

UNIVERSITE DE LIEGE - FACULTE DES SCIENCES

ETUDE DE LA BIOLOGIE DE LA REPRODUCTION DU BROCHET
DANS L'OURTHE LIEGEOISE ET LA BASSE AMBLEVE.
RESULTATS POUR LA PERIODE AOUT 2000-SEPTEMBRE 2001

**RAPPORT DE RECHERCHES AU FONDS PISCICOLE
DE LA REGION WALLONNE**

par

J.C. PHILIPPART (coordinateur)

**sur la base des résultats du mémoire de fin d'études
en Biologie animale 2000-2001 de**

J. PIELS

et avec la collaboration de

M. OVIDIO et G. RIMBAUD

**Laboratoire de Démographie des Poissons et d'Aquaculture (LDPA)
Institut de Zoologie, 22 quai Van Beneden 4020 Liège
Station d'Aquaculture, 10 chemin de la Justice 4500 Tihange
Tél : 085/ 27 41 55-57 Fax : 085 23 05 92
jcphilippart@ulg.ac.be**

SEPTEMBRE 2001

TABLE DES MATIERES

1. <u>Introduction. Présentation du problème</u>	4
2. <u>L'Ourthe au niveau de l'île du Lion à Poulseur</u>	10
2.1. Présentation générale du milieu	10
2.2. Relevés des conditions environnementales en 2000-2001	12
3. <u>Capture des brochets dans divers habitats d'eau lente et confirmation de l'intérêt du site de l'Ourthe à Poulseur</u>	14
3.1. Réalisation de sondages préliminaires en août-septembre 2000	14
3.2. Capture de brochets à Poulseur en vue du radio-pistage	14
3.3. Longueur des brochets en fin 2000-début 2001	15
4. <u>Mise en évidence de la reproduction des brochets dans la frayère de l'île du Lion à Poulseur</u>	22
4.1. Utilisation de la frayère par les brochets radio-marqués et observation d'actes de frai	22
4.2. Recherche des oeufs sur des supports naturels et artificiels	22
4.3. Recherche des juvéniles par pêche à l'électricité	22
4.4. Capture de brochets adultes porteurs de blessures liées à la reproduction	24
5. <u>Migration des brochets au moment de la reproduction</u>	25
5.1. Méthode de radio-pistage	25
5.2. Mobilité générale des brochets avant, pendant et après la reproduction	24
5.2.1. Migration de remontée et stabilisation dans une zone potentielle de reproduction	25
5.2.2. Migration de dévalaison	36
5.3. Identification des frayères potentielles utilisées par les brochets radio-pistés	36
5.4. Caractéristiques détaillées des migrations de reproduction	37
5.4.1. Distance parcourue et domaine vital occupé	37
5.4.2. Remontée en continu ou par étapes	37
5.4.3. Facteurs environnementaux déclenchant les migrations de remontée	39
5.4.4. Vitesse maximale des déplacements	39
5.4.5. Franchissement d'obstacles physiques à la montée et à la descente	40
5.4.6. Utilisation d'habitats relais sur la route de migration	40
6. <u>Discussion des résultats</u>	44
6.1. Grande mobilité des brochets au moment de la reproduction	44
6.1.1. Existence possible d'une reproduction sur les lieux de naissance	44
6.1.2. Retour des brochets au point de départ de leur migration de reproduction	44
6.1.3. Habitats relais sur la route de migration	46
6.1.4. Aménagement du franchissement des petits barrages et seuils	47
6.2. Caractéristiques optimales des frayères dans l'Ourthe-Amblève	47
6.3. Croissance	50
7. <u>Conclusions générales et perspectives</u>	52
8. <u>Remerciements</u>	53
9. <u>Références bibliographiques</u>	53

Référence :

Philippart, J.C., J. Piels, M. Ovidio et G. Rimbaud, 2001. Etude de la biologie de la reproduction du brochet dans l'Ourthe liégeoise et la basse Amblève. Résultats pour la période août 2000-septembre 2001. Rapport de recherches au Fonds piscicole de la Région wallonne. Laboratoire de Démographie des Poissons et d'Aquaculture (LDPA) de l'Université de Liège, 53 pages.



Brochet de 94 cm - 6,200 kg capturé par pêche à l'électricité
dans l'Ourthe à Bomal le 13 septembre 2000

1. INTRODUCTION- PRESENTATION DU PROBLEME

Espèce de très grande valeur halieutique et 'top prédateur' dans la communauté des poissons de nos rivières, le brochet connaît une forte régression démographique résultant d'une exploitation excessive par la pêche et d'une restriction-dégradation de son habitat en général et de son habitat de reproduction et de production de jeunes en particulier. La préservation des frayères et nurseries à brochet et le réaménagement (restauration) de tels milieux stratégiques pour le développement durable de l'espèce nécessitent une meilleure connaissance de l'écologie de la reproduction et du recrutement des jeunes.

Dans l'Ourthe, l'étude de ce problème a pu être entreprise à partir d'août 2000 et jusqu'en début septembre 2001 au niveau de la 'frayère de l'île du Lion' à Poulseur (fig. 1; photos 1-4) ainsi que de quelques autres sites dans l'Ourthe entre Tilff et Bomal et dans la basse Amblève. Une première phase de l'étude vise la caractérisation d'une population reproductrice de brochet dans ou à proximité de la frayère-nurserie de l'île du Lion à Poulseur et comprend deux volets : (i) le radio-marquage de quelques brochets adultes et le suivi par radio-pistage de leur migration vers les frayères, de leur comportement- activité sur les frayères et de leur mobilité post-reproduction et ii) une évaluation du succès de la ponte sur des substrats naturels (ou artificiels implantés si nécessaire), récolte des alevins (pêche électrique) à différentes dates et étude de leur croissance, de leur alimentation (plancton, poissons) et, si possible, de leur dispersion en dehors de la nurserie (marquage ?)

Il s'agit en définitive de vérifier si un recrutement (= production des jeunes qui assurent le renouvellement des générations) naturel de jeunes est encore possible dans la population de brochet de l'Ourthe. Cela implique en premier lieu la possibilité d'une reproduction naturelle, ce qui exige trois choses :

- l'existence d'adultes géniteurs en suffisance (dénombrement, mortalité, taille-âge de maturité);
- l'existence d'habitats appropriés pour la reproduction -ponte (= inventaire et qualité des frayères).
- la possibilité pour les brochets géniteurs d'arriver au bon moment dans les frayères (problème de la libre circulation et de l'incidence des obstacles physiques).

Ensuite, après la ponte des oeufs, il faut que les larves qui éclosent puis les juvéniles :

- trouvent des conditions de vie adéquates au point de vue de leur croissance et de leur survie, notamment pour échapper au cannibalisme (importance des habitats de nurserie et de la végétation);
- puissent se disperser dans l'ensemble de la rivière à partir des nurseries souvent associées aux frayères (migrations de dévalaison-dispersion).

L'étude a été entreprise dans le contexte des connaissances sur la biologie de la reproduction du brochet synthétisées dans le tableau 1.

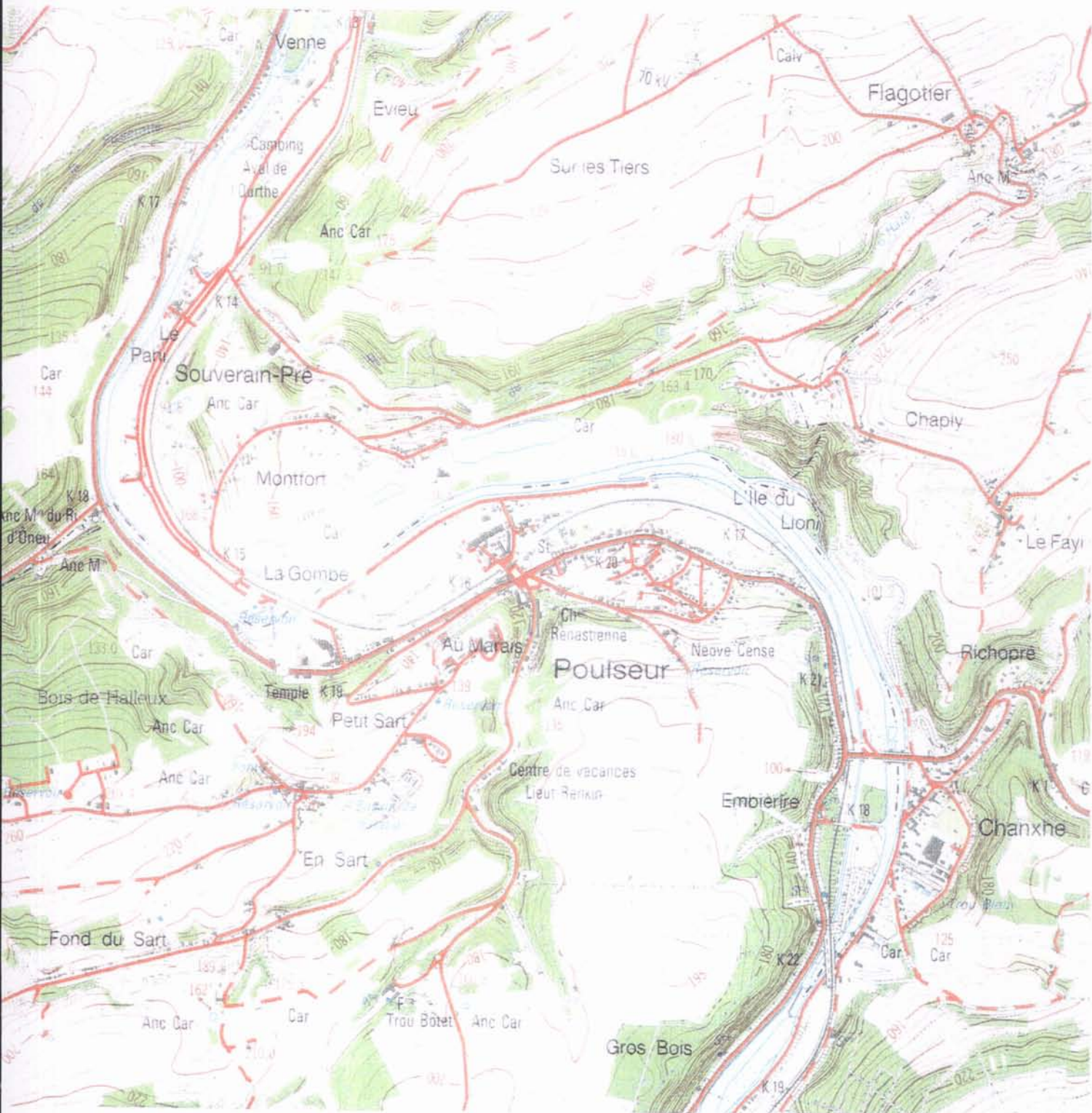


Figure 1. Carte de situation du centre de la zone d'étude sur la basse Ourthe: l'Île du Lion à Poulseur (Comblain-au-Pont). Extrait de la Planche 49/1-2 (Tavier-Esneux) de la carte IGNB Edition 3 - 1989 au 1: 25.000.

TABLEAU 1.DONNEES GENERALES SUR LA REPRODUCTION DU BROCHET
D'APRES DIFFERENTS AUTEURS**1. Périodicité de la ponte**

- variable selon la température, en rapport avec la latitude et l'altitude mais aussi le régime thermique artificialisé de certains milieux (cf. rejets thermiques);
- février -avril dans l'Ourthe; mâles spermiant dès fin janvier - début février.

2. Migrations

- existent en rivière mais sont mal connues;
- dépendent de l'état reproductif physiologique des poissons; par ex. les mâles arrivent sur les frayères avant les femelles et y restent plus longtemps;
- effet de la montée des eaux après l'hiver et rôle possible d'attractants associés à la végétation inondée; rôle de la forte luminosité;
- apparemment pas de homing démontré mais d'autres avis existent
- possibilité d'un homing post-reproducteur
- dévalaison massive des juvéniles à partir des frayères-nurseries

3. Comportement de ponte

- pour l'aspect éthologique voir Poncin (1996)
- nombreuses interactions entre mâles avec blessures ; 2-3 mâles pour une femelle;
- les mâles à spermiation étalée restent plus longtemps sur les frayères que les femelles qui pondent leurs oeufs en quelques heures puis partent;
- présence des reproducteurs sur les frayères dans une large gamme de températures (0 à 15°C) mais ponte optimale à 6-14°C;
- activité de ponte plus forte en fin d'après-midi car plus chaud; ponte bloquée par nuits froides;
- les vieilles femelles (= grands brochets) arrivent sur les frayères avant les plus jeunes (petits)
- les mâles occupent des territoires plus grands que les femelles;
- les pontes sont déclenchées par la présence de végétation ad hoc et la hausse de la température;
- une femelle est courtisée par plusieurs mâles
- les oeufs sont pondus en petits lots (5-60) à plusieurs reprises et sur toute l'étendue de la frayère (dispersion des oeufs en densité très variable : 0,1 33 /m2);
- les mâles produisent peu de sperme à chaque acte de fécondation, d'où stratégie d'économie de sperme;
- aucun soin parental n'est accordé aux oeufs et aux jeunes.

4. Substrat de ponte

- espèce assez opportuniste mais préfère les plantes immergées sous max. 50 cm, notamment les herbes inondées mais aussi les Cératophylles, Myriophylles, algues *Chara*, etc.
- intérêt des substrats artificiels (*Picea exelca*)

5. Développement

- plus de 90 % de fécondation;
- incubation pendant env. 120 degré-jours = 12 jours à 10°C;
- résorption vitelline pendant env. 120 degré-jours;
- env. 16-5 j à 10-19 °C jusqu'au stade juvénile à alimentation exogène;
- fixation des oeufs et des larves sur la végétation.

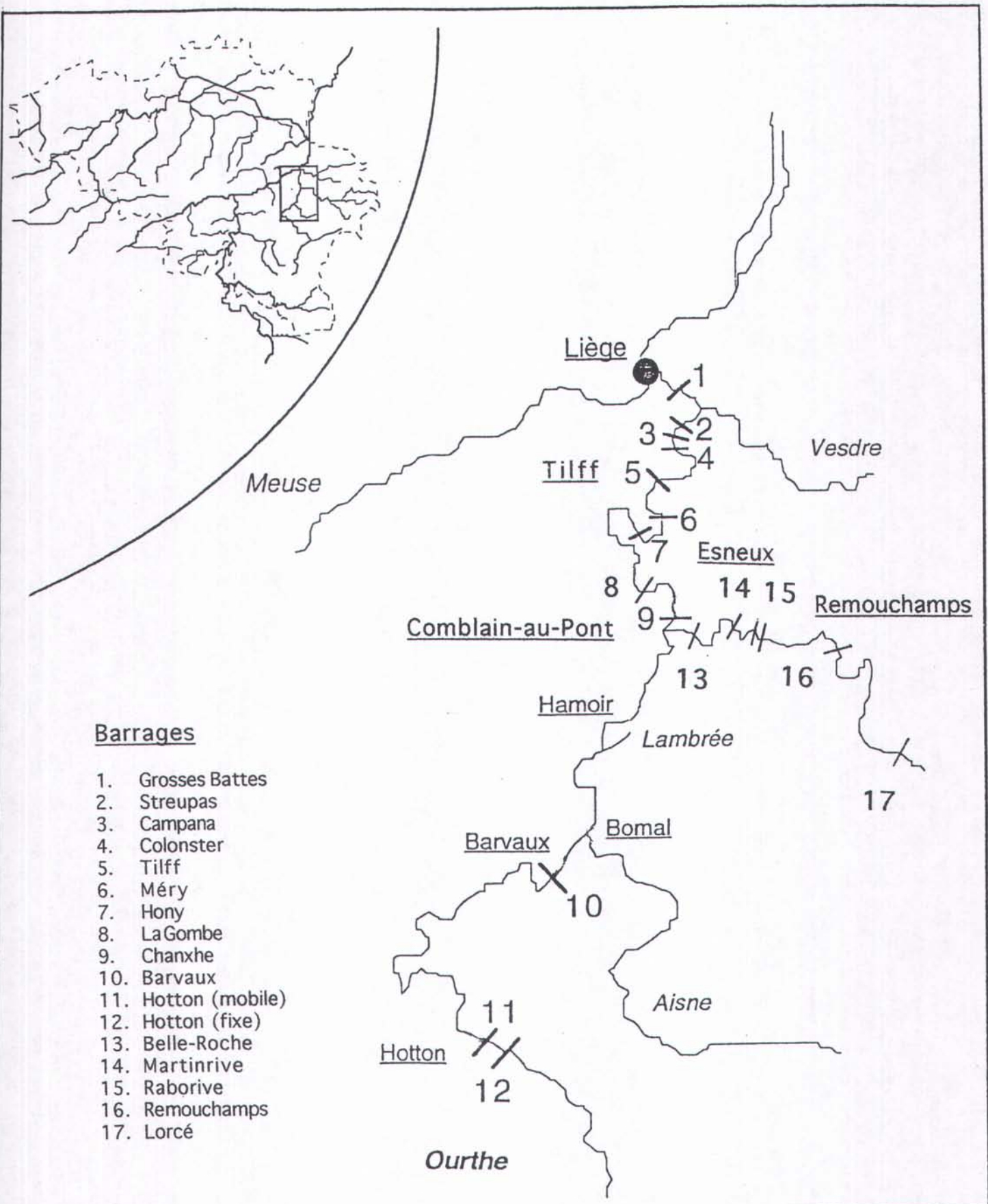


Figure 2. Carte générale de la zone d'étude couvrant l'Ourthe et la basse Amblève, avec indication de la position des barrages et seuils et des biefs de cours d'eau correspondants. Le centre de la zone d'étude, l'île du Lion à Poulseur (Comblain-au-Pont), est située au milieu du bief compris entre le barrage de Chanxhe (n° 9) à l'amont et le barrage de La Gombe (n° 8) à l'aval.



Photo 1. Vue estivale (août 2001) de l'Ourthe à Poulseur en aval de l'île du Lion, montrant l'entrée de la noue-frayère aménagée.



Photo 2. Vue estivale (début juin 2001) du fond de la noue-frayère de l'île du Lion.



Photo 3. Vue estivale (août 2001) du bief Chanxhe-Pulseur de l'ancien canal de l'Ourthe à hauteur de l'entrée de la noue du Lion.



Photo 4. Vue estivale (août 2001) du chenal de l'écluse entre l'aval du canal de Pulseur (chute) et l'Ourthe. La photo est prise du pont sur l'écluse qui constitue le point zéro par rapport auquel sont calculés les déplacements des brochets radio-pistés.

2. L'OURTHE AU NIVEAU DE L'ILE DU LION A POULSEUR

2.1. Présentation générale du milieu

Le site de l'île du Lion ($5^{\circ}35'37''$ E- $50^{\circ} 31'$ N) sur la basse Ourthe à Poulseur se trouve à 26,4 km de l'embouchure dans la Meuse à Liège (figures 2 et 3). Il se présente comme une zone inondable d'environ 4 hectares qui couvre la rive droite de l'Ourthe à peu près au milieu du bief de rivière de 3,690 km allant du barrage de Chanxhe à l'amont au barrage de La Gombe à l'aval. En parallèle de ce tronçon de l'Ourthe coule le 'canal de Poulseur', dernier bief encore sous eau de l'ancien canal de l'Ourthe (photo 3). Ce tronçon de canal est alimenté à l'amont par une prise d'eau située à hauteur du barrage de Chanxhe et se raccorde à l'Ourthe à l'aval sous la forme d'une chute de 4 m au niveau de l'ancienne écluse qui se prolonge par un court chenal (chenal de l'écluse; photo 4).

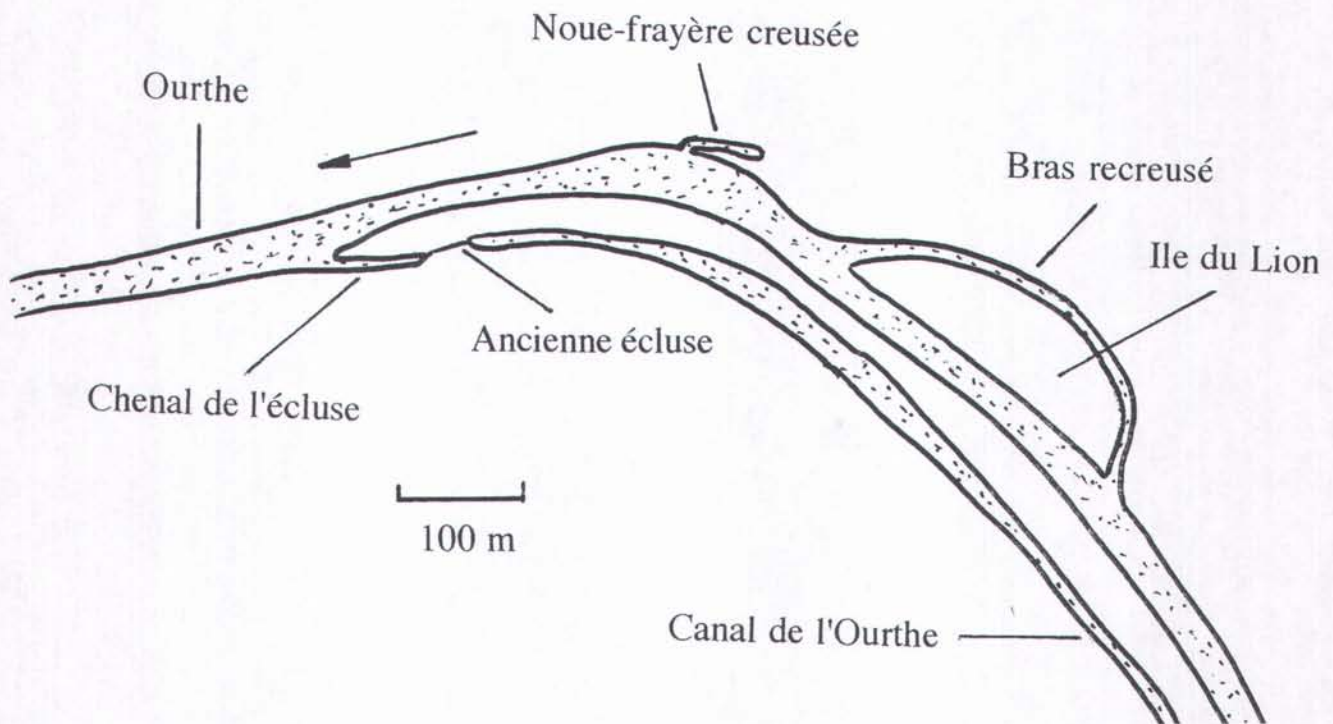


Figure 3. Carte schématique du site de l'île du Lion sur l'Ourthe à Poulseur.

Le site de l'île du Lion présentait jadis une grande diversité morpho-hydraulique (et probablement écologique) suggérée par l'extrait de la carte IGNB au 1: 25.000 Edition 1 de 1960 (fig. 4). Dans les années 1960, le milieu fut profondément altéré par des travaux de régularisation consistant principalement en un rehaussement de la plaine inondable au moyen de matériaux alluvionnaires. Assez récemment, la Fédération de Pêcheurs UPOA fit exécuter des travaux de restauration écologique et piscicole du site sous deux formes : dans la partie amont, le recreusement d'un bras d'eau courante et le rétablissement d'une île et, dans la partie aval, le creusement d'un bras en cul-de-sac ayant fonction de frayère à brochet (site de la noue du Lion; photo 2).

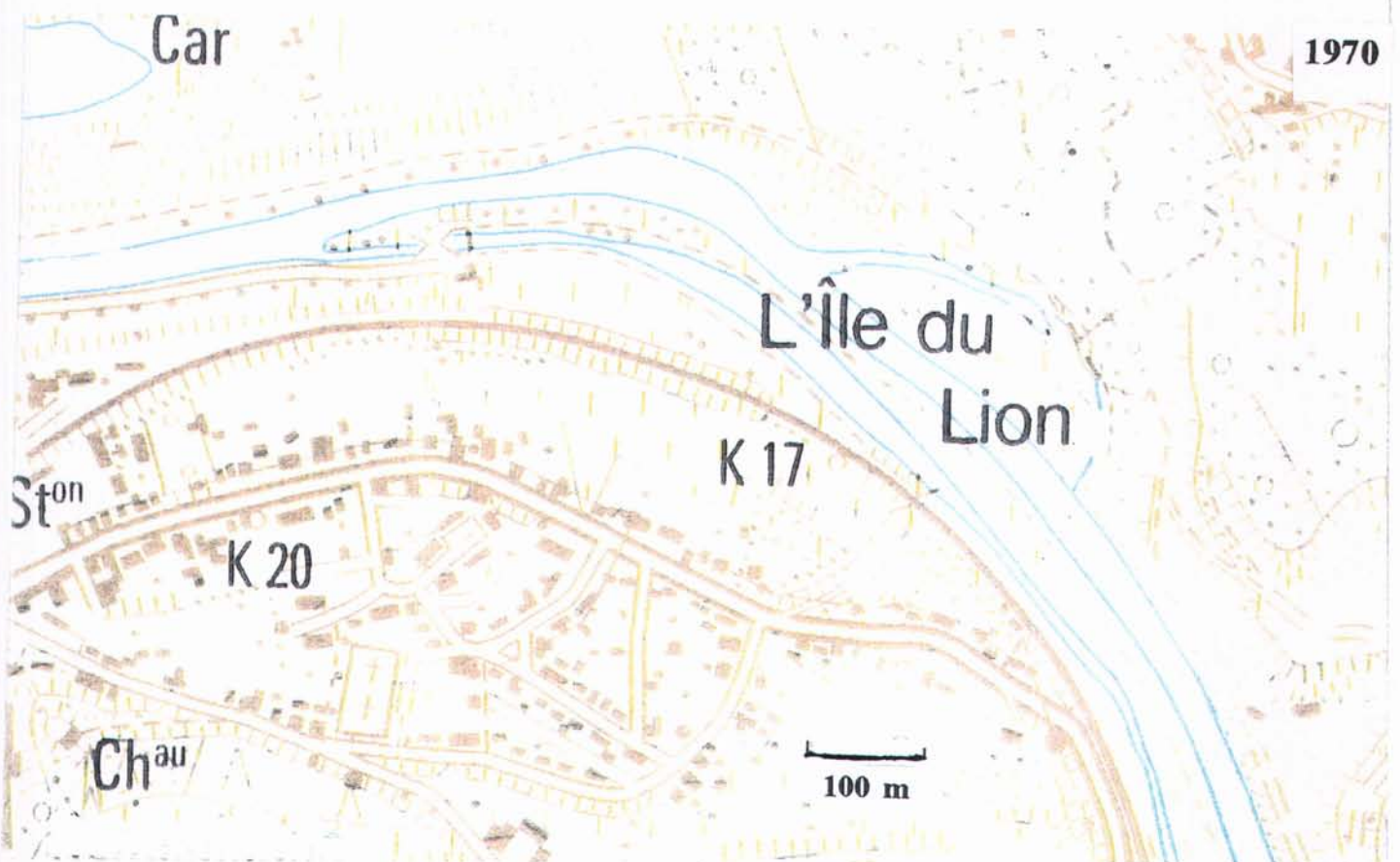
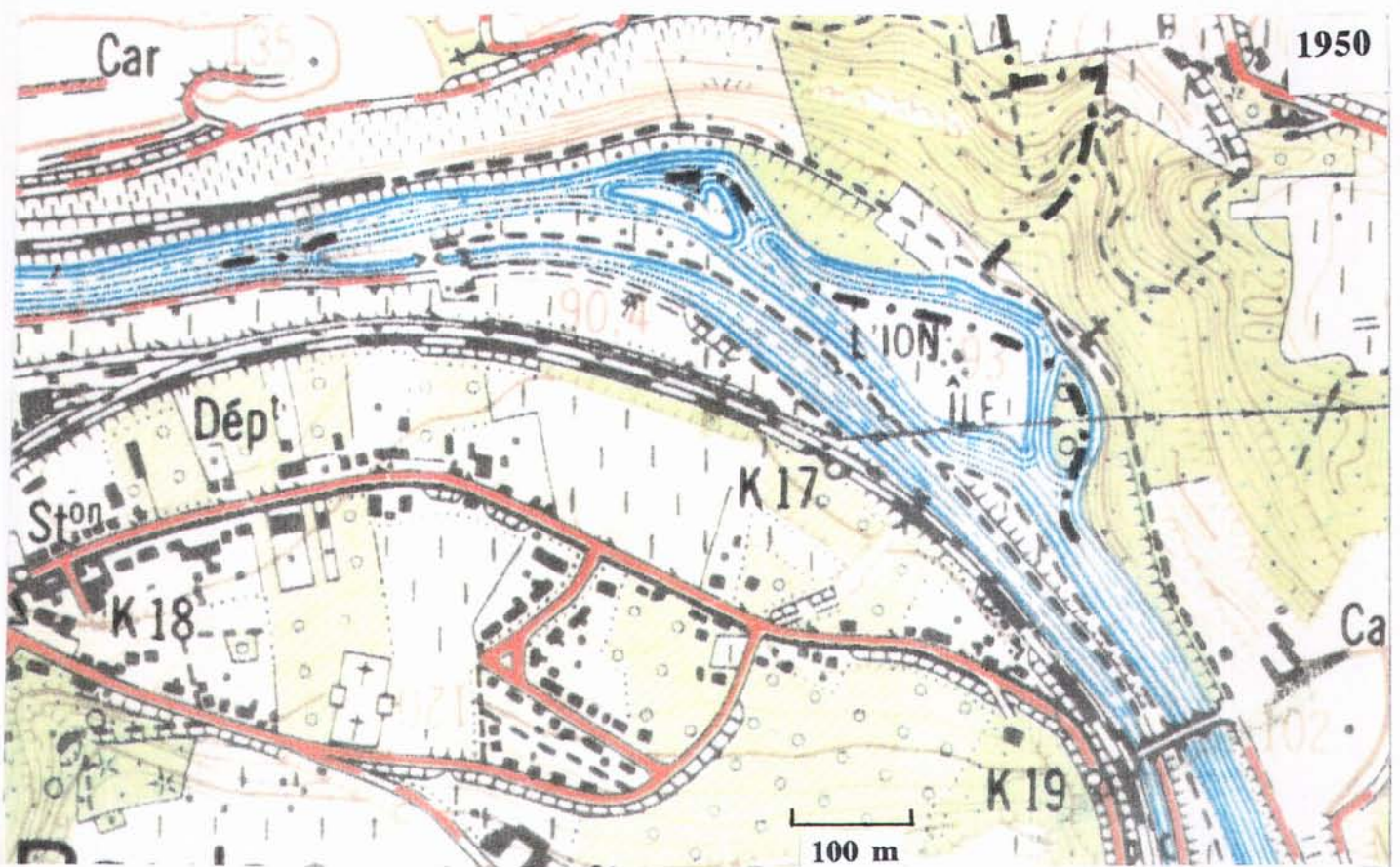


Figure 4. Carte du site de l'île du Lion sur l'Ourthe à Pouleur tel qu'il se présentait dans les années 1950 avant les travaux de régularisation du cours et au début des années 1970 après ces travaux.

2.2. Relevé des conditions environnementales en 2000-2001

Pour la réalisation de l'étude sur la reproduction du brochet entre fin août 2000 et début septembre 2001, nous avons rassemblé de nombreuses informations sur les caractéristiques hydrologiques, hydrauliques et thermiques du site et des zones adjacentes :

- (a) Pour la noue du Lion : installation d'une échelle limnimétrique, d'un mini-enregistreur de température de l'eau et d'un mini- enregistreur de la luminosité;
- (b) Pour le canal de Poulseur et le chenal de l'écluse : installation d'un mini-enregistreur de la température de l'eau et repérage de la hauteur d'eau dans le chenal par lecture de l'échelle limnimétrique en place sur le mur de l'ancienne écluse;
- (c) Pour l'Ourthe, installation d'un mini-enregistreur de température en rive gauche à hauteur de Chanxhe et application à ce tronçon de rivière des données de débit collectées à Méry-Tilff par le SETHY-MET;
- (d) Pour l'Ourthe en amont de la confluence avec l'Amblève et pour l'Amblève, exploitation des relevés en continu de la température de l'eau par le LDPA-ULg et du débit par le SETHY-MET à Hamoir (Ourthe) et à Martinrive (Amblève).

Au point de vue hydrologique, la période d'étude des brochets concernée s'est surtout caractérisée par la succession de 4 crues importantes ($> 200 \text{ m}^3/\text{s}$) en janvier -avril 2001 (fig. 5) et par des débits moyens mensuels en avril et mai nettement plus élevés qu'en 2000.

Pendant de même 1er semestre de 2001, la température de l'eau a évolué dans l'Ourthe et l'Amblève comme illustré par la figure 6.

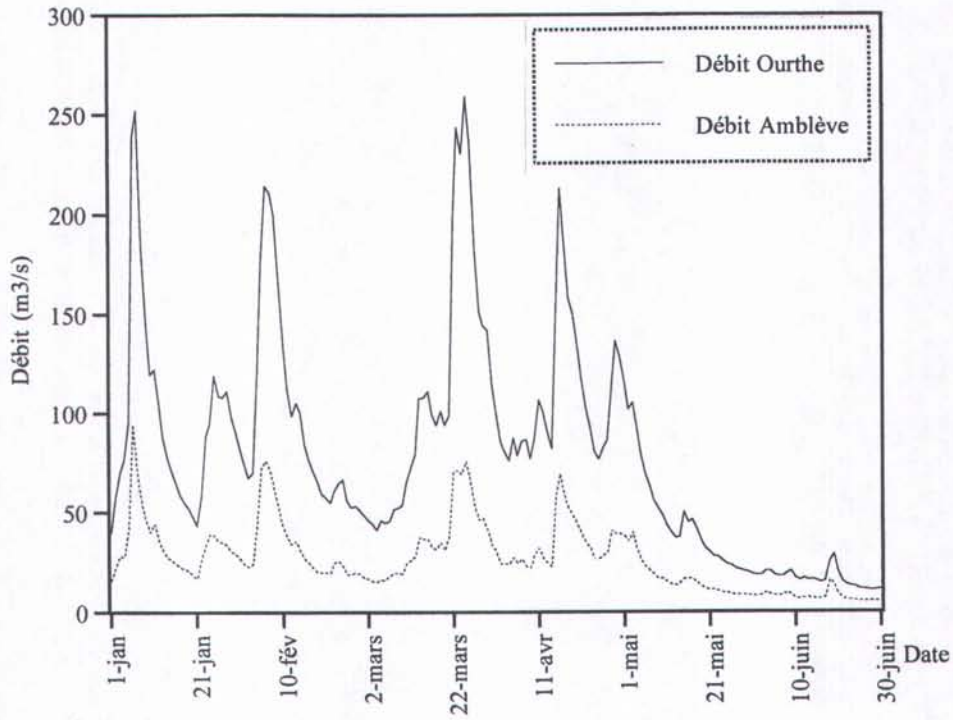


Figure 5. Débits moyens journaliers de l'Ourthe à Méry et de l'Ambième à Martinrive au cours du 1er semestre de 2001 (source : SETHY-MET).

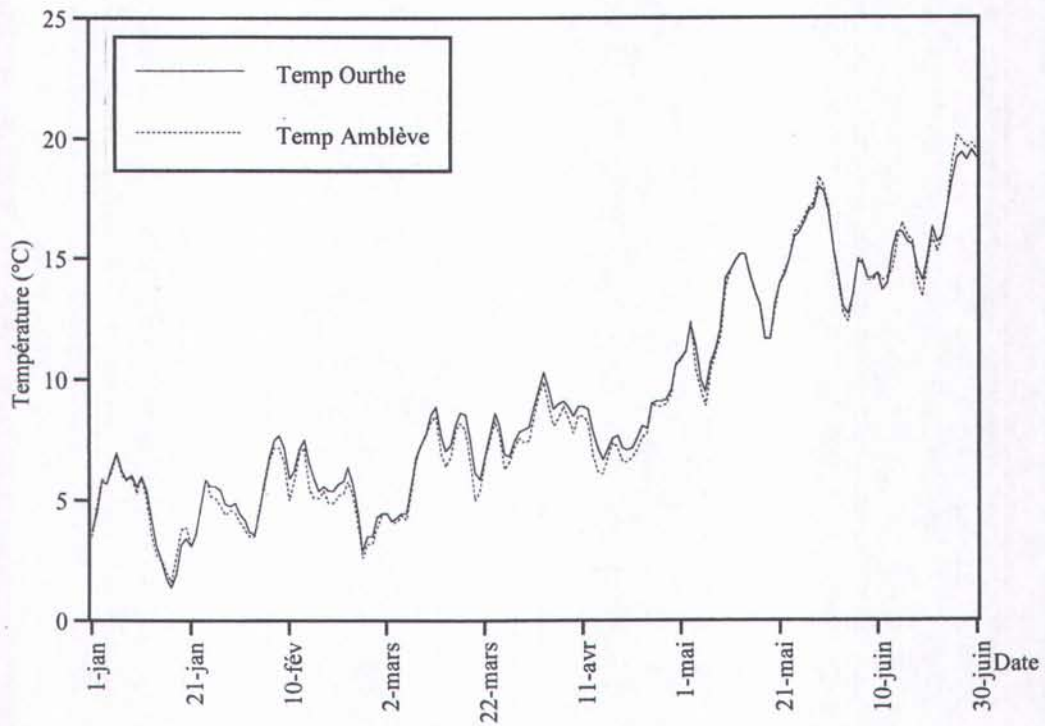


Figure 6. Température moyenne journalière de l'Ourthe et de l'Ambième pendant le 1er semestre de 2001 (source : LDPA -ULG).

3. CAPTURE DES BROCHETS DANS DIVERS HABITATS D'EAU LENTE ET CONFIRMATION DE L'INTERET DU SITE DE L'OURTHE A POULSEUR

3.1. Réalisation de sondages préliminaires en août-septembre 2000

En fin août- mi septembre 2000, nous avons effectué une première série de pêches à l'électricité de sondage dans quelques habitats d'eau lente, du type bras mort, susceptibles d'abriter des brochets et spécialement des jeunes brochets issus de reproductions naturelles en début 2000. Lors de cette opération, la plupart des brochets > 15 cm furent marqués individuellement au moyen d'une puce électronique (pit-tag) insérée dans le ventre et, en plus, les sujets de grande taille furent marqués au moyen d'une bague externe numérotée fixée sur la nageoire adipeuse (Planche 1).

Les résultats de ces sondages sont indiqués dans le tableau 2. Les deux stations de Poulseur (noue du Lion en RD et chenal de l'écluse en RG) abritent un nombre non négligeable de brochets (n=15 de 168-506 mm) parmi lesquels une majorité de jeunes brochets de 16-25 cm nés en début 2000, ce qui confirme que cette zone est particulièrement favorable à la reproduction du brochet et nous conforte dans le choix de ce site pour y développer les études sur la reproduction et le recrutement des jeunes.

Tableau 2. Résultats des dénombrements des brochets dans quelques habitats d'eau lente dans l'Ourthe en fin août-début septembre 2000. Les astérisques renvoient aux photos de la Planche 2.

Station	Date	Nombre	Longueur LF (mm) Min - Max
Ancienne frayère de Bomal amont *	13/09/00	1	940 -
Bras RD Gravier des Enfants à Hamoir	13/09/00	0	-
Noue de l'île du Lion à Poulseur	30/08/00	13	185 - 506
Chenal en aval de l'écluse du canal de Poulseur	06/09/00	12	168 - 258
Bras en aval de l'écluse de l'ancien canal à Tilff *	06/09/00	4	189 - 246
Bras RD à Sainval Tilff *	30/08/00	3	189 - 940
Total		33	168 - 940

3.2. Capture de brochets à Poulseur en vue du radio-pistage

Une première pêche effectuée à Poulseur le 21/11/00 (7,0°C ; 47,1 m³/s) permet de capturer 6 brochets de 235-607 mm (n = 2 de 486-607 mm du côté de la noue de l'île du Lion et n= 4 de 235-598 mm dans le chenal de l'écluse. On note la recapture d'un brocheton marqué avec puce électronique qui est passé de 199 mm- 55 g le 06/09 à 235 mm-68 g le 21/11. Deux brochets, un mâle de 598 mm- 1605 g et une femelle de 607 mm- 2170 g, sont équipés d'un émetteur radio en vue de leur suivi comportemental.

Une deuxième pêche de capture de brochets géniteurs organisée le 23/01/01 (4,7°C; 88 m3/s) permet de capturer 8 brochets de 296-742 mm dont 4 (1 femelle de 742 mm et 3 mâles de 579, 660 et 662 mm) sont équipés d'un émetteur radio et relâchés sur place.

Le tableau 3 donne toutes les caractéristiques des 6 brochets radio-marqués qui furent radio-pistés par J. Piels (Piels, 2001) selon la méthodologie développée par le LDPA-ULg.

Tableau 3. Caractéristiques des 6 brochets adultes capturés dans l'Ourthe à Poulseur et utilisés pour le radio-pistage au moment de la reproduction en début 2001 et dont le suivi s'est poursuivi jusqu'en mi septembre 2001 et au-delà (>) sauf pour BR1 et BR5.

Brochet n°	BR1	BR2	BR3	BR4	BR5	BR6
Date de capture	21/11/00	21/11/00	23/01/01	23/01/01	23/01/01	23/01/01
Lieu de capture	av. écluse	noue Lion	av. écluse	noue Lion	noue Lion	noue Lion
Longueur (LF, mm)	598	607	742	660	662	579
Poids (g)	1605	2170	4090	2482	2310	1630
Sexe	mâle	femelle ?	femelle	mâle ?	mâle ?	mâle ?
Age approximatif (années)	8-9	3-4	5-6	4-5	8-9	5-6
Fréquence de l'émetteur	40611	40621	40631	40641	40651	40661
Période de suivi	01-07/06 *	01-09 >	02-09 >	02-09 >	02-fin 06*	02-09 >

* BR1 sacrifié pour sexage lors de sa recapture le 07 juin et BR5 capturé par un pêcheur à la ligne

3.3. Longueur des brochets en fin 2000-début 2001

La figure 7 illustre la distribution des fréquences des longueurs des 42 brochets capturés en fin août 2000- fin janvier 2001, à un moment correspondant à la fin de leur période de croissance.

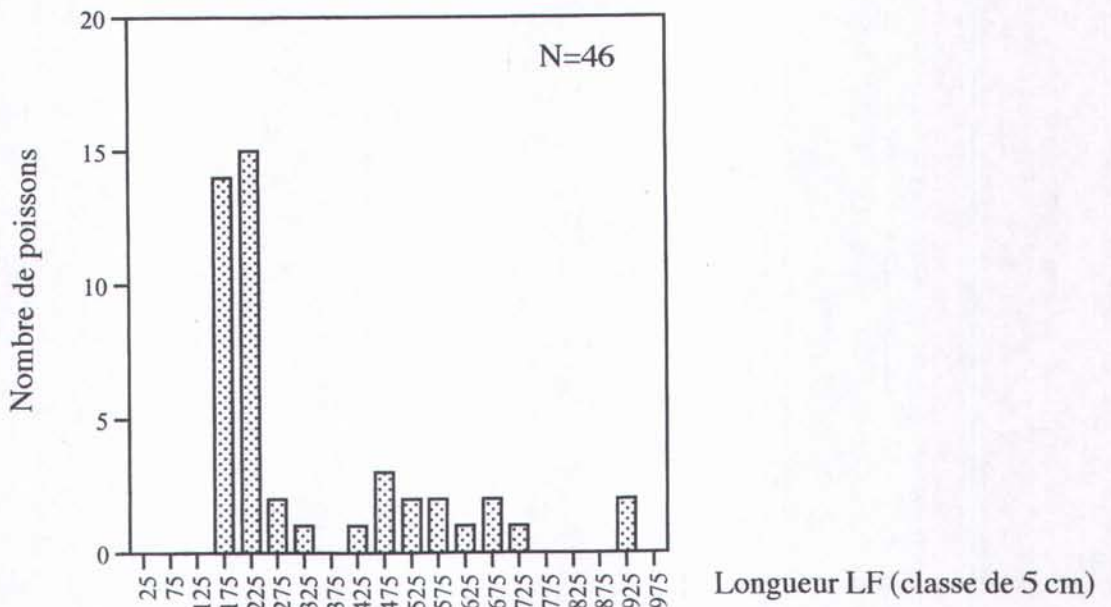


Figure 7. Histogramme des longueurs (LF) des brochets capturés dans l'Ourthe en septembre 2000-janvier 2001.

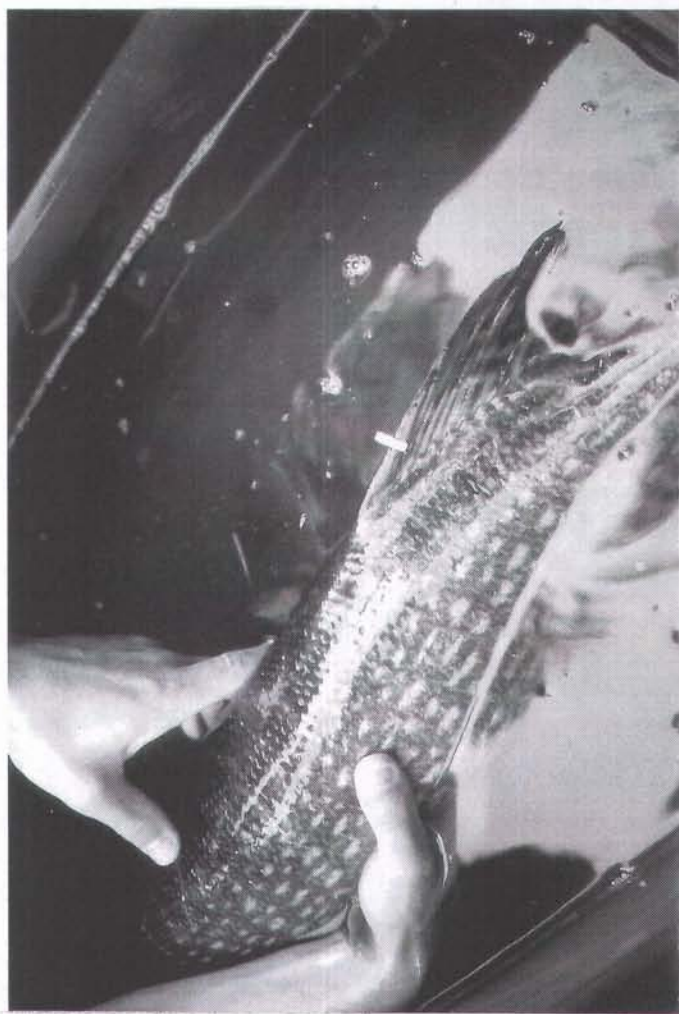
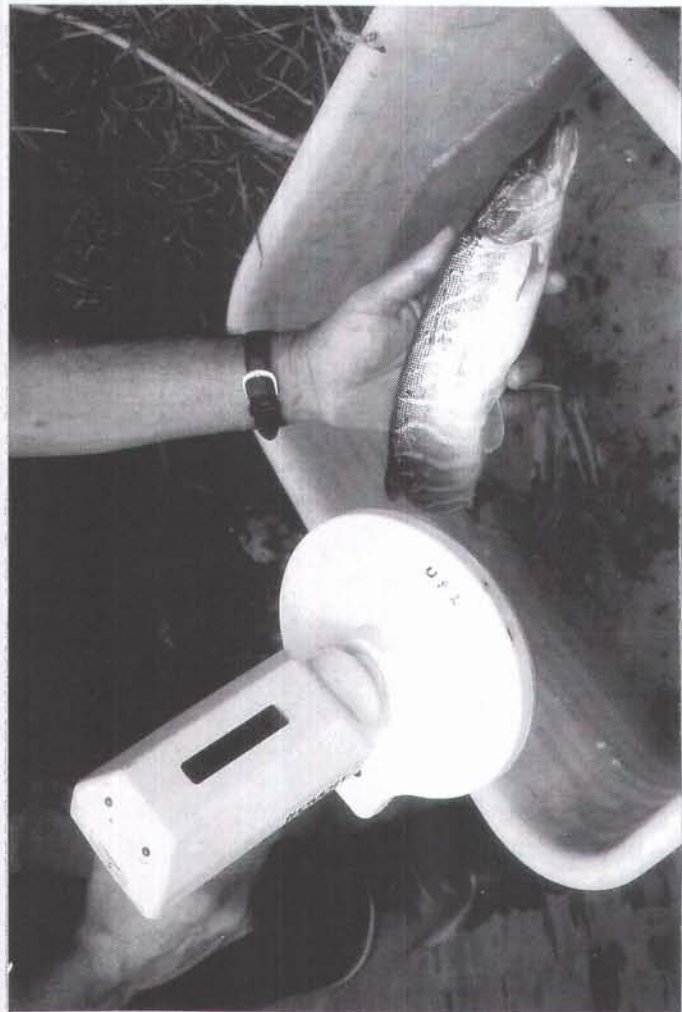


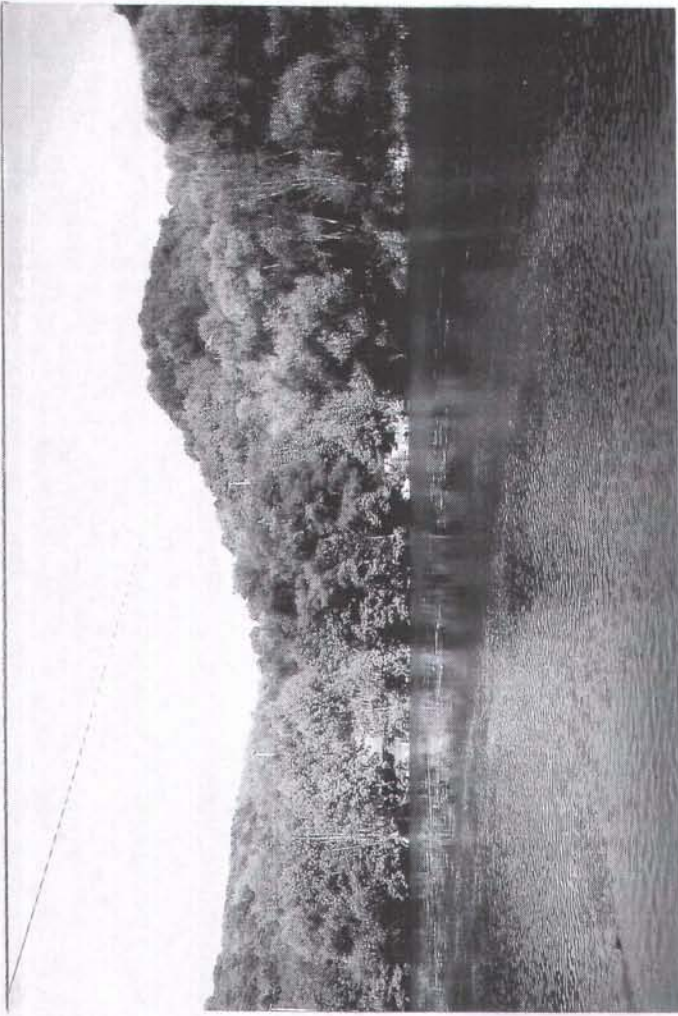
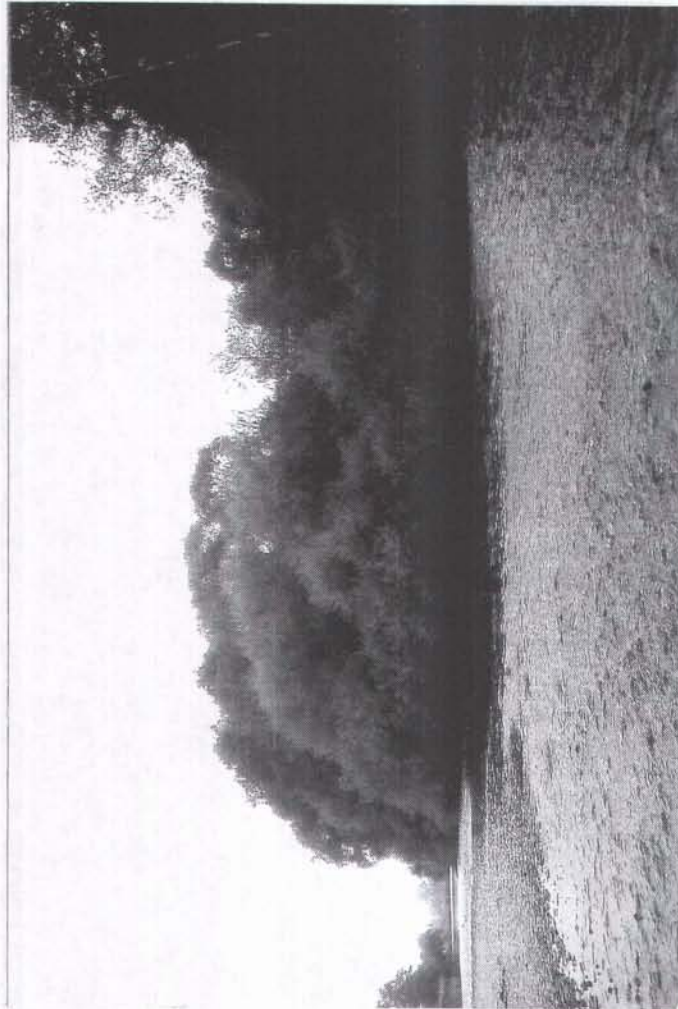
PLANCHE 1. Méthodes de marquage individuel des brochets

Photo 1. Insertion d'une puce électronique chez un brochet anesthésié.

Photo 2. Lecture de la puce électronique.

Photo 3. Fixation d'une bague numérotée sur la nageoire dorsale.

1	2
3	



**PLANCHE 2. Habitats à brochets identifiés en 08-09 2000
au moyen des captures par pêche à l'électricité**

Photo 1. L'Ourthe à l'amont de Bomal, à hauteur de l'ancienne frayère à brochet en RG.

Photo 2. L'Ourthe à Tiff à hauteur du bras de Sainval en RD.

Photo 3. Le bras mort de Tiff en aval de l'écluse de l'ancien canal de l'Ourthe en RG de l'Ourthe.

1	2
3	

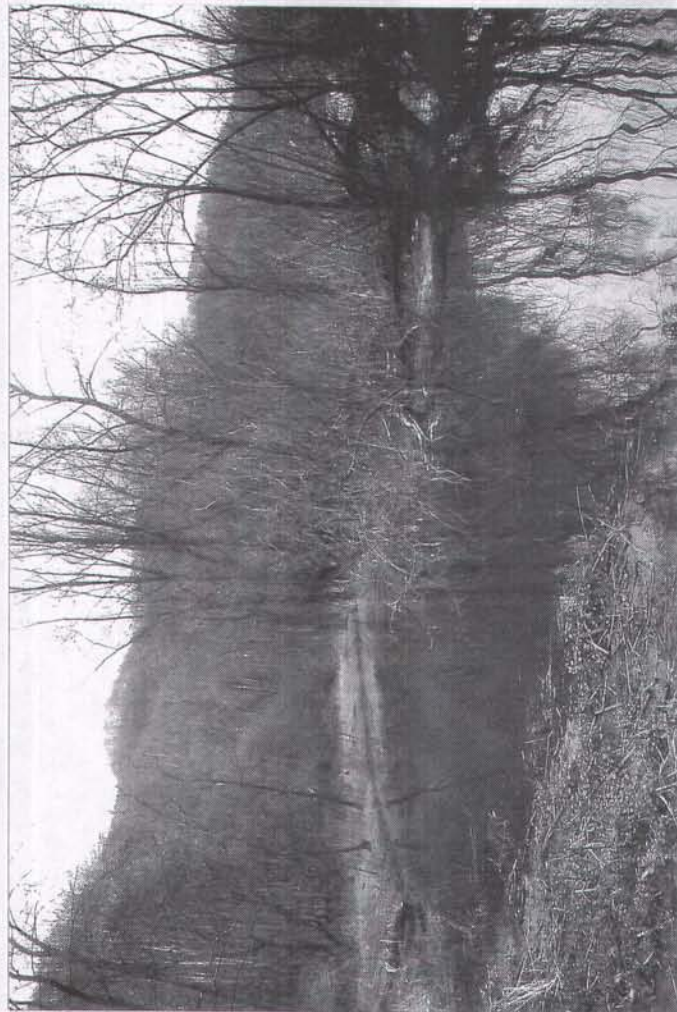


PLANCHE 3. Vue hivernale (mars 2001) de la noue du Lion à Pouiseur

Photo 1. Vue vers l'amont de l'entrée de la noue.

Photo 2. Vue vers l'aval de la première moitié de la noue.

Photo 3. Vue de l'aval de l'entrée de la noue qui constitue une zone inondée servant d'habitat de résidence-réfuge aux brochets.

1	2
3	



PLANCHE 4. Vérification de la reproduction de brochets dans la noue du Lion à Poulseur en mars 2001

Photo 1. Installation le 14 mars d'une frayère artificielle faite de branches d'épicéa.

Photo 2. Végétation semi-flottante de Callitriche sur laquelle furent découverts des oeufs de brochet le 14 mars.

Photo 3. Présence d'oeufs de brochets légèrement adhérents aux épinettes d'épicéa de la frayère artificielle le 20 mars.

1	2
3	

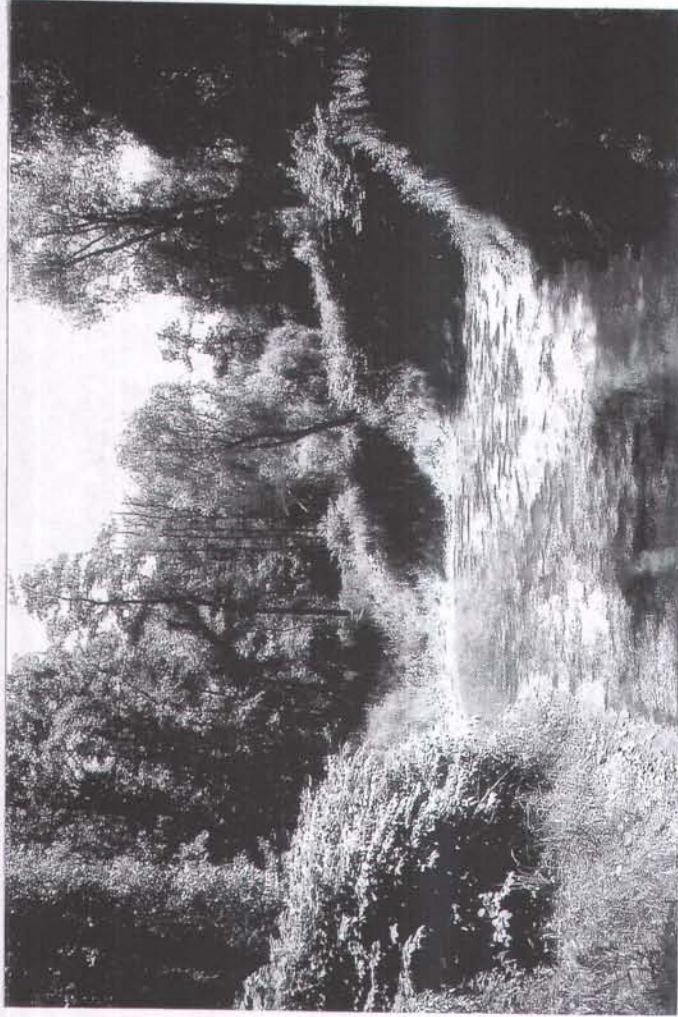


PLANCHE 5. Vue de la noue du Lion en début juillet 2001 lors du dénombrement des brochets de l'année.

Photo 1. Partie aval de la noue isolée de l'Ourthe par un bouchon de vase.

Photo 2. Partie amont de la noue profonde de 0,5 m à l'étiage et riche en végétation aquatique (callitriches, élodées, myriophylles).

Photo 3. Equipe de pêche à l'électricité en progression difficile dans la noue à cause de l'envasement.

1	2
3	



PLANCHE 6. Recherche par pêche à l'électricité des brochets de l'année dans la noue du Lion en début juin 2001

Photo 1. Brochet de l'année de 5 cm âge d'environ 2 mois.

Photo 2. Végétation dense de callitriches abritant les jeunes brochets de l'année.

Photo 3. Capture dans la noue d'un brochet adulte susceptible de causer des mortalités par canibalisme parmi les juvéniles.



1	2
3	

4. MISE EN ÉVIDENCE DE LA REPRODUCTION DES BROCHETS DANS LA FRAYÈRE DE L'ÎLE DU LION À POULSEUR

4.1. Utilisation de la frayère par les brochets radio-marqués et observation d'actes de frai

Contrairement à toute attente, aucun des six brochets radio-marqués capturés et relâchés sur le site de Poulseur n'a apparemment utilisé la noue aménagée de l'île du Lion comme lieu de reproduction en début 2001 (Planche 3). Comme cela sera analysé en détail au point 5, ces six brochets ont effectué une migration, probablement de reproduction, vers l'amont. A cause des conditions hydrologiques difficiles (forts débit et hauteur d'eau, turbidité de l'eau) en début 2001, aucun acte de frai n'a pu être observé, tout au plus une certaine agitation de quelques brochets dans le fond de la noue du Lion à Poulseur vers le début mars.

4.2. Recherche des oeufs sur des supports naturels et artificiels

Le 14 mars, une frayère artificielle flottante (faite de branches d'épicéa fixées sur un treillis métallique et suspendue sous la surface de l'eau grâce à un flotteur) est posée dans la partie amont de la noue du Lion à Poulseur (Pl. 4, photo 1). A l'occasion de cette opération, sont découverts quelques oeufs de brochet fixés à des callitriches flottant dans ce plan d'eau calme (Pl. 4, photo 2). Compte tenu des températures régnant à ce moment (phase de réchauffement de 5°C à 7-8°C en 3 jours), la ponte de ces oeufs peut être située vers le 8 mars.

Lors du relevé de la frayère artificielle le 20 mars, sont découverts de nombreux oeufs légèrement fixés aux branches d'épicéa (Pl. 4, photo 3). Trente d'oeufs sont placés dans un panier -incubateur immergé dans la frayère. Ils donnent 2 alevins relevés le 4 avril (survie : 7%). Un deuxième support artificiel de ponte est posé le 21 mars à 50 m à l'intérieur de la noue- frayère mais plus aucun oeuf n'est découvert déposé sur la structure.

Sur la base de ces observations, la période de frai du brochet dans la noue-frayère du Lion à Poulseur a couvert la période du 8 mars au 16 mars dans une gamme de conditions environnementales suivantes : température minimale de l'eau de 3,9 à 8,4°C, débit de 41 à 112 m³/s ; hauteur d'eau dans la frayère de .

4. 3. Recherche des juvéniles par pêche à l'électricité à l'étiage (Planche 5)

Une pêche à l'électricité effectuée le 7 juin dans la noue du Lion à Poulseur permet de capturer 12 brochetons de 54-75 mm (tabl. 4; Planche 6) confirmant ainsi le succès de la reproduction en mars. Mais aucun brocheton n'est capturé à la même date dans le chenal de l'écluse.

Ces observations sont confirmées par les résultats de la pêche effectuée le 3 juillet qui permet de capturer 42 brochetons de 83-131 mm issus de la reproduction de début 2001 ainsi que par ceux de la pêche du 12 septembre 2001 qui permet de capturer 23 brochetons de l'année de 139-259 mm.

D'après ces observations, la croissance des jeunes brochets de l'année est très rapide puisque leur longueur moyenne passe de 67 mm en début juin à 109 mm en début juillet et à 185 mm en début septembre, ce qui s'approche de la longueur moyenne à la fin de la première année de croissance. Chez les brochets capturés en septembre, on observe une très grande variabilité des tailles (du simple au double), ce qui favorise le cannibalisme.

Tableau 4. Statistique des captures et croissance estivale des jeunes brochets de l'année 2001 sur le site de Poulseur (frayère de l'île du Lion et chenal de l'écluse). L'âge est déterminé par rapport à une date moyenne de début de vie pélagique fixée le 1 avril (ponte vers le 15 mars). Les tailles en septembre 2000 sont données au titre de comparaison interannuelle.

Longueur (Lf, cm)	07/06/01	03/07/01	12/09/01	(09/09/00)
5	2	-	-	-
6	6	-	-	-
7	4	-	-	-
8	-	5	-	-
9	-	5	-	-
10	-	11	-	-
11	-	14	-	-
12	-	3	-	-
13	-	4	1	-
14	-	-	2	-
15	-	-	4	-
16	-	-	1	1
17	-	-	4	4
18	-	-	3	2
19	-	-	1	4
20	-	-	1	1
21	-	-	2	-
22	-	-	1	1
23	-	-	2	-
24	-	-	-	2
25	-	-	1	1
Total	12	42	23	16
Lm (mm)	67	109	185	199
Age (jours)	68	94	165	-

Ces résultats sur les jeunes brochets présents sur le site de Poulseur établissent de manière évidente le rôle de la noue de l'île du Lion et du chenal de l'écluse comme zones de frai et de production naturelle des jeunes (nurseries) du brochet dans la basse Ourthe.

Par ailleurs, il est intéressant de noter que la composition par tailles du groupe des brochets de l'année 2001 en septembre est fort comparable à celle obtenue à la même époque pour les brochets né en 2000 (tabl. 4).

4.4. Capture de brochets adultes porteurs de blessures

Lors de la pêche du 3 juillet dans le chenal de l'écluse à Poulseur, furent capturés plusieurs brochets adultes qui portaient des blessures profondes témoignant de violents combats entre mâles au moment de la reproduction (photo 5).



Photo 5. Un brochet mâle de 63 cm capturé le 07 juin 2001 dans l'Ourthe à la sortie du chenal de l'écluse de Poulseur et porteur de nombreuses blessures encourues lors des combats inter-mâles au moment de la reproduction.

5. MIGRATION DES BROCHETS AU MOMENT DE LA REPRODUCTION

5.1. Méthode de radio-pistage

Les 6 brochets capturés-relâchés à Poulseur et équipés d'un émetteur radio furent localisés journallement ou presque pendant la période d'étude principale allant du 23 janvier au début juin 2001. Pour deux des brochets (BR1 et BR2) les localisations commencèrent à la fin novembre 2000 mais avec une fréquence d'une fois par semaine jusqu'en fin janvier 2001. Après juillet 2001, les localisations se poursuivent sur 5 des 6 brochets survivants mais avec une fréquence d'une à deux fois par semaine. La localisation se faisait à différents moments de la journée et les observations étaient enregistrées en terme de position à partir du point zéro de remise à l'eau à Poulseur. Ces distances étaient mesurées sur une carte IGN au 1 : 10.000.

Les positions des brochets sont calculées par rapport à un point 0 qui correspond au niveau de l'aval de l'écluse du canal de Poulseur. Par rapport à ce point 0, l'entrée de la noue de l'île du Lion est à la distance + 0,200 km.

5.2. Mobilité générale des brochets avant, pendant et après la reproduction

5.2.1. Migration de remontée et stablisation dans une zone potentielle de reproduction

Tous les brochets capturés-marqués-relâchés au niveau des stations 'noue du Lion' et 'chenal de l'écluse' à Poulseur restent un certain temps dans le voisinage immédiat de ce site puis ils effectuent une migration de remontée qui les conduit à une étape de fin de parcours à l'amont (fig. 8 a-f) :

- trois brochets effectuent leur remontée dans l'Ourthe pour s'arrêter en aval du pont de Chanxhe (BR1; km + 0,950; fig. 8 a), en amont du pont de Scay à Comblain-au-Pont (BR3; km + 4,500; fig. 8 c) et dans la partie basse du bras-frayère de Comblain-Fairon (BR5; km + 11,000; fig. 8 d).

- les trois autres brochets remontent l'Ourthe sur 3,550 km puis entrent dans l'Amblève où ils s'arrêtent au lieu dit Liotte (BR4; km + 5,100; fig. 8 e), en aval du barrage de Belle-Roche (BR2; km + 5,300; fig. 8 b) et en aval du barrage de Remouchamps amont, à hauteur de l'autoroute (BR6; km + 16,000; fig 8 f).

Les photos 6-10 illustrent l'aspect, durant l'étiage 2001, des habitats potentiels de frai des 6 brochets radio-pistés au terme de leur migration de remontée printanière en période de hautes eaux.

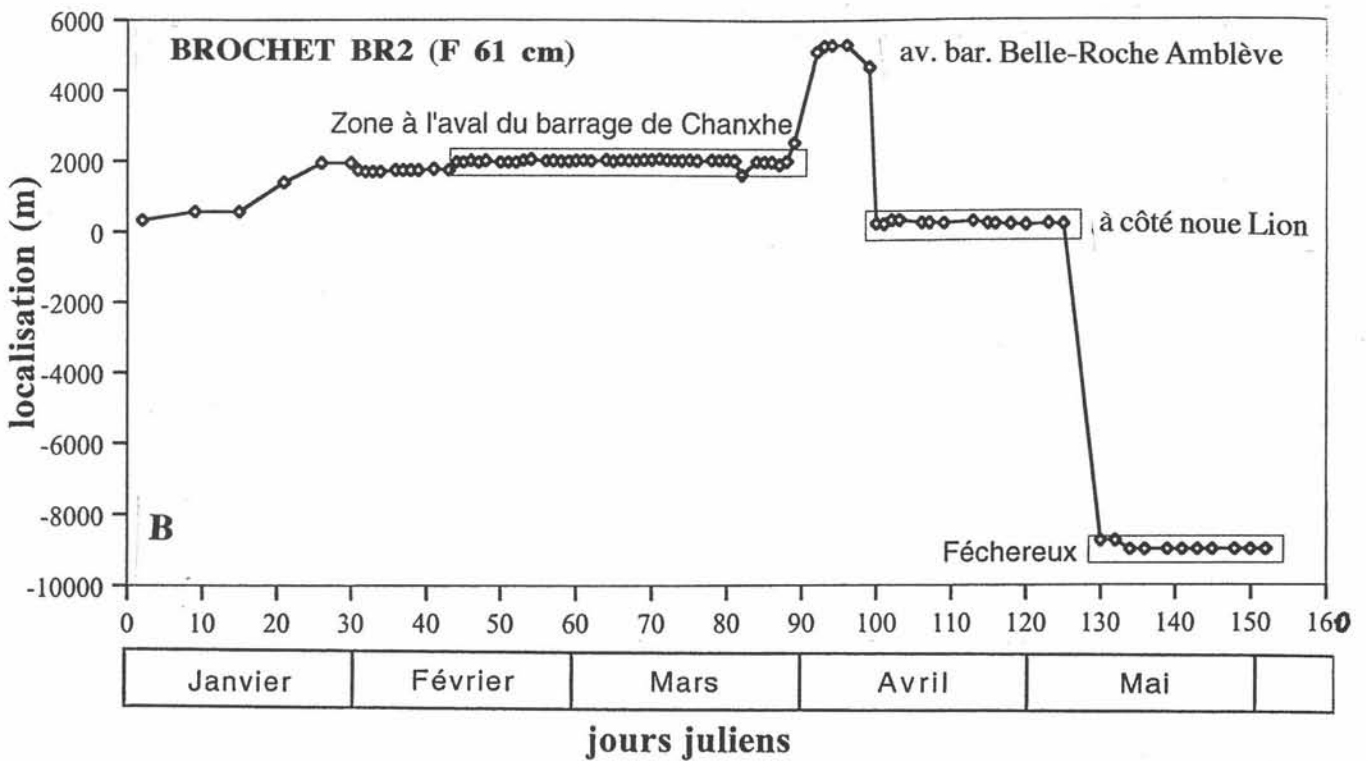
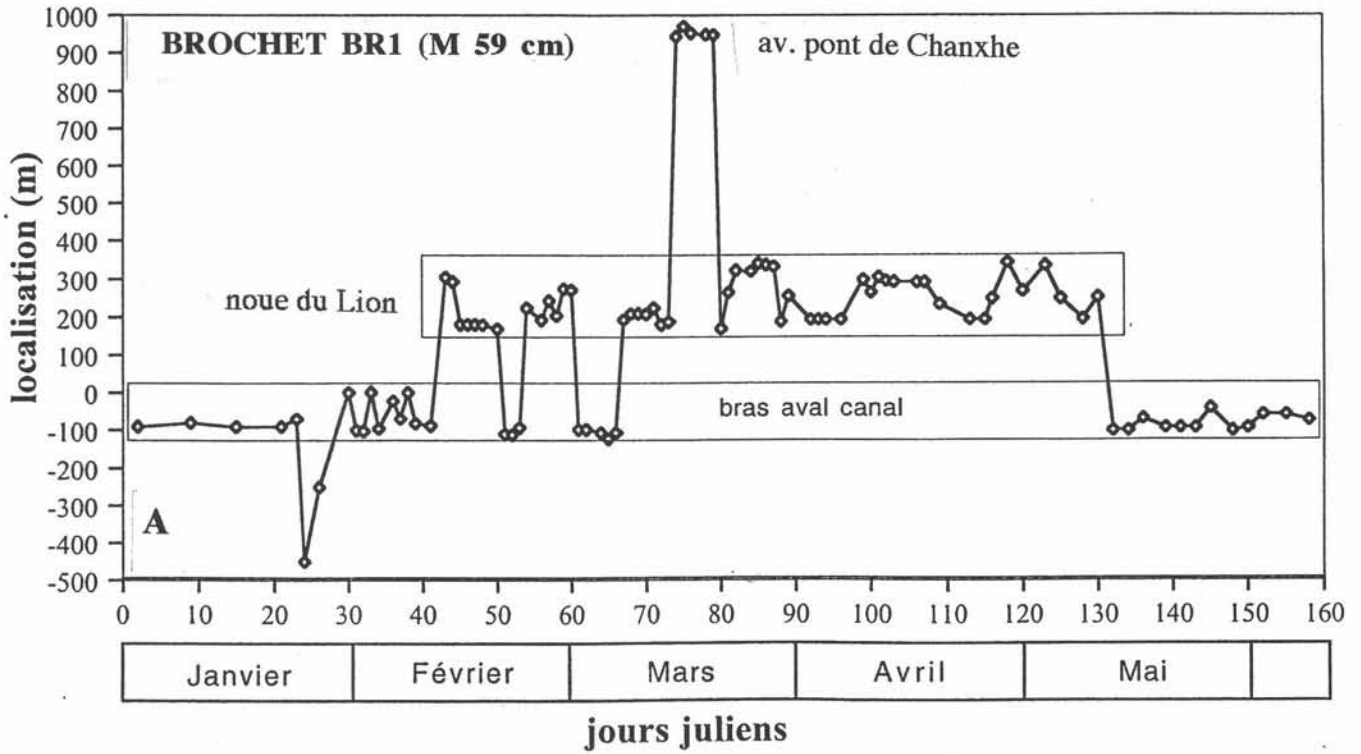


Figure 8 a,b. Déplacements des brochets BR1 (A) et BR2 (B) en janvier-juin 2001.

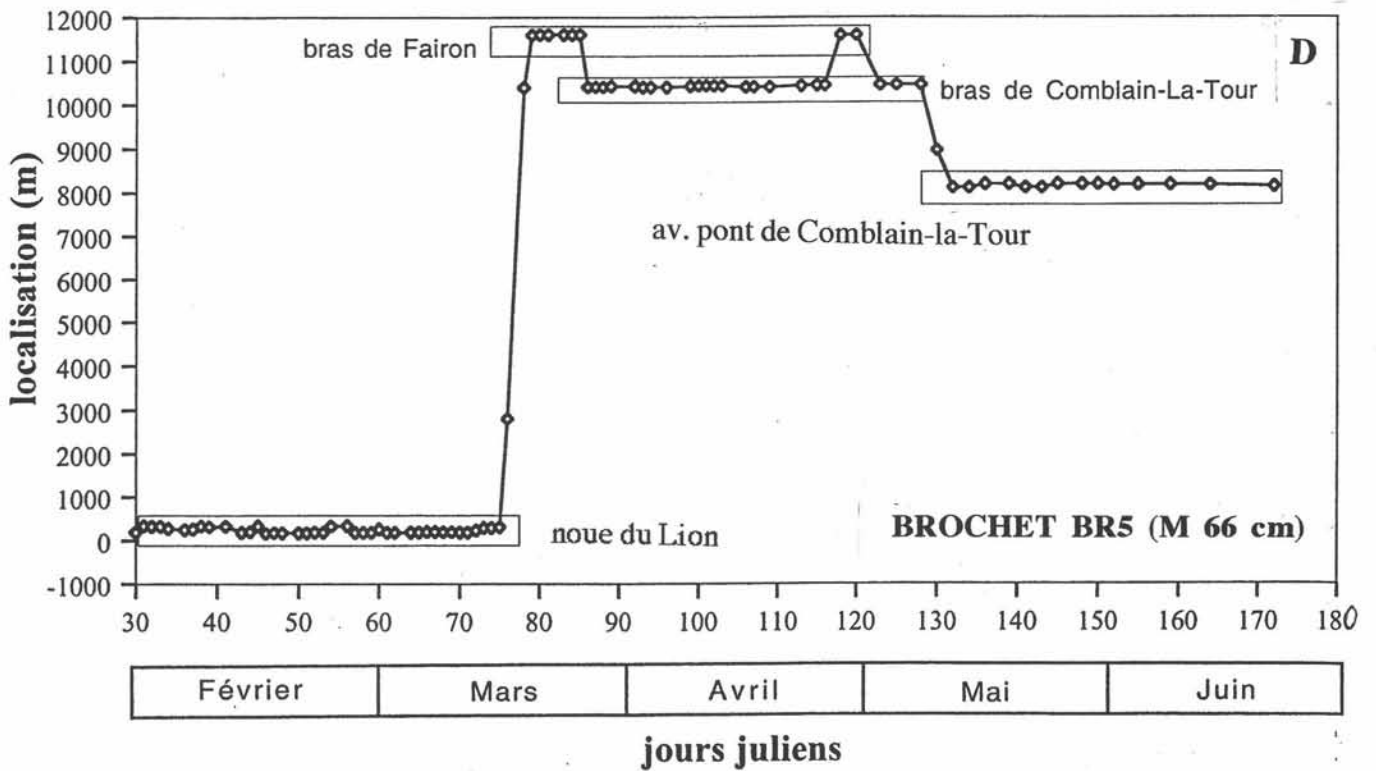
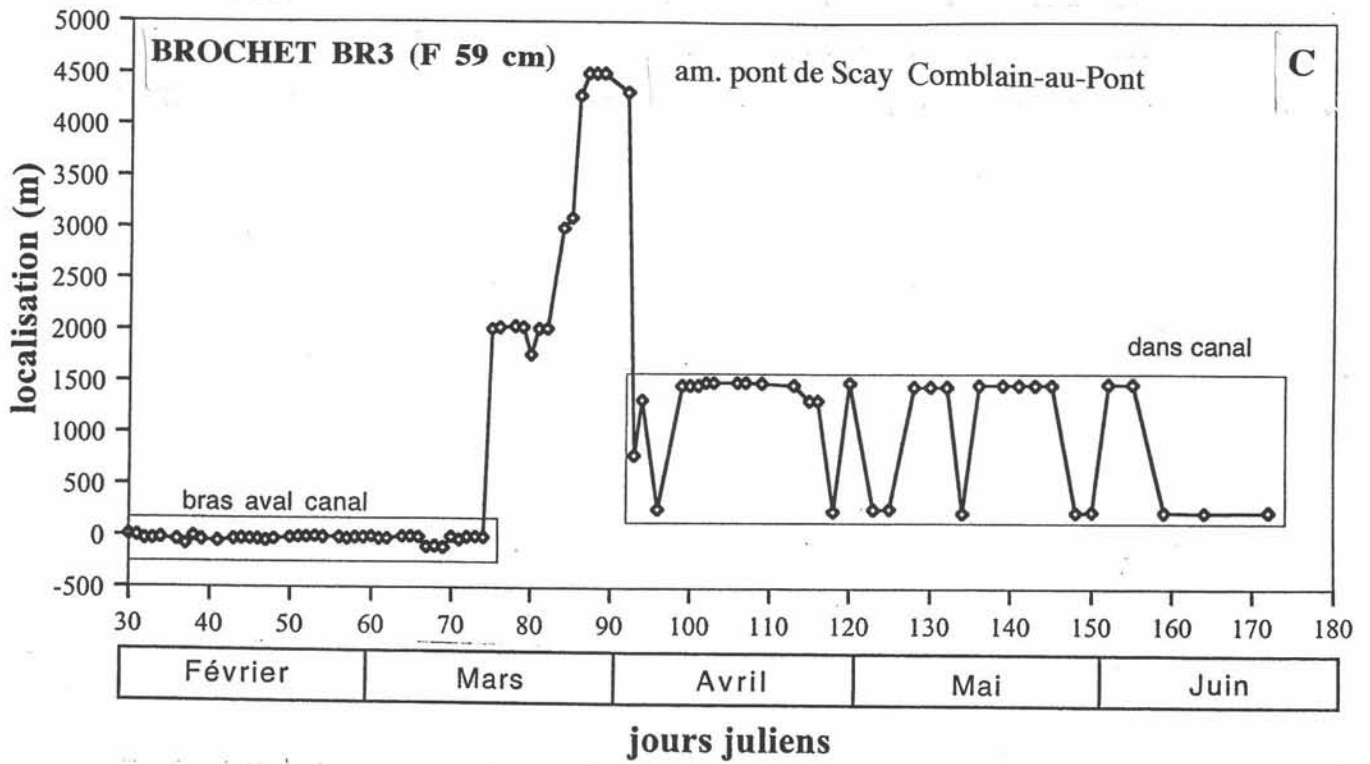


Figure 8 c,d. Déplacements des brochets BR3 (c) et BR5 (d) en février-juin 2001.

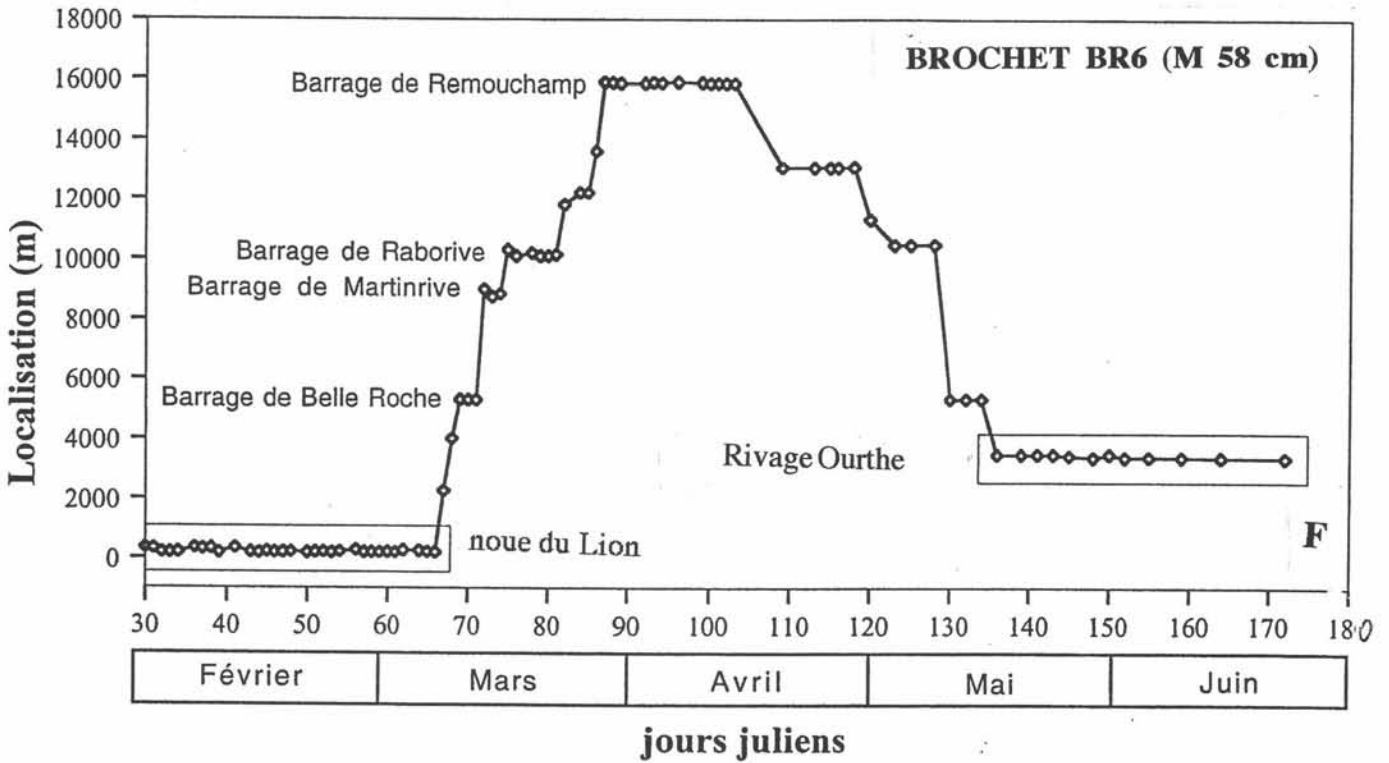
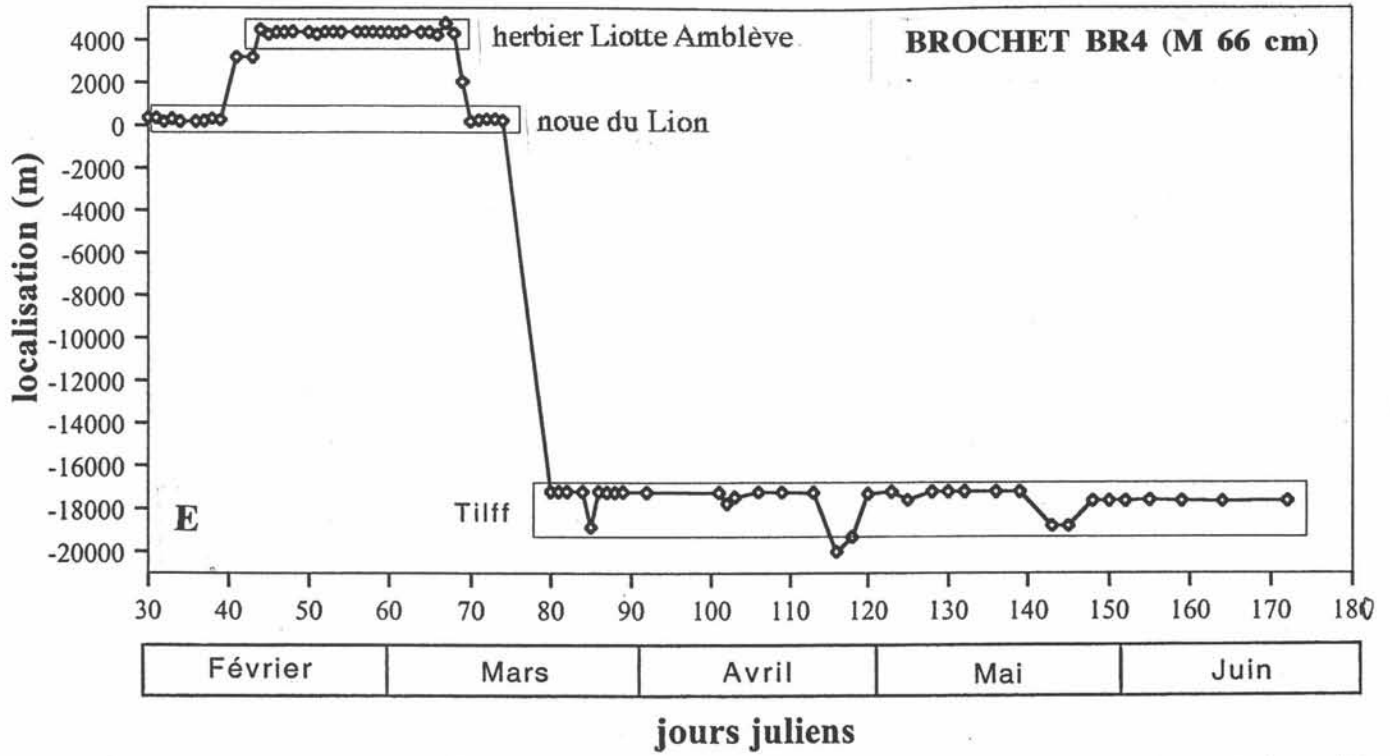


Figure 8 e.f. Déplacements des brochets BR4 (e) et BR6 (f) en février-juin 2001.



(a)

Photo 6. Vue estivale (août 2001) du site le plus en amont (buissons et prairie basse en RG en aval du pont de Chanxhe; A1 cf. fig. 9) de la migration du brochet BR1, ayant pu fonctionner comme frayère au moment des hautes eaux en mars 2001.



(b)

Photo 7. Vue estivale (août 2001) du site le plus en amont (buissons et zone herbeuse en RG en amont du pont de Scay à Comblain-au-Pont; A3) de la migration du brochet BR3, ayant pu fonctionner comme frayère au moment des hautes eaux en mars 2001.



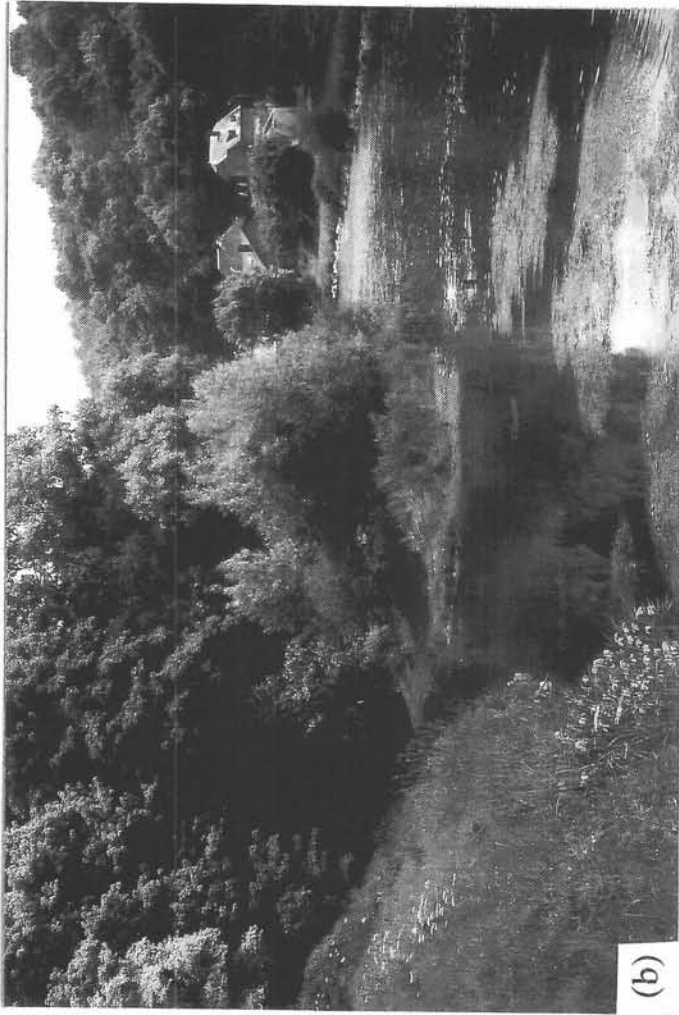
(a)

Photo 8 a-b. Vue estivale (août 2001) du site (A5) le plus en amont (bras en RD de l'Ourthe à Comblain-Fairon) de la migration du brochet BR5, ayant fonctionné comme frayère au moment des hautes eaux en mars 2001.

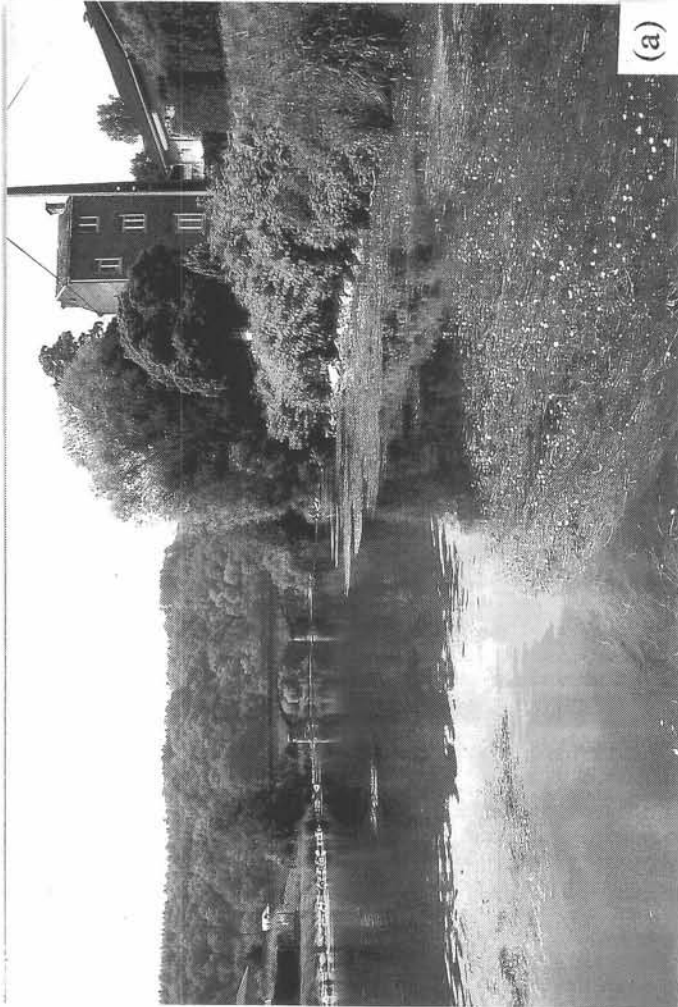
A. Entrée aval du bras. B. Partie centrale du bras avec ses berges enherbées et son abondante végétation aquatique composée principalement d'élodées.



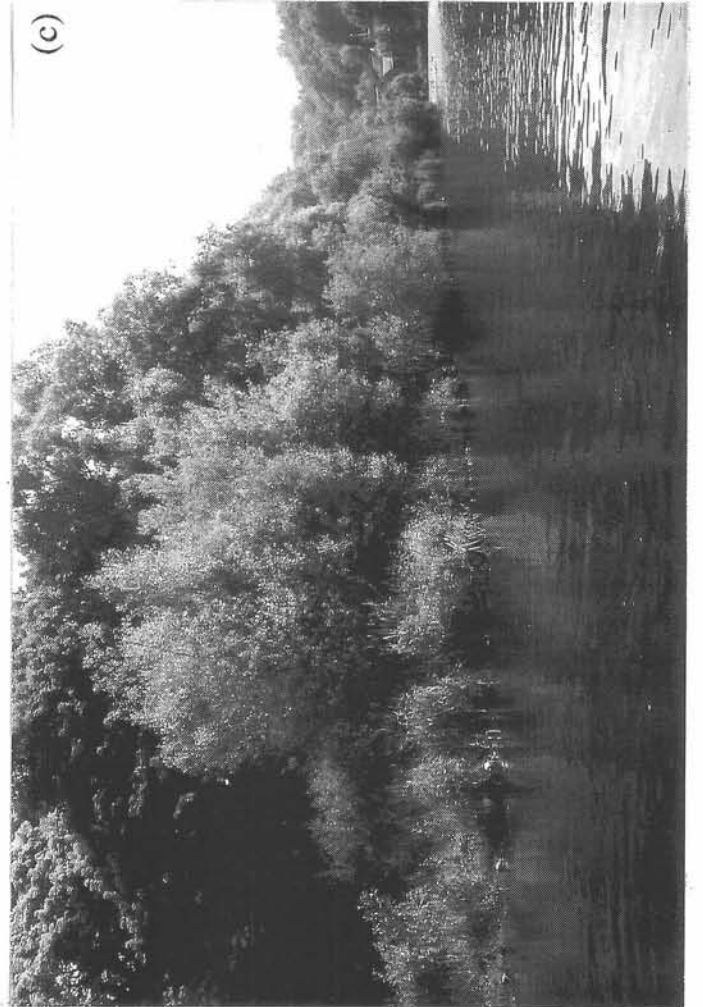
(b)



(b)



(a)



(c)

Photos 9 a-c. Vue estivale (juin 2001) des stations les plus en amont de la migration de remontée des brochets BR4 (A4) et BR2 (A2) dans la basse Amblève entre le lieu-dit Liotte et le barrage de Belle-Roche et qui ont fonctionné comme frayères au moment des hautes eaux en mars 2001. A) Grand herbier à Liotte où s'est stabilisé BR4 (A4). B) Juste à l'amont de l'herbier, bras du canal usinier désaffecté prenant naissance au barrage de Belle-Roche. C) Zone inondable en rive droite de l'Amblève entre le barrage de Belle-Roche et l'herbier de Liotte où s'est stabilisé BR2 (A2).



(a)

Photo 10 a-b. Vue estivale (août 2001) de la station la plus en amont (A6) de la remontée du brochet BR6 dans l'Ambève, constituée par le barrage de Remouchamps (A) et comprenant en RD en aval du barrage une petite zone inondable enherbée ayant pu servir de frayère (B).



(b)



Photo 11. Vue estivale (août 2001) de la zone de stabilisation après reproduction du brochet BR5 dans l'Ourthe à l'aval du pont de Comblain-la-Tour (S5; cf. fig. 9).



Photo 12. Vue estivale (août 2001) de la zone de stabilisation après reproduction du brochet BR6 dans l'Ourthe à Rivage en amont du barrage de Chanxhe (S6).



Photo 13. Vue estivale (août 2001) de la zone de stabilisation après reproduction du brochet BR3 dans la partie amont du canal de Poulseur (S3).



Photo 14. Vue estivale (août 2001) de la zone de stabilisation après reproduction du brochet BR2 dans l'Ourthe à hauteur d'une petite île en RG à Fèchereux (S2).



(a)

Photo 15 a-b. Vue estivale (août 2001) de la zone de stabilisation après reproduction du brochet BR4 dans l'Ourthe à Tilff au niveau de la passerelle des Prés de Tilff (S4).

A. Aval de la passerelle. B. Amont de la passerelle.



(b)

5.2.2. Migration de dévalaison

Après un séjour de 5-25 jours dans la station la plus en amont de leur remontée, tous les brochets effectuent une migration de descente ou dévalaison :

- 2 brochets redescendent dans leur zone de départ à Poulseur, l'un (BR1; fig. 8 a) exactement dans le chenal de l'écluse du canal où il avait séjourné avant sa remontée et l'autre (BR3; fig. 8 c) dans le canal de Poulseur même où il parvient via la prise d'eau à hauteur du barrage de Chanxhe.
- 2 brochets redescendent sur la zone de leur capture à Poulseur et y restent quelques jours avant de poursuivre leur dévalaison, l'un (BR2; fig. 8 b) jusqu'à un petit îlot en RG à Fèchereux (km - 9,0), l'autre (BR4; fig. 8 e) à hauteur de la station d'épuration d'Embourg-Colonster (km - 20,000) avant de remonter à hauteur de la passerelle de Tilff (km - 17,000);
- 2 brochets redescendent en direction du lieu de leur capture à Poulseur mais en se stabilisant dans des habitats d'eau lente et profonde en amont de ce lieu, l'un (BR5; fig. 8 d) en aval du pont de Comblain-la-Tour (km + 8,150), l'autre (BR6; fig. 8 f) à Rivage en amont de l'île du barrage de Chanxhe (km + 3,400).

Les photos 11-15 illustrent les différentes zones où les brochets se sont stabilisés après la reproduction.

5.3. Identification des frayères potentielles utilisées par les brochets radio-pistés

Comme hypothèse de travail, nous avons considéré que pour tous les brochets, à l'exception peut-être du BR6 remonté jusqu'au barrage de Remouchamps amont, les étapes de migration les plus en amont correspondent à des sites de frayère.

Le fait semble évident pour les 3 brochets qui ont séjourné dans des habitats où l'on a effectivement trouvé des brochets juvéniles de 40-100 mm lors de pêches électriques effectuées en début juin. C'est le cas pour les sites suivants :

- sur l'Amblève, le site de Liotte RD occupé par BR2 (capture de 2 brochets de 48 et 74 mm le 14 juin) et, à proximité, le site en RD de l'aval du barrage de Belle-Roche occupé par BR4, tous deux comprenant un herbier et une zone inondable longeant un canal usinier désaffecté (photos 9 a-c).
- sur l'Ourthe, le site du bras de Comblain-Fairon (photos 8 a-b) occupé par BR5 et qui s'est révélé particulièrement riche en brochetons de l'année avec 214 individus de 4-10 cm mm capturés en fin mai-début juin sur une superficie de 100 m² dans la partie amont du bras destinée à l'élevage de truitelles par l'UPOA. Cet excellent résultat a été confirmé par une pêche à l'électricité effectuée le

15/09 dans l'ensemble sous eau du bras de Fairon et qui a permis de capturer 82 brochets de 110-249 mm issus de la reproduction de début 2001.

Les brochets BR1 et BR3 ont séjourné dans deux habitats de frayère potentielle dans l'Ourthe à Chanxhe RG (BR1; zone inondée comprenant une prairie basse et un bosquet de saule; photo 6) et à Comblain-au-Pont /pont de Scay (BR3; mini zone inondée comprenant une berge herbeuse basse et un buisson; photo 7).

Le cas du brochet BR6 est plus difficile à trancher dans la mesure où son point extrême de migration se situe en aval d'un petit seuil sur l'Amblève à Remouchamps (photos 10 a-b). La stabilisation de ce brochet à cet endroit peut s'expliquer par un blocage par le barrage (peu élevé et contournable par la RD mais qui survient comme obstacle au terme d'une remontée de près de 20 km) plus que par la participation à une reproduction. Mais à proximité du barrage existait une petite zone inondable enherbée qui aurait pu servir de frayère.

5.4. Caractéristiques détaillées des migrations de reproduction

5.4.1. Distance parcourue et domaine vital occupé (fig. 9)

Cette étude démontre clairement que dans une rivière de la zone à barbeau comme l'Ourthe, les brochets effectuent des migrations de reproduction qui impliquent des déplacements vers l'amont de 1,050 à 15,800 km (moyenne = 6,948 km) suivies de dévalaisons sur une distance de 1,050 à 24,100 km (moyenne = 9,973 km), les déplacements totaux (montée + descente) variant de 2,100 à 28,400 km (moyenne = 16,920 km).

Cette mobilité des brochets associée à la reproduction et à l'après-reproduction correspond à l'occupation d'un domaine vital (distance entre les points extrêmes de localisation) de 1,050 à 24,100 km (moyenne = 11,800 km) (fig. 9). De plus, il faut souligner l'étroite relation entre l'Ourthe et l'Amblève.

En pratique, cela signifie que dans des rivières comme l'Ourthe et l'Amblève, les populations reproductrices du brochet doivent être gérées à l'échelle de tronçons de rivière pouvant atteindre près de 30 km et qui doivent être gardés ou rendus libres de tout obstacle physique susceptible de perturber ces migrations.

5.4.2. Remontée en continu ou par étapes

La forme de la migration de remontée est fort variable selon les individus : remontée pratiquement en continu chez BR4 et BR5, remontée par étapes, mais libre, chez BR1, BR2 et BR3 et remontée par étapes à cause du freinage par des obstacles physiques chez BR6.

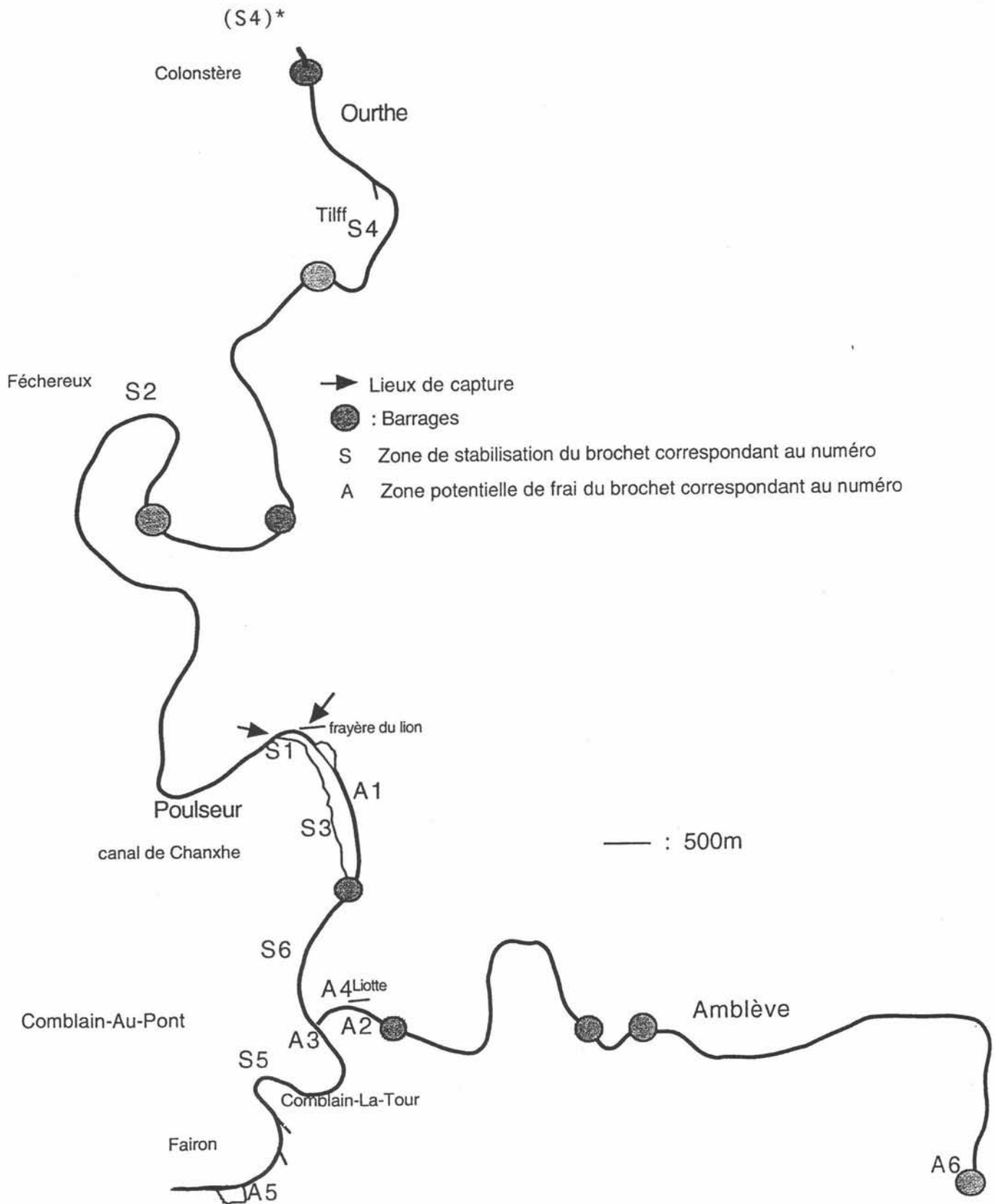


Figure 9. Points de localisation extrêmes amont-aval des 6 brochets radio-pistés dans l'Ourthe -Amblève en janvier -juin 2001

* dévalaison momentanée jusqu'au point S4* puis remontée et stabilisation en S4

5.4.3. Facteurs environnementaux déclenchant les migrations de remontée

Dans la situation du début 2001, les grands mouvements de remontée pour la reproduction se sont produits entre le 9 février (BR4) et le 30 mars (BR2), ce qui couvre une période de près de 2 mois (fig. 10). Ces remontées surviennent généralement au terme d'une légère hausse (+ 0,9 à 2,3°C) de la température de l'eau jusqu'à 6,8-8,6°C (moyenne : 7,7°C) le jour du départ et pendant une phase de moyennes et hautes eaux en début ou fin de crue mais jamais lors d'un pic de crue. Ces observations corroborent entièrement ce qu'on savait déjà de cet aspect de la biologie du brochet dans d'autres milieux.

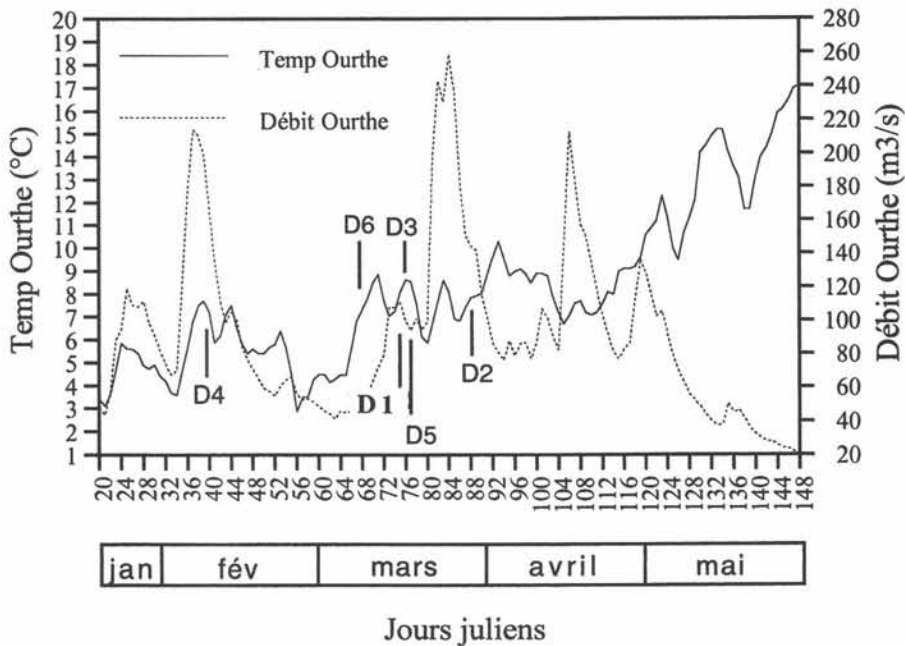


Figure 10. Dates du départ de migration vers l'amont des 6 brochets radio-pistés dans l'Ourthe en relation avec les facteurs environnementaux : débit de la rivière et température de l'eau.

5.4.4. Vitesse maximale des déplacements

Lors des phases de remontée les plus actives, les brochets étudiés montrent une capacité à parcourir en environ 24 heures des distances maximales de 1, 200 à 7,990 km, ce qui correspond à une vitesse de migration de 40 à 160 m/h (moyenne: 97 m/h). Comme de tels déplacements se produisent essentiellement pendant la journée, la vitesse maximale effective de remontée peut approcher une moyenne de 200 m/h. Lors de certains suivis individuels, on a pu mettre en évidence une vitesse de migration nettement plus rapide (jusqu'à 1050 m/h) pour la traversée des tronçons de rivière lents et profonds que pour celle des zones à courant rapide (190 m/h) comme le bras de contournement du barrage de Chanxhe (Planche 7). Il apparait aussi que la vitesse de migration tend à être plus faible quand le débit de la rivière (donc la vitesse du courant) est plus fort.

En dévalaison, on a observé des déplacements extrêmes en 24 h de 1, 650 et 5, 145 km.

5.4.5. Franchissement d'obstacles physiques à la montée et à la descente

Au cours de sa remontée de l'Ourthe à Poulseur vers l'Amblève à l'amont de Remouchamps, le brochet BR6 est parvenu à franchir 3 petits obstacles physiques (Planche 8) : d'abord le seuil en enrochements de Belle-Roche (le 13 /03 pour un débit de 28 m³/s et une température de 7,0°C), ensuite la zone à courant rapide du barrage-seuil partiel de Martinrive (le 16/03 pour un débit de 39 m³/s et une température de 7,9°C) et enfin le barrage de Raborive alimentant la micro-centrale hydro-électrique du même nom (le 23/03 pour un débit de 71 m³/s et une température de 7,5°C. Mais il n'a pas pu franchir le petit seuil de Remouchamps amont. Il est toutefois difficile d'imaginer que le non-franchissement de ce barrage résulte d'une réelle imperméabilité structurelle de cet obstacle peu élevé et à première vue contournable par la rive droite. On peut imaginer que le brochet 6 n'a pas franchi ce barrage parce qu'il a trouvé une zone de frai adéquate à l'aval ou parce qu'il était épuisé par une déjà longue remontée (20 km).

Un comportement de franchissement d'un barrage en remontée a aussi été observée chez le brochet BR2 qui, après être dévalé de Poulseur jusqu'à hauteur de la station d'épuration d'Embourg-Colonster, est remonté jusqu'à hauteur de la passerelle de Tilff. Ce mouvement a impliqué le passage du barrage de Colonster le 17/04 à 7,6°C et en pleine crue (183 m³/s), soit par le bras gauche au moment de l'abaissement du barrage mobile, soit par le petit bras situé en rive droite et constitué dans sa partie amont d'une zone d'enrochements à courant rapide.

Au sujet du franchissement des obstacles physiques, il faut aussi signaler deux cas intéressants concernant les mouvements de dévalaison : le brochet 6 est parvenu à dévaler l'Amblève sans être piégé par la prise d'eau de la centrale hydro-électrique du barrage de Raborive tandis que le brochet 2 a pu dévaler jusqu'à Colonster sans être piégé par la prise d'eau de la centrale hydro-électrique du barrage de Méry.

5.4.6. Utilisation d'habitats relais sur la route de la remontée

L'étude met en évidence que les brochets en migration de remontée ou de descente s'arrêtent dans des endroits bien précis (gîtes) qui semblent offrir des conditions de courant faible ou nul ou des abris (Planche 9). Plusieurs brochets ont utilisé les mêmes gîtes parfois simultanément. Cet aspect de la question sera développé ultérieurement.



PLANCHE 7. Le barrage de Chanxhe, premier obstacle physique rencontré par les brochets en migration de remontée dans l'Ourthe

Photo 1. Seuil du barrage et vue du bras de contournement en RG.

Photo 2. Bras de contournement du barrage de Chanxhe où le brochet BR5 a été radio-pisté en continu lors de son passage le 08 mars (6,8°C ; 51,6 m³/s).

Photo 3. Petite chute sur le bras de contournement de Chnaxhe.

1	2
3	





PLANCHE 8. Obstacles physiques rencontrés par les brochets en migration de remontée dans la basse Amblève.

Photo 1. Seuil en enrochements de Belle-Roche (11/1999)

Photo 2. Barrage de Martinrive (04/1990)

Photo 3. Barrage de Raborive

1	2
3	





PLANCHE 9. Habitats-relais utilisés par des brochets pendant leur migration de remontée au moment de la reproduction

Photo 1. Dans la zone canalisée en aval du barrage de Chanxhe, relais constitué par un embacle végétal (BR2 et BR3).

Photo 2. Vue rapprochée de l'embacle créant une zone calme à l'aval.

Photo 3. Noue artificiellement recreusée dans l'Ourthe entre C.- Fairo (BR5)

1	2
3	



6. DISCUSSION DES RESULTATS ET IMPLICATIONS PRATIQUES

6.1. Grande mobilité des brochets au moment de la reproduction

Au-delà du simple constat des modalités de migration et de reproduction du brochet dans la basse Ourthe, on doit se demander quelle est la signification biologique de certains comportements observés et quelles sont les implications au plan de la gestion des habitats de reproduction du brochet dans nos rivières.

6.1.1. Existence possible d'une reproduction sur les lieux de naissance (homing reproducteur)

La première question qui se pose est de savoir pourquoi tous les brochets marqués à Poulseur effectuent une migration vers l'amont pour aller apparemment se reproduire alors que la reproduction est possible à proximité dans la noue-frayère du Lion comme le prouve la découverte d'oeufs en mi-mars tant sur les plantes naturelles que sur le substrat artificiel de branches d'épicéa. Par ailleurs, la remontée de certains brochets vers des frayères éloignées (Amblève, Comblain-Fairon) implique que ces brochets traversent des zones de rivière utilisées comme frayère par des congénères.

Un tel comportement suggère l'existence, comme chez les salmonidés, d'un 'homing reproducteur', c'est-à-dire un retour des brochets adultes sur le lieu de leur naissance (ou de leur vie juvénile) qu'ils ont quitté pour gagner leur lieu de résidence en aval (dévalaison). Il est en effet bien établi qu'après la reproduction les jeunes brochets ont tendance à quitter les frayères-nurserie et à se disperser dans le cours d'eau principal. Mais le phénomène doit être précisé dans l'Ourthe.

Devenus adultes, ces brochets doivent migrer vers l'amont pour retrouver le lieu de leur naissance qui, par définition, convient bien pour la reproduction de l'espèce. Un tel comportement pourrait être vérifié en marquant massivement les jeunes brochets de l'année dans les zones de frayère-nurserie puis en étudiant les migrations de reproduction de certains de ces brochets d'origine connue et en vérifiant (par radio-pistage ou capture dans une nasse-piège) leur retour sur le lieu de leur marquage au stade juvénile.

Au plan de la gestion durable des populations du brochet et de leur habitat, l'existence d'un comportement de retour des adultes reproducteurs au lieu de naissance a de nombreuses implications :

- il faut impérativement garantir la libre circulation des brochets à la remontée dans la rivière afin de leur permettre d'atteindre sans difficulté (épuisement, retard de migration) la frayère particulière recherchée;

- il faut préserver avec la plus grande attention toutes les frayères naturelles présentes dans la rivière car c'est normalement ces 'frayères ancestrales' que les brochets sauvages tendent à utiliser;

- les actions d'aménagement de frayères doivent porter prioritairement sur la restauration-amélioration d'anciens (plutôt que de nouveaux) sites de frayères dont les populations sauvages de brochet auraient conservé la mémoire (mémoire individuelle dans le cas des brochets âgés; sorte de mémoire génétique dans la population);

- les brochets d'élevage remis en rivière pourraient se comporter comme des 'poissons de nulle part' et avoir des problèmes au moment de la reproduction (pas de sens de la migration vers l'amont pour retrouver le lieu de leur naissance; reproduction dans des habitats marginaux) se traduisant par un recrutement de jeunes inférieur à celui des sujets sauvages et une pollution génétique (hybridation entre sujets sauvages et sujets d'élevage) de la population sauvage relictuelle.

Tous ces aspects de la question nécessitent des études complémentaires et des expérimentations en milieu naturel basées sur le marquage systématique d'un grand nombre de brochets issus de reproductions naturelles.

6.1.2. Retour des brochets au point de départ de leur migration de reproduction (homing post-reproducteur)

Au terme de leur migration de remontée et de stabilisation sur une frayère apparente, les brochets dévalent vers leur lieu de départ (marquage) à Poulseur. Certains (BR1, BR3) reviennent exactement à leur point de départ tandis que d'autres se stabilisent à l'amont ou à l'aval.

La stabilisation estivale de deux brochets (BR5 et BR6) à l'amont de leur lieu de capture hivernal à Poulseur peut s'expliquer par le fait qu'en période d'étiage, le site de l'Ourthe à Poulseur n'offre pas les habitats d'eau profonde recherchés par ces brochets. Il est possible que ces derniers réintègreront la zone de l'île du Lion à Poulseur à la faveur de la montée automnale du débit et du niveau d'eau, associée à un refroidissement de l'eau et probablement au déplacement des poissons-proies (gardon) vers leur habitat d'hivernage en dehors du cours principal.

La dévalaison de deux brochets (BR2 et BR4) à Fèchereux et Tilff, au-delà de leur lieu de marquage à Poulseur, est plus difficile à expliquer. Face à ce type de mouvement, on ne doit jamais exclure la possibilité que le poisson, épuisé ou blessé après la reproduction (cf. photo 5) se trouve en mauvaise état de santé et se laisse dévaler. C'est peut-être le cas du brochet BR2 qui semble très inactif à Fèchereux depuis juin mais certainement pas celui du brochet BR4 stabilisé à Tilff et qui était apparemment en parfait état de santé lors de sa capture par un pêcheur à la ligne. Dans ce dernier cas, la dévalaison apparaît comme un comportement normal qui pourrait correspondre au retour du poisson vers une zone de résidence qu'il aurait quitté pour aller se reproduire à l'amont.

Cela signifierait qu'un tel brochet aurait été capturé-marqué à Poulseur pendant sa phase de remontée à partir de Tilff. Dans cette hypothèse, il aurait dû, pour arriver à Poulseur, franchir les barrages de Tilff, Méry, Hony-Fèchereux et La Gombe. C'est un parcours difficile, surtout à hauteur des obstacles de Méry et de Hony, mais pas impossible compte tenu : i) du caractère relativement perméable de ces obstacles en hiver (abaissement du barrage mobile de Tilff) et lors des crues (estompement de la chute aux barrages fixes de Méry, Hony et La Gombe, et dans certains cas, création d'une voie de contournement à travers la végétation latérale inondée) et ii) des capacités de franchissement des petits obstacles par les brochets comme révélé par le cas du brochet BR6 qui est parvenu à franchir les trois seuils de Belle-Roche, Martinrive et Raborive sur la basse Amblève.

Au plan de la gestion des populations et des habitats, l'existence d'un comportement de dévalaison correspondant au retour au gîte des brochets adultes après la reproduction a une implication majeure en matière de maintien de la libre circulation des poissons à la descente. Cette libre circulation des brochets adultes à la descente peut être plus ou moins gravement perturbée par les prises d'eau industrielles et notamment par les prises d'eau des centrales hydro-électriques.

La mortalité des brochets adultes avalants sur les prises d'eau industrielles apparaît d'autant plus préjudiciable au bon équilibre des populations sauvages qu'elle concerne des individus qui expriment un comportement typique de migration reproductrice vers l'amont suivie de dévalaison et de retour au gîte de départ. Par ailleurs, on peut supposer que le piégeage des brochets adultes dévalants sur les grilles des centrales et micro-centrales hydro-électriques est d'autant plus important que le débit turbiné est proportionnellement élevé par rapport au débit passant sur le déversoir et que le canal de prise d'eau est ou non équipé d'un dispositif facilitant la dévalaison. Au printemps 2001, la dévalaison des brochets adultes dans l'Amblève et l'Ourthe s'est opérée pendant une période de hautes eaux, ce qui a probablement favorisé leur passage par le déversoir au niveau des centrales de Raborive sur l'Amblève et de Méry sur l'Ourthe. Mais la situation pourrait être très différente dans d'autres conditions hydrologiques.

Cet aspect de la question doit aussi impérativement faire l'objet d'études complémentaires couplées à celles sur le homing reproducteur. Ces études doivent notamment identifier les voies de migration à la dévalaison des brochets adultes après la reproduction, déterminer les conditions de débit minimal pour orienter les poissons vers les déversoirs plutôt que vers les prises d'eau des centrales hydro-électriques et proposer des dispositifs de sauvegarde des poissons attirés par de telles prises d'eau.

6.1.3. Habitats relais sur la route de migration

Au cours de leur migration de montée et de descente, les brochets s'arrêtent un certain temps, d'une nuit à quelques jours, dans des habitats-relais d'étape qui sont soit des bras morts naturels ou artificiels, soit des zones abritées (buissons inondés, embacles, contre-courants) en rivière. De tels milieux ont une grande importance pour permettre aux brochets d'effectuer leurs migration en

dépensant un minimum d'énergie. Ces milieux n'ont pas pu être caractérisés en détail dans la présente étude en raison de la difficulté d'y accéder pour y réaliser des mesures de profondeur et de vitesse. Mais leur position a été enregistrée avec précision et des mesures pourront y être opérées 'a posteriori' dans différentes conditions de débit à l'automne 2001.

Des études complémentaires devraient déboucher sur des propositions d'aménagement dans la rivière et ses abords de structures d'habitat fonctionnant comme abris - refuges (creusement de petites baies avec végétalisation durable des berges; placement d'épis en enrochements pour créer des zones mortes, etc.).

6.1.4. Aménagement du franchissement des petits barrages et seuils

Les brochets reproducteurs de la basse Ourthe et de la basse Amblève sont capables de franchir de petits barrages et seuils en période de moyen et fort débit quand la hauteur de la chute est estompée et qu'il existe des possibilités de contournement au niveau des berges inondées. Il apparaît toutefois que les obstacles physiques qui ont été franchis par un brochet dans la basse Amblève (Belle Roche, Martinrive, Raborive) ne sont pas un mur homogène en travers de la rivière mais présentent tous une zone de passage préférentiel consistant en une sorte de cascade (cf. Planche 8). Il serait intéressant de vérifier si des brochets sont capables de franchir des barrages-déversoirs assez élevés et homogènes sur toute leur largeur comme ceux de Méry et Hony sur l'Ourthe.

Au plan de la gestion, on devra être particulièrement attentif à la question des migrations de reproduction du brochet lors de l'aménagement de nouveaux ouvrages de franchissement sur les barrages de la basse Ourthe et d'autres rivières à faune ichtyologique mixte (Amblève par ex.), notamment dans le cadre des programmes 'Saumon Meuse' et 'Restauration de la libre circulation des poissons migrateurs dans les cours d'eau de Wallonie' menés par le Ministère de la Région wallonne. La préférence devra être accordée à des rivières de contournement plutôt qu'à des passes migratoires à bassins et encore moins à des passes à ralentisseurs qui conviennent exclusivement pour les salmonidés et les grands cyprinidés rhéophiles (barbeau, hotu).

Au sujet de la perméabilité des barrages aux brochets, il faut rappeler que la migration de remontée de ceux-ci pour la reproduction se déroule à une période de l'année (de début février à début avril) pendant laquelle les barrages mobiles (Tilff, Colonster, Streupas) sont abaissés. Cette situation doit impérativement être maintenue et généralisée aux autres barrages de ce type existant ou à construire.

6.2. Caractéristiques optimales des frayères à brochet

D'après les sondages par pêche à l'électricité, les habitats les plus productifs en jeunes brochets de 5-20 cm dans la zone d'étude sont des annexes fluviales consistant en bras latéraux à courant d'eau nul (noue du Lion à Poulseur et bras de l'ancienne écluse à Tilff) ou à léger courant (bras de Fairon et

chenal de l'écluse à Poulseur) et peuplés d'une végétation aquatique immergée composée d'élodées, de myriophylles ou de callitriches (type de végétation qui offre un support pour la ponte et un refuge pour les jeunes brochets). Le tableau 5 présente un essai de caractérisation de 4 annexes fluviales fonctionnant comme frayère-nurserie à brochet dans la basse Ourthe et la basse Amblève en 2001.

Tableau 5. Essai de caractérisation de 4 annexes fluviales fonctionnant comme frayère-nurserie à brochet dans la basse Ourthe et la basse Amblève en 2001. 1 = très bonne qualité; 0 = mauvaise qualité ; 1/2 = qualité moyenne. Les longueurs en mm des brochetons capturés sont données entre parenthèses.

	Stations			
	Bras de Fairon	Noue du Lion	Chenal écl. Poulseur	Bras écl. Tilff
<hr/>				
N brochets de l'année capturés				
- début juin	214 (5-10)	12 (54-73)	0	2 (60-74)
- début juillet	-	27 (83-131)	15 (90-139)	-
- début septembre	78 (110-229)	17 (139-254)	6 (184-238)	-
<hr/>				
Critères de qualité des frayères-nurseries à brochets				
<hr/>				
Végétation aquatique très dense sur le fond et les bords	1	1	1/2	1/2
Fort ensoleillement	1	1/2	0	0
Berges enherbées en pente douce ou moyenne	1	1/2	0	0
Profondeur > 0,5 m à l'étiage	1	1/2	1	0
Connexion permanente avec le cours d'eau par l'aval	1	0	1	0
Absence de circulation rapide de l'eau en période de crue	1	1/2	0	1

La meilleure production de jeunes a été enregistrée dans le bras de Fairon qui présente une combinaison de 6 facteurs favorables :

- la présence d'une végétation aquatique dense d'élodées dans le lit du chenal;
- des berges en pente moyenne et couvertes de végétation herbacée qui offrent de bons habitats de ponte en période de hautes eaux, tout en permettant un retrait aisé progressif des jeunes vers le fond du chenal lors de la baisse du niveau d'eau;
- un milieu très ensoleillé grâce à sa traversée d'une prairie et à l'absence de végétation ligneuse sur les berges;

- l'existence d'une profondeur d'eau importante (0,5 -1,0 m) à l'étiage dans la plus grande partie du bras;
- le maintien d'une bonne connexion permanente entre la partie aval du bras et l'Ourthe;
- le contrôle de l'alimentation en eau du bras par une prise d'eau à l'amont qui, pendant l'étiage, maintient une circulation minimale d'eau et, en période de hautes eaux, empêche le transit d'un débit trop important qui pourrait avoir un effet de chasse (arrachage de la végétation, érosion des berges, déplacement forcé des jeunes brochets); de plus, l'ensemble du milieu n'est qu'exceptionnellement inondé par l'amont.

Dans la noüe du Lion à Poulseur, plusieurs des facteurs précédemment évoqués sont peu favorables à la production de jeunes brochets (tabl. 5) :

- la végétation aquatique n'est bien développée que dans le fond de la noüe, évasé et qui reçoit un certain ensoleillement grâce à une trouée dans la végétation arbustive haute; sur les 2/3 de la longueur du bras (1/2 de la superficie) l'ensoleillement est faible;
- les berges sont trop abruptes et composées de cailloux non fixés sur toute leur hauteur par de la végétation herbacée; la base des berges est nue (cf. photo2) et ses parties moyenne et supérieure semblent peu propices à la ponte des brochets;
- la partie centrale de la noüe est pratiquement à sec pendant l'étiage, ce qui diminue la surface utile de production de jeunes;
- les hauts débits de crue traversent l'entièreté de la noüe, ce qui crée un certain courant d'eau qui peut provoquer un effet de chasse et apporter des fins sédiments susceptibles de se déposer sur les oeufs et les embryons de brochet et de les asphixier.

Le chenal de l'écluse à Poulseur accueille un certain nombre de jeunes brochets de l'année en raison surtout de la présence d'un grand herbier d'élodées dans sa partie aval au contact de l'Ourthe. Mais pour ce milieu alimenté par l'eau qui transite dans le canal de Poulseur, il est difficile d'évaluer l'importance de la dévalaison des brochets issus des reproductions efficaces qui se déroulent dans la partie amont de ce canal riche en végétation aquatique.

Le bras de l'écluse à Tilff présente des potentialités de production de brochets fort limitées en raison: i) du faible développement de la végétation aquatique causé par un faible ensoleillement et ii) du fort envasement du milieu dû à la sédimentation de l'eau de l'Ourthe (bouchon vaseux) mais aussi à un rejet direct d'eaux usées par une habitation voisine.

Pour ce qui concerne les frayères à brochets en rivière situées directement au niveau des berges et des banquettes d'alluvions latérales, la seule observation concrète est la capture de 2 brochetons de 4-7 cm

dans le grand herbier situé en rive droite de l'Amblève à Liotte, juste en aval de la sortie d'un ancien canal usinier (photos 9 a-c). Dans l'Ourthe, les autres frayères potentielles de ce type sont la prairie inondée en aval du pont de Chanxhe (photo 6) et la banquette herbeuse en rive gauche en amont du pont de Scay à Comblain-au-Pont (photo 7), deux stations qui n'ont pas encore fait l'objet d'un sondage par pêche à l'électricité.

On peut aisément comprendre qu'en période de hautes et moyennes eaux, de telles plages de végétation aquatique ou de végétation herbacée terrestre inondée, puissent convenir aux brochets pour déposer leurs oeufs. C'est pendant les phases de développement des embryons fixés, d'éclosion des larves et de passage à l'alimentation exogène que peuvent survenir des problèmes réduisant fortement la survie des jeunes :

- le retrait des eaux plus ou moins rapide peut provoquer l'exondation des stades non ou peu mobiles (oeufs embryonnés et larves en phase de résorption vitelline) et forcer les juvéniles à gagner des zones à courant plus rapide moins favorables à leur survie;
- les frayères au niveau des berges et des banquettes latérales n'offrent pas aux larves et juvéniles des conditions de vie et de croissance (courant nul à très faible, réchauffement de l'eau stagnante, développement du micro-plancton) aussi favorables que dans les noues en cul-de-sac et dans les bras latéraux à faible débit.

Le volet de l'étude portant sur la caractérisation des bonnes frayères et nurseries à brochet dans l'Ourthe-Amblève doit être complété afin d'élaborer des critères objectifs pour la restauration et l'aménagement de zones de reproduction pour cette espèce.

6.3. Croissance

Le suivi des jeunes brochets de l'année 2001 à la station de Poulseur (île du lion + chenal de l'écluse) révèle une croissance estivale rapide qui conduit à une taille moyenne de 18-19 cm en début septembre mais aussi une grande variabilité individuelle de la croissance (du simple au double) qui est caractéristiques de poissons piscivores.

Pour ce qui concerne les poissons de plus de 18 cm environ, on dispose de quelques observation sur des brochets équipés d'une puce électronique. Ainsi, un brochet est passé de 199 mm (55 g) à 235 mm (68 g) du 6/9 au 21/11/00 et un autre brochet est passé de 189 mm (52 g) à 264 mm (122 g) du 6/9/00 au 14/06/01. Sur cette base, on peut considérer qu'un brochet peut atteindre une taille de 25 cm à la fin de sa première année de vie.

Les quelques brochets recapturés après marquage individuel à plus de 25 cm montrent une croissance assez faible, la meilleure enregistrée à ce jour correspondant au passage de 378 mm (400 g) à 437 mm

(675 g) du 3/7 au 12/09/01. Des études complémentaires sur la croissance des brochets de l'Ourthe sont en cours au moyen de la méthode de marquage individuel et recapture ainsi que grâce à la détermination de l'âge d'après les marques annuelles d'arrêt de croissance hivernale qui apparaissent sur les écailles.

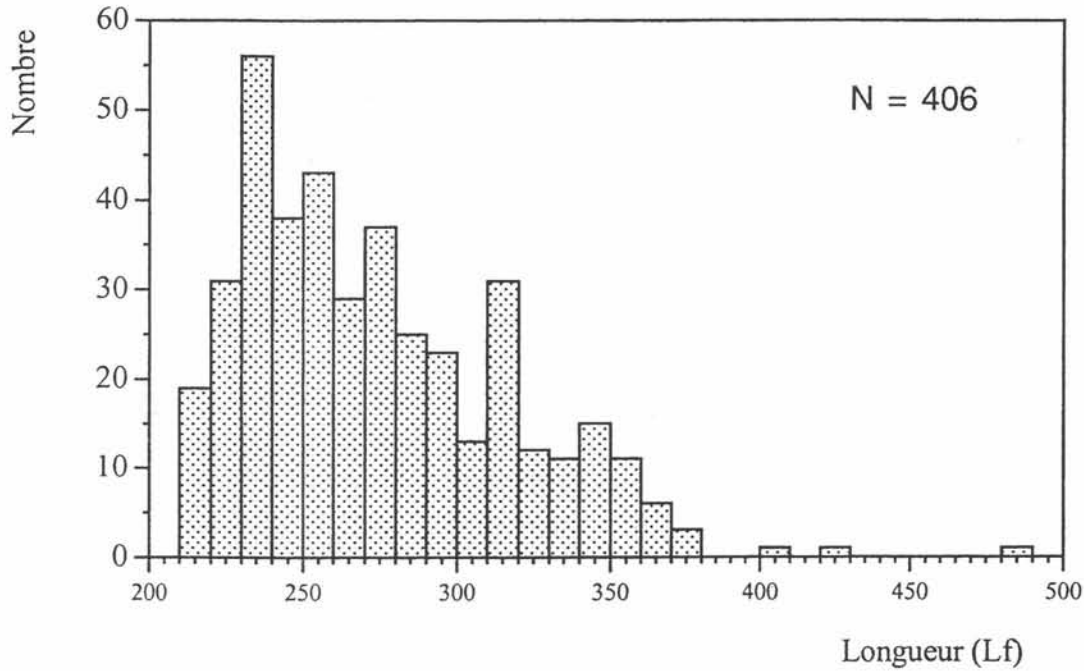


Figure 11. Répartition des fréquences des longueurs des brochets d'élevage déversés dans l'Ourthe à Poulseur le 18 décembre 2000 et ayant fait l'objet d'un marquage de groupe et individuel.

Nous attirons aussi un certain nombre d'informations sur la croissance grâce à la recapture au cours de l'été 2001 de brochets marqués individuellement (marque externe sur la nageoire dorsale) remis à l'eau dans le bief de Poulseur lors d'un déversement effectué le 18 décembre 2000 avec 406 (biomasse estimée de 59 kg) brochets d'élevage de 21- 48 cm (fig. 11). Mais à ce jour, aucun de ces brochets n'a été recapturé par pêche à l'électricité, ni signalé par un pêcheur à la ligne, ce dernier constat étant logique étant donné que les brochets déversés n'ont probablement pas encore atteint la taille légale de capture (50 cm).

Un effort particulier de pêche scientifique sera développé au cours de l'automne 2001 et du printemps 2002 dans le bief de Poulseur ainsi que dans le bief aval (Hony-La Gombe) où les brochets auraient pu dévaler lors des crues survenues en fin 2000-début 2001. Mais, comme dans beaucoup d'autres cas, les premières observations ne semblent pas indiquer une très bonne survie et implantation dans la rivière des brochets d'élevage déversés.

7. CONCLUSIONS GENERALES ET PERSPECTIVES

Les résultats présentés dans cette étude, la première du genre réalisée en Wallonie et l'une des premières réalisées en Europe pour ce qui concerne la caractérisation des migrations de reproduction par radio-pistage, met en évidence quelques aspects majeurs de la production naturelle de jeunes brochets dans la basse Ourthe et la basse Amblève liégeoise.

Cette première étude soulève aussi de nombreuses questions biologiques fondamentales ou relatives à la gestion durable des populations de cette espèce de grande valeur écologique et halieutique. Pour répondre à ces questions, il est indispensable de poursuivre des études dans différentes directions générales déjà évoquées précédemment. En pratique, les actions suivantes devront être entreprises :

- répéter en 2001-2002 l'étude par radio-pistage des migrations du brochet dans l'Ourthe à partir de brochets adultes capturés et radio-marqués à Poulseur comme en 2001 mais aussi en aval (biefs en aval de barrages à première vue difficilement franchissables) et en amont (proximité de la frayère du bras de Fairon);
- continuer à marquer individuellement par puces électroniques un maximum de jeunes brochets sauvages au niveau des frayères-nurseries à bonne capacité d'accueil (île du Lion, bras de Fairon) puis essayer de recapturer ces brochets dans l'Ourthe même pour préciser le phénomène de dispersion à partir des frayères et caractériser leur croissance;
- poursuivre les essais de recapture des brochets marqués d'élevage déversés dans l'Ourthe à Poulseur en décembre 2000 et vérifier la participation de ces brochets à la reproduction au printemps 2002;
- entreprendre une caractérisation plus fine, topographique et biologique (végétation, plancton, densité des populations du brochet et des poissons proies), des habitats de reproduction du brochet identifiés dans cette étude et d'autres frayères à rechercher dans l'Ourthe liégeoise et l'Amblève;
- examiner les possibilités d'installer au niveau du bras de Fairon un dispositif de piégeage des brochets à la remontée (géniteurs) et à la descente (adultes et juvéniles) et organiser une étude à moyen terme des échanges Ourthe-frayère-Ourthe.

Au terme de ces compléments d'étude, on devrait disposer de propositions concrètes de préservation et de restauration des habitats de reproduction du brochet dans l'Ourthe-Amblève, milieux fortement dégradés par une chenalisation insidieuse progressive. Ces résultats pourraient ensuite être appliqués au reste du cours de l'Ourthe et finalement à la Meuse, milieu qui souffre particulièrement de la quasi disparition des habitats de reproduction stratégiques pour le maintien d'une population autoreproductrice de brochet.

8. REMERCIEMENTS

Pour les études sur le terrain, nous avons bénéficié de l'appui de plusieurs personnes que nous tenons à remercier : M. STORDER de la Fédération de pêcheurs UPOA, M. A. FRANCOIS du Service de la Pêche et notre collaborateur Billy NZAU MATONDO. L'étude a été financée directement ou indirectement par plusieurs organismes : Fonds national de la Recherche Scientifique et Université de Liège (J.C. PHILIPPART), Ministère de la Région wallonne à travers le Programme 'Meuse Saumon 2000' et Fonds piscicole-Commission provinciale de Liège, dans le cadre du contrat d'études piscicoles 2000-2001 avec le LDPA-Université de Liège.

9. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Billard, R. (ed.), 1983. Le brochet : gestion dans le milieu naturel et élevage. INRA Publications, Paris.

Craig, J.F. (éd.), 1996. Pike : biology and exploitation, Chapman & Hall, London.

Masse, G., P. Dumont, J. Ferraris, R. Fortin, 1991. Influence des régimes hydrologique et thermique de la rivière aux Pins (Québec) sur les migrations de fraie du grand brochet et sur l'avalaison des jeunes brochets de l'année. *Ressources vivantes aquatiques* 4 : 275-287.

Philippart, J.C., 1998. Ecologie, démographie et dynamique de population du brochet *Esox lucius* dans les eaux de Wallonie. Rapport de recherche LDPA-Université de Liège.

Piels, J., 2001. Dynamique de population du brochet (*Esox lucius* L.) dans l'Ourthe. Biologie de la reproduction et du recrutement des jeunes. Mémoire de fin d'études en Biologie animale 2000-2001, Université de Liège, LDPA, 49 pages + annexes.

Poncin, P., 1996. Reproduction chez nos poissons. *Le Pêcheur belge*, 80 pages.

Souchon, Y., 1983. La reproduction du brochet (*Esox lucius* L., 1758) dans le milieu naturel, pp. 21-37. In : R. Billard (éditeur). Le brochet : gestion dans le milieu naturel et élevage. INRA Publications, Paris.