

LA TRUITE COMMUNE (*SALMO TRUTTA* L.) DANS LE REDON, UN PETIT AFFLUENT DU LAC LÉMAN.

I - CARACTÉRISTIQUES DE LA POPULATION EN PLACE (1983-1987) ET PREMIÈRES DONNÉES SUR L'IMPACT DES RELÂCHERS D'ALEVINS NOURRIS.

A. CHAMPIGNEULLE (1), M. MELHAOUI (2), D. GERDEAUX (1), R. ROJAS-BELTRAN (1),
C. GILLET (1) et J. GUILLARD (1)

avec la collaboration technique de J. ESCOMEL (1), P. LAURENT (1),
J.P. MOILLE (1), G. FOUSSAT (3) et G. ZEGNA (3)

(1) INRA, Station d'Hydrobiologie Lacustre, BP 511, 75 avenue de Corzent - 74203 THONON (France)

(2) Université Mohammed 1^{er}, Faculté des Sciences, Département de Biologie - OUJDA (Maroc)

(3) Garde-Pêche, C.S.P., Pisciculture DDA Haute-Savoie, quai de Rives - 74200 THONON (France)

RÉSUMÉ

L'article présente les caractéristiques (densité, mortalité apparente, croissance) de la population en place, juvéniles en particulier, dans un petit (10 km) affluent du lac Léman (58.240 ha) de 1983 à 1987. L'étude a été réalisée en tentant de distinguer la composante "recrutement naturel" de celle du repeuplement (deux origines : géniteurs de pisciculture ou de truite de lac). L'étude montre un net impact des relâchers en alevins nourris (3-4 cm) sur le recrutement en juvéniles 0+ et 1+.

THE BROWN TROUT (*SALMO TRUTTA* L.) IN THE RIVER REDON, A SMALL TRIBUTARY OF LAKE LEMAN.

I - CHARACTERISTICS OF RIVER DWELLING TROUTS DURING THE YEARS 1983 TO 1987 AND FIRST DATA ON THE CONTRIBUTION OF STOCKED PREFED FRY.

SUMMARY

The paper presents the characteristics (density, apparent mortality, growth) of resident brown trouts, juveniles particularly, in a small (10 km) tributary of Lake Lemman (58.240 ha) from 1983 to 1987. The study was realized in trying to distinguish the "natural recruitment" from restocking (two origins : hatchery and lake dwelling spawners). The study indicates the efficiency of restocking with prefed fry (3-4 cm) on the juveniles (0+, 1+) population level in the tributary.

INTRODUCTION

Dans beaucoup de lacs européens, les populations de truites (*Salmo trutta* L.) de lac sont menacées par l'affaiblissement du recrutement naturel en juvéniles issus des affluents (LELEK, 1980 RUHLE *et al.*, 1984). Dans la plupart des cas les gestionnaires ont tenté de répondre à cette situation en intensifiant les opérations de repeuplement. Le lac Léman n'a pas échappé à cette tendance. Bien que ponctuellement pratiqués il y a quelques années (GERDEAUX *et al.*, 1989) les relâchers directs en lac de truites de taille supérieure à 10 cm sont quasiment inexistantes depuis 5 ans. Par contre, en relation avec les structures d'élevage existantes et du fait des plus faibles coûts de production, ce sont surtout des alevins, en fin de résorption ou nourris pendant quelques mois, qui sont relâchés dans le Léman et ses affluents. Le devenir des très nombreux (1 à 1,5 millions/an) alevins déversés en lac étant difficile à appréhender dans le Léman lui-même, nous avons surtout cherché à intégrer la composante "repeuplement" dans l'étude du fonctionnement d'un petit affluent, le Redon. Cette approche a été réalisée avec des alevins marquables (à partir de 25-30 mm) déversés essentiellement en milieu affluent. L'étude vise à répondre aux questions suivantes :

1) Quelles sont les principales caractéristiques de la population en place et des géniteurs de truite de lac dans le Redon ?

2) Le repeuplement en alevins nourris améliore-t-il ou non la production en juvéniles du milieu affluent ?

3) Les déversements contribuent-ils à la production de truites sédentaires et/ou lacustres ?

4) Comment se comportent les alevins nourris en pisciculture, selon leur origine (géniteurs de truite de lac ou de pisciculture), vis-à-vis des points 2 et 3 ?

Le présent article aborde ces quatre points en ce qui concerne la population en place, juvéniles en particulier, alors que la phase "géniteurs de truite de lac" est abordée dans un autre article (CHAMPIGNEULLE *et al.*, 1989).

MATÉRIEL ET MÉTHODES

1. LOCALISATION GÉNÉRALE DE L'ÉTUDE

Les travaux de suivi de la population en place et des géniteurs de truite de lac ont été menés cinq années consécutives sur le cours principal du Redon qui est un petit affluent de 10 km situé sur la rive française du lac Léman (fig. 1). Les milieux étudiés ont été présentés en détail par MELHAOUI

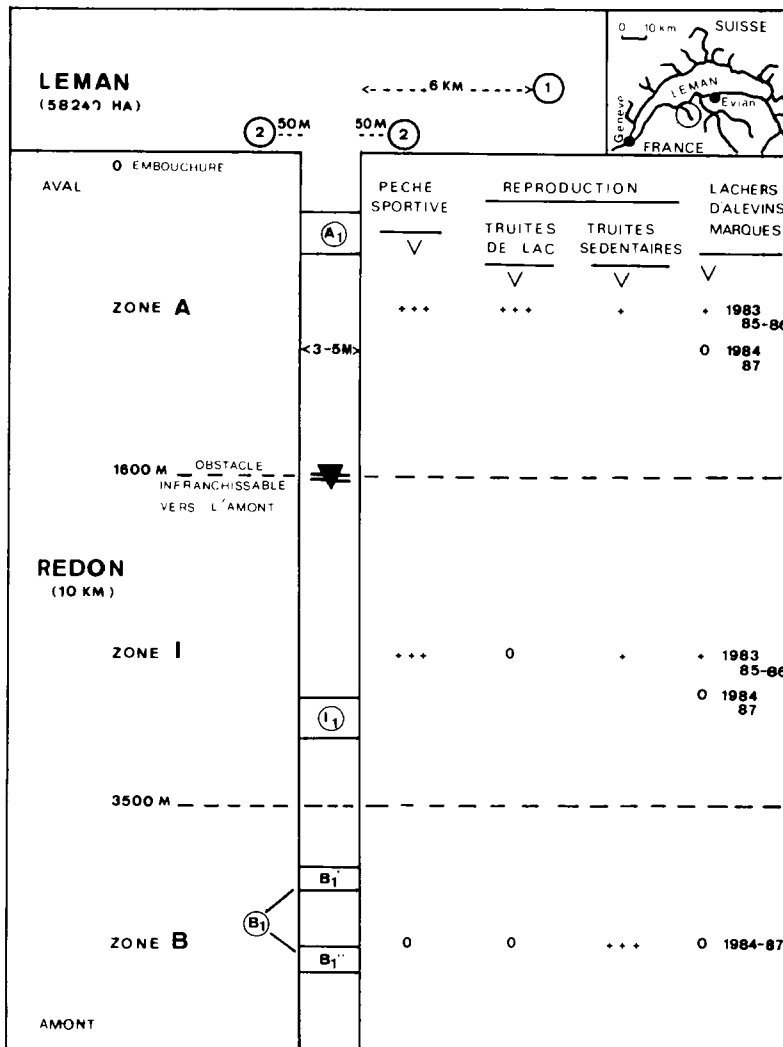


figure 1 : Localisation de l'étude. Trois zones du cours principal du Redon : A et I zones avec repeuplement en alevins marqués en 1983-85-86 ; B réserve sans repeuplement. Secteurs d'inventaire : A₁, I₁ et B₁. Zones de relâcher en lac d'alevins marqués : (1) en 1983-84 ; (2) en 1987. (▼) Obstacle infranchissable vers l'amont mais franchissable vers l'aval.

figure 1 : Localization of the study. Three zones on the mainstream of the river Redon : A and I zones with stocking of marked fry in 1983-85-86 ; B zone without sportfishing and stocking. Sections with electrofishing census : A₁, I₁ and B₁. Point of release in lake of marked fry : (1) in 1983-84 ; (2) in 1987. (▼) upstream migration impossible but downstream migration possible.

(1985) et par CHAMPIGNEULLE *et al.*, (1988). Dans l'étude, trois zones A, I et B sont distinguées sur le cours principal du Redon (fig. 1). Les zones A et I sont ouvertes à la pêche sportive du début mars au début octobre; la taille minimale de capture est fixée à 21 cm (longueur totale). La zone B constitue la partie aval d'une réserve de pêche.

2. DONNÉES PRÉLIMINAIRES SUR LES ŒUFS DE TRUITE DE LAC DÉPOSÉS SUR LA ZONE A

Une étude menée de 1983 à 1985 (CHAMPIGNEULLE *et al.*, 1988) a montré que la fraie des géniteurs de truites de lac (truite ayant effectué une phase de croissance en lac) avait lieu sur la zone aval A. Par contre, bien que faiblement existante sur les zones A et I, la fraie des truites sédentaires (truites effectuant leur croissance uniquement en milieu rivière) est surtout importante sur la zone B. Le nombre minimum d'œufs de truite de lac déposés sur la zone A a été estimé pour les cohortes 1984 à 1987 en utilisant les informations suivantes :

- des pêches électriques, réalisées sur l'ensemble de la zone A et réparties sur l'ensemble de la période de reproduction, qui ont permis un contrôle de la taille des femelles (CHAMPIGNEULLE *et al.*, 1989).
- la relation fécondité (F) - longueur totale (LT en mm) fournie par MELHAOUI (1985) pour la truite de lac du Léman $F = (L_T^{3.0159})/38139,28$
- du fait d'un obstacle infranchissable (CHAMPIGNEULLE *et al.*, 1988), les truites de lac capturées sur la zone A ne peuvent que pondre sur la zone A et leur progéniture ne peut contribuer qu'au recrutement de cette même zone.

La caractérisation des deux types de géniteurs et la connaissance de leur localisation dans l'espace et le temps (CHAMPIGNEULLE *et al.*, 1988) ont permis d'attribuer de façon sûre des frayères à des géniteurs de truites sédentaires ou à des truites de lac. Afin d'évaluer le succès de l'incubation en milieu naturel, des frayères de truites de lac (7 sur la zone A) ont été ouvertes à la mi-janvier 85, soit 15 jours à un mois après leur creusement. Des échantillons d'œufs (13 à 365 œufs par frayères) ont été récoltés en utilisant un filet (0,8 x 0,8 m d'ouverture et long de 3 m ; maille de 1 mm) placé à l'aval immédiat des frayères en même temps que le dôme des frayères était remué. A titre de comparaison, la même procédure a été réalisée sur la zone B, non fréquentée par les truites de lac, pour 7 frayères de truites sédentaires.

3. POPULATION EN PLACE

Des inventaires par pêche électrique (2 à 3 passages) ont été réalisés sur une longueur voisine (152 à 190 m) sur chacune des trois zones. Les caractéristiques de l'habitat des secteurs d'inventaire (A₁, I₁, B₁; Tab. I) ont été décrites selon la méthodologie employée par CHAMPIGNEULLE (1978). Les inventaires ont été effectués en fin octobre-début novembre de 1983 à 1987 ainsi qu'en fin février-début mars 1984 et 1985, juste avant l'ouverture de la pêche. Les truites ont été mesurées

Tableau I : Caractéristiques des secteurs du Redon inventoriés par pêche électrique (les différents habitats sont quantifiés selon la méthode décrite par CHAMPIGNEULLE, 1978).

Tableau I : Characteristics of the different sections of the river Redon studied by electro-fishing census (The habitat characteristics are described according to CHAMPIGNEULLE, 1978).

Secteur	A ₁	I ₁	B ₁
Longueur (m)	190	152	183
Largeur moyenne (m)	3,8	4,2	3,9
Surface totale (m ²)	728	645	719
Habitat			
- radier (%)	56	36	39
- Rapide (%)	34	56	52
- pool (%)	7	1	5
- plat (%)	3	7	4

(longueur totale) et des écailles ont été prélevées pour la détermination de l'âge (0+; 1+; > 1+). La présence de marques a été systématiquement recherchée sur toutes les truites capturées.

4. SUIVI DE LA COMPOSANTE "REPEUPLEMENT"

4.1. Origine des juvéniles (TL et TP) et techniques de marquage

Le tableau II précise la terminologie et les abréviations employées dans la suite du texte ainsi que dans les tableaux et figures.

Tableau II : Différentes composantes du peuplement en truites selon l'origine des juvéniles. Abréviations et terminologie.

Table II : Different components of trout population according to the origin of juveniles. Abbreviations and terminology used.

LOT D'ALEVINS ABREVIATIONS	ABLATION DE NAGEOIRES	ORIGINE DES GENITEURS	SITE DE RELACHERS	
TRL	2 pelviennes	lacustre : truite de lac TL	Redon (A+I)	Issus du repeuplement de façon sûre (marquage)
TRL 1	adipeuse	"	Lac (site 1)	
TRP	2 pelviennes et adipeuse	domestique : truite de pisciculture TP	Redon (A+I)	CONTRIBUTION MINIMALE DU REPEUPLEMENT
TRP 1	pelvienne gauche	"	Lac (site 2)	
TN	non marqués	non connue : sédentaire ou lacustre ou domestique	-	CONTRIBUTION MAXIMALE DU RECRUTEMENT NATUREL

Les juvéniles de truite déversés dans le Léman et ses affluents proviennent d'œufs issus soit de géniteurs de pisciculture (origine domestique : TP) soit de géniteurs de truite de lac (origine lacustre : TL) capturés lors de leur remontée dans des affluents suisses du Léman régulièrement repeuplés à partir de géniteurs de truite de lac. L'objectif **appliqué** de la présente étude était d'évaluer le devenir des juvéniles des deux origines tels qu'ils sont disponibles dans les conditions actuelles de leur élevage sur la rive française du Léman. Dans des conditions identiques (eau de lac, granulés) le début d'élevage, jusqu'en fin printemps-début été est nettement plus difficile pour les alevins d'origine lacustre (survie 20 à 30%; plus faible croissance) que pour les alevins d'origine domestique (survie > 80%).

Le marquage permettant de différencier les divers modes de relâcher (Tab. II) a été réalisé soit par ablation de la pelvienne gauche, soit par ablation des deux pelviennes et/ou cautérisation de l'adipeuse selon les techniques décrites par CHAMPIGNEULLE et ESCOMEL (1984). Des suivis réalisés en pisciculture (CHAMPIGNEULLE et ESCOMEL, 1984) ou en rivière (CHAMPIGNEULLE, données non publiées) n'ont pas mis en évidence d'effets négatifs différentiels sur la croissance et la survie pour les marquages pratiqués. Les lots marqués ont été stabulés et suivis en pisciculture pendant une semaine avant de procéder au comptage et à leur déversement.

4.2. Déversements d'alevins marqués dans le Redon (TRL et TRP)

L'essentiel de l'étude a porté sur le suivi de cinq relâchers pratiqués (Tab. III) dans le Redon en 1983 puis 1985-86 en dispersant les alevins nourris marqués sur les radiers des zones A et I. La mise en charge, rapportée à la surface totale, variait entre 42 et 52 ind./100 m². La zone de réserve en amont (B) a été gardée comme zone de référence sans repeuplement. Le relâcher de 1983 concernait uniquement des juvéniles d'origine lacustre. Il n'y a pas eu de relâcher en 1984. Cette absence de relâcher a facilité le suivi du lot marqué en 1983 et a permis d'obtenir des données de référence sur des truites d'âge connu. Les relâchers de 1985 et 86 visaient à préciser et à comparer le devenir

Tableau III : — **Caractéristiques des lots d'alevins nourris marqués et déversés dans le Redon (zones A + I) et le Léman : (1) à 6 km de l'embouchure ; (2) à 50 m de part et d'autre de l'embouchure.**
 — **Pourcentages de truites marquées présentes aux stades 0- et 1- au moment des inventaires automnaux dans les secteurs A₁ et I₁.**

Table III : — **Characteristics of prefed fry marked and released in the river Redon (stretches A and I) and in Lake Lemman : (1) at 6 km from the mouth ; (2) at 50 m on both sides of the mouth.**
 — **Percentages of marked trout at stage 0- and 1- during the autumn electrofishing census in sections A₁ and I₁.**

RELACHERS D'ALEVINS NOURRIS MARQUES					JUVENILES MARQUES RECAPTURES DANS LE REDON (% du total de juveniles)			
Lieu	Date	Lot	Nombre ind/100m ² de zone A+I	IT ± I.C. mm à 95 %	0* (octobre)		1* (octobre)	
					A ₁	I ₁	A ₁	I ₁
R E D O N Z O N E A + I	Début août 1983	TRL	6000 43/100 m ²	38,0±0,7	28	54	39	64
	Fin juin 1985	TRL	3220 23/100 m ²	37,7±1,9	55	37	75	57
	"	TRP	2623 19/100 m ²	40,7±1,4	21	53	5	28
	"	Total TRL+TRP	5843 42/100 m ²		76	90	60	85
	Fin juin début juillet 86	TRL	4014 26/100 m ²	29,0±0,5	11	6	21	11
	"	TRP	4041 26/100 m ²	38,7±0,9	80	69	70	67
"	Total TRL+TRP	8055 52/100 m ²		93	75	91	76	
L (1)	août 1983	TRLI	19500	33,1±0,4	0,5	0	0	0
M (1)	août 1984	TRLI	11300	37,1±0,7	0	0	0	0
A N (2)	août 1987	TRPI	2000	58,3±2,0	23	0	-	-

des alevins des deux origines : lacustre (TRL) et domestique (TRP) déversés dans le Redon. Il n'y a pas eu de déversement d'alevins marqués en 1987.

4.3. Déversements d'alevins marqués en lac (TRLI et TRPI)

Deux lots d'alevins d'origine lacustre ont été relâchés (lots TRLI, Tab. III) après marquage en août 1983 et 1984 sur la beine du Léman à 6 km de l'embouchure du Redon (fig. 1). Les alevins marqués représentaient seulement de 1,2 à 1,5 % du total déversé dans le Léman. Un petit lot de 2.000 alevins nourris d'origine domestique (lot TRPI) a été déversé dans le Léman dans les 50 premiers mètres de part et d'autre de l'embouchure du Redon, à la mi-août 1987.

RÉSULTATS

1. POPULATION EN PLACE A L'AUTOMNE

1.1. Densité totale par classe d'âge

Il y a d'importantes fluctuations interannuelles et inter-sectorielles de la densité totale (marquées + non marquées) par classe d'âge (fig. 2). Cette dernière varie respectivement de 11,7 à 85,2, de 1,8 à 20,9 et de 0 à 5,6 ind/100 m² pour les 0+, 1+ et > 1+ (fig. 2). La densité automnale totale de truites d'âge > 1+ (classes d'âge où l'on trouve l'essentiel des géniteurs femelles de truites sédentaires) varie selon l'année de 2,5 à 5,6 ind/100 m² sur le secteur de réserve B₁. Quelle que soit l'année, elle y est supérieure à celle observée sur les deux autres secteurs où elle varie entre 0 et 2,5 ind/100 m² (fig. 2).

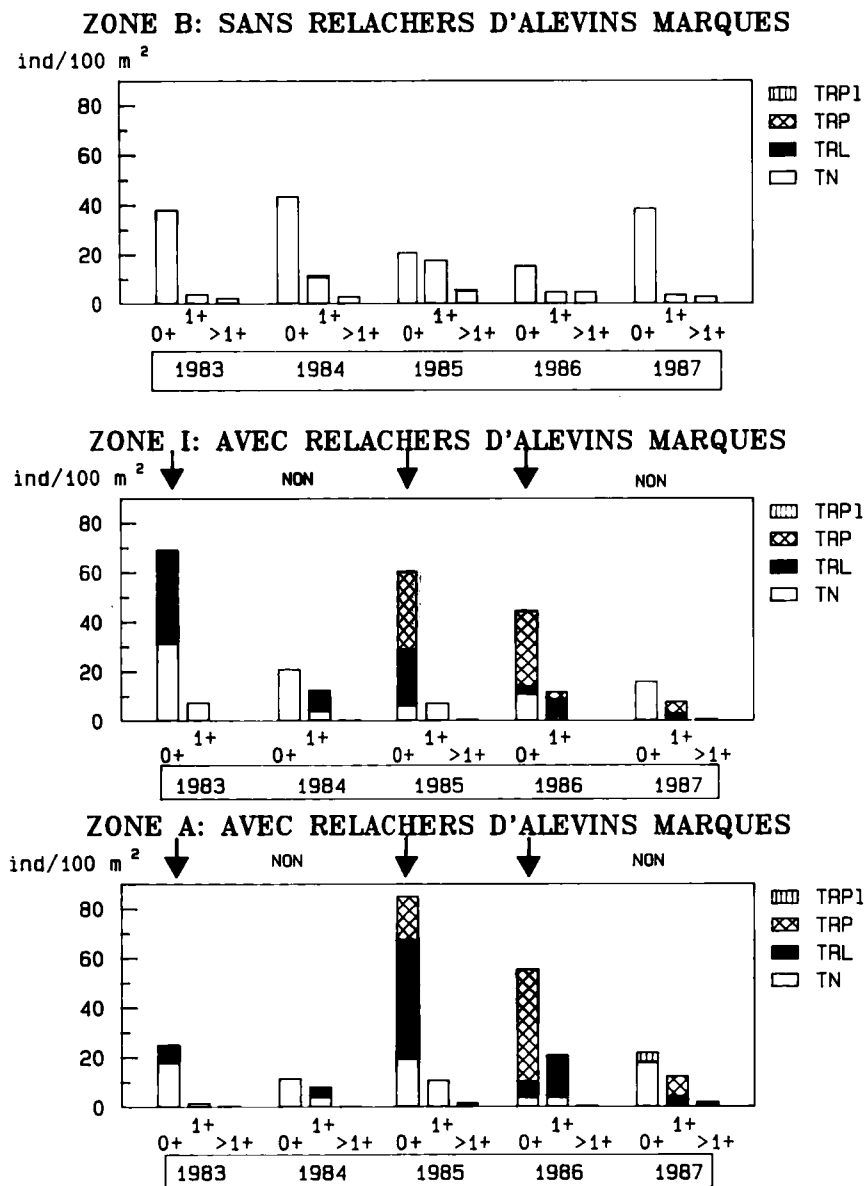


figure 2 : Densités automnales en truites 0+, 1+ et > 1+ sur les secteurs A₁, I₁ et B₁ du Redon. Origine du recrutement : (□) TN ; (■) TRL marquées ; (⊗) TRP marquées ; (▨) TRPI marquées. Les flèches indiquent le relâcher d'alevins marqués.

figure 2 : Autumnal densities of 0+, 1+ and > 1+ trouts in the sections A₁, I₁ and B₁ of the river Redon. Origin of the recruitment : (□) TN ; (■) marked TRL ; (⊗) marked TRP ; (▨) marked TRPI. Targets indicate the restocking with prefred fry.

1.2. Contribution maximale du recrutement "naturel" (TN)

Pour une classe d'âge de juvéniles donnée (0- ou 1-) et une année donnée, la densité en truites non marquées est toujours supérieure sur le secteur de réserve B₁ comparativement à celles observées sur les deux autres secteurs A₁ et I₁ dont l'habitat est comparable à celui de B₁ (Tab. I) mais qui sont situés en zone ouverte à la pêche. Pour les deux secteurs B₁ et I₁ les années 1985 et 1986 se caractérisent par une densité automnale de truites de 0- non marquées inférieure d'environ 50% à ce qui est observé en 1983-84 et 87 (fig. 2). Sur A₁ le même phénomène est observé mais uniquement pour l'année 1986. Sur ce dernier secteur et malgré l'importance de la densité d'œufs de truite de lac déposés sur la zone A (minimum de 1.100 œufs par 100 m²), la densité automnale en 0- non marqués reste inférieure à 20 ind/100 m² (fig. 2).

1.3. Contribution minimale du repeuplement

Lorsqu'on inclut les truitelles issues des relâchers d'alevins marqués, la densité totale (de 0- en 1983 puis de 1- en 1984, de 0- en 1985 puis de 1- en 1986 ; de 0- en 1986 puis de 1- en 1987) devient supérieure sur le secteur I₁ comparativement au secteur B₁ non repeuplé situé en zone de réserve (fig. 2). Hormis le cas des 0- en 1983 et 1- en 1984, le même phénomène est observé pour le secteur A₁ (fig. 2). Lorsqu'il n'y a pas eu de relâchers d'alevins marqués sur les zones A et I (en 1984 et 1987), la densité totale (de 0- en 1984 puis de 1- en 1985, de 0- en 1987) redevient inférieure sur les secteurs A₁ et I₁ comparativement au secteur B₁ (fig. 2).

Les truitelles issues des alevins marqués relâchés dans les zones A et I contribuent fortement au peuplement automnal en juvéniles sur les secteurs A₁ et I₁. En effet, elles représentent selon le secteur de 28 à 54% des 0- à l'automne 1983 et de 75 à 93% des 0- présents à l'automne 1985 et 86 (Tab. III). Par ailleurs les truitelles marquées représentent à l'automne selon le secteur de 39 à 64% des 1- de la cohorte 1983 et de 78 à 91% des 1- des cohortes 1984 et 1985. Les alevins marqués déversés en 1985-86 dans la zone I n'ont pas colonisé aux stades 0- et 1- la zone B située juste en amont. Dans le cas du relâcher de 1983 on note sur le secteur B₁ une très faible présence à l'automne 1984 (stade 1-) de truites marquées alors qu'il n'y en avait pas au stade 0- à l'automne 1983 (fig. 2).

1.4. Contribution relative selon l'origine des alevins marqués relâchés dans le Redon

Dans le cas des repeuplements simultanés avec les alevins marqués des deux origines, le rapport TRL/TRP des alevins relâchés était voisin de 1 en 1985 et 86. Cependant ce rapport, recalculé au moment des inventaires automnaux, a évolué différemment selon le stade (0- ou 1-), l'année ou le secteur (Tab. IV). Pour les relâchers de 1986 et pour les deux secteurs A₁ et I₁ le rapport TRL/TRP n'était plus que de 0,1 à l'automne. Par contre ce même rapport était nettement plus élevé pour le relâcher de 1985 avec une valeur supérieure sur A₁ (2,6) comparativement à I₁ (0,7). Rappelons que, au moment du déversement, l'écart de taille (en faveur des alevins d'origine domestique) était supérieur pour le déversement de 1986 comparativement à celui de 1985 (Tab. III). Cependant, quels que soient le secteur et l'année le rapport TRL/TRP à l'automne est supérieur au stade 1- comparativement au stade 0- (Tab. IV) sans qu'il soit possible de dire si l'évolution est liée à une différence, selon l'origine, dans le taux de mortalité réelle ou de dévalaison.

Tableau IV : Évolution du rapport "nombre de juvéniles TL marqués / nombre de juvéniles TP marqués" entre le déversement dans le Redon et les stades 0- et 1- en fin d'automne sur les secteurs A₁ et I₁ du Redon.

Table IV : Evolution of the ratio "number of juveniles TL marked / number of juveniles TP marked" between stocking and stages 0- and 1- during autumn in sections A₁ and B₁ of the river Redon.

Période	DEVERSEMENT		INVENTAIRES AUTOMNAUX	
	TRL/TRP	Secteur	0+TRL / 0+TRP	1+TRL / 1+TRP
Juin 1985	1,2	A ₁	2,6	6,2
		I ₁	0,7	2,1
		A ₁ + I ₁	1,4	4,0
Juillet 1986	1,0	A ₁	0,1	0,3
		I ₁	0,1	0,2
		A ₁ + I ₁	0,1	0,25

1.5. Présence dans le Redon de juvéniles marqués relâchés en lac

Les lâchers d'alevins directement en lac peuvent contribuer au recrutement de juvéniles dans la zone aval du Redon. En effet, 27 truitelles issues du petit lot de 2.000 alevins 0+ d'origine domestique déversés marqués en lac à la mi-août 87 à proximité de l'embouchure du Redon ont été recapturées sur le secteur A₁ du Redon en fin octobre. Ils représentaient 23 % des 0+ du secteur. Par contre, sur les 30.800 truitelles 0+ marquées d'origine lacustre déversées en lac à 6 km de l'embouchure du Redon en 1983-84, une seule a été recapturée au stade 0+ sur le secteur A₁ du Redon.

2. CROISSANCE

La taille moyenne automnale des 0+ varie entre 83 et 117 mm et celle des 1+ entre 164 et 209 mm (fig. 3). Pour un secteur donné (A₁ ou I₁) c'est au stade 0+ que les écarts inter-lots sont les plus marqués (fig 3). Pour chacune des trois années où des juvéniles de repeuplement marqués d'origine lacustre ont été introduits, leur taille moyenne automnale au stade 0+ est significativement ($p < 0,05$) inférieure, de 1 à 3 cm, à celle des truites issues du recrutement "naturel". Au stade 1+, même si la taille des truitelles marquées d'origine lacustre reste légèrement inférieure à celle des non marquées, on constate un certain rattrapage (fig 3) avec une très nette diminution de l'écart en

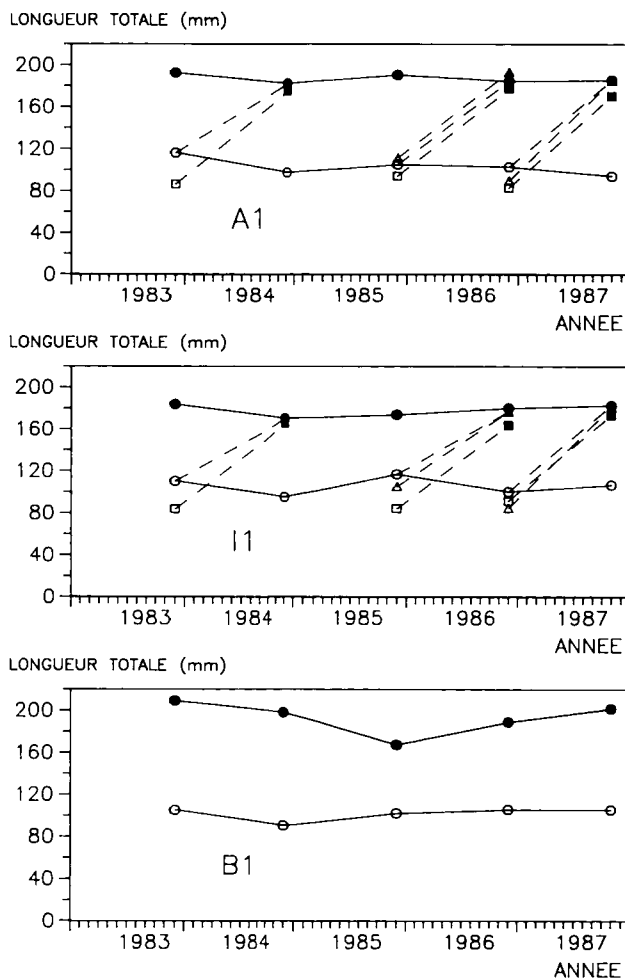


figure 3 : Taille moyenne (LT) des juvéniles 0+ et 1+ présents en fin octobre de 1983 à 1987 sur les secteurs A₁, I₁ et B₁ du Redon. Juvéniles non marqués : (○) 0+ TN ; (●) 1+ TN. Juvéniles issus d'alevins déversés marqués : (□) 0+ TRL ; (■) 1+ TRL ; (△) 0+ TRP ; (▲) 1+ TRP.

figure 3 : Mean total length (LT) of juveniles 0+ and 1+ present at the end of October 1983 to 1987 in sections A₁, I₁ and B₁ of the river Redon. Unmarked juveniles : (○) 0+ TN ; (●) 1+ TN. Juveniles issued from marked fry : (□) 0+ TRL ; (■) 1+ TRL ; (△) 0+ TRP ; (▲) 1+ TRP.

valeur relative. La taille des 1- marqués d'origine lacustre n'est pas significativement ($p = 0,05$) différente de celle des 1+ non marqués (fig. 3). Lors de chacune des deux années où il y a eu une introduction simultanée d'alevins de deux origines, la taille moyenne au déversement était significativement ($p < 0,01$) plus élevée, de 3 mm en 1985 et de 10 mm en 1986 pour les alevins issus de géniteurs de pisciculture. Dans le cas des deux introductions, la taille moyenne des truitelles d'origine domestique en place à l'automne sur chacun des deux secteurs A₁ et I₁ est restée, au stade 0+ et 1+, significativement ($p < 0,05$) supérieure à celle des truitelles d'origine lacustre introduites en même temps. On note cependant l'absence de différence significative ($p = 0,05$) au stade 0- sur le secteur I₁ en 1986. La figure 4 précise l'évolution saisonnière de la structure de taille (5 en 5 mm) des truites de lac déversées dans le Redon en 1983. On constate un important étalement des tailles sans qu'apparaisse de phénomène de bimodalité hormis le cas de l'histogramme des 0- en novembre 1983 (fig. 4).

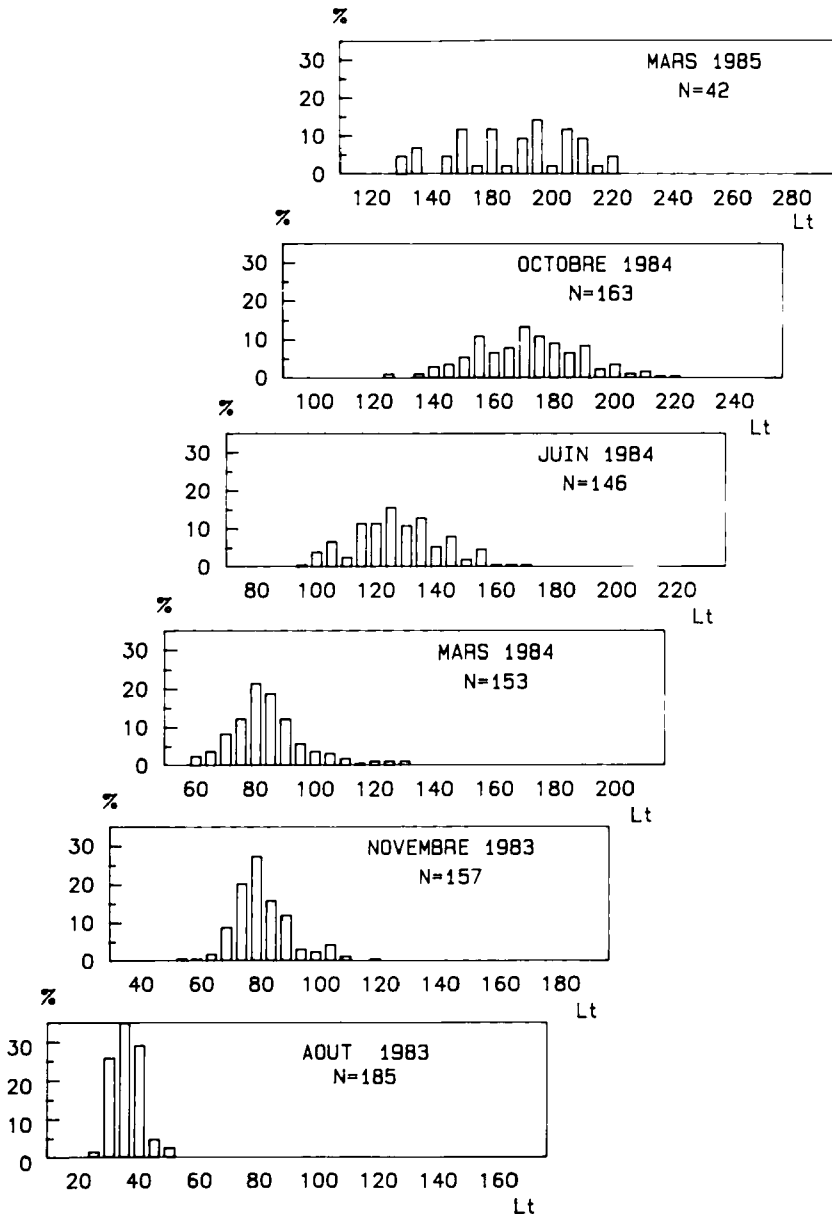


figure 4 : Evolution de la structure de taille (LT de 5 en 5 mm) des juvéniles TRL déversés dans le Redon en début août 1983.

figure 4 : Evolution of size structure (LT total length with 5 mm classes) of juvenile (origin lake dwelling trout, TRL) stocked in the river Redon at the beginning of August 1983.

3. TAUX DE DISPARITION - MORTALITÉS APPARENTES

3.1. Données préliminaires sur la mortalité antérieure au stade "0₊ à l'automne"

Le potentiel minimal annuel de reproduction de la truite de lac évalué sur la zone A du Redon a varié entre 70.000 et 130.000 oeufs selon l'année, entre 1983-84 et 1987-88 ; ce qui représente de 1.100 à 2.000 œufs potentiels/100 m² (Tab. V). Le nombre d'œufs déposés ne peut être que sous-estimé puisque toutes les femelles de truites de lac n'ont pas été contrôlées et puisque les femelles de truites sédentaires ne sont pas prises en compte. Dans ces conditions et en utilisant les données de densités en 0₊ non marqués sur le secteur A₁, il apparaît que le taux de disparition minimum estimé entre les stades "œuf potentiel" et 0₊ à l'automne" est élevé puisqu'il est toujours supérieur à 98 % (Tab. V).

Tableau V : Évaluation du nombre minimum d'œufs de truite de lac naturellement déposés sur la zone A et du taux minimum de disparition (D %) jusqu'au stade 0₊ à l'automne.

Table V : Estimation of the minimum of lake dwelling trout eggs buried in zone A and the minimum of disappearance rate (D %) until 0₊ stage at mid-autumn.

Cohorte	1984	1985	1986	1987	1988
Saison de reproduction	83-84	84-85	85-86	86-87	87-88
Estimation du nombre d'œufs minimum	106500	109200	94800	73500	130500
Densité minimale d'œufs par 100 m ²	1664	1706	1481	1148	2039
Densité en 0 ₊ TN/100 m ²	11,7	19,8	4,1	17,9	-
Taux minimal de disparition D (%)	99,3	98,8	99,7	98,4	-

Sur les 7 frayères de truite de lac contrôlées en janvier 1985 sur la zone A, le pourcentage d'œufs vivants variait de 41 à 85 % dans le cas de 5 frayères et il était supérieur à 90 % dans le cas des autres (Tab. VI). Le pourcentage d'œufs vivants dans les 7 frayères de truites sédentaires contrôlées sur la zone B apparaît légèrement plus élevé puisqu'il variait entre 87 et 98 % (Tab. VI). Notons que cette différence ne peut qu'être sous-estimée puisque les œufs de truites de lac était à un stade d'embryogénèse moins avancé que ceux de truites sédentaires (Tab. VI).

3.2. Mortalité "apparente" à partir du stade 0₊ à l'automne

La mortalité apparente (ou taux de disparition) sur un secteur donné entre deux moments donnés est définie comme étant la diminution (en %) observée pour la classe d'âge considérée. Dans le cas des truites 0₊ et 1₊, ce taux de disparition inclut la mortalité naturelle et les sorties du secteur (migration aval et/ou amont).

Tableau VI : Examen des échantillons d'œufs prélevés dans les frayères de truites de lac et de truites sédentaires. Stade d'embryogénèse: (1) segmentation-épibolie; (2) bourgeon caudal et stade œillé.

Table VI : Study of samples of eggs from redds of sedentary trouts and trouts from the lake. Stage of embryogenesis ; (1) segmentation and epiboly ; (2) caudal-bud stage and eyed stage.

N° de frayère	1	2	3	4	5	6	7
Truite de lac							
Nombre d'œufs récoltés (R)	49	18	13	17	13	65	365
Nombre d'œufs vivants (V)	41	13	11	7	7	64	337
Taux de survie (V/R x 100)	84	72	85	41	54	99	92
Stade d'embryogénèse	1	2	2	2	1	1	1
Truite sédentaire							
Nombre d'œufs récoltés (R)	97	30	14	78	261	151	212
Nombre d'œufs vivants (V)	95	26	13	72	251	138	200
Taux de survie (V/R x 100)	98	87	93	92	96	91	94
Stade d'embryogénèse	2	2	2	2	1	2	2

— Variations entre le stade fin 0₊ et fin 1₊ (Tab. VIIa)

Mis à part le cas des 0₊ de la cohorte 83 sur le secteur aval A₁, la mortalité apparente entre les stades fin de 0₊ et fin de 1₊ (inventaires automnaux) est relativement élevée quels que soient le secteur, la cohorte et l'origine puisqu'elle varie entre 44,2 et 94,0%. Pour les deux secteurs A₁ et I₁, et les deux cohortes 1985 et 86, la mortalité apparente des truitelles marquées d'origine domestique est significativement ($p < 0,001$) supérieure à celle des truitelles marquées d'origine lacustre : de 18 à 21% pour la cohorte 1985 et de 26 à 27% pour la cohorte 1986 (Tab. VIIa). Pour les truites non marquées, quel que soit le secteur, la mortalité apparente de la cohorte 84 est significativement ($p < 0,05$) inférieure à celle observée pour les 3 autres cohortes (83, 85 et 86). Quelle que soit l'origine du recrutement, la densité automnale en 1₊ apparaît linéairement et positivement liée à la densité en 0₊ l'année précédente (Tab. VIII).

— Mortalité apparente hivernale (Tab. VIIb cohorte 83)

Les inventaires réalisés entre le début et la fin de la saison de fermeture de la pêche ont permis de préciser la mortalité apparente hivernale au stade 0₊ et 1₊ pour la cohorte 1983.

Sur les secteurs aval A₁ et I₁ la mortalité apparente hivernale est assez forte (54,8 — 67,4%) et voisine au stade 0₊ et 1₊ pour les truites non marquées. Par contre sur le secteur de réserve la mortalité hivernale est significativement ($p < 0,001$) plus élevée au stade 1₊ (60,8%) qu'au stade 0₊ (26,4%). Pour un secteur donné A₁ ou I₁ et pour chacun des stades 0₊ ou 1₊ la mortalité hivernale apparente est plus faible pour les truitelles marquées d'origine lacustre que pour les truitelles non marquées (Tab. VIIb). Sur ces secteurs les truites lacustres de repeuplement marquées (cohorte 83) représentent encore en début de saison de pêche (mars 1985) de 62 à 73% des truites de deux ans et certaines d'entre elles dépassent la taille minimale de capture (fig. 4).

Tableau VII : Taux de disparition (D en %) aux stades 0+ et 1+ sur les secteurs A₁, I₁ et B₁ du Redon selon l'origine des juvéniles. (TN) : recrutement "naturel" = non marqués; (TRL) : introduits marqués d'origine lacustre; (TRP) : introduits marqués d'origine domestique.

Table VII : Percentage of disappearance (D in %) at stages 0+ and 1+ on sections A₁, I₁ and B₁ according to the origin of juveniles. (TN) : "natural" recruitment = unmarked fish; (TRL) : stocked marked fry of lacustrine origin; (TRP) : stocked marked fry of domestic origin.

Tableau VIIa : Taux de disparition (D en %) entre la fin du stade 0+ en octobre et la fin du stade 1+ en octobre pour les cohortes nées en 1983-84-85 et 86.

Table VIIa : Percentage of disappearance (D in %) between the end of stage 0+ in october and the end of stage 1+ in october for the cohorts 1983 to 1986.

Cohorte		1983	1984	1985	1986
Période		0+(oct. 83) à 1+(oct. 84)	0+(oct. 84) à 1+(oct. 85)	0+(oct. 85) à 1+(oct. 86)	0+(oct. 86) à 1+(oct. 87)
Secteur	Origine	D (%)	D (%)	D (%)	D (%)
B ₁	TN	69,4	59,0	76,2	75,9
I ₁	TN	88,0	64,9	73,2	84,5
	TRL	74,3	-	69,2	64,7
	TRP	-	-	89,8	83,0
A ₁	TN	76,5	6,3	79,2	73,3
	TRL	44,2	-	66,8	55,8
	TRP	-	-	94,0	81,0

Tableau VIIb : Taux de disparition (D en %) entre la fin octobre et le début mars aux stades 0+ et 1+ pour la cohorte née en 1983.

Table VIIb : Percentage of disappearance (D in %) between the end of october and the beginning of march at stages 0+ and 1+ for the cohort born in 1983.

Cohorte		1983	
Période		0+(oct. 83) à 0+(mars 84)	1+(oct. 84) à 1+(mars 85)
Secteur	Origine	D (%)	D (%)
B ₁	TN	26,4	60,8
I ₁	TN	67,4	63,0
	TRL	44,0	50,0
A ₁	TN	52,3	54,8
	TRL	34,6	17,2

Origine du recrutement	Secteurs	n cas	A	B	r	p
TN Séd.	I ₁ +B ₁	8	-2,151	0,375	0,880	0,01
TN Séd.	B ₁	4	-4,177	0,458	0,957	0,05
TRL	A ₁ +I ₁	6	0,861	0,272	0,951	0,01
TRP	A ₁ +I ₁	4	-4,158	0,276	0,955	0,05
TN+TRL+TRP	A ₁ +I ₁ +B ₁	12	4,388	0,159	0,746	0,01

Tableau VIII : Équations des droites de régression entre la densité en 1⁺ l'année n + 1 et la densité en 0⁺ l'année n : $d_{1^+} n + 1 = A + B d_{0^+} n$.

Table VIII : Regression equation between density of 1⁺ of the year n + 1 and density of 0⁺ of the year n : $d_{1^+} n + 1 = A + B d_{0^+} n$.

DISCUSSION

La présente étude a mis en évidence, sur le cours principal du Redon, l'existence de faibles densités automnales en 0⁺ issus du recrutement naturel et suggère l'existence d'une forte mortalité apparente pour les juvéniles issus de la reproduction naturelle des géniteurs de truite de lac. Par contre les 0⁺ lâchés en fin de printemps-début d'été ont une bonne survie et fournissent un recrutement additionnel important pouvant constituer la part dominante du peuplement en 0⁺ et 1⁺. Ce dernier phénomène a été reproduit depuis dans un autre affluent du Léman (DURAND et PILOTTO, 1989) et dans un affluent du lac d'Annecy (JACQUEMOND *et al.*, 1988). Tout se passe comme si en fin de printemps-début été, au moment des relâchers, la capacité d'accueil en 0⁺ du milieu naturel n'était pas saturée. La figure 5 résume quelques-uns des

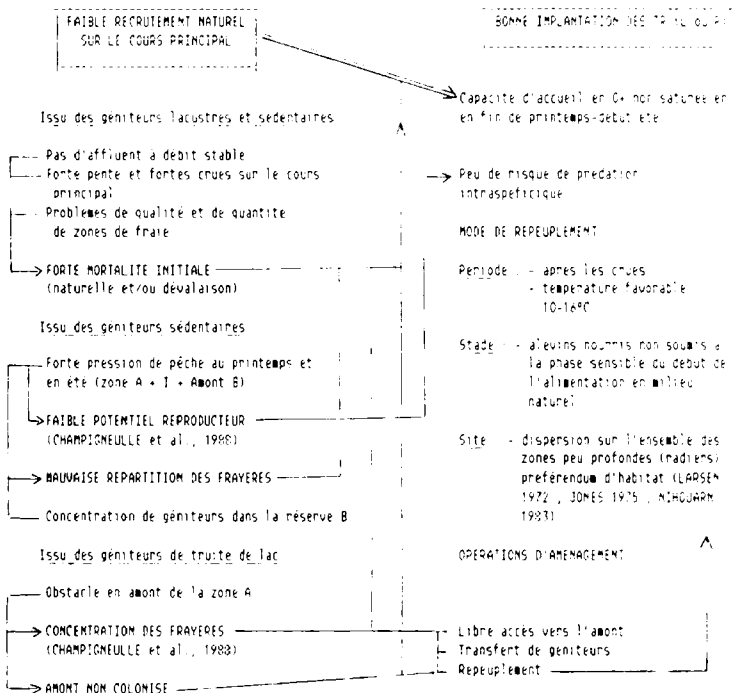


figure 5 : Premier schéma explicatif du recrutement en juvéniles sur le cours principal du Redon.

figure 5 : First diagram of possible factors explaining the recruitment of juveniles in the mainstream of the river Redon.

facteurs possibles pouvant expliquer la faiblesse du recrutement naturel et la bonne implantation des alevins relâchés dans le Redon. MACKENSIE et MORING (1988) ont noté, dans le cas d'alevins de saumon atlantique (*Salmo salar*), l'existence de fortes mortalités dans les frayères, entre l'éclosion et l'émergence. CHAMPIGNEULLE *et al.*, (1988) ont noté sur le Redon, suite aux crues violentes de l'hiver 1985-86, la destruction totale de 20% des frayères de la zone A. Ce facteur pourrait en partie expliquer la faible densité en 0+ issu du recrutement naturel observé en 1986 sur le secteur A₁ (fig. 2). Selon ELLIOTT (1985a et b) l'essentiel de la mortalité des truites lors de la première année de vie en rivière a lieu entre la période d'émergence et l'établissement des territoires. Or cette période coïncide souvent, comme dans le cas du Redon, avec les crues qui peuvent constituer un facteur important de mortalité chez les juvéniles de salmonidés (MACCRIMMON, 1954 ; ONODERA et UENO, 1961 ; ELLIOTT, 1985a ; SOLOMON, 1985 ; HUME et PARKINSON, 1987) ou de déplacement vers l'aval (OTTAWAY et CLARKE, 1981 ; OTTAWAY et FOREST, 1983). On ne peut exclure l'existence de dévalaisons très précoces en lac. Ce phénomène a été mis en évidence par NORTHCOTE (1969) dans le cas de juvéniles de truite arc-en-ciel dans les lacs de Colombie britannique. Par ailleurs, des dévalaisons précoces en rivière d'alevins de fario ont été mises en évidence (CUINAT et HELAND, 1979 ; MORTENSEN, 1977 et NIHOARN, 1983). Outre la non saturation de la capacité d'accueil du Redon et le stade de relâcher (alevin nourri), le mode de mise en charge est vraisemblablement un autre facteur explicatif de la bonne implantation des alevins déversés. En effet, l'implantation est favorisée par le respect des préférences d'habitat (LARSEN, 1972). Par ailleurs, selon HUME et PARKINSON (1988), la dispersion des alevins à des densités voisines ou inférieures à 50 ind./100 m² permet de limiter les mortalités densité-dépendantes.

La période de fin automne-hiver se caractérise pour les juvéniles 0+ et 1+ du Redon par un taux de disparition relativement élevé. L'hivernage peut être une phase de forte mortalité naturelle tant en lac (STRANGE et KENNEDY, 1978 ; CHAMPIGNEULLE, 1985) qu'en rivière quand l'habitat est peu favorable (BUSTARD et NARVER, 1975). Cependant plusieurs éléments convergents indiquent qu'une partie non connue du taux de disparition en automne-hiver correspond à des dévalaisons vers le lac : un taux de disparition élevé à la fois pour les 1+ et pour les 0+ ; la capture de truitelles dévalant à un ou deux ans de la fin automne au début du printemps (CHAMPIGNEULLE *et al.*, 1988) ; l'examen des écailles de truite de lac qui montre généralement 1 à 2 hivers de rivière suivi(s) par un passage direct à une croissance accélérée de type lac. Des travaux menés sur le Redon (CHAMPIGNEULLE *et al.*, 1989 ; CHAMPIGNEULLE, données non publiées) montrent que, parmi les juvéniles lacustres, ce sont ceux à croissance de première année la plus forte qui dévalent préférentiellement dès la fin du stade 0+. Plusieurs études (STUART, 1957 ; THORPE, 1974 ; JONSSON, 1985) ont montré l'existence des dévalaisons de juvéniles en lac en automne-hiver avec dans certains cas (STUART, 1957 ; JONSSON, 1985) une recolonisation partielle au printemps par des truitelles venant du lac. La remontée dans la partie aval du Redon d'alevins déversés en bordure du lac en été suggère que le milieu lacustre (température élevée, faciès lentique) ne correspond pas, à cette époque, au préférendum d'habitat du stade 0+. La zone aval du Redon apparaît donc comme une zone très ouverte, soumise à des apports de juvéniles venant à la fois de l'amont du Redon (CHAMPIGNEULLE *et al.*, 1988) et du lac.

La présente étude a montré que, tel qu'il a été pratiqué, le repeuplement est une des voies possibles pour augmenter la production de juvéniles dans le Redon. Il est encore trop tôt pour conclure définitivement sur le potentiel de deux origines testées puisque, du fait de difficultés du démarrage en pisciculture, la taille au relâcher était plus faible pour les alevins d'origine lacustre que celle des alevins d'origine domestique. Malgré une taille légèrement (3 mm) plus faible en 1985, les alevins d'origine lacustre se sont mieux implantés que ceux d'origine domestique. L'existence d'un écart de taille nettement plus élevé (10 mm) pourrait en partie expliquer la situation inverse observée en 1986. L'existence de fortes variations dans l'implantation des truites fario déversées en milieu naturel peut être reliée à la densité (SOLOMON, 1985), à la taille (CRESWELL, 1981 ; CHAMPIGNEULLE, 1985 ; MOREAU et ABAD, 1988), aux fluctuations du milieu et des populations en place (LARSEN, 1972 ; SOLOMON, 1985), au comportement de nage et de prise de nourriture (SOSIAK, 1982 ; BACHMAN, 1984), et plus généralement à des interactions génotype-environnement (MAISSE *et al.*, 1983 ; AASS, 1984 ; O'GRADY, 1984).

Dans l'état actuel des connaissances, si l'optique choisie est de favoriser le recrutement en juvéniles issus des géniteurs de truite de lac remontant dans le Redon, la stratégie suivante pourrait être adoptée :

- aménager en amont de la zone A un ouvrage permettant le passage et/ou le piégeage des géniteurs de truite de lac.
- sur une partie (à déterminer) des géniteurs, prélever les œufs nécessaires à la production de juvéniles.
- évaluer la densité en 0+ en fin de printemps début été sur des secteurs de référence.
- établir un plan de recrutement additionnel et le réaliser en fin de printemps-début été en tenant compte des indices de recrutement naturel.

Pour optimiser l'utilisation des œufs prélevés sur les géniteurs de truite de lac, de nouvelles recherches sont nécessaires :

- sur l'amélioration des performances (survie, croissance) lors de la phase initiale d'élevage,
- une analyse fine de l'influence du mode de relâcher (taille, période, densité) sur l'implantation en rivière et/ou les dévalaisons en lac.

CONCLUSION

La prise en compte de la composante repeuplement en lac et en affluents apparaît indispensable à la compréhension de la dynamique des populations de truite dans l'écosystème Léman-affluents associés.

REMERCIEMENTS

Les travaux présentés ci-dessus ont été menés dans le cadre d'une convention CSP-INRA (83-624 du 6/12/83). Nous tenons à remercier les propriétaires riverains du Redon, l'APP du Chablais-Genevois, la DDA de Haute-Savoie et les gardes-pêche associés. Les alevins de truite ont été élevés et fournis par la pisciculture de Rives à Thonon (DDA de Haute-Savoie).

BIBLIOGRAPHIE

- AASS P., 1984. Brown trout stocking in Norway. EIFAC Symposium on stock enhancement in the management of freshwater fisheries. Budapest, Hongrie, 1982, *EIFAC Tech. Pap. Doc. Tech. CECPI*, 42 (Suppl. 1), 123-128.
- BACHMAN R.A., 1984. Foraging behavior of free-ranging wild and hatchery brown trout in a stream. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 113, 1-32.
- BUSTARD D.R., NARVER D.W., 1975. Aspect of winter ecology of juvenile Coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*) and steelhead trout (*Salmo gairdneri*). *J. Fish. Res. Board Can.*, 32, 667-680.
- CHAMPIGNEULLE A., 1978. Caractéristiques de l'habitat piscicole et de la population de juvéniles sauvages de saumon atlantique (*Salmo salar* L.) sur le cours principal du Scorff (Morbihan). *Thèse 3^e cycle, Biol. anim., Univ. Rennes*, 132 p.
- CHAMPIGNEULLE A., ESCOMEL J., 1984. Note technique. Marquage de salmonidés de petite taille par ablation de l'adipeuse ou des nageoires pelviennes. *Bull. Fr. Piscic.*, 293-294, 52-58.
- CHAMPIGNEULLE A., 1985. Analyse bibliographique des problèmes de repeuplement en omble chevalier (*Salvelinus alpinus*), truite fario (*Salmo trutta*) et corégones (*Coregonus* sp.) dans les grands plans d'eau. In GERDEAUX D. et BILLARD R. Ed., *Gestion piscicole des lacs et retenues artificielles*, INRA, Paris, 187-217.
- CHAMPIGNEULLE A., MELHAOUI M., MAISSE G., BAGLINIÈRE J.L., GILLET C. et GERDEAUX D., 1988. Premières observations sur la truite (*Salmo trutta* L.) dans le Redon, un petit affluent — frayère du lac Léman. *Bull. Fr. Pêche et Piscic.*, 310, 59-76.
- CHAMPIGNEULLE A., MELHAOUI M., GERDEAUX D., ROJAS-BELTRAN R., GILLET C., GUILLARD J., MOILLE J.P., 1989. La truite commune (*Salmo trutta* L.) dans le Redon, un petit affluent du lac Léman. II Caractéristiques des géniteurs de truite de lac (1983-88) et premières données sur l'impact des relâchers d'alevins nourris. *Bull. Fr. Pêche et Piscic.* (sous presse).
- CRAIG J.F., 1982. A note on growth and mortality of trout (*Salmo trutta*) in afferent streams of Windermere. *J. Fish. Biol.*, 20, 423-429.
- CRESSWELL R.C., 1981. Post stocking movements and recapture of hatchery trout released into flowing water - a review. *J. Fish Biol.*, 18, 429-442.
- CUINAT R., HELAND M., 1979. Observations sur la dévalaison d'alevins de truite commune (*Salmo trutta*) dans le Lissuraga. *Bull. Fr. Piscic.*, 274, 1-17.
- DURAND P. et PILOTTO J.D., 1989. Projet de recherche sur la truite lacustre. Étude du repeuplement effectué dans quelques affluents du Léman. *ECOTEC, rapport intermédiaire, janvier 89*, 18 p.
- ELLIOTT J.M., 1985a. Population regulation for different life-stages of migratory trout (*Salmo trutta*) in a Lake District stream, 1966-83. *J. of Anim. Ecology*, 54, 617-638.
- ELLIOTT J.M., 1985b. Populations dynamics of migratory trout (*Salmo trutta*) in a Lake District stream, 1966-83 and their implications for fisheries management. *J. Fish Biol.*, 27 (supplement A), 35-43.
- GERDEAUX D., CHAMPIGNEULLE A., LAURENT P.J., GUILLARD J., 1989. Bilan des marquages de truites (LT > 8 cm) relâchées dans le lac d'Annecy et le Léman de 1964 à 1977. *Bull. Fr. Pêche et Piscic.* (sous presse).

- JACQUEMOND F., CHAMPIGNEULLE A. et WOJTENKA J., 1988. Premières données sur le devenir d'alevins prégressis de truite de lac relâchés dans la Bornette, un petit affluent du lac d'Annecy. *Rap. Inst.-Limnol. Thonon, I.L.* 40, 8 p.
- JONES A.N., 1975. A preliminary study of fish segregation in a salmon spawning stream. *J. Fish. Biol.*, 7, 95-104.
- JONSSON B., 1985. Life history patterns of freshwater resident and sea-run migrant brown trout in Norway. *Trans. Am. Fish Soc.*, 114, 182-194.
- HUME J.M.B. et PARKINSON E.A., 1987. Effect of stocking density on the survival, growth and dispersal of Steelhead trout fry (*Salmo gairdneri*). *Can. J. Aquat. Sci.*, 44, 271-281.
- HUME J.M.B. et PARKINSON E.A., 1988. Effect of size at and time of release on the survival and growth of Steelhead fry stocked in streams. *North Am. J. of Fish. Mgmt*, 8, 50-57.
- LARSEN K., 1972. New trends in planting trout in lowland streams. *Aquaculture*, 1, 137-171.
- LELEK A., 1980. Les poissons d'eau douce menacés en Europe. *Conseil de l'Europe, Strasbourg. Rapp. Sauvegarde de la Nature*, 18, 1 vol., 277 p.
- MACKENZIE C., MORING J.R., 1988. Estimating survival of Atlantic Salmon during the intragravel period. *North Am. Jour. Fish. Mgmt*, 8, 45-49.
- MACCRIMMON H.R., 1954. Stream studies on planted Atlantic salmon. *J. Fish. Res. Bd Can*, 11, 362-403.
- MAISSE G., PORCHER J.P., NIHOARN A., CHEVASSUS B., 1983. Comparaison des performances en pisciculture d'un hybride intraspécifique (♂ sauvage x ♀ domestique) et de la souche domestique chez la truite commune (*Salmo trutta*). Essai préliminaire d'implantation en ruisseau. *Bull. Fr. Piscic.*, 291, 167-181.
- MELHAOUI M., 1985. Éléments d'écologie de la truite de lac (*Salmo trutta*) du Léman dans le système lac-affluent. *Thèse Doct. 3^e cycle, Univ. Pierre et Marie Curie, Paris VI*, 127 p.
- MOREAU J. et ABAD N., 1988. Mise en évidence des différences de croissance entre individus sauvages et introduits chez la truite fario (*Salmo trutta fario*). *Annls Limnol.*, 23, 253-261.
- MORTENSEN F., 1977. The population dynamics of young trout (*Salmo trutta* L.) in a Danish brook. *J. Fish Biol.*, 10, 23-33.
- NIHOARN A., 1983. Étude de la truite commune (*Salmo trutta* L.) dans le bassin du Scorff (Morbihan) : démographie, reproduction, migrations. *Thèse 3^e cycle, Science de la Vie et de l'Environnement. Univ. Rennes*, 64 p.
- NORTHCOTE T.G., 1969. Lakeward migration of young rainbow trout (*Salmo gairdneri*) in the upper Lardeau River, British Columbia. *J. Fish. Res. Bd Canada*, 26, 33-45.
- O'GRADY M.F., 1984. The importance of genotype, size on stocking and stocking date to the survival of brown trout (*Salmo trutta* L.) released in Irish lakes. EIFAC symposium on stock enhancement in the management of freshwater fisheries, Budapest, Hongrie, 1982. *EIFAC Tech. Pap. Doc. Tech. CECPI*, 42 (Suppl. 1), 178-191.
- ONODERA K., UENO T., 1961 ; On the survival of trout fingerlings stocked in a mountain brook. II Survival rate measured and scouring effect of flood as a cause of mortality. *Bull. Jap. Soc. Scient. Fish.*, 27, 530-557.
- OTTAWAY E.M., CLARKE A., 1981. A preliminary investigation into the vulnerability of young trout (*Salmo trutta* L.) and Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) to downstream displacement by high water velocities. *J. Fish Biol.*, 19, 135-145.
- OTTAWAY E.M., FORREST D.R., 1983. The influence of water velocity on the downstream movements of alevins and fry of brown trout, *Salmo trutta* L. *J. Fish. Biol.*, 23, 221-227.
- RUHLE C., DEUFEL J., KEIZ G., KINDLE T., KLEIN M., LOFFLER H., et WAGNER B., 1984. Die Bodensee-Seeforelle. Probleme und Problemlösungen. *Osterreichs Fisherei*, 37, 272-307.
- SOSIAK A.J., 1982. Buoyancy comparisons between juvenile Atlantic salmon and brown trout of wild and hatchery origin. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 111, 307-311.
- SOLOMON D.J., 1985. Salmon stock and recruitment and stock enhancement. *J. Fish Biol. (supplement A)*, 27, 45-57.
- STUART T.A., 1953. Spawning migration, reproduction and young stages of loch trout (*Salmo trutta* L.). *Sci. Invest. Freshwat. Salm. Fish Res. Scotl.*, 5, 39 p.
- STUART T.A., 1957. The migrations and homing behaviour of brown trout (*Salmo trutta* L.). *Sci. Invest. Freshwat. Salm. Fish. Res. Scotl.*, 18, 27 p.
- STRANGE C.D., KENNEDY G.J., 1978. Yield to anglers of spring and autumn stocked hatchery reared and wild brown trout (*Salmo trutta*). *Fish. Manage.*, 10, 45-52.
- THORPE J.E., 1974. The movements of brown trout (*Salmo trutta* L.) in Loch Leven, Kinross, Scotland. *J. Fish. Biol.*, 6, 153-180.