eaux peu profondes. Il forme des bancs, regroupant principalement des individus mâles qui arborent leur parure nuptiale (**photo XI**) et courtisent les femelles, en provenance de zones plus profondes. L'accouplement est précédé d'une intense agitation au sein d'un groupe : les mâles poursuivant les femelles (et inversement) lors de nages circulaires, pendant lesquelles ils se repoussent mutuellement de la tête. Les sexes sont reconnaissables par le fait que les nageoires pectorales des mâles sont plus étalées et arrondies que celles des femelles.



Photos VIII et IX : Corps redressé, papille génitale sur le fond, une femelle barbeau (en aquarium, en haut ; en milieu naturel, en bas) émet ses ovules dans le gravier en présence de plusieurs mâles qui les fécondent. *Photos :* M. BOCKIAU, en haut ; E. BARAS, en bas, reproduites avec l'aimable autorisation des auteurs.



Photo X : Un mâle barbeau (*Barbus barbus*) courtisant un leurre imitant une femelle en posture de ponte. Une femelle de barbeau méridional est aussi visible en arrière plan. *Photo* : M. BOCKIAU.



Photo XI : Vairon mâle en parure nuptiale, tubercules sur le front, base des nageoires et bouche rouges, flancs jaune-vert. *Photo de l'auteur.*

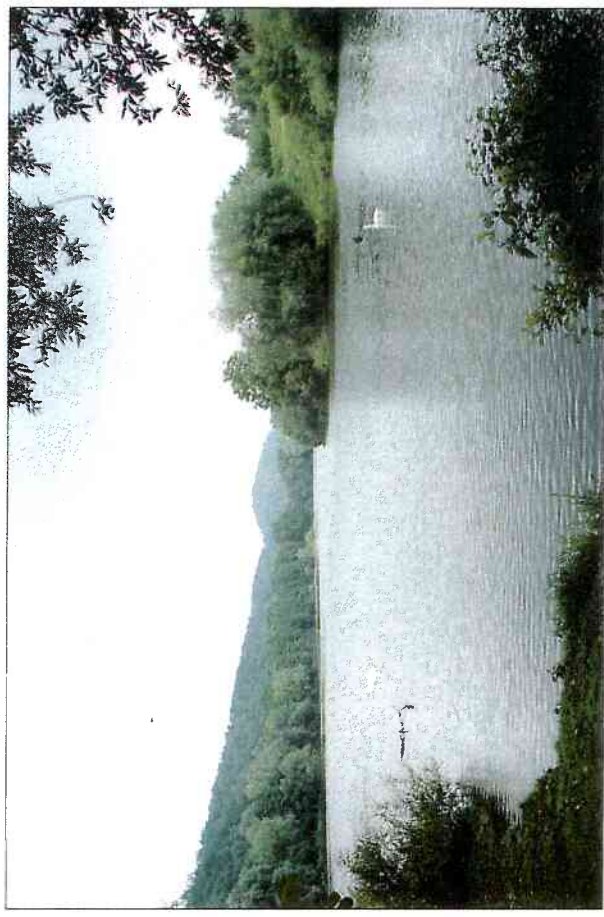


Photo XII : Le site de Lanaye en Meuse belgo-néerlandaise. *Photo de l'auteur.*

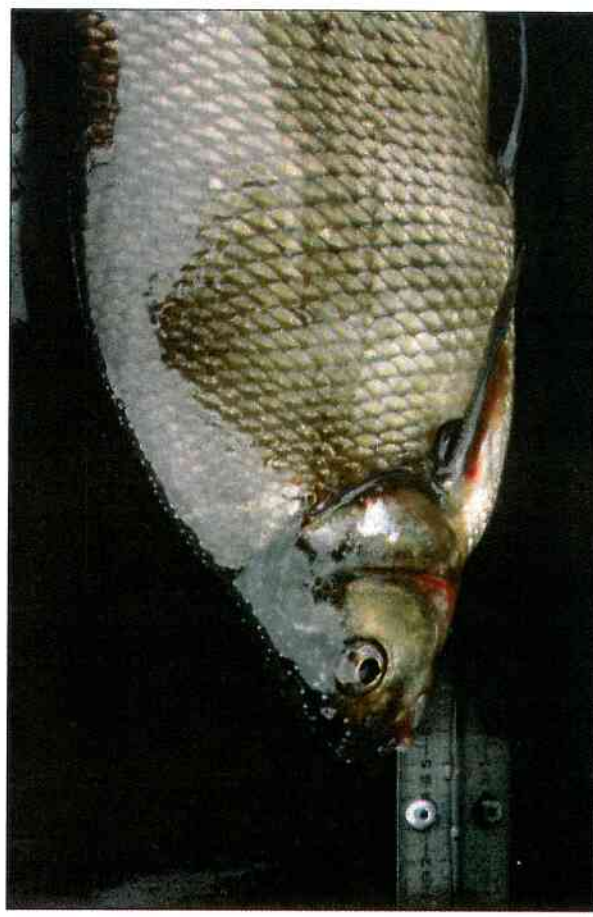


Photo XIII : La brème : un mâle territorial, présentant des tubercules de frai sur la tête et le dos. *Photo de l'auteur.*



Photo XIV : Une brème femelle (en foncé, au centre, indiquée par la flèche), occupée à frayer avec 3-4 mâles, dont un plus clair apparaît nettement à l'arrière-plan. Photo de l'auteur.



Photo XV : Oeufs de brèmes collés sur un substrat végétal (branches d'épicéas d'une frayère artificielle). Photo de l'auteur.

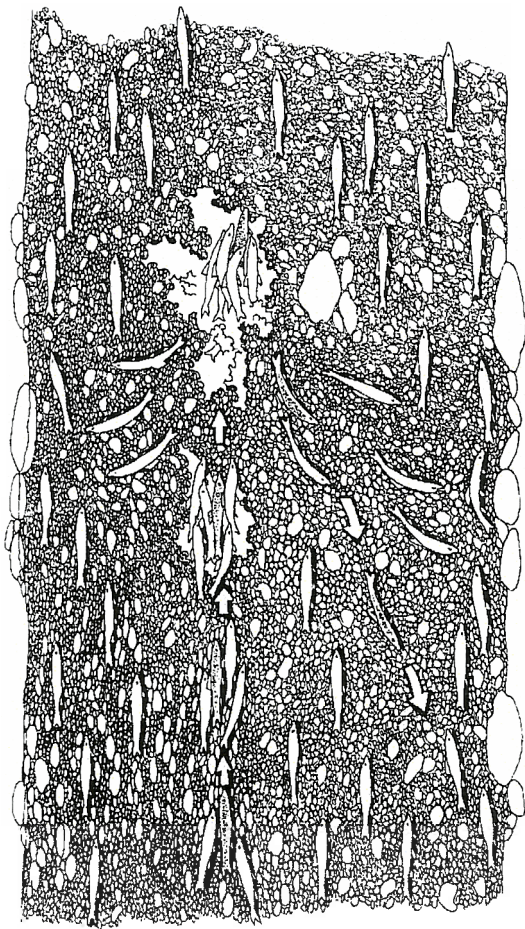


Figure 15 : Une femelle hotu (plus foncée) pénètre à l'intérieur d'un banc de mâles. Elle est immédiatement courtisée par plusieurs individus. Il s'ensuit un accouplement. La femelle retourne ensuite vers les zones plus profondes de la rivière. (Inspiré et interprété des études de LELEK et PENAZ, 1963). Dessin A.-M. MASSIN.

Enfin, en ce qui concerne le goujon (*Gobio gobio*) et la vandoise (*Leuciscus leuciscus*), bien que de nombreuses études aient été consacrées à la biologie de leur reproduction (dates de ponte, fécondité, influence des facteurs environnementaux, élevage,...) (MILLS, 1981 ; KESTEMONT et MÊLARD, 1994), nous n'avons pas pu recueillir des informations précises quant à leur comportement de ponte. Il reste donc à découvrir ! Travail pour lequel nous nous mobilisons déjà en ce qui concerne la première espèce pour laquelle des résultats originaux seront prochainement publiés.

Les cyprinidés d'eau calme

La brème commune *Abramis brama* L.

Périodes de reproduction

La brème se reproduit généralement en mai - juin (DIAMOND, 1985 ; PHILPPART, 1989). En 1993 nous avons observé avec certitude deux périodes de ponte, du 22/4 au 27/4 et du 11/5 au 14/5. La ponte débute quand la température de l'eau atteint 14-15 °C. Elle se poursuit avec des températures plus élevées (19-20 °C). La première période de reproduction a coïncidé avec celle du gardon (*Rutilus rutilus*) (figure 16). Elle concerne certainement aussi des individus hybrides (FAHY *et al.*, 1988). A titre de comparaison, en 1994, trois périodes de reproduction ont été observées : 30/4 au 3/5, 10/5 au 13/5 et 31/5 au 3/6 (voir figure 27, p. 65).

Caractéristiques des frayères : le site de Lanaye en Meuse belgo-néerlandaise

Le site du « Petit gravier » à Lanaye (Meuse belgo-néerlandaise) illustre très bien les caractéristiques des zones frayères pour poissons d'eau calme. Les zones de pontes sont principalement situées en rive gauche, concave. La végétation y est plus abondante qu'en rive droite (photo XII). De plus, elle bénéficie de l'ombrage de grands arbres (photo XII). De plus, elle bénéficie de l'ombrage de grands arbres pendant les heures chaudes. Nous nous sommes intéressés en détail à un secteur d'environ 15 m de long (figure 17) où il était possible d'étudier et de filmer les mécanismes de reproduction des poissons sans les perturber.

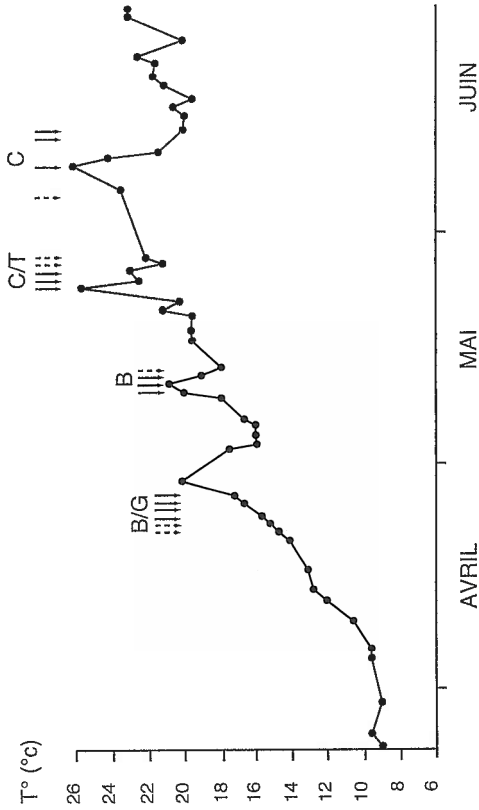


Figure 16 : Dates de ponte des brèmes (B), gardons (G), carpes (C) et tanches (T) sur le site de Petit Gravier à Lanaye. Des relevés de la température ont été effectués par M. S. LALMAN. En pointillés, les jours qui n'ont pas fait l'objet d'un suivi.

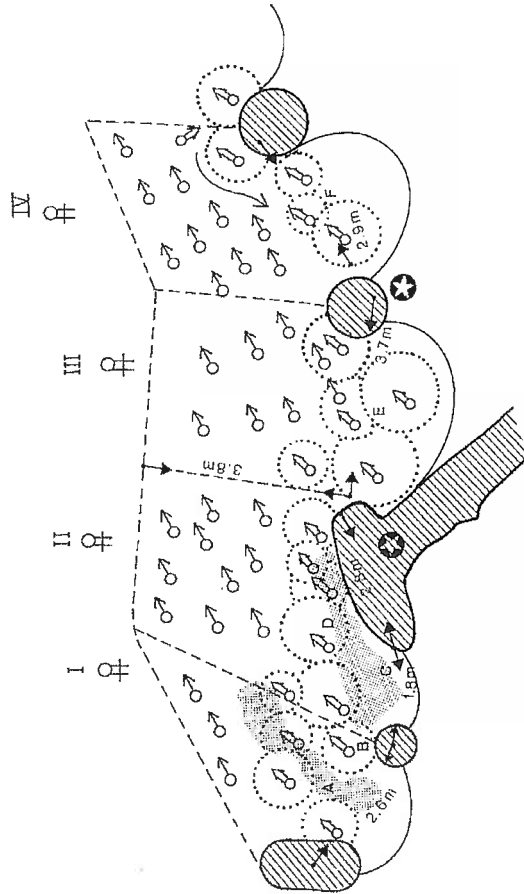


Figure 17 : Schéma représentant la répartition de brèmes sur 4 secteurs d'observation en Meuse à Lanaye. ♂ : mâles territoriaux ; ♀ : femelles ; ♀ : mâle tuberculé à la recherche d'un territoire. En hachuré : arbres longeant la berge ; en ombragé : herbiers. Les étoiles indiquent les emplacements d'observation. (Dessin : V. MAES)

Estimation de la densité en brèmes sur base du comportement de reproduction

Ce poisson a été peu étudié dans nos régions, considéré parfois comme trop abondant et nuisible. Il a suscité beaucoup de travaux dans les pays de l'Est, mais peu sont consacrés à son comportement. FABRICIUS (1951) relate toutefois une activité territoriale chez les mâles et, plus récemment, KOZLOVSKIJ (1991) démontre l'importance des substrats disponibles sur cette territorialité. Les observations présentées dans ce chapitre sont donc originales. Elles ont déjà fait l'objet d'une courte présentation (PONCIN, 1994 c) et devrait paraître prochainement dans une publication plus détaillée. Les observations ont été réalisées dans la gravière de Lanaye, sur la vieille Meuse, dans le cadre de recherches plus larges visant à caractériser la biodiversité (oiseaux, poissons, batraciens, végétaux,...) de ce site (KEULEN *et al.*, 1994).

Des mâles de grande taille (35-40 cm ; > 5 ans) et présentant des tubercules de frai (**photo XIII**), défendent un territoire le long des berges, monopolisant de la sorte les substrats intéressants pour la ponte (herbiers, racines de saules et d'aulnes,...) (**figure 17**). La profondeur de l'eau est faible (25-50 cm). D'autres mâles, plus petits (\pm 30 cm ; 3-4 ans), non tuberculés, se tiennent entre 2 et 4 m du bord. Ils ne semblent pas défendre de territoires. Enfin, quelques individus tuberculés errant à la recherche d'un territoire sont parfois aussi observés.

Les femelles mûres se tiennent au large, là où la profondeur d'eau empêche toute observation de leur comportement. Dès que l'une d'entre elles s'approche de la berge, pour tenter de s'accoupler, elle est d'abord poursuivie par les « mâles non territoriaux » avant de pénétrer dans la parcelle d'un « mâle territorial ». C'est chez ce dernier que la ponte peut avoir lieu (éventuellement en présence des voisins). Dans un grand fracas (**photo XIV**), les mâles et la femelle émettent leurs produits sexuels. Par de rapides mouvements d'agitation, la femelle projette ses ovules sur la végétation. Ceux-ci sont immédiatement fécondés par ses partenaires. Les oeufs, ainsi collés à un substrat (**photo XV**), mettront 3-4 jours à 16-20 °C pour se développer.

Dès la fin de la ponte, les zones de dépôt des oeufs peuvent être identifiées sur le pourtour de la frayère de Lanaye. Sur une zone homogène de 11,6 m de long, on dénombre 16 mâles territoriaux et 28 non territoriaux. On peut donc estimer le nombre de mâles à 1926 individus pour un total de 508 m de sites de ponte. Ces résultats montrent qu'une approche comportementale peut déboucher sur des estimations de densité de géniteurs, sur un site où d'autres méthodes (pêche électrique ou au filet) s'avèrent d'application très difficile. Il serait possible de pousser plus loin l'extrapolation en s'intéressant, par exemple, au nombre d'oeufs déposés ainsi qu'à leur survie.

Autres espèces de cyprinidés d'eau calme

La reproduction du **gardon** (*Rutilus rutilus*) se déroule en avril - mai quand la température de l'eau atteint 14-15 °C (**figure 16**). Elle peut être un peu plus précoce que celle des brèmes. Les oeufs collants sont déposés sur la végétation aquatique rivulaire.

Le comportement de reproduction des gardons est fort semblable à celui de la brème commune. Il est similaire à celui du **rotengle** (*Scardinius erythrophthalmus*). Les mâles, couverts de tubercules, se tiennent à proximité des zones de frai, dans l'attente d'une femelle (**figure 18 et 19**) (SVARDSON, 1949, 1952 ; DIAMOND, 1985). Toutefois, contrairement aux brèmes, ils ne développent pas de territorialité. Lorsqu'une femelle s'approche, elle est immédiatement suivie par plusieurs mâles qui la courtisent. La ponte a lieu dans la végétation où l'agitation de la femelle et l'expulsion des oeufs qui en résulte provoquent la libération de sperme par les mâles. La ressemblance entre le comportement de frai des brèmes, des gardons et des rotengles explique les nombreuses hybridations observées entre ces espèces, qui colonisent les mêmes habitats et se reproduisent approximativement aux mêmes dates (FAHY *et al.*, 1988 ; ECONOMIDIS et WHEELER, 1989).

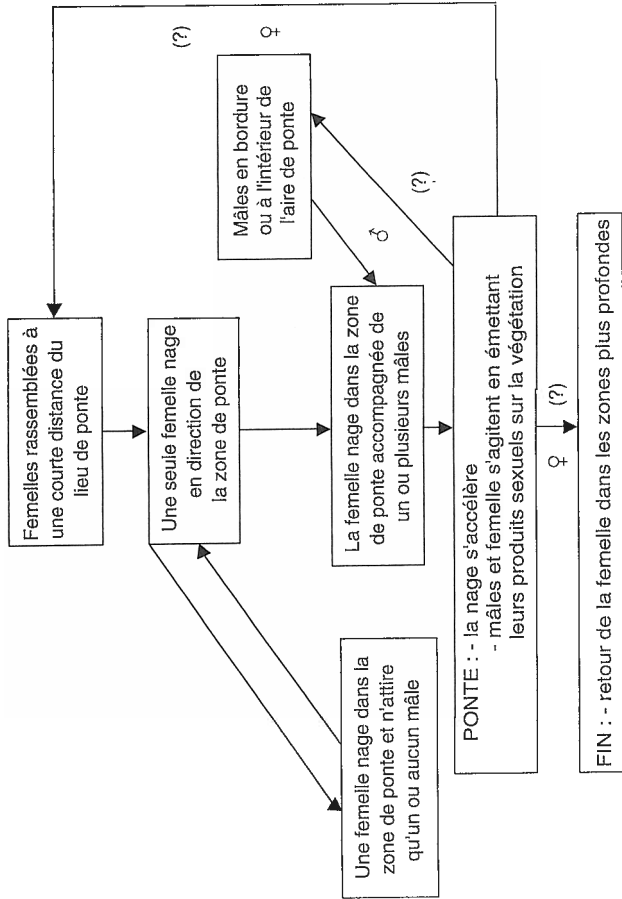


Figure 18 : Séquence comportementale de ponte du gardon, *Rutilus rutilus*. Adapté d'après la version anglaise de DIAMOND, 1985, en fonction de nos propres observations.

La stratégie de ponte de la carpe (*Cyprinus carpio*) s'apparente à celle des espèces précitées. Elle se reproduit en juin - juillet dès que la température de l'eau s'élève à 20 °C. Les oeufs adhésifs sont déposés sur la végétation par de grosses femelles suivies de quelques mâles qui les courtisent, en effectuant un comportement de « chasse ». Le groupe ainsi formé jalonne les berges à la recherche du substrat approprié à l'accouplement. Branches, branchettes, racines immergées, plantes aquatiques, nids d'oiseaux d'eau sont autant de sites idéaux pour le dépôt des oeufs. La femelle agit alors sa nageoire caudale dans la végétation, libérant de la sorte ses ovules qui sont immédiatement fécondés par ses partenaires. La profondeur d'eau est souvent faible, laissant apparaître le dos des géniteurs qui s'ébattent à grand fracas. En outre, il semblerait que certains autres mâles attendent les femelles sur les sites privilégiés de reproduction et tentent de participer au frai.



Figure 19 : Représentation d'une séquence de ponte de ponte d'une femelle gardon accompagnée de quelques mâles (explications dans le texte). (Dessin A.-M. MASSIN).

Présents dans nos étangs et accidentellement dans nos cours d'eau, les **carassins** (*Carassius carassius* et *C. auratus*) sont certainement parmi les cyprinidés les plus étudiés en laboratoire. Leur comportement est bien connu et analogue à celui des autres cyprinidés d'eau calme (comme la carpe, par exemple). C'est chez le carassin doré que le rôle des phéromones* (substances chimiques émises dans l'eau pendant la reproduction) a bien été mis en évidence (voir STACEY, 1991 pour détails). Elles facilitent le rapprochement des partenaires et stimulent leur maturation.

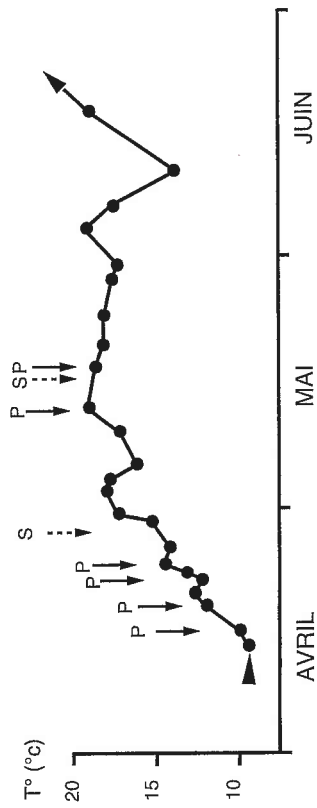


Figure 20 : Dates de ponte des perches (P) et des sandres (S) en Meuse mitoyenne en 1994, en fonction de la température de l'eau.

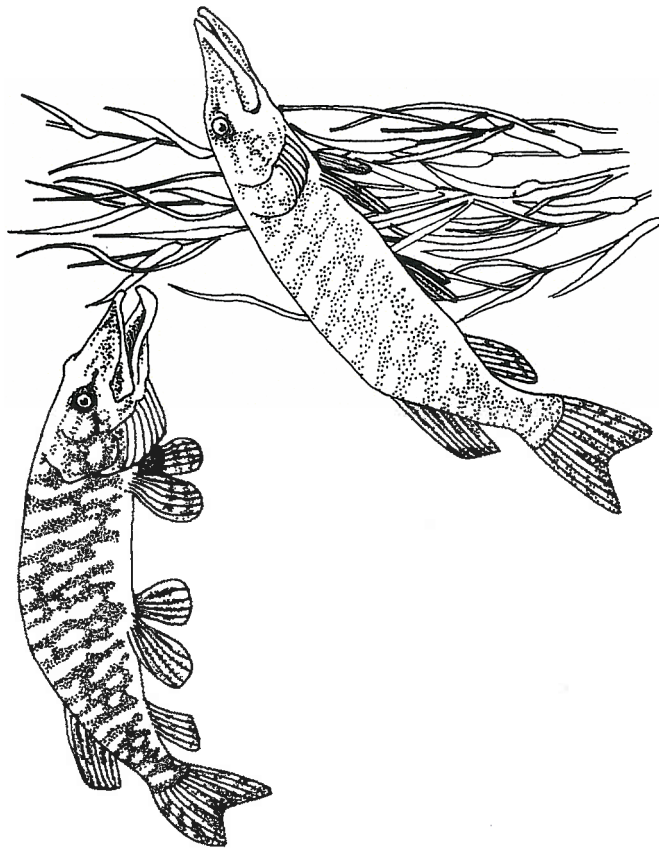


Figure 21 : Interaction agressive entre deux brochets mâles. L'individu dominant (à gauche), de coloration plus contrastée, nageoires déployées, gueule ouverte, s'apprête à attaquer un mâle rival (à droite), plus clair. Schéma réalisé par A.-M. MASSIN en s'inspirant des photographies de FABRICIUS et GUSTAFSON (1958).



Photo XVI : Une perche femelle occupée à garder des rubans d'oeufs. (Photo Serv. Ethol. : J.-M. DAVENNE). En encadre, une ponte de perche en milieu naturel, à la carrière de La Gombe. Photo : P. LEBRUN.



Photo XVII : Le sandre, *Stizostedion luctiperca* : un spécimen de 50 cm capturé dans une frayère, en basse Meuse. Photo de l'auteur.



Photo XVIII : Le brochet, *Esox lucius* : un spécimen capturé dans l'Ourthe. Photo de l'auteur.

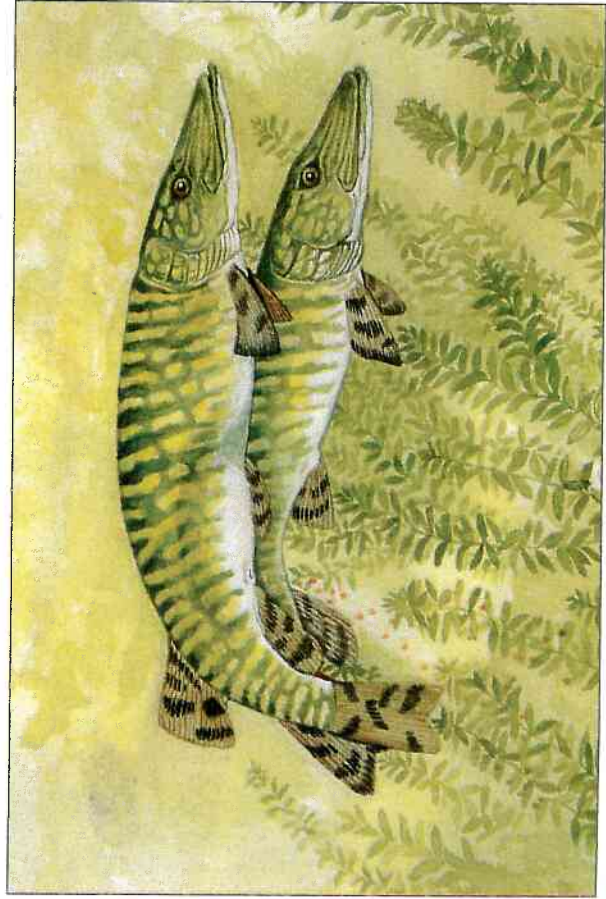


Photo XIX : L'accouplement chez le brochet (voir texte pour explication). Aquarelle réalisée par A.-M. MASSIN en s'inspirant des photographies de FABRETTUS et GUSTAFSON (1958).



Photo XXI : Une bouvière mâle en parure nuptiale (corps fortement coloré), assurant la garde d'une anodonte susceptible d'accueillir la ponte d'une femelle. Photo : B. GODDEERS, Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique.



Photo XXII : Une bouvière femelle dépose ses oeufs dans une anodonte grâce à son ovipositeur. Photo : B. GODDEERS, Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique, reproduit avec son aimable autorisation.

Les carnassiers

La perche *Perca fluviatilis* L.

La perche se reproduit en avril - mai quand la température de l'eau est de 12-14 °C. La ponte débute parfois à des températures plus faibles (8-9 °C) et peut se prolonger à des températures plus élevées (19 °C). A titre d'exemple, en 1994, des pontes de perches ont été identifiées dans les deux frayères de Lanaye (Meuse belge) les 15, 18, 21 et 23 avril ainsi que les 12 et 17 mai (**figure 20**).

La perche dépose ses oeufs sous forme de rubans sur un support immergé. Les buissons, branches, racines de saules ou d'aulnes, tiges desséchées de lycope d'Europe, de grande oseille, de salicaire commune, de glycéries et toute autre végétation plongeant dans l'eau ou immergée sont autant de substrats intéressants pour la perche. Des points d'ancrage artificiel sont aussi parfois utilisés (vieux tuyaux, barres de fer,...) en l'absence de support naturel.

La biologie de reproduction de la perche a fait l'objet de plusieurs études approfondies (dates de ponte ; fréquence de ponte, fécondité) (DALIMIER, 1981 ; DALIMIER *et al.*, 1982 ; DALIMIER et VOSS, 1982). Ces recherches, menées au sein du Service d'Ethologie* de l'Université de Liège, ont été réalisées soit en plongée, dans une carrière inondée (à La Gombe, Province de Liège), soit en aquarium. En ce qui concerne plus particulièrement le comportement de ponte de la perche en aquarium, il a été décrit en détail par TREASURER (1981). En effet, contrairement aux espèces précédemment décrites, le comportement de reproduction des carnassiers est difficile à observer en milieu naturel. Ses manifestations sont souvent localisées et discrètes.

Les oeufs sont déposés le matin, sous forme de rubans de 30 à 120 cm de longueur (15.000 à 100.000 oeufs par ruban) sur des



Photo XXIII : Un spécimen mâle d'épinoche arborant des couleurs nuptiales vives : ventre vert, yeux bleus et dos argenté. Photo : Serv. Ethol., J.-M. DAVENNE.



Photo XXIV : Un chabot, *Cottus gobio*. Photo : Serv. Ethol. J.-M. DAVENNE.

branches d'arbres immergées (DALMIER *et al.*, 1982). Une femelle et 4-5 mâles constituent un agrégat de reproduction. Stimulée par les mâles, la femelle débute la parade sexuelle. Face à un substrat de ponte adéquat, elle nage rapidement en spirale en émettant la totalité de ses ovules qui sont immédiatement fécondés par des mâles (TREASURER, 1981). Les interactions entre mâles sont fréquentes. Les patrons de coloration des individus y ont leur importance (nageoires rouges, contraste des bandes transversales). Le gonflement des oeufs par absorption d'eau est ensuite très rapide, engendrant les structures en chapelets des « rubans » de perches (photo XVI). La garde des oeufs est réalisée par la femelle une fois la ponte terminée.

Le sandre (*Stizostedion lucioperca*)

(photo XVII) (voir Gobin, 1989 pour détails)

La reproduction du sandre s'étale du mois d'avril au mois de juin. Elle débute lorsque la température de l'eau atteint environ 12 à 14 °C (figure 20). Les reproducteurs choisissent des zones calmes, de profondeur moyenne (0,5 - 3 m) pourvus d'un fond sablonneux parsemé de végétation, de branchettes ou encore de racines enchevêtrées.

Le comportement de reproduction du sandre ressemble à celui de certains poissons cichlidés africains ou sud-américains. Il implique la formation d'un couple qui construit un nid, trou rond sur le fond. C'est principalement le mâle qui nettoie la zone de ponte, par des battements de sa nageoire caudale et en enlevant de la gueule les débris végétaux qui gênent, avec sa gueule. Le substrat sur lequel seront déposés les oeufs est alors rendu apparent (racines, branchettes,...). L'acte de ponte est précédé de parades pendant lesquelles les poissons effectuent des nages circulaires. Une fois la ponte terminée, le mâle assure seul la garde des oeufs, parfois jusqu'à ce que les jeunes alevins nagent librement.

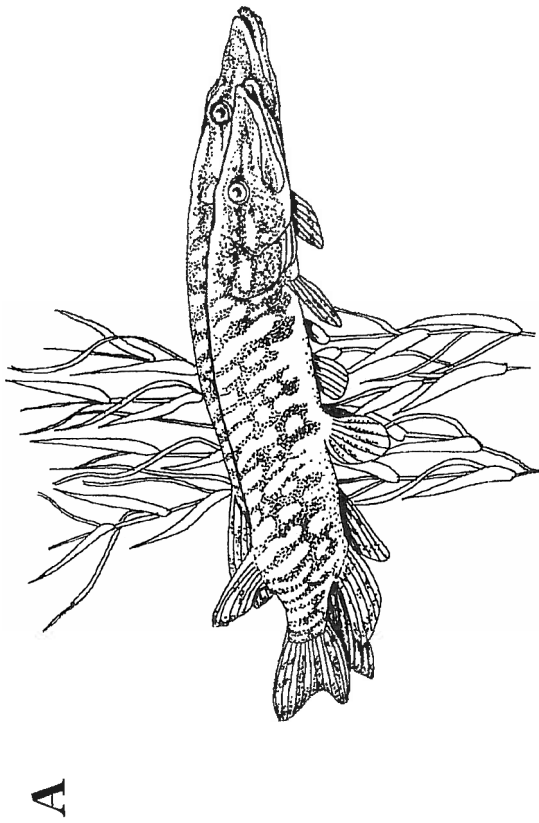
Ce type de comportement s'apparente à celui de la **perche-soleil** (*Lepomis gibbosus*), parfois rencontrée dans nos cours d'eau (MILLER, 1963). En ce qui concerne la **Grémille** (*Gymnocephalus cernuus*), nous n'avons pas trouvé d'information sur son comportement reproducteur.

Le brochet (*Esox lucius*)

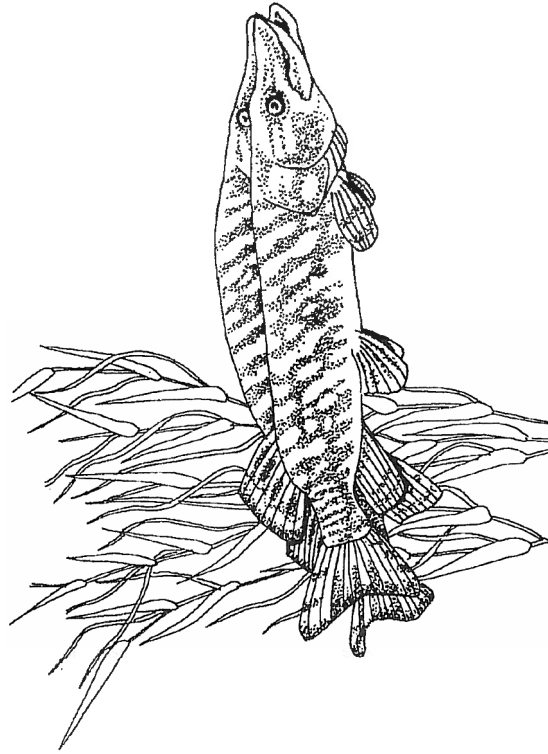
(photo XVIII)

La reproduction du brochet s'observe de février à mars, pour des températures de 7 à 10 °C. Le comportement exploratoire des géniteurs les amène à rechercher les zones inondées : prairies, marécages, zones rivulaires peu profondes, bras morts,... (Voir SOUCHON, 1983 pour synthèse). Il s'agit de grosses femelles, accompagnées de quelques mâles, qui déposent respectivement leurs oeufs collants et leur laitance sur la végétation (joncs, roseaux,...).

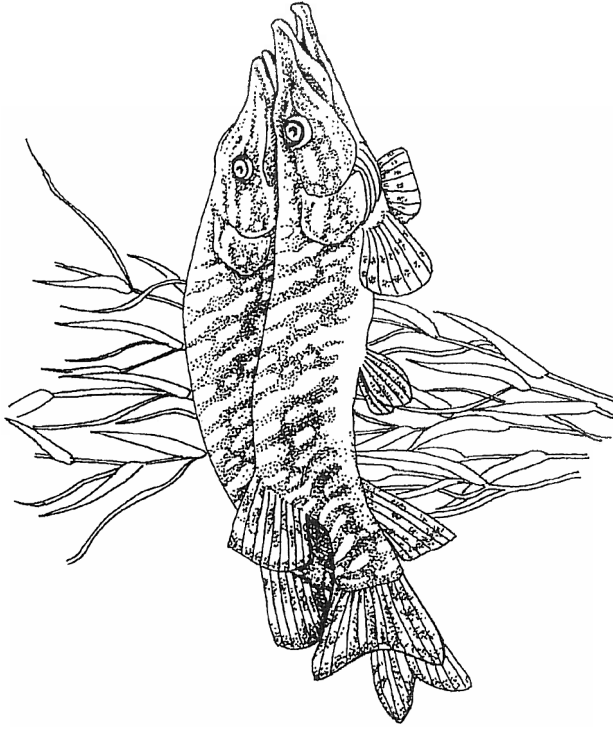
Le comportement reproducteur a été décrit en détails par FABRICIUS et GUSTAFSON en 1958, sur la base d'observations menées en aquarium et étayées par des données recueillies en milieu naturel. L'accouplement est précédé de nombreuses interactions agressives entre mâles (figure 21). Ensuite, un mâle, plus petit, courtise une femelle en frottant la gueule sur les côtés de la tête ou sur les flancs de la femelle. Cette parade est parfois initiée par la femelle. Par après, les deux individus s'apparient. Nageant tête contre tête, ils synchronisent leurs mouvements. L'acte sexuel est entrepris par le mâle qui, par de rapides mouvements de queue, pousse les flancs de la femelle jusqu'à ce que cette dernière émette quelques ovules qui sont immédiatement fécondés par la laitance de son partenaire (figure 22 et photo XIX). Le mouvement créé par les deux partenaires propulse les oeufs qui se déposent sur la végétation à laquelle ils adhèrent. Cette séquence comportementale se répète ainsi tout au long de la journée. En milieu naturel, plusieurs mâles (2-3) suivent la femelle et participent successivement à l'accouplement. La ponte terminée, ils vont éventuellement courtiser une autre femelle mûre. Comme chez les salmonidés, des accouplements homosexuels ont été observés par FABRICIUS et GUSTAFSON (un mâle entamant une parade sexuelle, à laquelle un autre mâle répond positivement).



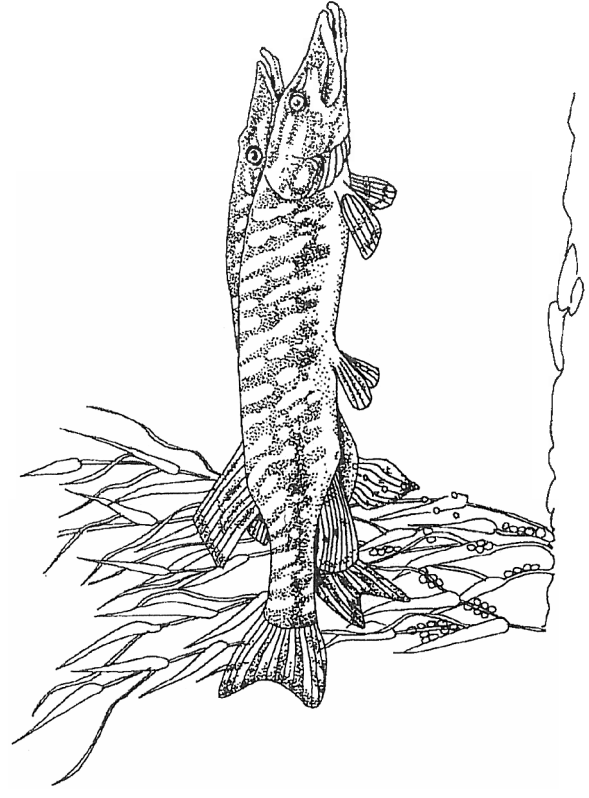
A



B



C



D

Figure 22. A, B, C : Un brochet mâle (à l'avant plan) se place aux côtés d'une femelle, tête contre tête. Il s'agit ensuite afin de la stimuler à libérer ses ovules. **D :** La femelle, passée à l'avant plan, contracte son abdomen et émet ses ovules qui sont instantanément fécondés par le mâle dont la papille génitale est au contact de celle de sa partenaire. Les ovules ainsi propulsés adhèrent à la végétation avoisinante. Schémas réalisés par A.-M. MASSIN en s'inspirant des photographies de FABRICIUS et GUSTAFSON (1958).

Autres espèces de poissons

La bouvière *Rhodeus sericeus amarus*

La bouvière présente certainement un accouplement des plus originaux et des plus connus parmi les espèces de nos régions (GODDEERIS, 1984). Au moment de la reproduction (avril - mai - juin), les mâles qui arborent une coloration vive, teintée de bleu et de rouge, deviennent agressifs envers leurs homologues (**photo XXI**). Chez la femelle, un long tube (ovipositeur) prolonge la papille génitale. En présence de moules d'eau douce (anodontes*) et après quelques parades de cour, la femelle introduit son ovipositeur dans la cavité paléale de la moule. Elle y dépose quelques ovules (1 à 2) (**photo XXII**). Le mâle quant à lui déverse son sperme au niveau du siphon d'aspiration d'eau de la moule. Le processus de fécondation se réalise donc à l'intérieur du mollusque. L'accouplement se répète inlassablement jusqu'à l'expulsion des 40 à 100 ovules de la femelle. Le courant d'eau créé par la moule (organisme filtrant) oxygénera les oeufs pendant les quelques jours d'incubation, mais aussi pendant la phase de résorption de la vésicule vitelline. A l'abri d'une coquille, oeufs et larves seront ainsi protégés d'éventuels prédateurs. Les alevins sortiront au bout de quelques semaines.



Photo XX : La biodiversité en eau calme symbolisée par A-M. MASSIN. *A gauche*, une femelle de carpe est courtisée par 2 mâles. *Au centre*, des brèmes s'accouplent sur les racines immergées d'un aulne, tandis qu'à l'extrême droite une perche assure la garde de ses oeufs. Le lecteur initie reconnaîtra aussi les rotengles, les gardons, les goujons, les brochets, l'anguille, la tanche, l'écrevisse et les moules d'eau douce.

L'épinoche *Gasterosteus aculeatus*

Chez l'épinoche, chère aux éthologistes (voir RUWET, 1969, pour synthèse), la période de reproduction s'étale du mois de mars au mois d'août (WOOTTON, 1984). Après de courtes migrations vers les sites de frai, les mâles défendent un territoire, arborant des couleurs vives (ventre rouge, yeux bleutés) et développent un comportement agressif (photo XXIII). Parallèlement, ils construisent un « nid », cylindre rond constitué d'un assemblage de brindilles, de petits cailloux ou de végétation aquatique, agglutinés au moyen de mucus qu'ils sécrètent. Ils courtisent ensuite une femelle, reconnaissable à son abdomen distendu et à sa coloration sombre (gris argenté). Ce comportement peut se répéter plusieurs fois d'affilée, jusqu'à épuisement du stock d'ovules de la femelle ou « perturbation » de cette dernière qui pourra alors aller quérir un autre mâle. Une femelle épinoche bien nourrie peut pondre 15 à 20 fois au cours d'une saison de reproduction. La ponte terminée, le mâle ventile les oeufs à l'aide de ses nageoires pectorales et assure la garde des alevins fraîchement éclos face à d'éventuels intrus (autres épinoches, insectes prédateurs,...) (figure 23).

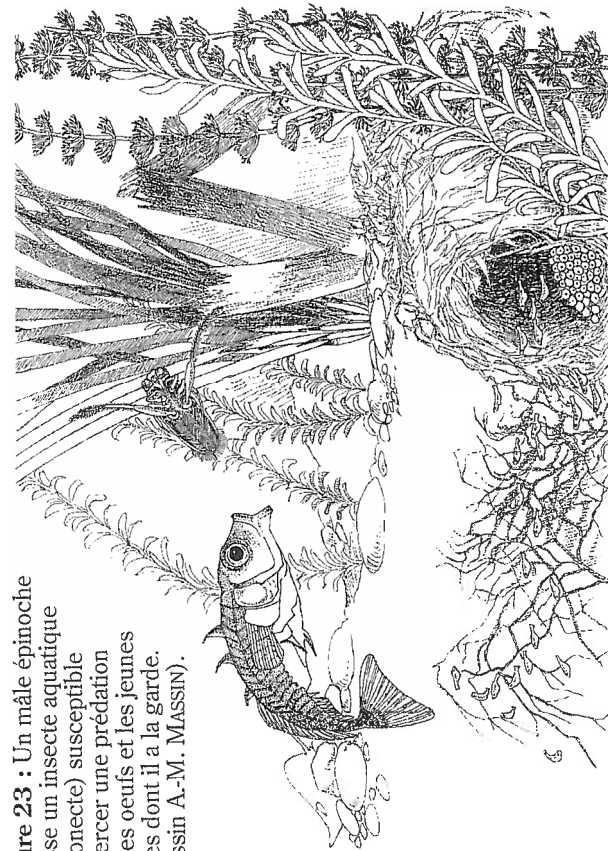


Figure 23 : Un mâle épinoche chasse un insecte aquatique (notonecte) susceptible d'exercer une prédation sur les oeufs et les jeunes larves dont il a la garde. (Dessin A.-M. MASSIN).

Le chabot *Cottus gobio*

(photo XXIV)

Le chabot, dont la ponte a lieu en mars - avril, présente aussi un comportement reproducteur très original (MORRIS, 1954, cité par LADICH, 1990). Le mâle défend une enclave située sous une grosse pierre ou un rocher. C'est sous cet abri que la femelle déposera ses oeufs, après une parade durant laquelle le mâle secoue la tête, qui prend une coloration sombre. Il défend ensuite seul les oeufs pendant plusieurs semaines, jusqu'à l'autonomie des alevins. Le chabot présente aussi la particularité d'émettre des sons, associés à ses comportements sexuels et de rivalité.

La grande alose *Alosa alosa*

La grande alose est un poisson migrateur qui, au même titre que le saumon, remonte de la mer pour se reproduire en eau douce. Elle est actuellement disparue de nos cours d'eau. Toutefois, encore présente dans certaines rivières françaises, son comportement de reproduction a fait l'objet d'études attentives (BOISNEAU *et al.*, 1990 ; BELAUD *et al.*, 1991, pour ne citer que les dernières) ; c'est pourquoi nous lui consacrons ce paragraphe.

La grande alose se reproduit au printemps - début de l'été sur des fonds de galets grossiers, sable, gravier, dans des zones à courant rapide et sous une profondeur d'eau de 0,5 à 2 m. La température de l'eau varie entre 12 et 25 °C. La ponte a lieu pendant la nuit. L'agitation des géniteurs crée des remous en surface appelés « bull » ou « grouillée », révélateurs à l'accouplement, pendant lequel mâle et femelle frappent violemment la surface de l'eau. Les oeufs émis sont entraînés par le courant et se déposent sur le fond, entre les galets. La ponte terminée, la plupart des géniteurs, épuisés, meurent.

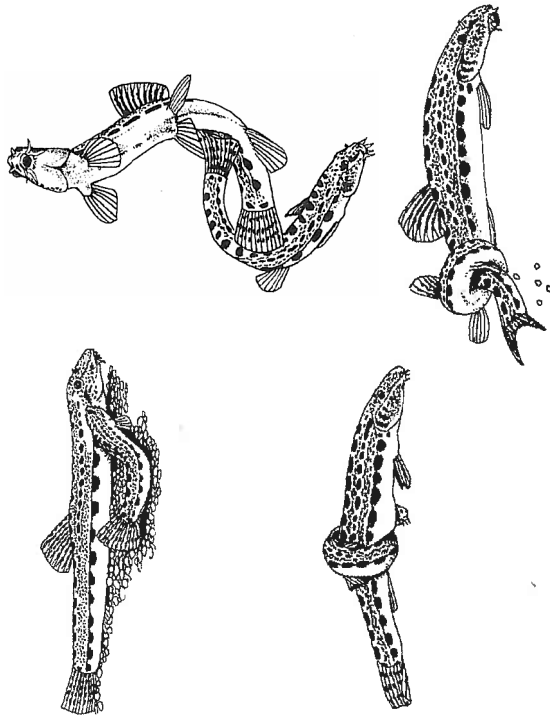


Figure 24 : Principales séquences observées lors de l'accouplement de la loche de rivière *Cobitis taenia* : stimulation tactile du mâle au niveau des opercules de la femelle, nage hélicoïdale, enroulement du mâle autour de la femelle, libération des ovules et fécondation. Dessins réalisés par A.-M. MASSIN d'après les photographies de LODI & MALCARNE, 1990.

La loche de rivière *Cobitis taenia*

Poisson aux moeurs nocturnes et crépusculaires, la loche de rivière est devenue très rare en Belgique (PHILIPPART et VRANKEN, 1983). Présente en Italie, son comportement reproducteur a été récemment analysé en détails (LODI & MALCARNE, 1990). Elle se reproduit en avril - mai. Les mâles, plus petits que les femelles, possèdent des nageoires pectorales plus minces que ces dernières. Le comportement reproducteur se compose d'une succession de stimulations tactiles du mâle, prodiguées au niveau des opercules de sa partenaire, de nages hélicoïdales des deux partenaires et de poursuites. Cette séquence de cour se clôture par un accouplement spectaculaire où le mâle s'enroule autour de la femelle, à hauteur de sa papille génitale (**figure 24**). Les ovules expulsés seront ainsi instantanément fécondés par le sperme du mâle et se déposeront sur le fond, constitué de fins graviers, de sable ou de cailloux.

Conservation et aménagement

Recherche scientifique et intérêt d'un suivi

Les recherches sur la reproduction des poissons apportent des données indispensables à la gestion de nos rivières. C'est ainsi que la connaissance des caractéristiques exactes des sites de frai et des exigences écologiques des poissons sont nécessaires pour juger de l'incidence des multiples aménagements dont font l'objet nos cours d'eau. Ce type d'approche doit déboucher sur la préservation des sites de haute valeur écologique, voire la restauration de certains d'entre eux.

L'étude du comportement reproducteur en particulier s'avère aussi riche d'enseignement. En effet, elle permet d'estimer la capacité d'accueil des sites existants et de mettre en évidence un éventuel déséquilibre dans les populations (trop de mâles par rapport aux femelles, insuffisance en géniteurs, etc.). Enfin, l'évaluation du succès reproducteur d'individus identifiés, en rapport avec leur statut social (ex. : mâle dominant), est aussi au centre des recherches sur les équilibres étho-sociologiques.

Ce type de recherche expérimentale est rendu possible par le développement récent de la technique des empreintes génétiques qui permet d'identifier un individu par le prélèvement de quelques-unes de ses cellules (morceau de nageoire ou de peau, oeuf ou embryon, alevin) dont l'ADN (acide désoxyribonucléique) est associé à un *code barre* personnalisé. L'importance des profils comportementaux individuels peut ainsi être appréciée sur la base d'une analyse quantitative.

D'autre part, des outils expérimentaux tels les « rivières artificielles » ou les « étangs à baie vitrée » permettent d'étudier le comportement de poissons maintenus dans un environnement naturel reconstitué, en conditions expérimentales (photo XXV).

Enfin, l'étude expérimentale des rythmes de reproduction et de l'influence des facteurs de l'environnement qui les déterminent est nécessaire pour développer une pisciculture de repeuplement contrôlée. La bonne maîtrise de ces connaissances peut déboucher sur la mise au point d'élevages nouveaux dans lesquels la reproduction des poissons peut être induite sur demande.

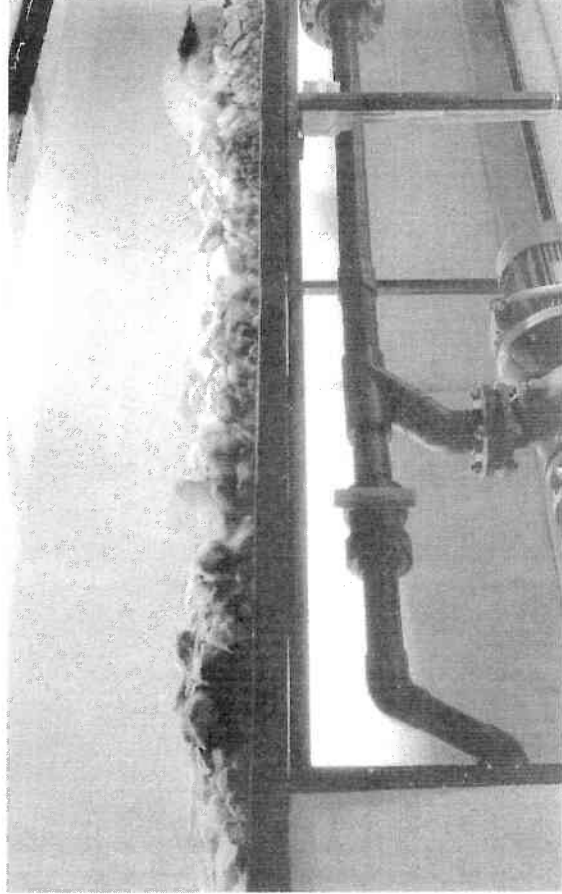


Photo XXV : Rivière artificielle : aquarium de 5 m de long dans lequel une pompe de 100 m³/heure maintient un courant d'eau de 20 à 40 cm/sec, pour l'étude d'espèces d'eau vive (truites, barbeaux, goujons,...). Photo M. BOCKIAU.

Exemples d'aménagements des frayères et de gestion

Dans un ouvrage traitant de la reproduction des poissons de nos rivières, nous nous devons de conclure par un paragraphe dévolu aux problèmes de gestion des frayères. En effet, nombreuses sont les causes qui engendrent leur destruction. Parmi celles-ci, nous retiendrons tout particulièrement le bétonnage des berges de la rivière, le dragage de son lit, la rectification de son cours ou encore la construction de barrages. Toutes ces mesures qui ont tendance à uniformiser l'habitat des poissons contribuent à en déséquilibrer les populations. A cela s'ajoutent les nuisances par dérangement. Nous pensons entre autres aux hordes de kayaks (et véhicules motorisés) sillonnant, au printemps, les eaux peu profondes des frayères des espèces rhéophiles* (alors que la pêche est fermée à cette époque pour ne pas déranger les géniteurs). N'oublions pas non plus les éternelles pollutions, passagères ou chroniques, qui perturbent non seulement la reproduction des poissons mais aussi leur survie.

Ce bilan est peu réjouissant ! Mais, à notre grande satisfaction, certains s'affairent à conserver, voire restaurer, les zones idéales pour le frai des poissons, zones qui constituent également des aires de développement et de croissance pour les alevins. Nous citerons quelques exemples parmi d'autres.

Le premier concerne la protection du ruisseau « Spitron » en relation avec le pâturage du bétail (CLÉMENT, 1994). Ce ruisseau d'environ 2 km de long, qui se situe sur la commune de Bertogne, près de Bastogne dans les Ardennes belges, constituait jadis une zone propice à la reproduction des truites en provenance du ruisseau de Givry, qui lui-même se jette dans l'Ourthe occidentale. Le pâturage non contrôlé des bovins avait conduit le ruisseau à un état d'envasement et d'atterrissement tel que la ponte des truites y était devenue

impossible. C'est alors que la société de pêche locale, aidée par le Service de la Pêche de la Région Wallonne et diverses organisations (Fonds Piscicole, Administration communale, Fédération de bassin, Service technique provincial), a décidé de remédier à cette situation, en étroite collaboration avec les exploitants agricoles avoisinants. C'est ainsi que des clôtures, des points de passage et des zones d'abreuvoirs ont été délimités, rendant rapidement son aspect « frayère » au ruisseau, permettant notamment la résurgence des bancs de graviers jusque là envasés. Une expérience qui semble très concluante (photo XXVI).

Parallèlement à ces actions spectaculaires, il faut aussi rappeler les diverses actions d'entretien des ruisseaux frayères à truites organisées par le Service de la Pêche de la Région Wallonne et les associations locales (LAMOTTE, 1995).

Le deuxième exemple concerne les essais de frayères artificielles entrepris, sur les lacs de Robertville et de Warfaaz, par la Fédération des Sociétés de Pêche de l'Est et du Sud de la Belgique et le Service de la Pêche (HERMAN, 1993 a et b). Ces deux lacs offrent, en effet, très peu de substrats naturels de ponte pour les espèces présentes (brochets, gardons, brèmes, idées, perches). Outre des essais de plantations aquatiques, les acteurs de ce projet ont testé l'influence de frayères artificielles flottantes (de type « Gillet » ou de type « Arrignon »). Différents substrats de ponte ont été expérimentés [branches d'épicéa, joncs, mousses, « enkammat » (matière synthétique) ou gazon artificiel]. Les résultats, détaillés par HERMAN (1993), mettent en évidence un vif succès de l'épicéa pour des espèces comme le gardon, la brème, l'ide mélanote ou la perche. Face aux premiers succès de 1993, les actions se poursuivent, laissant entrevoir des résultats tout aussi encourageants.

Une action comparable a été menée, par notre Service, dans les noues de Lanaye où 2 x 5 frayères artificielles de 1m² ont été installées en 1994 (photo XXVII). Certaines frayères ont été disposées dans des milieux déjà riches en substrats de ponte, d'autres fixées dans des endroits moins riches, afin de permettre de juger de l'attractivité, pour les poissons, de la présence d'un éventuel substrat. Ce dernier était constitué de branches d'épicéas qui se sont avérées très efficaces dans l'étude précitée. Les résultats apparaissent aussi très encourageants. En effet, des oeufs de perches, brèmes et gardons (et leurs hybrides) ont été déposés sur 8 des 10 frayères (figure 25).

De telles réalisations présentent un double intérêt. Elles favorisent le maintien des populations de poissons par la voie d'une reproduction naturelle. De plus, elles permettent, en implantant des frayères artificielles provisoires dans différentes zones, de juger de l'opportunité d'effectuer des plantations aquatiques rivulaires ou amphibies définitives (figure 26). Cette problématique est discutée par KEULEN *et al.* (1994) dans le cadre d'une étude plus large visant à intégrer les données relatives aux différentes communautés biologiques qui colonisent les frayères : oiseaux, batraciens, végétaux, poissons,....).

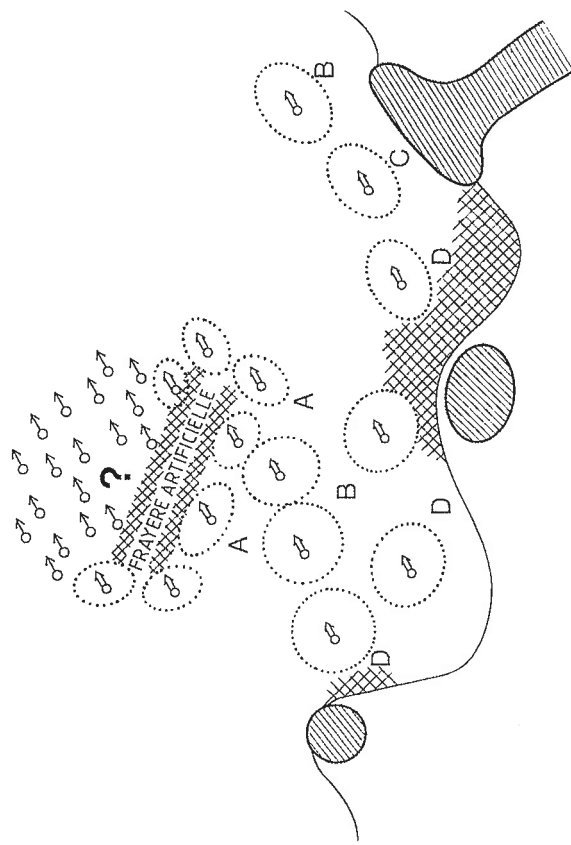


Figure 25 : Répartition des territoires de brèmes le long de la berge et autour d'une frayère artificielle flottante. En hachuré : arbres ; en quadrillé : végétation aquatique. Le point d'interrogation indique une zone non visible de la berge. Réalisé avec l'aide de M. OVIDIO. Dessin V. MAES.

Dans certains cas, il ne suffit pas d'aménager et de gérer une frayère, mais il faut aussi y autoriser l'accès aux poissons. Nous n'aborderons pas ici la difficile problématique des échelles à poissons ; nous nous contenterons d'évoquer un exemple. En période de reproduction, les brèmes effectuent des migrations, à la recherche de sites de ponte favorables. Ceux-ci sont notamment constitués des

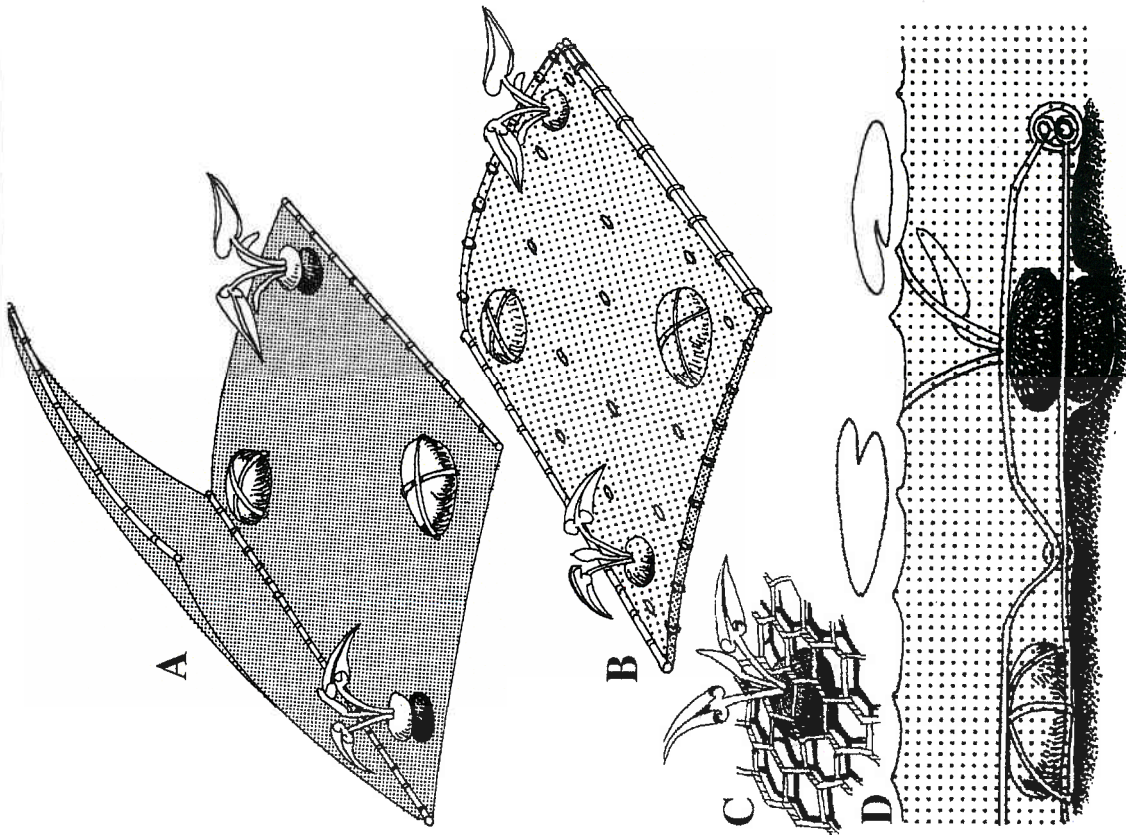


Figure 26 : Méthode utilisée par KEULEN *et al.* (1994) pour implanter des rhizomes de nénuphars dans les nœuds de Lanaye.

A : les plants ont été insérés dans les mailles d'un treillis rigide lesté de pierres (type treillis à gabions) et enfermés dans celui-ci de manière à laisser dépasser les feuilles (B et C). Les treillis ont ensuite été immergés (D) dans des zones de 70 cm à 1 m de profondeur.

Reproduit avec l'aimable autorisation des auteurs.



Photo XXVI : Aménagement du ruisseau Spitron, près de Bastogne (Ardenne belge). Protection des berges contre le pâturage et délimitation d'un point de passage pour le bétail. *Photo de l'auteur.*

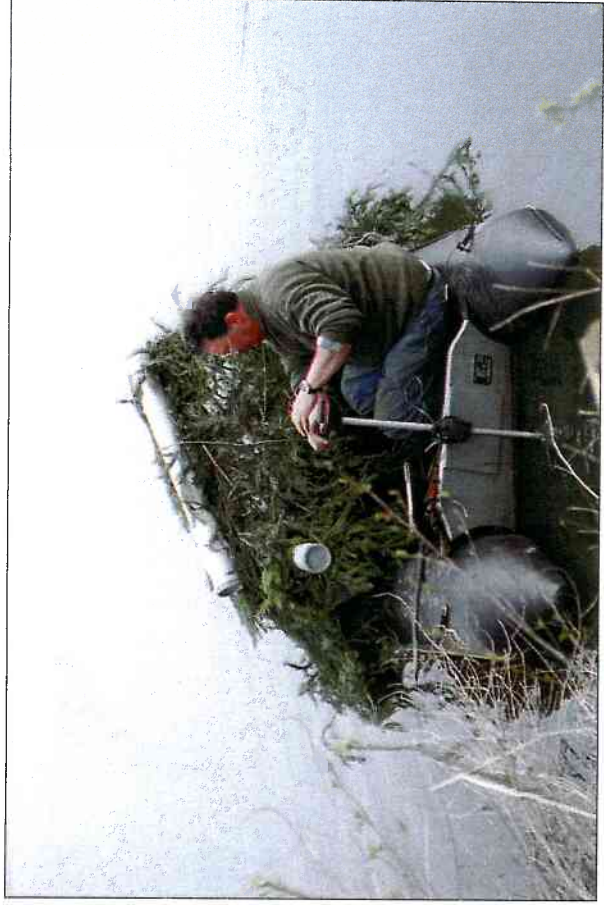


Photo XXVII : Frayères artificielles flottantes installées dans les nœuds de Lanaye par S. Houbakr, technicien à l'U.Lg. Un tube de PVC sert de flotteur à une armature grillagée dans laquelle sont entrelacées des branches d'épicea, renouvelées après chaque saison de reproduction. Une fois en place, ces branchages sont totalement immergés. L'ensemble est amarré à des piquets de fer et contrôlé régulièrement afin d'effectuer le démontement des oeufs frais. *Photo de l'auteur.*

Photo XXX : Un saumon mâle (bécard) au moment de la reproduction et une représentation didactique des oeufs de saumon enlouis dans le substrat de ponte. Photos de l'auteur.



Photo XXVIII : Aménagement d'une frayère à saumon atlantique au Québec-Canada. Photo de l'auteur.



Photo XXIX : Un site de reproduction pour le saumon atlantique au Canada, dans la rivière Jacques CARTIER. Photo de l'auteur.

darses et noues, riches en végétation ripicole* et aquatique. La figure 27 indique les dates de reproduction dans un site d'accès aisé pour les poissons. Par contre, dans un site comparable, dont l'embouchure est envasée par des dépôts importants de boue, aucune reproduction de brème n'est observée avant que ne soit opéré un dragage conséquent de l'entrée du site (pour plus de détails, voir KEULEN *et al.*, 1994). Des conclusions similaires peuvent être dégagées en ce qui concerne d'autres espèces d'eau calme comme les carpes ou les gardons.

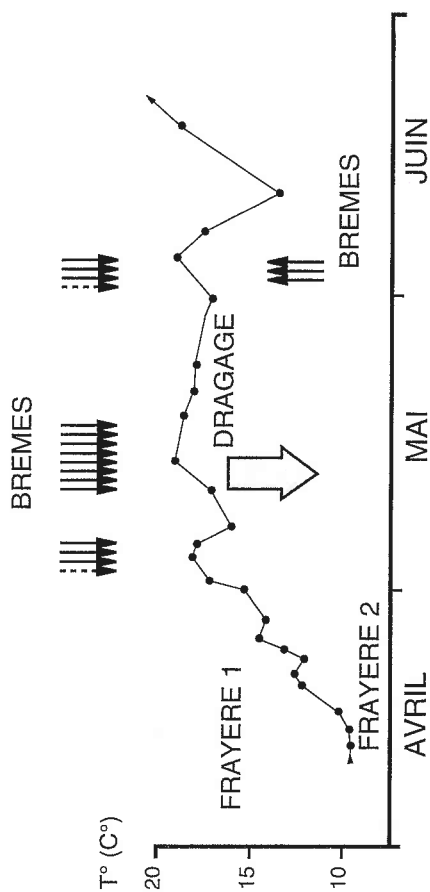
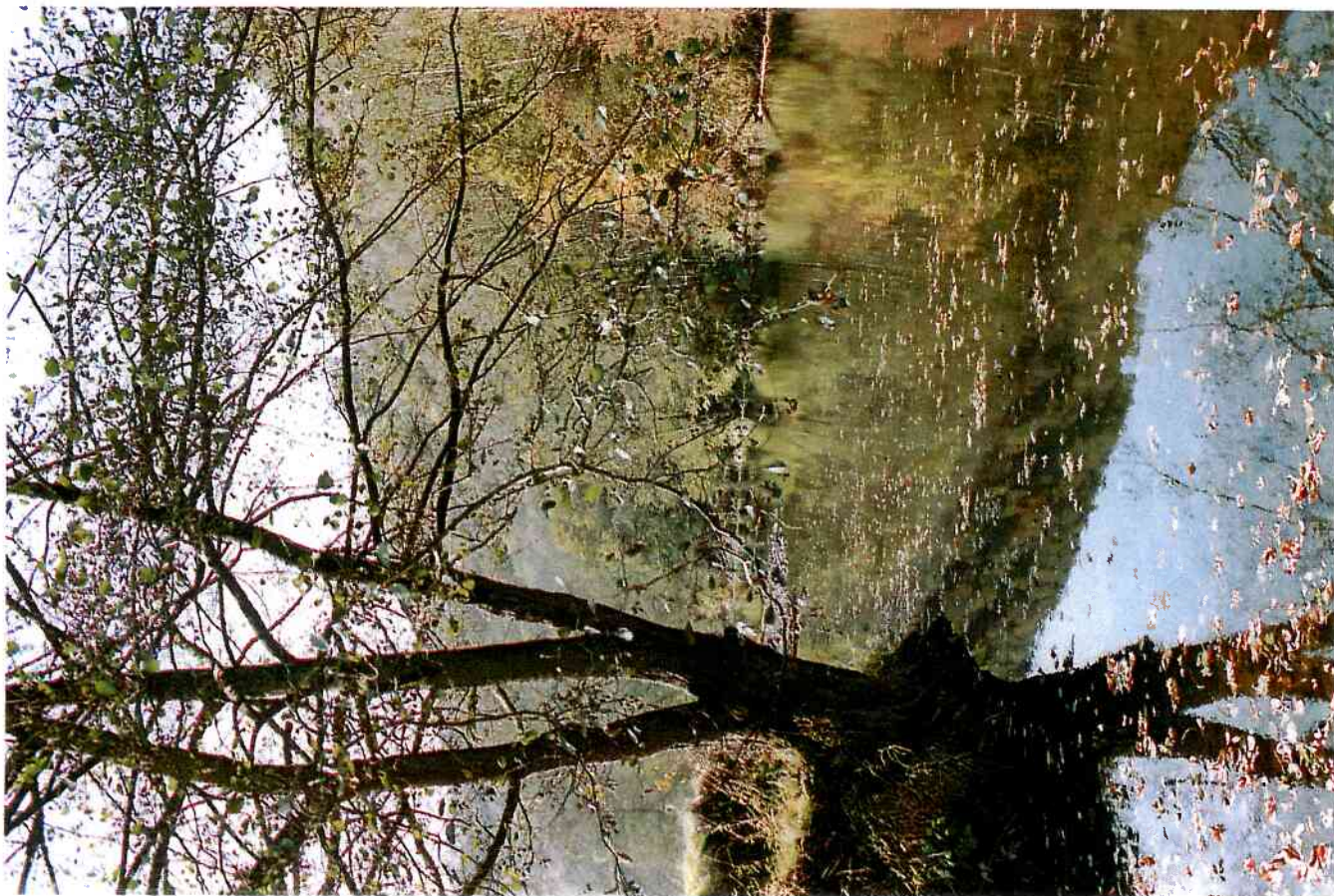


Figure 27 : Périodes de reproduction des brèmes dans un site dont l'accès est libre (frayère 1) ou non (frayère 2). Le dragage de l'embouchure de la frayère 2, au mois de mai, permet le passage des poissons qui pondent en juin.

Enfin, terminons par un dernier exemple, en provenance du Canada, où l'aménagement de frayères à saumon atlantique s'effectue grâce à des déversements de graviers dans des zones adéquates. Ces dernières sont parfois situées très loin du site de chargement, ce qui nécessite l'utilisation d'embarcations particulières (photos XXVIII, XXIX et XXX).



Puissent nos rivières rester suffisamment naturelles pour que les poissons assurent eux-mêmes leur pérennité. Photo de M. BOCKIAU.

Conclusions générales

Afin de sensibiliser le lecteur aux stratégies de ponte des poissons de nos rivières, nous avons envisagé en détail le comportement sexuel de la majorité des espèces de nos régions, après avoir rappelé quelques principes généraux du contrôle des rythmes reproducteurs. Le premier exemple envisagé, l'ombre commun, privilégiait l'appariement de deux partenaires (1 mâle et 1 femelle), le second adoptait une stratégie où plusieurs mâles courtoisaient une seule femelle et le troisième développait un système de reproduction en arène. A cela s'ajoutaient d'autres poissons au comportement original comme les perches, sandres, bouvières,...

L'analyse des comportements des poissons, outre son intérêt pour la recherche fondamentale, nous aide à connaître les exigences écologiques des espèces. Elle nous permet aussi de juger des équilibres psychophysiologiques des populations (nombre de mâles par rapport aux femelles, par exemple) et ainsi de mesurer l'impact des aménagements et divers dérangements humains sur la reproduction des poissons et en conséquence sur le recrutement des alevins*. Cette approche peut alors déboucher sur des actions de protection de frayères ou si nécessaire de restauration.

Puissent nos rivières rester suffisamment naturelles pour que les poissons assurent eux-mêmes leur pérennité.

Remerciements

Les études réalisées au Service d'Ethologie* — Laboratoire d'Ethologie des Poissons — sur le comportement des poissons et présentées dans cet ouvrage ont été menées avec l'appui financier du Fonds National de la Recherche Scientifique (FNRS, crédits n° 9.4584.91 et n° 2.4525.94) et de la Loterie Nationale, de la Commission Provinciale de Liège du Fonds Piscicole et du Ministère Wallon de l'Équipement et des Transports. Qu'ils en soient remerciés.

Ce fascicule n'aurait pas pu voir le jour sans le soutien logistique du Service d'Ethologie de l'Université de Liège (Prof. J.-Cl. RUWET) et de l'asbl Faune-Education-Ressources Naturelles.

Un grand merci à tous ceux qui ont pris part à l'édition de cet ouvrage, je pense plus particulièrement à D. CASEAU qui en a assuré la mise en pages et le montage avec le plus grand sérieux, A.-M. MASSIN qui a réalisé les superbes dessins et aquarelles, P. DUMONT pour le graphisme assisté par ordinateur, Ph. HUMPERTS pour l'aide informatique, V. MAES pour les schémas, M. BOCKIAU pour les diapositives, M. KEIRSCHETER, B. SOTTIAUX et M.T. WILLAME pour la relecture.

Un grand merci au Prof. J.-Cl. RUWET et à N.-H. BALZAT qui ont accepté de superviser le manuscrit.

Merci aussi à E. BARAS, B. GODDEERIS, L. HANON, P. LEBRUN et H. PERSAT pour leurs clichés photographiques.

Enfin, la parution de cet ouvrage n'aurait pu avoir lieu sans l'aide de la Fédération Sportive des Pêcheurs Francophones de Belgique, de son Président A. DUSSART et de son secrétaire N.-H. BALZAT qui en ont soutenu l'édition.

Bibliographie

- BAGENAL T.B. (1971). — The interrelation of the size of fish eggs, the date of spawning and the production cycle. *J. Fish Biol.*, 3, 207-219.
- BAGLINIERE J.L., CHAMPIGNEULE A. et NIHOARN A. (1979). — La fraie du saumon atlantique (*Salmo salar* L.) et de la truite commune (*Salmo trutta* L.) sur le bassin du Scorff. *Cybiun*, 7, 75-96.
- BARDONNET A. et GAUDIN P. (1990). — Influence de la lumière au cours de l'ontogenèse sur l'expression du rythme d'émergence de l'alevin d'ombre commun, *Thymallus thymallus* (L. 1758). *Bull. Fr. Pêche Piscic.*, 317 : 35-49.
- BARAS E. (1992). — Etude des stratégies d'occupation du temps et de l'espace chez le barbeau fluviatile, *Barbus barbus* (L.). *Cah. Ethol.*, 12 (2-3) : 125-442.
- BARAS E. (1994). — Constraints imposed by high population densities on spawning strategies in an iteroparous teleost, *Barbus barbus* L. *Folia Zoologica (Brno)*, 43 (3) : 255-266.
- BARAS E., PONCIN P. & PHILIPPART J.C., (1993). — Le comportement reproducteur des poissons de nos rivières. Le barbeau fluviatile *Barbus barbus*. *Le Pêcheur belge*, 9 : 40-42.
- BELAUD A., CASSOU-LEINS F., CASSOU-LEINS J.J. et LABAT R. (1991). — La ponte d'un poisson migrateur de la Garonne. La grande alose (*Alosa alosa* L.). *Ichthyophysiological acta*, 14 : 123-126.
- BERREBI P. & CATTANEO-BERREBI G. (1993). — Natural hybridization of two species of tetraploid barbels : *Barbus meridionalis* and *Barbus barbus* (*Osteichthyes, Cyprinidae*) in southern France. *Biol. J. Linn. Soc.*, 48 : 319-333.
- BERREBI P., LE BRUN N., RENAUD F. & LAMBERT A. (1987). — Hybridation inter-spécifique de deux *Cyprinidae* (genre *Barbus*). Conséquence sur la spécificité parasitaire de *D. gracile* (*Monogenea*). In : *Actes du colloque National du CNRS, « Biologie des Populations »* (I.A.S.B.S.E., Université Claude Bernard, ed.). Lyon, France.

- BILLARD R. (1981-1982). — The reproductive cycles in teleost fish. *Riv. it. piscic. ittiop.*, A. XVI, N.3 et N.4, 79-80 et 106-118 et A. XVII, N.1 et N.2 : 3-7 et 48-67.
- BOISNEAU P., MENNESSON-BOISNEAU C. et BAGLINIERE J.L. (1990). — Description d'une frayère et comportement de reproduction de la grande alose (*Alosa alosa* L.) dans le cours supérieur de la Loire. *Bull. Fr. Pêche Piscic.*, 316 : 15-23.
- BRETON B., HOROSZEWICZ L., BIENIAZ K. et PETER P. (1980). — Temperature and reproduction in tench : effect of a rise in the annual temperature regime on gonadotropin level, gametogenesis and spawning. II. The female. *Reprod. Nutr. Develop.*, 20, 1011-1024.
- BRETON B., MAISSE G. et LEMENN E. (1983). — Contrôle photopériodique de la saison de reproduction en salmoniculture : une expérience pilote en Bretagne. *Bull. Fr. Pêche Piscic.*, 288 : 35-45.
- BROMAGE N.R., ELLIOTT J.A.K., SPRINGATE J.R.C. & WHITEHEAD C. (1984). — The effects of constant photoperiods on the timing of spawning in the rainbow trout. *Aquaculture*, 43 : 213-223.
- CLÉMENT J.M. (1994). — Protection du ruisseau « le Spiron » en relation avec le pâturage du bétail. *Le Pêcheur belge*, 1 : 6-10.
- DALIMIER N. (1981). — Etude éco-éthologique de la reproduction de la perche. *Mémoire de Licence en zoologie, Université de Liège*, 64 pp.
- DALIMIER N., PHILIPPART J.C. et VOSS J. (1982). — Etude éco-éthologique de la reproduction de la perche (*Perca fluviatilis*) : observations en plongée dans une carrière inondée. *Cah. Ethol. appl.*, 2 (1) : 37-52.
- DALIMIER N. et VOSS J. (1982). — La ponte de la perche. Observations en aquarium et en milieu naturel. *Rev. fr. Aquariol.*, 9 (3) : 87-88.
- D'HULSTERE D. et PHILIPPART J.C. (1982). — Observation sur le comportement d'éclosion et de post-éclosion chez l'ombre commun, *Thymallus thymallus* (L.). *Cah. Ethol. appl.*, 2 (1) : 63-80.
- DIAMOND M. (1985). — Some observations of spawning by roach, *Rutilus rutilus* L., and bream, *Abramis brama* L., and their implications for management. *Aquaculture and Fisheries management*, 16 : 359-367.
- ECONOMIDIS P.S. et WHEELER A. (1989). — Hybrids of *Abramis brama* with *Scardinius erythrophthalmus* and *Rutilus rutilus* from Lake Volvi, Macedonia, Greece. *J. Fish Biol.*, 35 : 295-299.
- FABRICIUS E. (1951). — The topography of the spawning bottom as a factor influencing the size of the territory in some species of fish. *Report of the Institute of Freshwater Research, Drottningholm*, 32 : 43-49.
- FABRICIUS E. et GUSTAFSON K.J. (1955). — Observation on the spawning behaviour of the grayling, *Thymallus thymallus* (L.). *Report of the Institute of Freshwater Research, Drottningholm*, 36 : 75-103.
- FABRICIUS E. et GUSTAFSON K.J. (1958). — Some new observations on the spawning behavior of the pike, *Esox lucius* L. *Report of the Institute of Freshwater Research, Drottningholm*, 39 : 23-54.
- FAHY E., MARTIN S. et MULROONEY M. (1988). — Interactions of roach and bream in an Irish reservoir. *Arch. Hydrobiol.*, 114, 291-309.
- FROST W.E. (1943). — The natural history of the minnow, *Phoxinus phoxinus*. *J. anim. Ecol.*, 12 : 139-162.
- GOBIN M. (1989). — Le sandre (*Stizostedion lucioperca*). Biologie - pathologie - psychophysiologie - applications à sa pêche. *Thèse de doctorat, Ecole Nationale Vétérinaire de Nantes*, 221 pp.
- GODDEERS B.R. (1984). — Over de broedbiologie van de Bittervoorn *Rhodeus sericeus amarus* (Bloch). *Wetenschapp.*, 50 : 434-439.
- GOUGNARD I., PONCIN P., RUWET J.C. et PHILIPPART J.C. (1987). — Description et analyse du comportement de reproduction du barbeau *Barbus barbus* (L.) en aquarium. Influence du nombre de mâles courtisants sur les comportements observés. *Cah. Ethol. appl.*, 7 (3) : 293-302.
- HANCOCK R.S., JONES J.W. and SHAW R. (1976). — A preliminary report on the spawning behaviour and nature of the sexual selection in the barbel, *Barbus barbus* (L.). *J. Fish Biol.*, 9 (1) : 21-28.
- HARVEY B.J. et HOAR S.W. (1980). — Reproduction provoquée chez les poissons : théorie et pratique. Ottawa, Ont., IDRC, 48 pp.
- HERMAN D. (1993a). — Suivi du fonctionnement des frayères artificielles des lacs de Robertville et de Warfaaz. *Rapport à la Commission Provinciale Piscicole de Liège*, pp. 6-40.
- HERMAN D. (1993b). — Frayères artificielles. *Le Pêcheur belge*, 6 : 32-33.
- JEANDARME J., PONCIN P. et BERREBI P. (1992). — Etude préliminaire du comportement d'hybridation de *Barbus barbus* (L.) et *Barbus meridionalis* (Risso) en aquarium. *Cah. Ethol.*, 12 (4) : 519-528.
- JONES J.W. (1949). — Experimental observations on the spawning behaviour of the Atlantic Salmon (*Salmo salar* Linn.). *Proceedings of the Zoological Society of London*, 119 : 33-49.
- JONES J.W. & BALL J.N. (1954). — The spawning behaviour of brown trout and salmon. *Brit. Journ. Anim. Behaviour*, 2 : 103-114.
- KESTEMONT P. et MÉLARD C. (1994). — L'élevage intensif du goujon et de quelques autres poissons d'eau douce (vairon, poisson rouge et ide mélanote). Ministère de la Région Wallonne, 64 pp.
- KEULEN C., LONEUX M., PONCIN P. ET RUWET J.C. (1994). — La biodiversité : une étude de cas. Le site de Lanaye en Meuse belgo-néerlandaise. *Cah. Ethol.*, 14(1-2-3) : 1-286.
- KOZLOVSKIJ S.V. (1991). — Observations of roach and bream spawning behaviour in the Saratov Reservoir. *J. Ichthyol.*, 31 : 876-878.
- KRATT L.F. et SMITH R.J.F. (1980). — An analysis of the spawning behaviour of the Arctic grayling *Thymallus arcticus* (Pallas) with observations on mating success. *J. Fish Biol.*, 17 : 661-666.
- LADICH F. (1990). — Vocalization during agonistic behaviour in *Cottus gobio* L. (Cottidae) : an acoustic threat display. *Ethology*, 84 : 193-201.
- LAMOTTE A. (1995). — A propos des frayères à truites. *Le Pêcheur belge*, 3 : 28-29.

- LE BAIL P.Y., MAÏSSE G. et BRETON B. (1981). — Détection des femelles de salmonidés en vitellogénèse. 1) Description de la méthode et mise en oeuvre pratique. *Bull. Fr. Pêche Piscic.*, 283 : 79-88
- LELEK A. & PENAZ M. (1963). — Spawning of *Chondrostoma nasus* (L.) in the Brumovka River. *Zoologické Listy - Folia Zoologica Brno*, 12 (2) : 121-134.
- LELEU C. (1993). — Etude de la perception visuelle chez 2 espèces du genre *Barbus* : *Barbus barbus* (L.) et *Barbus meridionalis* (Risso) en relation avec l'hybridation. *Mémoire de Licence, Université de Liège*, 53 pp + annexe.
- LODI E. et MALACARNE G. (1990). — Reproductive behaviour of the spined loach *Cobitis taenia* L. (Pisces, Cobitidae). *Annales des Sciences Naturelles, Zoologie, Paris*, 11 : 107-111.
- MAITLAND P.S. (1981). — Le multiguide nature des poissons des lacs et rivières d'Europe en couleurs. Bordas, 255 pp.
- MAITTY A.J. (1985). — Fish endocrinology. *Croom Helm*, London and Sydney, Timber Press, Portland, Oregon, 267 pp.
- MILLER H.C. (1963). — The behaviour of the pumpkinseed sunfish *Lepomis gibbosus* (L.) with notes on the behaviour of other species of *Lepomis* and the pigmy sunfish, *Elassoma evergladei*. *Behaviour*, 22, 88-151.
- MILLS C. A. (1981). — The attachment of dace, *Leuciscus leuciscus* L., eggs to the spawning substratum and the influence of changes in water current on their survival. *J. Fish Biol.*, 19 : 129-134.
- MILLS D. (1989). — Ecology and management of atlantic salmon. Chapman and Hall, London-New York, 351 pp.
- MOTTRAM J.C. (1922). — The breeding habits of the minnow. *Salm. Trout Mag.*, 30 : 215-220.
- MORRIS D. (1954). — The reproductive behaviour of the river bullhead (*Cottus gobio* L.) with special reference to fanning activity. *Behaviour* 7 : 1-32.
- MUNRO A.P., SCOTT A.P. et LAM T.J. (Eds) (1990). — Reproductive seasonality in teleosts : environmental influences. CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida, 272 pp.
- MUUS B.J. et DAHLSTRÖM P. (1981). — *Guide des poissons d'eau douce et pêche*. Delachaux et Niestlé S.A., Neuchâtel, Suisse.
- PERSAT (1988). — De la biologie des populations de l'ombre commun *Thymallus thymallus* (L. 1758) à la dynamique des communautés dans un hydroystème fluvial aménagé, le Haut-Rhône français. Éléments pour un changement d'échelles. *Thèse de doctorat, Université Claude Bernard - Lyon I*, France.
- PERSAT H. & ZAKHARIA M.É. (1992). — The detection of reproductive activity of the grayling *Thymallus thymallus* (L. 1758) by passive listening. *Archiv für Hydrobiologie*, 123 : 469-477.
- PHILIPPART J.C. (1977). — Contribution à l'hydrobiologie de l'Ourthe. Dynamique des populations et production de quatre espèces de poissons Cyprinidae : *Barbus barbus* (L.), *Leuciscus cephalus* (L.), *Chondrostoma nasus* (L.) et *Leuciscus leuciscus* (L.). Thèse de doctorat, Université de Liège, 225 pp.
- PHILIPPART J.C. (1989). — Ecologie des populations de poissons et caractéristiques physiques et chimiques des rivières dans le bassin de la Meuse belge. *Bulletin de la Société Géographique de Liège*, 25 : 175-198.
- PHILIPPART J.C. (1993). — Découverte d'un variant jaune du barbeau *Barbus barbus* (L.) dans l'Ourthe en Belgique. *Cah. Ethol.*, 13 : 169-171.
- PHILIPPART J.C. & BERREBI P. (1990). — Experimental hybridization of *Barbus barbus* and *Barbus meridionalis* : physiological, morphological, and genetic aspects. *Aquat. Living Resour.*, 3 : 325-332.
- PHILIPPART J.C., MELARD C. & PONCIN P. (1989). — Intensive culture of the common barbel, *Barbus barbus* (L.) for restocking. In : *Aquaculture - a biotechnology in progress* (N. De Pauw, E. Jaspers, H. Ackefors, N. Wilkins, eds), pp 483-491. European Aquaculture Society, Bredene, Belgium.
- PHILIPPART J.C. et VRANKEN M. (1983). — « Protéogéons nos poissons ». *Ed. Duclolot*, 205 p. ou aussi « Atlas des poissons de wallonie, distribution, écologie, éthologie, pêche, conservation. *Cah. Ethol.*, 3 (1-2), 395 pp.
- PRITCHER T.J. (1971). — Population dynamics and schooling in the minnow, *Phoxinus phoxinus* (L.). *D. Phil. Thesis*. University of Oxford.
- PONCIN P. (1988). — Le contrôle environnemental et hormonal de la reproduction en captivité du barbeau et du cheveine. *Cah. Ethol. appl.*, 8 (2) : 173-336.
- PONCIN P. (1994 a). — Field observations on a mating attempt of a spawning grayling, *Thymallus thymallus* with a feeding barbel, *Barbus barbus*. *J. Fish Biol.*, 45, 904-906.
- PONCIN P. (1994 b). — Bilan de 4 années d'étude du comportement reproducteur et de l'hybridation chez *Barbus barbus* (L., 1758) et *Barbus meridionalis* (Risso, 1826). *Bull. Fr. Pêche Piscic.*, 334 : 169-176.
- PONCIN P. (1994 c). — Estimation of bream (*Abramis brama*) density during spawning time. In : *Abstracts of the International Symposium Workshop and on Stock Assessment in Inland Fisheries*, Cowx I. (ed.), University of Hull, HIFU.K., p.34.
- PONCIN P. (1995). — A field observation on the influence of aggressive behaviour on mating success in the European grayling. *J. Fish Biol.*, in press.
- PONCIN P. et HANON L. (1995). — La reproduction des poissons de nos rivières. Film vidéo VHS Pal. Durée 25 min. Service d'Éthologie, ULG.
- PONCIN P., JEANDARME J. & BERREBI P. (1994). — A behavioural study of hybridization between *Barbus barbus* and *Barbus meridionalis*. *J. Fish Biol.*, 45 : 447-451.
- PONCIN P., MELARD C. & PHILIPPART J.C. (1987). — Utilisation de la température et de la photopériode pour contrôler la maturation sexuelle en captivité de trois espèces de poissons Cyprinidés européens : *Barbus barbus* (L.), *Leuciscus cephalus* (L.) et *Tinca tinca* (L.). Résultats préliminaires. *Bull. Fr. Pêche Piscic.*, 304 : 1-12.
- PONCIN P. et RUWET J.C. (1992). — L'explication en éthologie : quelques essais de modélisation. L'exemple des poissons. *Probio-Revue*, 15 (1-2) : 71-82.
- RUBIN J.F. (1994). — Comportement de fraye de l'omble chevalier, *Salvelinus alpinus* (L.), observé dans le Léman à partir du sous-marin « F.A.-Forel ». *Bull. Fr. Pêche Piscic.*, 333 : 149-157.

- RUWET J.C. (1969). — Ethologie : biologie du comportement. DESSART - MARDAGA, éditeurs. Bruxelles, Belgique.
- SANDLUND O., GUNNARSSON K., JONASSON P., JONSSON B., LINDEN T., MAGNUSSON K., MALMQUIST H., SIGURJONSDOTTIR H., SKULASON S. et SNORRASON S. (1992). — The arctic charr *Salvelinus alpinus* in Thingvallavatn. *Oikos*, 64 : 305-351.
- SATOU M., TAKEUCHI H.A., NISHII J., TANABE M., KITAMURA S., KUDO Y. & OKUMOTO N. (1991). — Inter-sexual vibrational communication during spawning behaviour in the himé salmon (landlocked red salmon, *Oncorhynchus nerka*). In : *Reproductive Physiology of Fish* (Scott A.P., Sumpter J.P., Kime D.E. & Rolfe M.S., eds), pp. 185-187. Sheffield, U.K. : Published by FishSymp. 91.
- SATOU M., TAKEUCHI H., TAKEI K., HASEGAWA T., OKUMOTO N. & UEDA K. (1987). — Involvement of vibrational and visual cues in eliciting spawning behaviour in male himé salmon (landlocked red salmon, *Oncorhynchus nerka*). *Animal Behaviour*, 35 : 1556-1558.
- SCOTT A.P., SUMPTER J.P., KIME D.E. et ROLFE M.S. (1991). — Reproductive physiology of fish. FishSymp 91, Sheffield, U.K. : 338 pp.
- SIGURJONSDOTTIR H. & GUNNARSSON K. (1989). — Alternative mating tactics of arctic charr, *Salvelinus alpinus*, in Thingvallavatn, Iceland. *Environmental Biology of Fishes*, 26 : 159-176.
- SOUCHON Y. (1983). — La reproduction du brochet (*Esox lucius* L., 1758) dans le milieu naturel. In : *Le Brochet : gestion dans le milieu naturel et élevage*, 21-37 (Billard R., ed), INRA Publ., Paris.
- STACEY N. (1991). — Hormonal pheromones in fish : status and prospects. In : *Reproductive Physiology of Fish*, p. 177-181. Published by FishSymp 91, Sheffield, UK.
- SVARDSON G. (1949). — Note on spawning habits of *Leuciscus erythrophthalmus* (L.), *Abramis brama* (L.) and *Esox lucius* (L.). *Report of the Institute of Freshwater Research, Drottningholm*, 29 : 102-107.
- SVARDSON G. (1952). — Spawning behaviour of *Leuciscus rutilus* (Linneé). *Report of the Institute of Freshwater Research, Drottningholm*, 33 : 199-203.
- TACK E. (1940). — Die Ellritze (*Phoxinus laevis* Ag.) : eine monographische Bearbeitung. *Arch. hydrobiol.*, 37 : 321-425.
- TAUTZ A.F. et GROOT C. (1975). — Spawning behavior of Chum salmon (*Oncorhynchus keta*) and rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *J. Fish. Res. Board Can.*, 32 : 633-642.
- TREASURER J.W. (1981). — Some aspects of the reproductive biology of perch *Perca fluviatilis* L. Fecundity, maturation and spawning behaviour. *J. Fish Biol.*, 18 : 729-740.
- WOOTTON R.J. (1973). — The effect of size of food ration on egg production in the female three-spined stickleback, *Gasterosteus aculeatus* L. *J. Fish Biol.*, 5, 89-96.
- WOOTTON R.J. (1984). — A functional biology of sticklebacks. General Editor : P. CALOW. Croom Helm, London & Sydney, 261 pp.
- WOOTTON R.J. et MILLS L.A. (1979). — Annual cycle in female minnows *Phoxinus phoxinus* (L.) from an upland Welsh lake. *J. Fish Biol.*, 14 : 607-618.

Glossaire (* dans le texte)

- Anodonte** : genre de moule d'eau douce.
- Conductivité** : mesure (en micromohms) de la teneur en sels dissous dans l'eau (minéralisation).
- Conspécifique** : de la même espèce.
- Epiphyse** : glande située au plafond du cerveau (glande pinéale).
- Ethologie** : discipline scientifique qui étudie le comportement animal ou humain.
- Gonade** : organes sexuels mâles ou femelles.
- Granulométrie** : mesure de la dimension des constituants du gravier.
- Hétérosécifique** : d'une autre espèce.
- Hybridation** : croisement entre individus d'espèces différentes.
- Hypothalamus** : région du cerveau située au dessus de la glande hypophysée.
- Lithophile** : se dit des espèces de poissons qui pondent sur du gravier.
- Nyctémère** : alternance du jour et de la nuit pendant une période de 24 heures.
- Ovocyte** : cellule de la lignée germinale femelle qui, entourée de cellules folliculaires, constituera le futur ovule.
- pH** : coefficient d'acidité ou basicité de l'eau (pH < 7 = eau acide ; pH > 7 = eau basique ; pH neutre = 7).
- Pheromone** : substance chimique que les poissons émettent et qui joue un rôle dans la communication entre individus.
- Photopériode** : rapport entre les durées d'éclairement et d'obscurité au cours d'un jour de 24 heures.
- Phytophile** : se dit des espèces de poissons qui pondent dans la végétation.
- Poecilotherme** : se dit des espèces (comme les poissons) à « sang froid ».
- Protozoaires** : organismes unicellulaires qui colonisent le milieu aquatique.
- Recrutement des alevins** : production d'une nouvelle génération d'individus au sein d'une population.
- Rhéophile** : se dit des espèces de poissons qui affectionnent l'eau courante.
- Ripicole** : se dit d'une végétation propre à la berge d'un plan d'eau.
- Rotifères** : petit invertébrés aquatiques se déplaçant grâce à des couronnes de cils vibratiles.
- Séroïdes** : hormones sécrétées par diverses glandes endocrines dont les gonades.
- Vitellogenèse** : formation des grains de vitellus au sein des ovocytes (futurs ovules) chez l'individu femelle.

Collection vidéo (VHS)

(distribution : Ethologie, 22, quai Van Beneden, B-4020 Liège)

La reproduction des poissons de nos rivières

Ce film illustre, au moyen de documents vidéo originaux, les principaux aspects traités dans cet ouvrage. C'est ainsi que le comportement de reproduction mais aussi le développement embryonnaire de l'ombre, du barbeau, de la brème, et de quelques autres espèces comme la perche, le gardon et la carpe ont été filmés dans les cours d'eau de nos régions. La conservation et l'aménagement des sites de reproduction des poissons sont aussi abordés au travers de quelques exemples : aménagement du ruisseau Sitron, essais de frayères artificielles dans les noues de Lanaye.

Ce film constitue donc un bon support visuel pour tout qui a été intéressé par cet ouvrage.

Durée : 22 min.

Production : Service d'Ethologie et de Psychologie animale (Prof. J.C. RUWET).

Réalisation - montage - commentaires : P. PONCIN et L. HANON.

Réalisé avec l'aide financière du Ministère de l'Environnement, des Ressources naturelles et de l'Agriculture pour la Région Wallonne (Ministre G. LUTGEN).

Copyright : Service d'Ethologie et Psychologie animale, U.L.g. 1995.

Prix : à déterminer.

Pour que revienne le saumon en Meuse

Ce film raconte l'histoire de la restauration, dans le bassin de la Meuse belge, du plus prestigieux des salmonidés migrateurs : le saumon atlantique. Cette opération s'inscrit dans le cadre du projet « Meuse, Saumon 2000 », de la Région Wallonne.

Au départ, c'est la redécouverte de truites de mer dans nos cours d'eau qui permet d'envisager cette réintroduction. Ensuite, des oeufs de saumon, arrivés d'Ecosse par avion, sont élevés en pisciculture, permettant la réalisation de nombreux repeuplements. Le suivi scientifique devient alors primordial, que ce soit par pêche à l'électricité ou piégeage, lors de la dévalaison. Parallèlement, les échelles à poissons de nos barrages font l'objet d'études. En effet, les adultes devront les franchir, pour venir se reproduire, après leur séjour en mer.

Ce retour des adultes est évoqué en France, au travers des images d'un gros saumon, capturé alors qu'il remontait une petite rivière de la côte normande.

Durée : 19 min.

Production : Service d'Ethologie et de Psychologie animale (Prof. J.C. RUWET).

Réalisation scientifique - commentaires : Drs P. PONCIN et J.C. PHILIPPART.

Réalisation technique : M. BOCKIAU.

Montage : D. KOSS et G. DELCORPS.

Musique originale de René FOURRÉ.

Réalisé avec l'aide financière du Service de la Conservation de la Nature pour la Région Wallonne.

Copyright : Service d'Ethologie et de Psychologie animale, U.L.g. 1991.

Prix : 890 FB.

Pour que vive le barbeau...

Ce film retrace les différentes étapes de la restauration des populations de barbeaux dans le bassin de la Meuse, en Belgique.

Tout commence avec les inventaires, menés sur le terrain, par une équipe de pêche électrique, mettant en évidence la disparition de certaines populations de barbeaux. Parallèlement, des observations sur le comportement de reproduction sont réalisées en aquarium. L'intérêt de maîtriser la pisciculture s'étant fait sentir, l'élevage du barbeau est mis au point et se développe, permettant la réalisation de nombreux repeuplements. Enfin, les recherches se poursuivent sur la génétique des populations et sur l'étude de l'habitat des poissons, par radio-pistage. Toutes ces réalisations, indissociables, contribuent au maintien de la diversité et du potentiel écologique de nos rivières.

Durée : 17 min.

Production : Service d'Ethologie et de Psychologie animale (Prof. J.C. RUWET).

Co-production : Laboratoire de démographie des poissons et de pisciculture (Drs J.C. PHILIPPART et C. MÉLARD).

Réalisation scientifique - commentaires : Dr P. PONCIN.

Réalisation technique : M. BOCKIAU.

Montage : G. DELCORPS et D. KOSS.

Musique originale de René FOURRÉ.

Réalisé avec l'aide financière d'Edgard HISMANS, Ministre de la Conservation de la Nature pour la Région Wallonne.

Copyright : Service d'Ethologie et Psychologie animale, U.L.g. 1991.

Prix : 890 FB.

Les Cahiers d'Ethologie

(distribution : Ethologie, 22 quai Van Beneden, B-4020 Liège)

Le contrôle environnemental et hormonal de la reproduction en captivité du barbeau et du chevine

par P. PONCIN, docteur en Sciences Zoologiques, Université de Liège

Collection Enquêtes et Dossiers n° 12 ; 1988

Le barbeau fluviatile (*Barbus barbus*), avec le chevine (*Leuciscus cephalus*) comme point de comparaison, est au centre de cet ouvrage. Ce poisson, le plus grand Cyprinidé indigène en Europe, constitue une part importante de l'ichtyofaune des rivières dites de la « zone à barbeau ». Le rôle majeur qu'il joue dans la structure et le fonctionnement de l'écosystème rivière justifie son étude éco-éthologique.

C'est dans ce contexte que P. PONCIN nous présente ici son étude approfondie sur les problèmes de la reproduction du barbeau en captivité et, plus spécialement, sur les facteurs qui en modulent l'expression : la température, la photopériode, le comportement et les hormones. Ces recherches ont mis en évidence des potentialités d'adaptation du barbeau dépassant tout ce qu'on pouvait logiquement attendre. Une telle plasticité éco-éthologique chez une espèce considérée comme « rigide » est un atout majeur pour le développement de l'élevage contrôlé du barbeau dont les populations sauvages sont menacées dans beaucoup de régions d'Europe.

Un fascicule de 164 pages Prix : 500 FB.

Biologie des *Barbus* européens, africains et asiatiques

Colloque organisé par P. PONCIN et P. BERREBI
 Publié sous la direction de P. PONCIN, P. BERREBI, J.C. PHILIPPART, J.C. ROWET
 Collection Enquêtes et Dossiers n° 18 ; 1993

Cet ouvrage reprend les actes du colloque international « *Barbus* II » tenu à l'Institut de Zoologie de Liège les 6, 7 et 8 juillet 1993. Le thème central en était le barbeau, une espèce de poisson qui constitue une part importante de l'ichtyofaune des rivières et dont les populations sauvages sont menacées dans beaucoup de régions.

La voie la plus efficace pour comprendre, analyser et percer de façon approfondie les secrets de la biologie d'une espèce est d'en aborder l'étude par une approche pluridisciplinaire. C'est dans ce contexte qu'une quarantaine de chercheurs belges et étrangers se sont réunis afin de faire la synthèse de l'état actuel de leurs connaissances et de leurs recherches sur les barbeaux : écologie, éthologie, génétique, biogéographie, biochimie, histologie ou phylogénie des *Barbus* sont autant d'aspects abordés et représentés.

Un fascicule de 144 pages Prix : 600 FB.

La biodiversité, une étude de cas : le site de Lanaye en Meuse belgo-néerlandaise

Collection Enquêtes et Dossiers, n° 19 ; 1994

Le site de la Vieille-Meuse à Lanaye est un ancien méandre à gauche du fleuve, isolé du cours principal lors de grands travaux hydrauliques dans les années soixante. Partiellement déplacé, redressé en rive gauche, doté d'une nouvelle rive droite de graviers recouverts de terre, ce site profondément remanié a, au fil des ans, été recolonisé par la flore et la faune au point remarquable. Redevenu sauvage, il est en effet le refuge d'une foule d'insectes, de batraciens, d'oiseaux, de poissons qui y font halte, s'y abritent, s'y reproduisent.

Ce site pourtant, qui fait la joie et suscite l'intérêt des naturalistes, des scientifiques, des pêcheurs, est de nouveau menacé par la construction d'une 4^e écluse sur le site de Lanaye.

Ce numéro spécial des Cahiers d'Ethologie expose dans le détail les études proposées et menées par le service d'Ethologie de l'Université de Liège pour réaliser, sur décision de Monsieur Jean-Pierre Graté, Ministre des Travaux publics et sous l'égide du Ministère wallon de l'Équipement et des Transports MET, Direction des voies hydrauliques de Liège, le sauvetage de ses milieux typiques de la vallée mosane. La solution dégagée en commun consiste à trouver à ceux-ci un site de substitution. Or, dès 1985, une gravière avait été creusée en amont, plus à l'écart du site éclusier. Notre conviction est que ce que la vitalité de la Nature avait réalisé au fil des années 60 et 70, il est possible de le favoriser et de l'accélérer en ces années 90.

A cet effet, les chercheurs ont réalisé un inventaire minutieux des habitats de la Vieille-Meuse (bois alluvial et sur sol frais ; oseraie ; prairies humides et sur sol frais avec zones buissonnantes ; plan d'eau et milieu aquatique), un relevé systématique de la diversité floristique (plus de 300 espèces) et faunistique (135 espèces d'oiseaux dont 52 nidificatrices, 15 espèces de poissons dont une dizaine y fraient). Ils ont parallèlement évalué les capacités d'accueil de la gravière de substitution, apprécié les premiers signes d'une recolonisation, déterminé et testé les mesures propres à favoriser la reconstitution des habitats et des associations flore-faune. Cette connaissance des sites, des besoins et tendances de la recolonisation spontanée ont conduit à l'élaboration d'un plan d'aménagement qui tient compte, aussi, du facteur humain : il vise à assurer la coexistence pacifique des différents utilisateurs du site : promeneurs, pêcheurs, naturalistes, scientifiques, et propose de doter celui-ci du statut de « zone humide d'intérêt biologique », un statut qui permet et prévoit une gestion sous contrôle scientifique.

C'est cette démarche qu'expose cet ouvrage. Il détaille par ailleurs la transformation du site de Lanaye depuis la création du canal de Liège à Maastricht au siècle passé.

Tous les naturalistes et scientifiques — entomologistes, hydrobiologistes, ichtyologistes et pêcheurs, herpétologues, ornithologues, écologistes et comportementalistes, zoologues et botanistes — ainsi que tous les amoureux des paysages mosans, trouveront ici matière à lecture et à méditation.

Un fascicule de 286 pages Prix : 1000 FB.