

ARTICLE ORIGINAL

Premières observations sur une population de juvéniles de saumon atlantique (*Salmo salar* L.) reconstituée dans l'Ourthe en 1989*

par

J.C. PHILIPPART¹, E. BARAS² et G. RIMBAUD³

ABSTRACT : First biological data on juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) reintroduced in the River Ourthe (Belgium).

In 1988, our laboratory started the « Salmon 2000 Project », aiming at the reconstitution of populations of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in the River Meuse basin, where the species had disappeared since the 1930's. This paper presents the first results on the biology of a reconstructed salmon population at Esneux, in the River Ourthe, one of the main tributaries of the River Meuse. On June 12th, 1989, 1,000 salmon parrs were restocked in this station, averaging 46 mm (fork length) and 1,0 g of body weight. 80 days later, 60 individuals were captured by electrofishing at their site of release. Their lengths ranged from 70 to 135 mm (mean = 101 mm) and the average weight was 12,3 g, after 80 days at a mean water temperature of 18,55 °C.

We used three methodologies based on microhabitat and mesohabitat concepts to determine the preferences of salmon parrs towards river habitat characteristics, and to define a strategy aiming at a comparative study of habitat segregation among rheophilous species.

The habitat study shows that salmon parrs exploit preferentially riffle areas (mean slope = 1,55 cm/m), on a substrate principally composed of cobbles (10-20 cm). The densities ranged from 0 to 16 parrs/100 m² and were statistically ($p < 0.05$) and positively correlated with the proportions of depth class 20-40 cm and bottom current speed class 50-70 cm/s.

These results are similar to those obtained on natural populations of Atlantic salmon living in comparable waterbodies and tend to prove the good adaptation of the reconstructed population in the River Ourthe. From this first field experiment, methodological aspects and new research perspectives and axes are discussed.

Keywords : *Salmo salar*, reconstructed population, ecological restoration, river ecology, habitat study.

* Manuscrit reçu le 26 septembre 1990 ; accepté le 15 octobre 1990.

Contribution au Projet « Saumon 2000 » de réintroduction du saumon atlantique dans le bassin de la Meuse. Laboratoire de démographie des poissons et de pisciculture. Service d'éthologie - Aquarium de l'Université de Liège, 22 quai Van Beneden, B-4020 LIEGE, Belgique.

¹ Chercheur Qualifié au F.N.R.S.

² Aspirant au F.N.R.S.

³ Ingénieur Industriel.

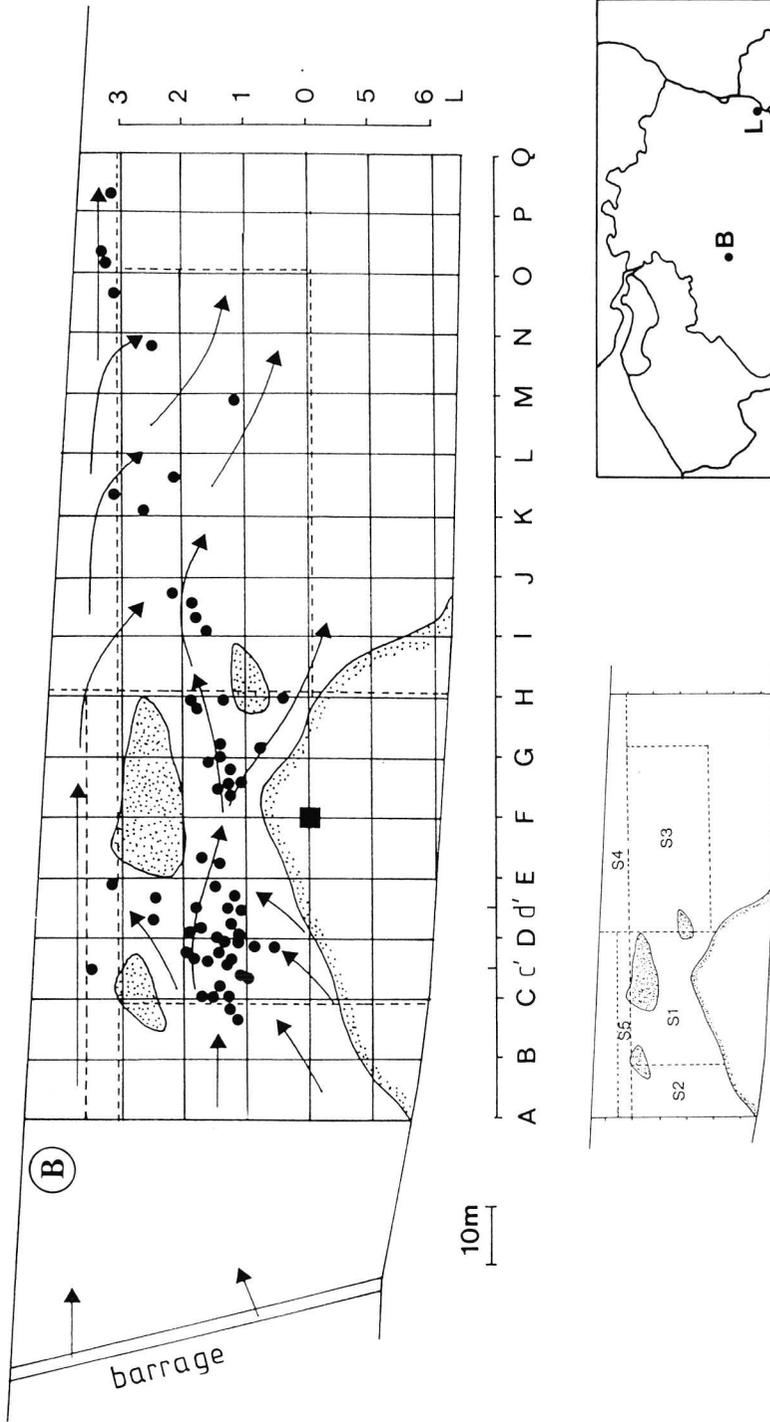


Fig. 1.

Cartes (A) de situation de l'Ourthe (B = Bruxelles, N = Namur, L = Liège) et (B) de la station étudiée à Esneux indiquant le quadrillage préétabli, les limites des cinq secteurs S1, S2, S3, S4 et S5 soumis à des recensements, le point de visée au moyen d'un niveau (intersection de la ligne de base L0 et du transect transversal F), la direction des principaux courants (flèches) et la position des tacons capturés (•). Pointillés = plages et hauts-fonds de graviers.

INTRODUCTION

Abondantes dans la Meuse et ses affluents jusqu'au 19^e siècle (MAES, 1898), les populations de saumon de l'Atlantique (*Salmo salar*) régressèrent puis disparurent complètement du bassin mosan au cours des années 1930, suite à la construction des grands barrages à vannes sur la Meuse belge et néerlandaise (PHILIPPART, 1987). Malgré les efforts et travaux (échelles à poissons) entrepris, le retour naturel des saumons restait hypothétique. Toutefois, la reconstitution dans la Meuse d'une population de truite de mer (*Salmo trutta trutta*), constatée aux Pays-Bas au milieu des années 1970 (JORISSEN, 1986) et établie en Belgique pour la première fois en juin 1983 (PHILIPPART, 1983), indiquait que les conditions nécessaires étaient réunies pour la restauration des populations de Salmonidés migrateurs et ouvrait la perspective de réintroduire le saumon de l'Atlantique dans la partie belge du bassin mosan (PHILIPPART, 1985 ; DELVINGT, 1985 ; DESCY, 1985 ; MICHA, 1985).

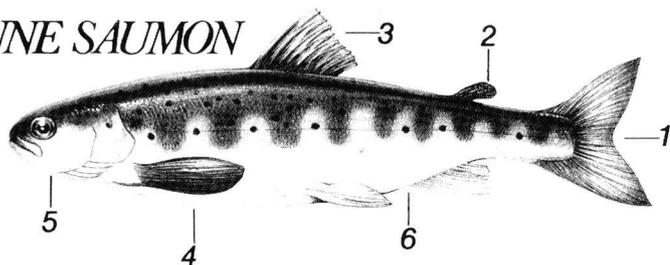
Structuré sous le nom de « Saumon 2000 », ce projet a pris officiellement cours en 1987 à l'occasion de l'Année Européenne de l'Environnement et se poursuit actuellement dans le cadre d'un programme de recherche et d'action soutenu financièrement par la Région wallonne (Ministère de la Conservation de la Nature et de la Pêche) et divers autres organismes. Ce programme est exécuté par les Universités de Liège et de Namur, en liaison avec le Service de la Pêche de la Région wallonne et le Fonds piscicole (Fonds central et Commission provinciale de Liège) (PHILIPPART *et al.*, 1989).

En 1989, près de 19 500 oeufs embryonnés (technique de la boîte Vibert) et 33 373 jeunes saumons de 4-12 cm ont été déversés dans trois rivières pilotes : le Samson, l'Ourthe et un de ses affluents, l'Aisne (PHILIPPART *et al.*, 1989). Ces repeuplements font l'objet d'un suivi scientifique qui porte sur l'étude écologique (densité de population, croissance, survie) et éthologique (comportement d'émergence des alevins, territorialité, mouvements de dispersion, alimentation, smoltification et migration de descente, interactions comportementales intra et interspécifiques) des populations reconstituées de tacons issus des oeufs embryonnés ou des juvéniles.

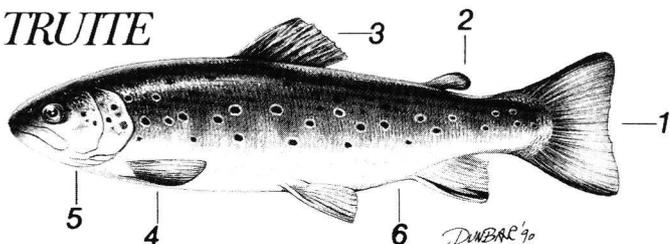
Cette note présente les résultats du premier recensement démographique de saumons effectué les 30 et 31 août 1989 dans une station de l'Ourthe à Esneux (fig. 1) où 1000 saumons de 4-6 cm avaient été relâchés le 12 juin 1989. Elle vise deux objectifs :

- établir scientifiquement le constat de la présence du saumon de l'Atlantique dans le bassin de l'Ourthe après une absence d'une cinquantaine d'années (PHILIPPART, 1980) et
- développer une méthodologie d'étude des exigences du saumon pour l'habitat qui sera appliquée aux populations reconstituées de l'espèce dans d'autres stations de l'Ourthe et dans d'autres rivières. Ces études de l'habitat se basent sur trois types d'approche : deux approches classiques, par mésohabitat et quadrats de rivière, et une approche plus fine (microhabitat) pour laquelle les positions de tous les individus capturés sont enregistrées et mises en relation avec les caractéristiques physiques du milieu enregistrées aux points de captures (PHILIPPART *et al.*, 1990).

JEUNE SAUMON



TRUTTE



PROTECTION DES JEUNES SAUMONS*

Le jeune saumon, ou tacon, ressemble beaucoup à la truite fario. Au printemps, lorsqu'il migre vers la mer, sa robe devient argentée : c'est le smolt.

JEUNE SAUMON (TACON)

1. nageoire caudale plus échancrée ;
2. nageoire adipeuse gris-bleu
3. nageoire dorsale non ou peu tachetée ;
4. nageoires pectorales plus longues et plus larges ;
5. petite bouche : la mâchoire ne dépasse pas le bord postérieur de l'oeil ;
6. taches sombres bien marquées sur les flancs.

TRUITE FARIO

1. nageoire caudale moins échancrée ;
2. nageoire adipeuse bordée de rouge (ou orange ou brun) ;
3. nageoire dorsale tachetée ;
4. nageoires pectorales moins développées ;
5. grande bouche : la mâchoire dépasse le bord postérieur de l'oeil ;
6. taches sombres peu marquées.

* Réalisé en collaboration avec le service d'Information sur l'environnement de la Province de Liège (Dessin de P. DUNBAR). Service de la pêche. Ministère de la Région Wallonne, 48, ch. de Pottisseau - B-5150 Wépion, Belgique.

DESCRIPTION GENERALE DU MILIEU

A Esneux (162 km de la source de l'Ourthe occidentale et 25 km du confluent avec la Meuse), l'Ourthe est large d'une quarantaine de mètres. Pour la période 1964-1981, son débit annuel moyen est de $43 \text{ m}^3/\text{s}$ et les variations saisonnières du débit se caractérisent (fig. 2 A) par un maximum en décembre (moyenne : $86,0 \text{ m}^3/\text{s}$) et un minimum en septembre (moyenne : $16,3 \text{ m}^3/\text{s}$). La station d'Esneux est située à un niveau du cours de l'Ourthe qui est entrecoupé de plusieurs barrages qui modifient sensiblement la profondeur et la pente de la rivière. De l'amont vers l'aval : Chanxhe, Esneux, Hony, Méry, Tilff, Colonster, Campana, Streupas et Angleur-Grosses Battes).

Le régime thermique de l'Ourthe à Esneux n'est pas connu avec précision, mais, d'après des observations ponctuelles, il est permis de penser qu'il se rapproche très fort de celui existant en amont, à la station de Hamoir, pour laquelle on dispose de relevés continus pour 1989 (fig. 2 B).

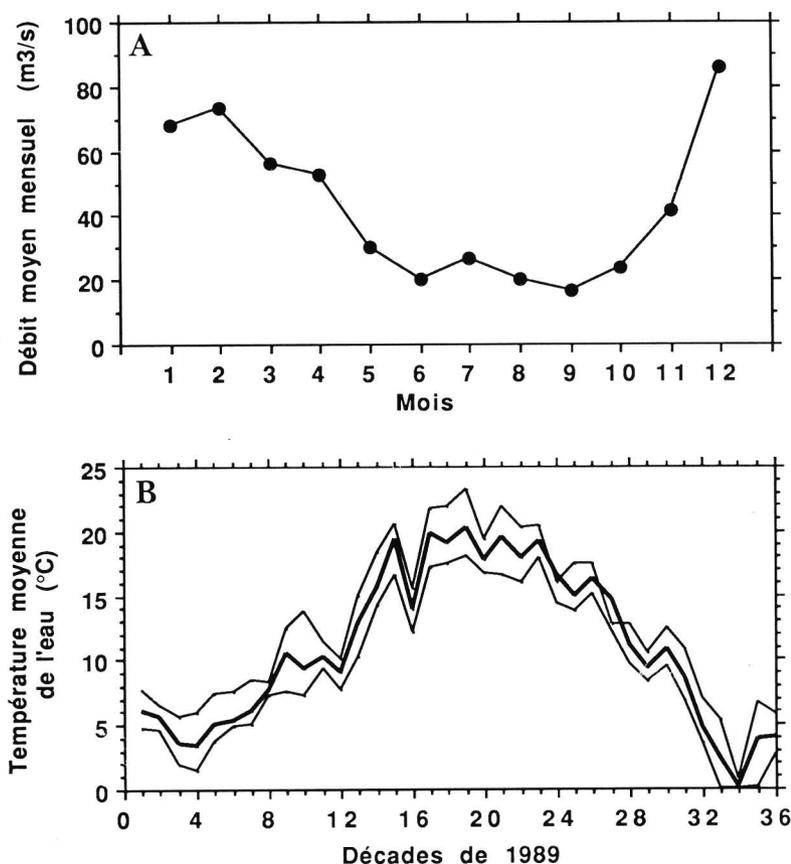


Fig. 2 A. Régime hydrologique de l'Ourthe à Esneux (somme des débits normaux 1964-1981 de l'Ourthe à Hamoir et de l'Amblève à Martinrive).
 B. Régime thermique de l'Ourthe à Hamoir en 1989. Les données présentées correspondent aux moyennes par décades, assorties de l'amplitude des variations par décade des moyennes journalières.

D'après les caractéristiques chimiques naturelles de l'eau (**tableau I**), l'Ourthe à Esneux appartient au type calcaire pauvre (51-110 mg/l CaCO₃) selon la classification de DESCY et EMPAIN (1981). A ce niveau, on observe une altération sensible de la qualité de l'eau qui porte sur :

- les métaux lourds : pollution par le chrome provenant des rejets d'une tannerie dans l'Amblève (via son affluent la Warche) ;
- sur l'excès des matières organiques décomposables résultant du déversement à la rivière d'eaux usées industrielles (via l'Amblève) et domestiques non épurées.

Tableau I. Principales caractéristiques physico-chimiques de l'Ourthe à Esneux en 1984-1987. Moyennes annuelles et valeurs extrêmes au cours des quatre années (Source : Institut d'Hygiène et d'Epidémiologie, IHE).

Variables (nombre de mesures)	1984 (8)	1985 (8)	1986 (8)	1987 (7)	Minimum (31)	Maximum (31)
Température (°C)	10,3	10,1	10,7	10,3	2,5	20,0
Conductivité (µS/cm)	194	224	223	197	150	300
pH	7,59	7,37	7,61	7,45	6,75	8,36
Dureté totale (°F)	8,3	9,5	9,2	8,4	5,9	14,2
O ₂ dissous (mg/l)	11,7	11,6	11,1	11,3	7,7	15,2
(% sat.)	108	105	102	103	79	125
BOD 5 (mg O ₂ /l)	3,8	4,3	2,4	2,9	0,8	7,6
COD 5 (mg O ₂ /l)	16	14	18	14	4	55
NH ₄ (mg N/l)	0,063	0,076	0,130	0,076	0	0,330
NO ₂ (mg N/l)	0,022	0,027	0,030	0,020	LD	0,070
NO ₃ (mg N/l)	3,14	3,21	4,04	3,93	2,43	5,84
O-Phosphates (mg/l)	0,15	0,06	0,07	0,08	LD	0,43
Chlorures (mg Cl ⁻ /l)	15	19	17	18	10	40
Sulfates (mg SO ₄ ⁻⁻ /l)	16	14	17	22	6	58
Chrome (µg Cr/l)	21,1	6,5	18,4	14,4	LD	50,4
Cadmium (µg (Cd)/l)	0,16	0,23	0,31	0,91	LD	0,45
Plomb (µg Pb/l)	6,32	10,82	0,03	0,32	LD	0,19
Mercure (µg Hg/l)	0,04	0,07	0,03	0,32	LD	0,19

L'étude la plus récente de la qualité écologique de l'Ourthe, basée sur la structure des populations des invertébrés benthiques révèle un indice biotique de 7/15 à Esneux contre 13-14/15 dans la zone peu polluée de Sy-Hamoir (HERMAN, 1985).

Enfin, pour ce qui concerne la communauté des poissons, l'Ourthe à Esneux est une grosse rivière de la zone à barbeau inférieure selon la classification de Huet. L'ichtyofaune, riche de 25 espèces, est dominée par les cyprins rhéophiles et plus particulièrement le barbeau (*Barbus barbus*) et le chevaine (*Leuciscus cephalus*) (MICHA, 1971 ; PHILIPPART et VRANKEN, 1983).

MATERIEL ET METHODES

REPEUPLEMENT

Des oeufs embryonnés issus de géniteurs sauvages (souche de la rivière Connon en Ecosse) ont été acquis le 15 février et le 1 mars 1989 et mis en élevage dans les installations du Service de la Pêche à Emptine (eau de source à 9,5 °C). Le grossissement s'est effectué dans des bassins du type suédois alimentés en eau d'étang, à une température minimale de 12-14 °C (DELVINGT, 1989).

Le déversement effectué le 1^{er} juin a porté sur un lot de 1000 sujets mesurant de 3,7 à 5,3 cm (moyenne = 4,6 cm pour un poids moyen de 1,0 g). Les jeunes saumons, transportés en sachets de plastique sous atmosphère d'oxygène ont été mis à l'eau vers 14 h, dans une zone calme à proximité d'un rapide potentiellement colonisable. La température de l'eau était de 17,8 °C.

DENOMBREMENT DE LA POPULATION

Les saumons ont été capturés dans une zone de radier en aval du barrage d'Esneux (**fig. 1 A** ; **photo 1**) par la méthode de pêche à l'électricité en utilisant un générateur de courant continu de 1,5 KW (marque Szabo). Les conditions de pêche étaient optimales du fait d'une faible hauteur d'eau et d'une température de l'eau atteignant 15-16 °C.

Cinq secteurs ont été délimités (**fig. 1 B**). Dans le secteur principal (S1), couvrant une superficie de 1291 m², deux passages successifs ont été effectués (captures notées C1 au premier passage et C2 au deuxième) afin d'estimer la densité de population des tacons (méthode de SEBER et LE CREN, 1967) et l'on a procédé à une caractérisation détaillée du milieu (profondeur, vitesse, pente, végétation, substrat) pour déterminer l'habitat optimal. Le secteur S2 (780 m²) et le secteur S3 (2100 m²) ont aussi été soumis à deux passages de pêche tandis que les secteurs S4 (810 m²) et S5 (350 m²) n'ont été échantillonnés qu'une seule fois.

La position précise de chaque saumon capturé était déterminée au moyen d'un niveau (Tenimat 3F de marque Theis) donnant la distance et l'angle par rapport à un point de visée fixe (situé sur la ligne de base L0 du quadrillage indiqué sur la **fig. 1 B**). Les coordonnées polaires étaient ensuite transposées sur un repère orthonormé au moyen d'un rapporteur et d'une planche à dessin.

A chaque point de capture, la profondeur était mesurée, de même que les vitesses du courant à 10 cm du fond et en surface (courantomètre Marsh McBirney Model 201). Les caractéristiques du substrat et la présence de végétation étaient également notées.

DESCRIPTION DE L'HABITAT

Le lendemain du dénombrement par pêche électrique, l'habitat du secteur (S1) a été caractérisé à partir de points de mesures (espacés de 1 m) sur des transects perpendiculaires à la ligne de base LO, et se succédant à intervalle de 5 m (**fig. 1 B**). Quatre variables étaient mesurées :

- l'élévation par rapport à l'horizontale afin de calculer la pente ;
- la hauteur d'eau ;
- la vitesse du courant à 10 cm du fond (profondeur où sont postés les jeunes saumons d'après STRADMEYER et THORPE, 1987) ;
- la vitesse en surface.

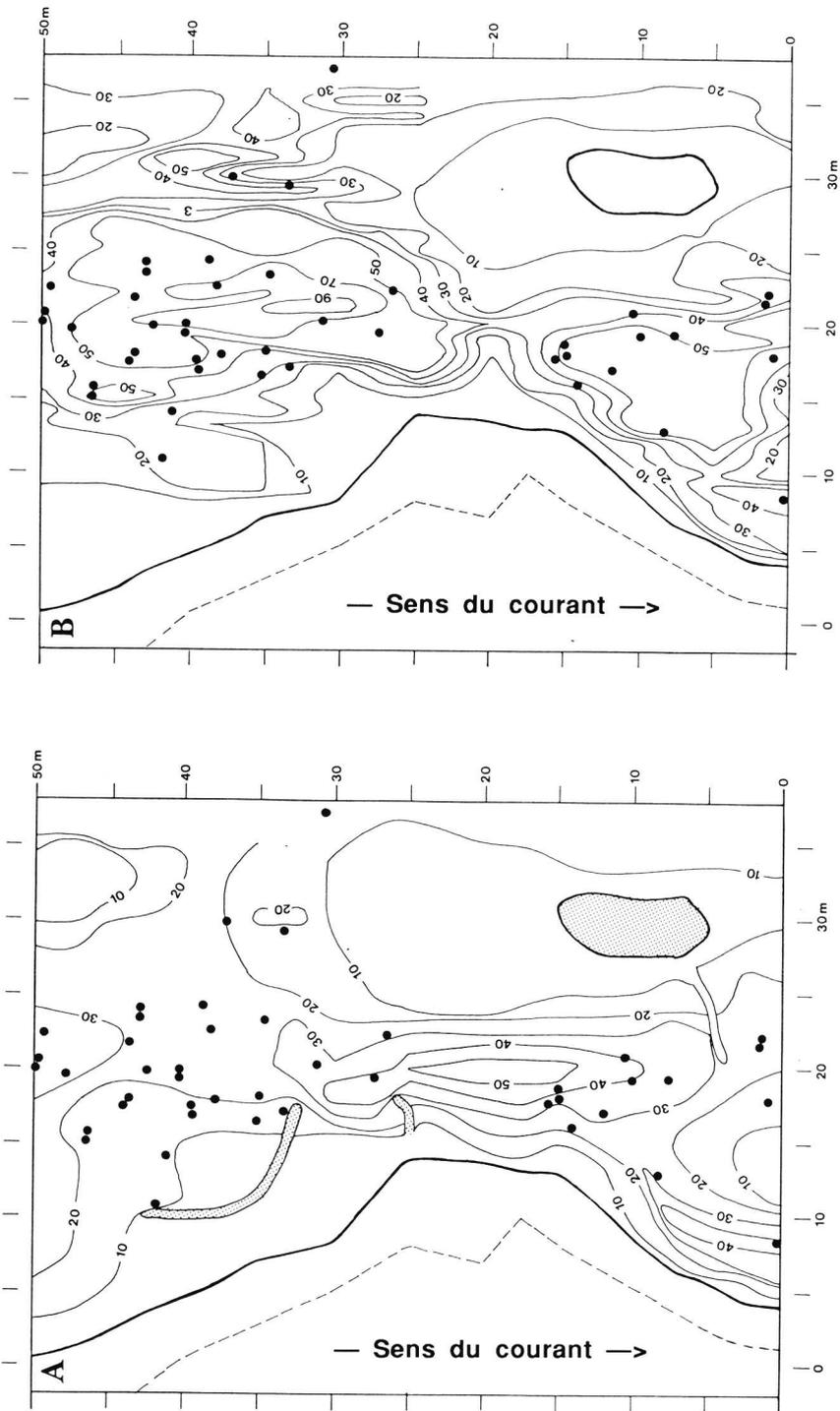


Fig. 3. Cartes des profondeurs (A) et des vitesses de courant à 10 cm du fond (B) dans le secteur S1 de la station d'Esneux (relevés du 31/08/89) (sens du courant : de haut en bas).

Des mesures étaient également prises à des points intermédiaires et tous les 2,5 m sur des transects distants de 2,5 m des transects principaux, et ce, afin de tenir compte des discontinuités potentielles de l'habitat qui ne seraient pas apparues dans l'échantillonnage régulier (PHILIPPART *et al.*, 1990). De même, les caractéristiques particulières de la topographie (petits barrages de pierre, embâcles), du substrat (fort homogène dans la zone étudiée) et de la végétation (rare) étaient aussi notées.

Les positions des saumons étaient ensuite reportées sur des cartes de profondeur et de vitesses établies sur base de ces données (fig. 3 A et B) et à partir desquelles étaient mesurées les distances des poissons à la berge. La « disponibilité » des microhabitats et des classes de profondeurs et de vitesses de courant était également calculée à partir de ces cartes d'habitat, et exprimée en pourcentage de la surface totale échantillonnée.

RESULTATS

NOMBRE DE TACONS CAPTURES, COMPOSITION PAR TAILLES ET CROISSANCE

Le nombre total de tacons capturés s'élève à 60 : 43 dans S1 (C1 = 34 ; C2 = 9), 2 dans S2 (C1 = 1 et C2 = 1), 8 dans S3 (C1 = 5 ; C2 = 3), 5 dans S4 et 2 dans S5. Les tailles des saumons capturés s'étalent de 70 à 134 mm et suivent une distribution gaussienne de moyenne 101 mm (SD = 12 mm) (fig. 4). La relation poids-longueur est :

$$\text{Log poids (g)} = - 5,010 + 3,034 \text{ Log longueur (mm)} \quad (r = 0,98 ; 59 \text{ D.L.})$$

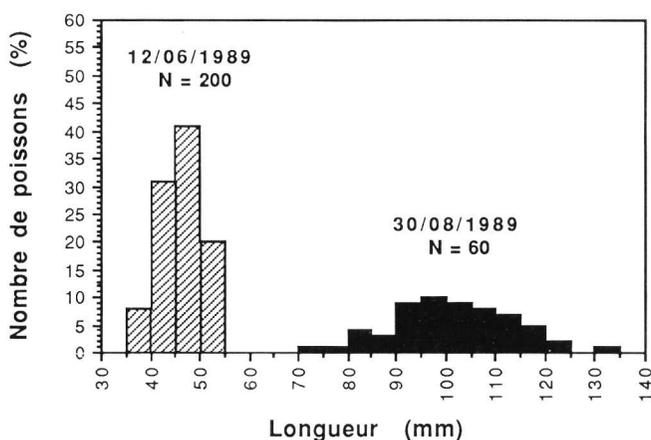


Fig. 4. Fréquences des tailles (longueur à la fourche) des tacons capturés dans l'Ourthe à Esneux le 30 août 1989, en comparaison avec l'histogramme des tailles lors de la mise à l'eau, le 12 juin 1989.

En 80 jours, les tacons sont passés d'une taille moyenne de 46 mm à 101 mm et d'un poids moyen de 1,0 g à 12,3 g (fig. 4). Cette croissance en longueur de 55 mm s'est réalisée à une température moyenne de 18,55 °C, soit 1484 jours-degrés (j-d), tous de plus de 14 °C (dont 1347 j-d de plus de 16 °C, 1019 j-d de plus de 18 °C, 505 j-d de plus de 20 °C et 69 j-d de plus de 22 °C).

Plusieurs individus présentaient un début de coloration argentée traduisant le commencement de la smoltification précédant une dévalaison probable au printemps 1990, soit à un âge de 14-16 mois, conformément aux indications fournies par l'étude historique (PHILIPPART, 1987).

DENSITE ET BIOMASSE DE LA POPULATION

Sur l'ensemble du secteur S1 étudié de manière approfondie (16 quadrats de 10 x 10 m), la densité de tacons est relativement faible : 43 individus sur 1291 m², soit 3,2 tacons/100 m² (40 g/100 m²). Si l'on ne considère que les 8 quadrats qui abritent au moins 1 tacon (**tableau II**), la densité moyenne est de 43 individus/888 m², soit 4,8 tacons/100 m² (60 g/100 m²) et varie entre un minimum de 2 ind./100 m² (12 g/100 m²) et un maximum de 16 ind./100 m² (197 g/100 m²). Dans les zones les plus peuplées, un tacon 0+ de 7-13 cm occupe donc un territoire d'une superficie moyenne de 6 m² soit environ 2,5 x 2,5 m. La population totale du secteur S1 est estimée à 46 tacons (soit 3,5 ind./100 m²) par la méthode de SEBER et LE CREN (*op. cit.*), sur base d'une efficacité de capture de 74 % dans ce secteur.

Tableau II. Répartition des captures de tacons par quadrat de 10 x 10 m dans le secteur S1 et caractéristiques des quadrats.

Quadrat n°	Superficie (m ²)	Tacons		Profondeur moyenne (cm)	Vitesse sur fond moyenne (cm/s)
		N capturés	N/100 m ²		
AO	* 25	0	0	7,8	5,0
A1	100	2	2	15,1	15,6
A2	100	16	16	24,4	53,3
A3	100	0	0	16,8	33,1
B1	* 78	0	0	5,0	12,3
B2	100	8	8	23,1	51,6
B3	100	2	2	18,5	35,1
C1	* 25	0	0	5,0	5,0
C2	100	2	2	26,7	37,3
C3	100	0	0	5,4	13,0
D1	* 28	0	0	10,6	17,3
D2	100	7	7	30,9	30,7
D3	* 77	0	0	6,2	5,0
E1	* 88	2	2,3	23,2	34,0
E2	100	4	4	25,6	39,9
E3	* 70	0	0	12,1	7,0
Total	1291	43	43,3		

* superficie sous eau dans les quadrats de 10 x 10 m

CARACTERISATION DE L'HABITAT ESTIVAL DES TACONS 7-13 CM

Méthode 1

Dans une première approche, l'habitat optimal des tacons peut être assimilé à la partie de rivière qui abrite la densité de population la plus élevée, en l'occurrence la zone de 10 x 10 m délimitée par les longitudinales L1-L2 et les transversales C' et D' (16 tacons/100 m²). Cette zone de radier se situe sur des profils longitudinal et transversal de pente, de profondeur et de vitesse illustrés par les figures 5 A, B et C. Le profil transversal type (fig. 5 C) se situe sur la crête du seuil, juste en amont de la rupture de pente, là où le courant s'accélère pour atteindre des vitesses dépassant 1 m/s en surface et 40-90 cm/s sur le fond. C'est une zone où l'on trouve quelques herbiers de renoncule aquatique (*Ranunculus fluitans*), indice d'un fond stabilisé. Mais dans la zone aval à forte pente où le courant de plus de 1 m/s est concentré en coulée, le fond est instable (zone d'érosion) et la végétation est nulle.

Le tableau III présente les caractéristiques moyennes de cette zone type, calculées à partir des transects. Il convient de noter que, dans cette zone, les moyennes obtenues à partir des mesures des transects et les valeurs calculées par planimétrie à partir des cartes d'habitat sont pratiquement semblables, ce qui traduit l'homogénéité longitudinale du secteur où se rencontre la plus forte densité de saumons.

Tableau III. Caractéristiques physiographiques de la surface de 10 x 10 m la plus riche en tacons.

Variable	Moyenne	SD	Min.	Max.	Mode
Profondeur (cm)	22	8	8	34	20-29 (52 %)
Vitesse fond (cm/s)	57	19	18	91	50-69 (45 %)
Vitesse surface (m/s)	69	25	18	118	60-89 (52 %)
Pente (cm/m)	1,56	0,8	0,65	2,70	-

Méthode 2

Une deuxième approche repose sur l'étude de la répartition des saumons par quadrats et sur l'analyse causale des facteurs qui influencent la densité de présence. Ainsi, nous avons déterminé, pour l'ensemble des 16 quadrats de 10 x 10 m étudiés, les caractéristiques (proportions des classes et moyenne) de profondeur et de vitesse par la méthode cartographique, puis recherché les corrélations entre ces caractéristiques et la densité de tacons, exprimée en nombre d'individus/100 m² (régressions linéaires simples, tableau IV).

Tableau IV. Valeur des coefficients de corrélation (r) des régressions simples entre la densité des tacons (N/100 m²) et les proportions des classes de vitesses de courant et de profondeurs dans 16 quadrats de 10 x 10 m l'Ourthe à Esneux.

Vitesse sur le fond (cm/s)		Profondeur (cm)	
Classe	r	Classe	r
0-10	-0,56 *	0-10	-0,61 **
10-20	-0,15 NS	10-20	0,04 NS
20-30	-0,26 NS	20-30	0,65 **
30-40	0,26 NS	30-40	0,69 **
40-50	0,62 **	40-50	0,21 NS
50-70	0,86 **	70-90	0,39 NS
90-110	0,31 NS		
Moyenne	0,76 **	Moyenne	0,65 **

* significatif au niveau 5 % ; ** significatif au niveau 1 % ; NS = non significatif (15 D.L.).

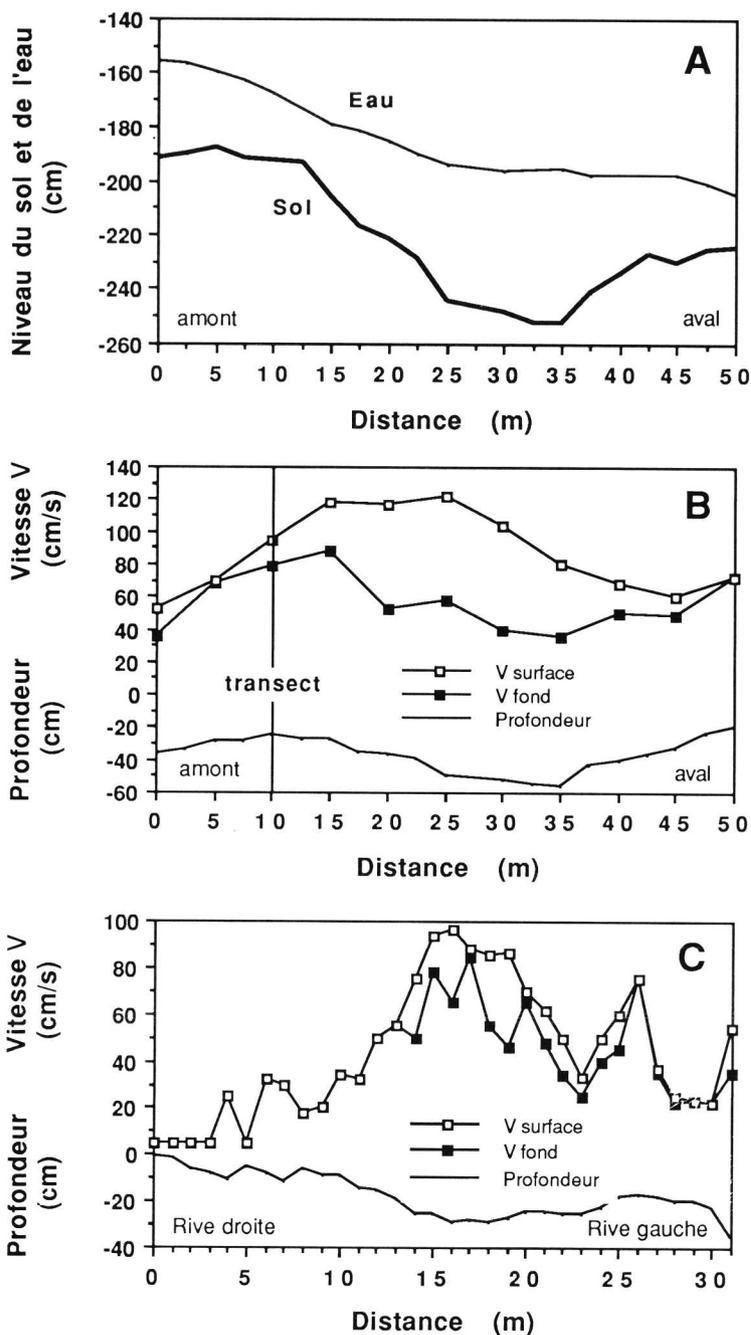


Fig. 5. Profil en long à mi-distance L1-L2 de la pente du sol et de la surface d'eau (A) et de la profondeur, de la vitesse du courant sur le fond et en surface (B) dans le secteur S1 de l'Ourthe à Esneux. La plus forte concentration des tacons ($16/100 \text{ m}^2$) est située entre les distances 5 et 15 m. La fig. 5 C présente le profil de la profondeur et des vitesses de courant (fond et surface) le long du transect transversal D recoupant le radier où la concentration de tacons est maximale.

L'analyse qui considère comme variables explicatives les proportions des différentes classes de vitesses et de profondeurs met en évidence un effet négatif des vitesses inférieures à 30 cm/s et des profondeurs inférieures à 20 cm et, au contraire, un effet positif très significatif des classes de vitesse 50-70 cm/s et de profondeur 20-40 cm. Les modèles de régression simple qui font intervenir ces deux dernières variables expliquent (R^2) respectivement 73 % et 54 % (fig. 6) de la variabilité des observations (tableau V) et confèrent une valeur explicative plus élevée à la variable vitesse par rapport à la profondeur. Une équation de régression multiple faisant intervenir les deux variables explicatives ne donne pas un R^2 supérieur à cause de la forte intercorrélation ($r = 0,85$) entre les variables vitesse et profondeur.

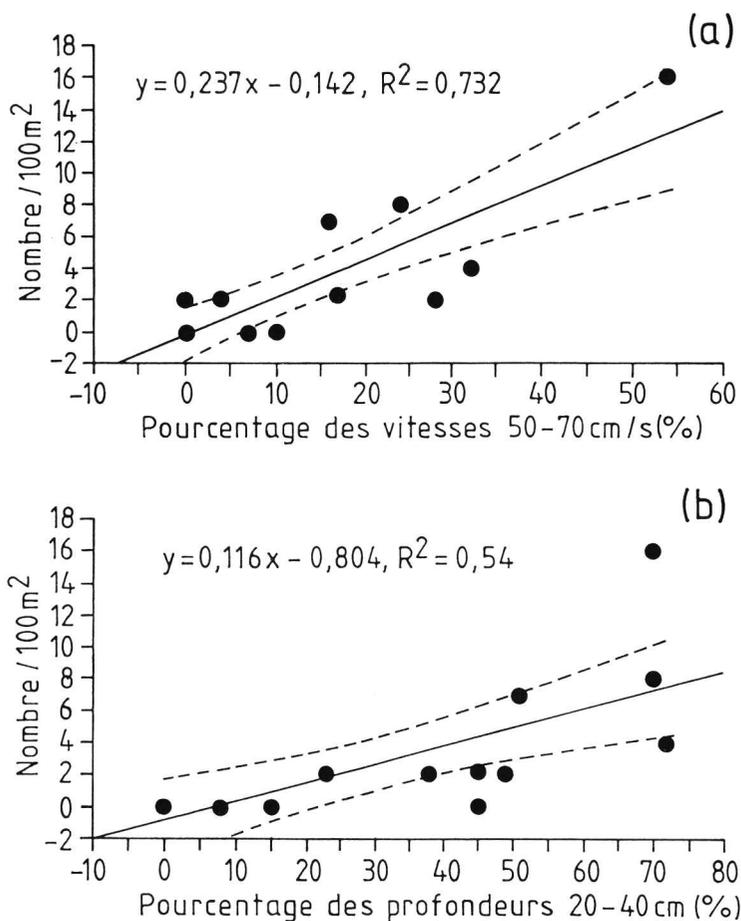


Fig. 6. Relation entre la densité des tacons par quadrat de 10 x 10 m et la proportion dans ces quadrats (A) des vitesses 50-70 cm/s à 10 cm du fond et (B) des profondeurs 20-40 cm.

Quand on considère les valeurs moyennes de la vitesse sur le fond et de la profondeur par quadrat, on obtient des corrélations et régressions un peu moins bonnes qu'avec les proportions des classes (tableau V), ce qui tend à montrer l'importance de la distribution des classes des variables considérées au sein des quadrats comme paramètre régulateur de la densité.

La variabilité de certaines observations est due à des particularités locales, principalement liées à la structure du substrat : ainsi, un amoncellement de quelques gros cailloux dans une zone peu profonde et à courant trop lent ou trop rapide peut abriter un tacon alors qu'une zone où les vitesses et profondeurs sont apparemment optimales peut ne pas abriter de tacons à cause du substrat trop uniforme et de l'abondance de la végétation, qui favorisera la présence d'autres espèces, comme le barbeau fluviatile.

Tableau V. Equations de régression décrivant le mieux la relation entre la densité (D) des tacons (N ind./100 m²) et les caractéristiques du milieu dans 16 quadrats de 10 x 10 m dans l'Ourthe à Esneux. Expression en % (proportions) pour les classes de vitesse et de profondeur précises.

Variables	Equation	R ²
Vitesse fond Vf 50-70 cm/s (%)	$D = - 0,142 + 0,237 Vf$	0,74
Profondeur P 20-40 cm (%)	$D = - 0,804 + 0,116 P$	0,54
Vf 50-70 cm/s et P 20-40 cm (%)	$D = - 0,210 + 0,229 Vf + 0,005 P$	0,73
Vitesse moyenne fond Vmf (cm/s)	$D = - 2,217 + 0,119 Vmf$	0,58
Profondeur moyenne Pm (cm)	$D = - 2,411 + 0,319 Pm$	0,42
Vm (cm/s) et Pm (cm)	$D = - 2,293 + 0,192 Vmf + 0,015 Pm$	0,58

Méthode 3

Enfin, une troisième approche, plus fine, consiste à caractériser, non plus le secteur ou le quadrat, mais bien l'endroit précis de la rivière (micro-habitat) où chaque tacon a été capturé. Ce traitement indique que la plupart des tacons se trouvent à une distance de 5-20 m (moyenne = 13,2 m) de la berge la plus proche, à une profondeur de 20-40 cm (moyenne = 26 cm) et sur des fonds de gros cailloux et de blocs où la vitesse du courant est de 20-80 cm/s (moyenne = 49 cm/s) à 10 cm du fond et de 20-90 cm/s (moyenne = 60 cm/s) en surface.

Pour le secteur A (n = 43 tacons capturés), nous avons en outre comparé l'utilisation et la disponibilité de l'habitat, caractérisé en termes de classes de profondeur et de vitesse de courant à 10 cm au-dessus du fond (fig. 7 A et B). Pour ces deux variables, nous avons ensuite établi une courbe de préférence (BOVEE, 1986 ; SOUCHON *et al.*, 1989) en divisant les pourcentages d'utilisation des classes par leur pourcentage de disponibilité, puis en divisant chaque valeur obtenue par la valeur maximale (fig. 7 C et D). Les courbes ainsi construites indiquent, pour la station d'Esneux, une préférence nette des jeunes saumons pour des micro-habitats correspondant à des profondeurs de 30-60 cm et des vitesses de courant sur le fond de 70-90 cm/s. Il convient toutefois de signaler que, vu la taille de l'échantillon, certains coefficients de préférence doivent être pris avec réserve, principalement lorsqu'on traite d'une classe d'habitat extrêmement peu représentée et pour laquelle le nombre d'individus recensés est inférieur à 10. Dans ce cas, le coefficient de préférence obtenu risque d'être nettement exagéré et de fausser l'allure générale de la courbe de préférence, comme c'est probablement le cas pour la préférence vis-à-vis de la classe de vitesse 80-90 cm/s (fig. 7 D).

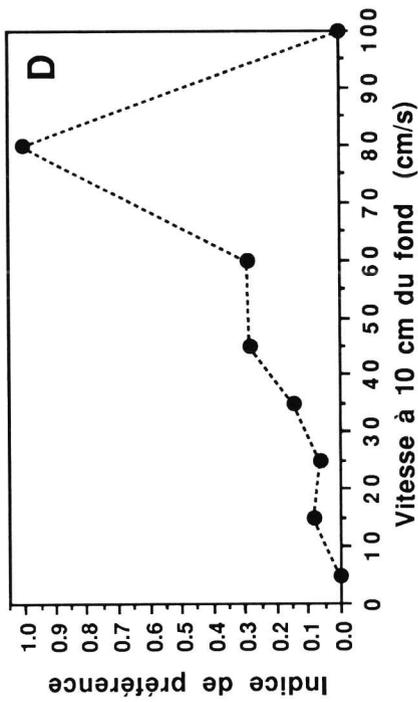
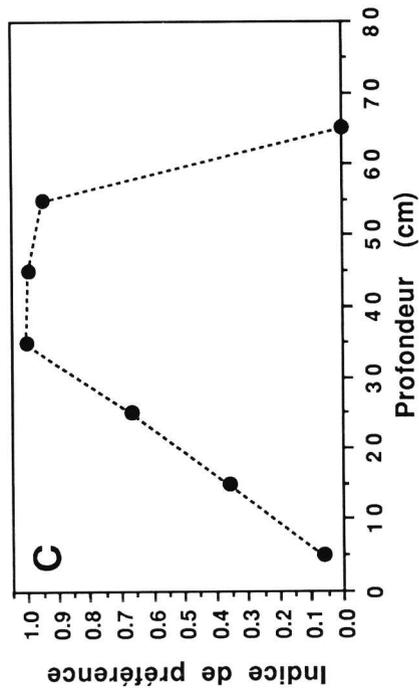
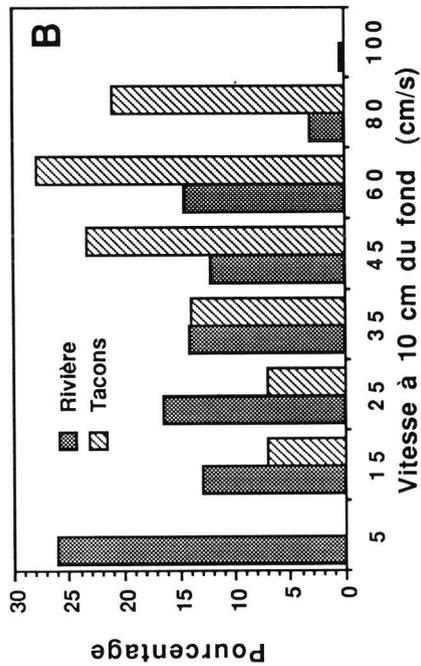
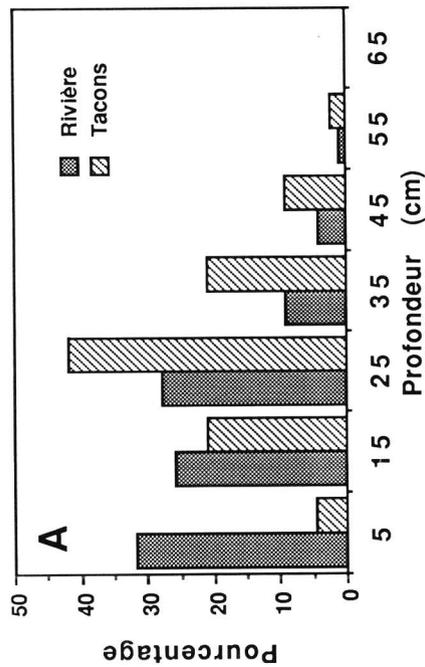


Fig. 7. Pourcentages de disponibilité dans le milieu et d'occupation par les tacons (N = 43) des classes de profondeur et de vitesse de courant (A et B) et courbes de préférence correspondantes (C et D) pour le secteur S1 de l'Ourthe à Esneux.

DISCUSSION ET CONCLUSIONS

Cette étude préliminaire établit scientifiquement le succès de la réimplantation de tacons d'élevage dans l'Ourthe à Esneux. La croissance est rapide (46 à 101 mm et 1,0 à 12,3 g en 80 jours) et l'on enregistre la constitution de densités de population atteignant 10-15 tacons de 7-13 cm/100 m² dans les habitats de radier les plus favorables. Ces valeurs se situent dans la gamme des densités observées dans des rivières européennes d'importance comparable, notamment le Scorff, en Bretagne (BAGLINIERE et CHAMPIGNEULE, 1982). Ce résultat est d'autant plus significatif que l'Ourthe à Esneux ne présente pas une qualité d'eau exceptionnelle et que l'été 1989 a été particulièrement chaud (température de l'eau approchant parfois 25 °C) et sec (concentration des pollutions et réduction de la surface d'habitat colonisable). Ces considérations tendent à montrer une excellente adaptation des individus présents sur la zone étudiée.

Par rapport au nombre de tacons déversés en juin, le pourcentage de reprise est faible (60/1000 = 6 %). Il faut toutefois tenir compte du fait que, d'une part, la zone échantillonnée ne représente qu'une très faible superficie et que, d'autre part, une certaine proportion des tacons déversés en excès de la capacité d'accueil du milieu se sont probablement (COTE et POMERLEAU, 1985) établis en dehors de la zone étudiée, suite à la pression de compétition inter et intraspécifique liée à la territorialité (KALLEBERG, 1958). Des études complémentaires sur les capacités d'accueil et la ségrégation spatiale devraient préciser les incidences respectives de ces facteurs.

L'utilisation de trois méthodes d'étude de l'habitat a permis de préciser les caractéristiques des méso et microhabitats occupés par les jeunes saumons. Dans le cadre de cette étude méthodologique comparée, les résultats les plus délicats à interpréter ont été paradoxalement obtenus avec la méthodologie la plus fine (relevés précis des positions des individus capturés). Toutefois, ces difficultés d'interprétation sont principalement liées à la taille réduite de l'effectif capturé (N = 60) et s'estompent considérablement lors d'une étude comparée de plusieurs secteurs. D'autre part, cette méthodologie s'avère comme étant la seule valable pour l'établissement des coefficients de préférence, qui constituent la donnée la plus représentative, puisque rendue indépendante de la morphologie de la station échantillonnée.

Cette étude préliminaire sur l'habitat des tacons permet déjà de bien percevoir la préférence des tacons 0+ de 7-13 cm pour des milieux très caractéristiques en terme de profondeur, vitesse du courant, pente et substrat. Dans l'ensemble, ces résultats concordent avec ceux publiés dans la littérature nord-américaine et européenne. Ainsi, il est intéressant de noter que la zone de l'Ourthe à Esneux qui abrite la plus haute densité de tacons se caractérise par une vitesse de courant (moyenne = 59 cm/s ; mode = 50-70 cm/s) comparable à celles considérées comme optimales dans le Scorff en Bretagne (moyenne de 61 cm/s d'après BAGLINIERE et MOUTOUNET, 1985) et dans la rivière Miramichi, au New-Brunswick, Canada (50-65 cm/s, d'après SYMONS et HELLAND, 1978).

Au vu de ces premières observations, les recherches ultérieures sur les populations reconstituées de saumons juvéniles dans le bassin de l'Ourthe vont se poursuivre dans plusieurs directions :

- dénombrer, mesurer la croissance, estimer la survie et caractériser l'habitat des saumons juvéniles dans d'autres stations de l'Ourthe repeuplées au cours de l'été 1989 et du printemps 1990, et qui sont différentes au point de vue de la qualité de l'eau et de l'habitat ;
- comparer les densités de population et l'utilisation de l'habitat par les saumons juvéniles et par les autres salmonidés résidents dans l'Ourthe (truite de rivière, *Salmo trutta fario* et ombre commun, *Thymallus thymallus*) ainsi que par les cyprinidés

d'eau courante comme le barbeau (*Barbus barbus*) et le hotu (*Chondrostoma nasus*) susceptibles d'occuper les mêmes habitats que le saumon ;

- étendre ce type d'étude démographique et éco-éthologique aux populations de saumons de l'Aisne, affluent ardennais de l'Ourthe pour lequel on dispose de données sur la densité de population et l'habitat de la truite de rivière et de l'ombre commun avant les introductions de saumons (BLASE, 1988 ; VASSEN, 1989)).

A partir de ces résultats et sur la base d'une meilleure connaissance des exigences des saumons juvéniles pour la vitesse du courant, la profondeur et le substrat, il sera possible d'optimiser les opérations de repeuplement (taille des tacons, période de déversement, nombre de sujets à déverser,...) en fonction des caractéristiques morphodynamiques du milieu et ensuite d'envisager une augmentation de la capacité d'accueil de certains cours d'eau en améliorant l'habitat par la mise en oeuvre de techniques simples de restauration physique.

Un autre aspect important des recherches à entreprendre sur les populations reconstituées de saumons juvéniles concerne l'étude du phénomène de saumonisation et de migration de descente vers la mer, observée au printemps 1990. Dans l'approche de ce problème, il est prévu à terme de suivre les déplacements des smolts en dévalaison au moyen de la technique du radio-pistage (SOLOMON, 1978 ; BOURGEOIS et O'CONNELL, 1988) actuellement bien maîtrisée par le Laboratoire d'Éthologie (BARAS et PHILIPPART, 1989). La mise en oeuvre de ces techniques devrait permettre, entre autres, de déterminer les conditions environnementales déclenchant la migration de descente et de mieux comprendre les problèmes potentiels ou réels (évaluation de la mortalité des smolts ; STIER et KYNARD, 1986) posés par la présence des barrages et centrales électriques à turbines sur les trajets des migrants.

Enfin, en matière de conservation de la nature, il est urgent de prévoir dès à présent des mesures de protection des zones à tacons contre des travaux de dragage et d'aménagement hydraulique ayant une incidence excessive sur le milieu. Une attention particulière devra aussi être accordée aux problèmes d'eutrophisation dans les zones à tacons et à l'information des pêcheurs (remise à l'eau délicate des jeunes saumons capturés).

REMERCIEMENTS

Les pêches à l'électricité et les relevés topographiques qui ont permis la réalisation à cette étude ont été effectués avec la collaboration de J.M LAMBERT (Convention 1989 « Habitat des Poissons », Région wallonne-Environnement et Progrès). Les repeuplements en tacons à Esneux ont été effectués par MM. A. LAMOTTE et A. FRANÇOIS du Service de la Pêche, sous la direction de M. W. DELVINGT. Ph. ABSIL et B. CHERRY ont participé au dépouillement des données sur l'habitat.

Pour leur participation au financement du projet « Saumon 2000 », nous remercions le Ministère de la Conservation de la Nature et de la Pêche (Ministre E. HISMANS) de la Région wallonne, le Fonds pour l'Environnement (créé grâce une dotation de la Loterie nationale) de la Fondation Roi Baudouin, le Fonds central piscicole ainsi que la Commission provinciale de Liège de ce Fonds piscicole.

RESUME

La reconstitution des populations du saumon atlantique (*Salmo salar* L.), disparu depuis les années 1930 du bassin de la Meuse, a débuté en 1988 dans le cadre du programme « Saumon 2000 ». Cette note présente les premiers résultats sur la biologie des saumons de l'Ourthe, obtenus sur le secteur d'Esneux, où 1000 tacons furent déversés le 12 juin 1989 à une taille moyenne de 46 mm (1,0 g). En fin août 1989, 60 saumons (6 % de l'effectif initial) furent recapturés lors d'un recensement réalisé sur ce secteur par pêche à l'électricité. Après un séjour en rivière de 80 jours à une température moyenne de 18,55 °C, ils atteignaient une taille moyenne de 101 mm (70-135 mm) pour un poids moyen de 12,3 g.

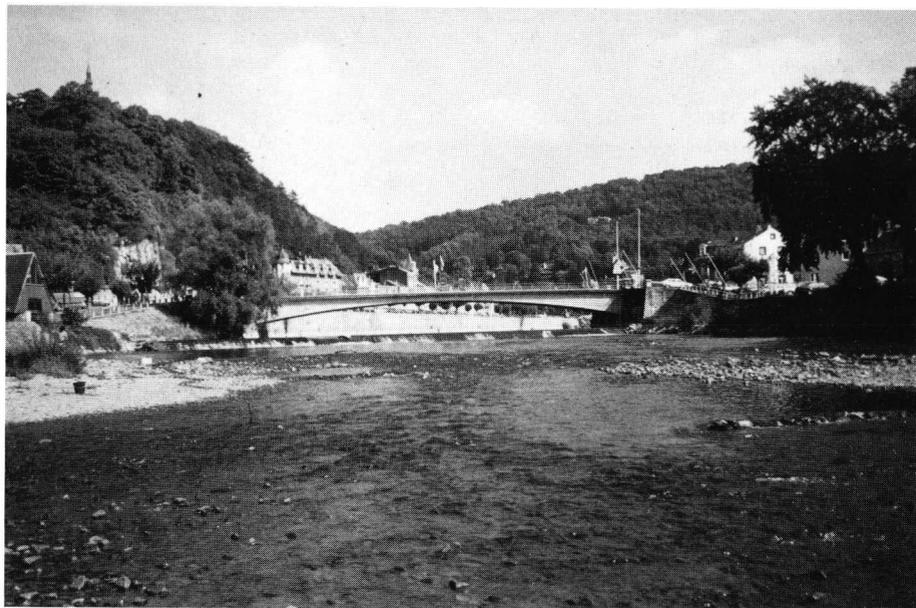


Photo 1. Vue de la zone d'étude dans l'Ourthe à Esneux, de l'aval vers l'amont.

Trois techniques d'étude, basées sur les notions de mésohabitats, quadrats et microhabitats, ont été utilisées et comparées pour définir, d'une part, les préférences des jeunes saumons pour les caractéristiques de l'habitat en rivière, et, d'autre part, une méthodologie cohérente visant à étudier la ségrégation spatiale du saumon atlantique et de ses compétiteurs potentiels sur l'ensemble des secteurs repeuplés dans l'Ourthe.

Il ressort de cette étude que les tacons occupent préférentiellement des habitats de type radier (pente moyenne = 1,55 cm/m) dont le substrat est constitué de galets et cailloux (ϕ 10-20 cm). Les densités de tacons varient de 0 à 16 ind./100 m² (moyenne = 3,5 ind./100 m²) et sont étroitement corrélées avec les proportions des classes de profondeurs 20-40 cm et de vitesses de courant sur le fond 50-70 cm/s.

Ces observations sur la population reconstituée de saumons juvéniles dans l'Ourthe se situent dans la gamme des données relatives aux populations sauvages vivant dans des cours d'eau comparables et témoignent de la bonne adaptation de l'espèce aux conditions de la rivière d'accueil. A partir de cette première étude, les problèmes méthodologiques et axes des futures recherches sont discutés.

Mots clés : *Salmo salar*, réintroduction d'espèce, restauration écologique, écologie des rivières, étude d'habitat.

BIBLIOGRAPHIE

- BAGLINIERE, J.L. et A. CHAMPIGNEULE, 1982. — Densité des populations de truite commune (*Salmo trutta* L.) et de juvéniles de saumon atlantique (*Salmo salar* L.) sur le cours principal du Scorff (Bretagne) : préférences physiques et variations annuelles (1976-1980). *Acta Oecologica, Oecol. Applic.*, 3 (3) : 241-256.
- BAGLINIERE, J.L. et D. ARRIBE-MOUTOUNET, 1985. — Microrépartition des populations de truite commune (*Salmo trutta* L.) et de juvénile de saumon atlantique (*Salmo salar* L.) et des autres espèces présentes dans la partie haute du Scorff (Bretagne). *Hydrobiologia*, 120 : 229-239.
- BARAS, E. et J.C. PHILIPPART, 1989. — Application du radio-pistage à l'étude éco-éthologique du barbeau fluviatile (*Barbus barbus*) : problèmes, stratégies et premiers résultats. *Cahiers Ethol. Appl.*, 9 (4) : 467-494.
- BOURGEOIS, C.E. et M.F. O'CONNELL, 1988. — Observation on the seaward migration of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) smolts through a large lake as determined by radiotelemetry and Carlin tagging studies. *Can. J. Zool.*, 66 : 685-691.
- BOVEE, K.D., 1986. — Development and evaluation of habitat suitability criteria for the instream flow incremental methodology. Instream Flow Information Paper, n° 21, Biological Report 86 (7), 235 pages.
- BLASE, C., 1988. — Etude comparée des préférences pour l'habitat de l'ombre commun (*Thymallus thymallus* L.) et de la truite fario (*Salmo trutta fario* L.) dans une petite rivière ardennaise, l'Aisne. *Mémoire de Licence en Sciences Zoologiques 1987-1988*, Université de Liège, 56 pages.
- COTE, Y et C. POMERLEAU, 1985. — Survie et dispersion de saumons atlantiques (*Salmo salar*) ensemencés en milieu naturel. *Naturaliste Can.*, 112 : 549-557.
- DELVINGT, W., 1985. — Conclusions du colloque, pp. 111-112. Dans : Compte-rendu du Colloque « Réintroduction du saumon atlantique dans la bassin de la Meuse », Namur, 28 mars 1985, Service de la Pêche de la Région Wallonne, 144 pages.
- DELVINGT, W., 1989. — L'élevage du saumon atlantique dans les installations du Service de la Pêche à Emptine. Service de la Pêche de la Région Wallonne.
- DESCY, J.P., 1985. — Qualité des eaux de la Meuse : évaluation en vue de la réintroduction du saumon atlantique dans le bassin mosan. pp. 49-67. Dans : Compte-rendu du Colloque « Réintroduction du saumon atlantique dans la bassin de la Meuse », Namur, 28 mars 1985, Service de la Pêche de la Région Wallonne, 144 pages.
- DESCY, J.P. et A. EMPAIN, 1981. — Inventaire de la qualité des eaux courantes en Wallonie (bassin de la Meuse). Rapports de synthèse 1, 87 pages ; 2, 194 pages ; 3, 37 pages. Laboratoire d'Hydrobiologie Végétale de l'Université de Liège.
- HERMAN, D., 1985. — Etude des potentialités salmonicoles et de la qualité biologique des eaux de surface du sud-est de la Belgique. Rapport de synthèse. Union des Pêcheurs de l'Ourthe et de l'Ambève et Service Etudes et Promotion-Communication de l'Inspection générale de l'eau de la Région Wallonne, Namur, 2 Volumes, 1084 pages.
- JORISSEN, J. 1986. — De Zalm weer terug in de Maas ? Colloque organisé le 7 juin 1986 à Stein (Pays-Bas) à l'occasion des 40 années d'existence de la « Combinatie Juliana », 46 pages.
- KALLEBERG, H., 1958. — Observations in a stream tank of territoriality and competition in juvenile salmon and trout (*Salmo salar* L. and *Salmo trutta* L.). *Rep. Inst. Freshwat. Res. Drottningholm*, 39 : 55-98.
- MAES, L., 1898. — Notes sur la pêche fluviale et maritime en Belgique. Imprimerie Scientifique Ch. Bulens, 295 p.

MICHA, J.C., 1971. Etude des communautés piscicoles dans l'Ourthe liégeoise. *Tribune du CEBEDEAU*, 326 : 1-7.

MICHA, J.C., 1985. — Les barrages sur la Meuse. pp. 69-101. Dans : Compte-rendu du Colloque « Réintroduction du saumon atlantique dans la bassin de la Meuse », Namur, 28 mars 1985, Service de la Pêche de la Région Wallonne, 144 pages.

PHILIPPART, J.C., 1980. — Essai d'évaluation des ressources ichtyologiques actuelles et potentielles dans le bassin de l'Ourthe (bassin de la Meuse) en Belgique. pp. 298-307 in GROVER J.H. (ed.), *Allocation of Fishery resources, Proceedings of the Technical Consultation on Allocation of Fishery Resources*, Vichy, France, 20-23 Avril 1980, FAO, Rome, 623 pages.

PHILIPPART, J.C., 1983. — Note sur la redécouverte de « truites de mer » dans un affluent de la Meuse liégeoise en 1983. *Cah. Ethol. Appl.*, 3 (1) : 105-114.

PHILIPPART, J.C., 1985. — Revertions-nous des saumons dans la Meuse ? *Cah. Ethol. Appl.*, 5 (1) : 31-68.

PHILIPPART, J.C., 1987. — Histoire de l'extinction et problématique de la restauration des salmonidés migrateurs dans la Meuse. pp. 125-137 in THIBAUT M. et R. BILLARD (Eds.), *La Restauration des Rivières à saumons*. Actes du Colloque Franco-Québécois sur la Restauration des Rivières à saumons tenu à Bergerac du 28 mai au 1er Juin 1985. INRA, Paris, 444 pages.

PHILIPPART, J.C. et M. VRANKEN, 1983. — Atlas des poissons de Wallonie. Distribution, écologie, éthologie, pêche, conservation. *Cah. Ethol. Appl.*, 3 (suppl.1-2) : 395 pages.

PHILIPPART, J.C., A. GILLET et J.C. MICHA, 1988. — Fish and their environment in large European river ecosystems. The River Meuse. *Sciences de l'Eau*, 7 (1) : 115-154.

PHILIPPART, J.C., J.C. MICHA, A. GILLET, G. RIMBAUD et W. DELVINGT, 1989. — La restauration démographique des salmonidés migrateurs (truite de mer et saumon atlantique) dans le bassin de la Meuse. Etat d'avancement du projet à l'automne 1989. A paraître dans les Actes du Colloque international « Gérer la Nature », Pont-à-Lesse, 17-20 octobre 1989.

PHILIPPART, J.C., J.M. LAMBERT et E. BARAS, 1990. — Etudes en vue de la conservation, de l'amélioration et de la restauration des habitats utilisables par les poissons de rivière. Rapport final à la Région Wallonne (Conservation de la Nature). Vol. 1 : 74 pages ; Vol. 2 : 87 pages ; Vol. 3 : 86 pages. Environnement et Progrès, Waremme, Décembre 1989.

SEBER, G.A.F. et E.D. LE CREN, 1967. — Estimating population parameters from catches large relative to the population. *J. Anim. Ecol.*, 36 : 631-643.

SOLOMON, D.J., 1978. — Some observations on salmon smolts migration in a chalkstream. *J. Fish. Biol.*, 12 : 571-574.

SOUCHON, Y., F. TROCHERIE, E. FRAGNOUD et C. LACOMBE, 1989. — Les modèles numériques des micro-habitats des poissons : application et développements nouveaux. *Sciences de l'Eau*, 2 (4) : 807-830.

STIER, D.J. and B. KYNARD, 1986. — Use of radiotelemetry to determine the mortality of Atlantic salmon smolts passed through a 17 MW Kaplan turbine at a low-head hydroelectric dam. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 115 : 771-775.

STRADMEYER, L. et J.E. THORPE, 1987. — Feeding behaviour of wild Atlantic salmon *Salmo salar* L., parr in mid-to late summer in a Scottish river. *Aquacult. Fish. Management*, 18 : 33-49.

SYMONS, P.E.K. et M. HELAND, 1978. — Stream habitat and behavioural interactions of under-yearling and yearling Atlantic salmon (*Salmo salar*). *J. Fish. Res. Bd Canada*, 35 : 175-183.

VASSEN, F., 1989. — Etude des préférences de microhabitat et estimation de la capacité d'accueil d'une rivière à truite (le samson) pour les juvéniles de saumon atlantique (*Salmo salax* L.). Mémoire de fin d'étude en sciences biologiques. FUN - UNCED, 61 p.