

QUELLE EST LA PROPORTION D'OMBLES CHEVALIERS, *SALVELINUS ALPINUS* (L.), ISSUS DE REPRODUCTION NATURELLE OU DE REPEULEMENT, DANS LE LEMAN ?

J.F. RUBIN (1) et B. BUTTIKER (2)

(1) Ecotec Environnement SA, Rue Liotard 5, CH-1202 Genève (Suisse).

(2) Conservation de la Faune, Ch. du Marquisat 1, CH-1025 St-Sulpice (Suisse).

Reçu le 29 octobre 1992

Accepté le 6 avril 1993

Received 29 October, 1992

Accepted 6 April, 1993

RÉSUMÉ

La proportion d'ombles chevaliers, *Salvelinus alpinus* (L.), issus de fraye naturelle, des cohortes 1984 et 1985, a été estimée en marquant une partie des estivaux issus de pisciculture immergés dans le Léman. En 1984, entre 8.3 et 24.8 % seulement des estivaux présents dans les eaux suisses, au moment de la mise à l'eau des individus marqués, étaient issus de fraye naturelle. Ce chiffre est compris entre 19.1 et 34.9% pour la cohorte 1985. Le repeuplement apparaît donc comme très efficace. Une étude des principaux sites de fraye de l'omble, de même qu'une analyse des statistiques de pêche, démontre également cette efficacité.

WHAT IS THE PROPORTION OF ARCTIC CHAR, *SALVELINUS ALPINUS* (L.), COMING FROM NATURAL SPAWNING OR FROM STOCKING IN LAKE GENEVA ?

SUMMARY

The proportion of Arctic char, *Salvelinus alpinus* (L.), coming from natural spawning or from stocking has been estimated for the 1984 and 1985 cohorts by marking the fingerlings reared in hatchery and released in Lake Geneva. In 1984, the proportion of the fingerlings coming from natural spawning present in the Swiss waters of the Lake when the marked fish were released, is situated between 8.3 and 24.8 %. Between 19.1 and 34.9 % for 1985. Thus stocking of fingerlings appears very efficient. A study of the main spawning grounds of the char in Lake Geneva and an analysis of the fishing statistics also show this efficiency.

1. INTRODUCTION

Le repeuplement a pour but d'augmenter le rendement piscicole, voire même d'assurer la survie d'espèces intéressantes du point de vue halieutique. L'omble chevalier, *Salvelinus alpinus* (L.), a toujours fait partie de la faune piscicole du Léman (RUBIN, 1990). C'est également un poisson très prisé par les pêcheurs amateurs et d'une valeur commerciale importante. Une bonne gestion de cette espèce paraît donc un objectif important à atteindre. Dans le Léman, la mise à l'eau de jeunes ombles chevaliers issus de pisciculture est un procédé ancien qui date de 1924 (VILLAUME, 1936). En 1899, CRETTEZ effectuait déjà l'élevage de l'omble du Léman à la pisciculture de Thonon. Toutefois, les alevins obtenus n'étaient pas relâchés dans le Léman, mais dans de nombreux autres lacs et cours d'eau de France (CRETTEZ, 1906). Ces réempoissonnements semblent avoir été efficaces, puisque CRETTEZ parvint, par exemple, à tripler le rendement piscicole du lac d'Annecy (DUSSART, 1952).

Actuellement, plusieurs dizaines de milliers d'ombles chevaliers sont déversés chaque année dans le Léman, tant sur la rive française que sur la rive suisse. Ces estivaux, élevés dans les piscicultures de Thonon, de Genève et de Vouvry, proviennent des gamètes récoltés lors de pêches exceptionnelles de reproducteurs réalisées sur les sites de reproduction (omblières) du lac. La contribution de ces repeuplements au recrutement n'était pas connue. Or, ces réempoissonnements massifs et très coûteux pourraient s'avérer inutiles si de nombreux alevins naissent naturellement dans le lac.

Le but de cette étude est d'estimer quelle proportion représente l'apport des individus issus de pisciculture dans l'effectif total des cohortes par rapport aux poissons issus de fraye naturelle. C'est une des raisons pour lesquelles, en 1984 et en 1985, des estivaux d'ombles chevaliers ont été marqués, puis immergés dans le Léman.

2. MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1. Calcul de l'effectif total de la cohorte au moment de la mise à l'eau des ombles marqués

En 1984, 38 189 estivaux d'ombles chevaliers ont été marqués par la méthode proposée par JEFFERTS *et al.* (1963), 56 211 en 1985. Ainsi, l'effectif total de ces deux cohortes au moment de la mise à l'eau des individus marqués a pu être estimé par la méthode du Lincoln-Index (méthode de captures-recaptures) selon la formule de PETERSEN applicable pour de grands effectifs (RICKER, 1968) :

$$N_T = \frac{m \times c}{R}$$

où N_T = Effectif estimé de la cohorte lors de la mise à l'eau des individus marqués.

m = Nombre de poissons marqués mis à l'eau.

c = Nombre d'individus recapturés, appartenant à cette cohorte.

R = Nombre total de poissons marqués recapturés.

avec comme écart-type:

$$N_T \times \sqrt{\frac{(N_T - m) \times (N_T - c)}{m \times c \times (N_T - 1)}}$$

3 929 individus ont été capturés. L'âge de 2 899 d'entre eux a été déterminé par scalimétrie. La structure d'âge des 1 030 derniers a été déterminée à partir de matrices de corrélation taille-âge. Ces matrices ont été établies pour chaque mois et chaque sexe.

2.2. Estimation du nombre d'individus issus de la reproduction naturelle et du repeuplement

Pour des raisons techniques liées à l'exploitation des piscicultures et que nous ne pouvions pas influencer, les lâchers de jeunes ombles élevés en pisciculture ont été effectués d'avril à novembre en 1984 (Fig. 1) et de juin à novembre en 1985 (Fig. 2). Par contre, tous les individus marqués ont été immergés à la fin de l'année. Or, l'estimation des effectifs au moyen de la méthode du Lincoln-Index n'est valable que pour la date de l'immersion des individus marqués. Il a donc été nécessaire d'estimer le nombre d'individus issus du repeuplement présents dans le lac à cette date, afin de pouvoir les comparer au nombre total de jeunes ombles.

A notre connaissance, aucune donnée sur la mortalité de salmonidés juvéniles vivant en milieu lacustre n'est disponible. Afin de pouvoir utiliser nos résultats sur les captures de poissons marqués, nous avons eu recours à une estimation de la mortalité réalisée par GEIGER (1964) pour des truites juvéniles en rivière (traits pleins dans les Fig. 1 et 2). À l'aide de cette courbe de mortalité, les effectifs des différents lots de juvéniles non marqués immergés ont été multipliés par la probabilité théorique de leur survie jusqu'à la date d'immersion des poissons marqués (le 30 novembre en 1984 et le 15 octobre en 1985).

Cependant, la mortalité naturelle des juvéniles est vraisemblablement plus élevée en rivière qu'en milieu lacustre, à cause des conditions trophiques moins favorables et d'un espace vital plus restreint (RICKER, 1968). Pour cette raison, nous considérons la mortalité selon les

données de GEIGER (1964) comme étant l'hypothèse la plus pessimiste. Nous avons donc refait l'ajustement des nombres d'ombles juvéniles immergés selon une seconde courbe de mortalité (hypothèse optimiste) basée sur une mortalité 2 fois plus faible. Les résultats sont donc exprimés en fonction de ces deux hypothèses extrêmes, la réalité étant probablement située entre les deux.

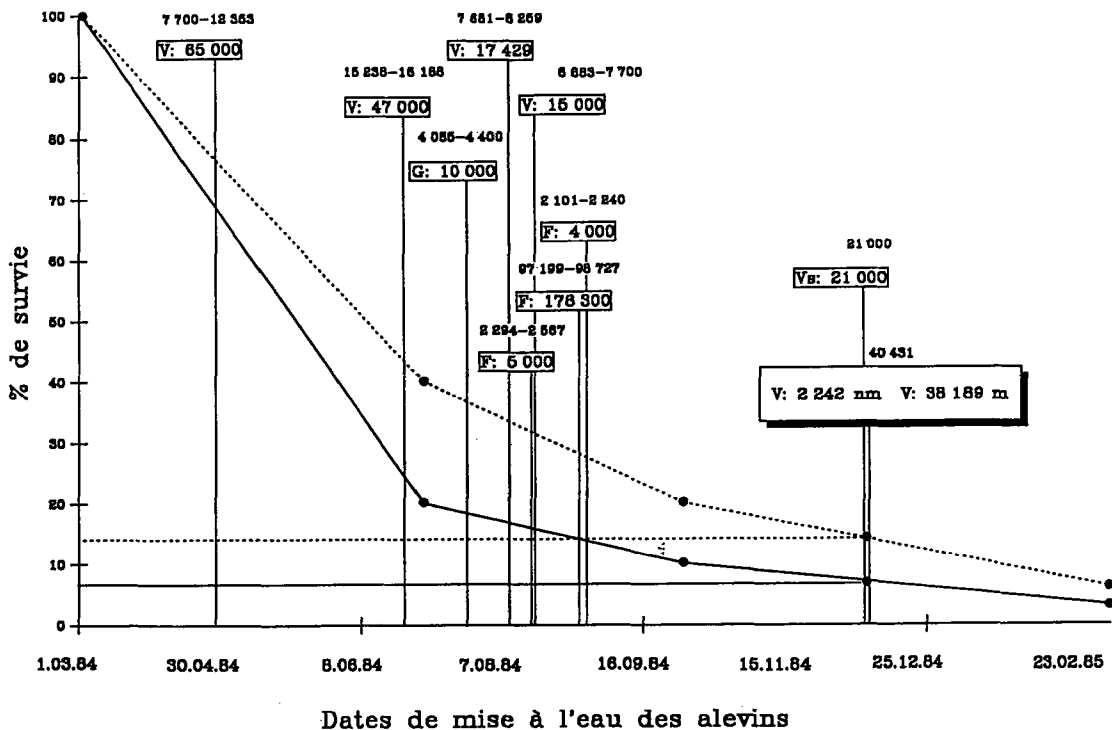


Figure 1 : Estimation du nombre de poissons issus de pisciculture encore vivants lors de la mise à l'eau des ombles marqués en 1984.

Traits pleins : courbe référence de mortalité indiquée par GEIGER (1964). Pointillés : mortalité deux fois inférieure à celle indiquée par GEIGER (1964). Chiffres encadrés : nombres de poissons mis à l'eau. Chiffres non encadrés : nombres estimés d'individus encore vivants lors du lâcher des poissons marqués (chiffres de gauche : selon la courbe de GEIGER, chiffres de droite : en admettant une mortalité 2 fois plus faible). V : réempoissonnement effectué par le canton de Vaud. G : réempoissonnement effectué par le canton de Genève. F : réempoissonnement effectué par la France. Vs : réempoissonnement effectué par le canton du Valais. m : individus marqués. nm : individus non marqués (par défaut, les chiffres représentent des individus non marqués).

Figure 1 : Estimation of the number of stocked fish still alive when the marked fingerlings were released in 1984.

Line : mortality curve following GEIGER (1964). Dashed line : mortality two times less than the one proposed by GEIGER (1964). Number in box : Number of fish immersed. Number without box : estimated number of still alive fish when the marked fingerlings were immersed (left : following the GEIGER (1964) mortality curve, right : following a two times weaker mortality curve). V : fish from canton Vaud hatchery. G : fish from canton Geneva hatchery. F : fish from French hatchery. Vs : fish from canton Wallis hatchery. m : marked fish. nm : non marked fish.

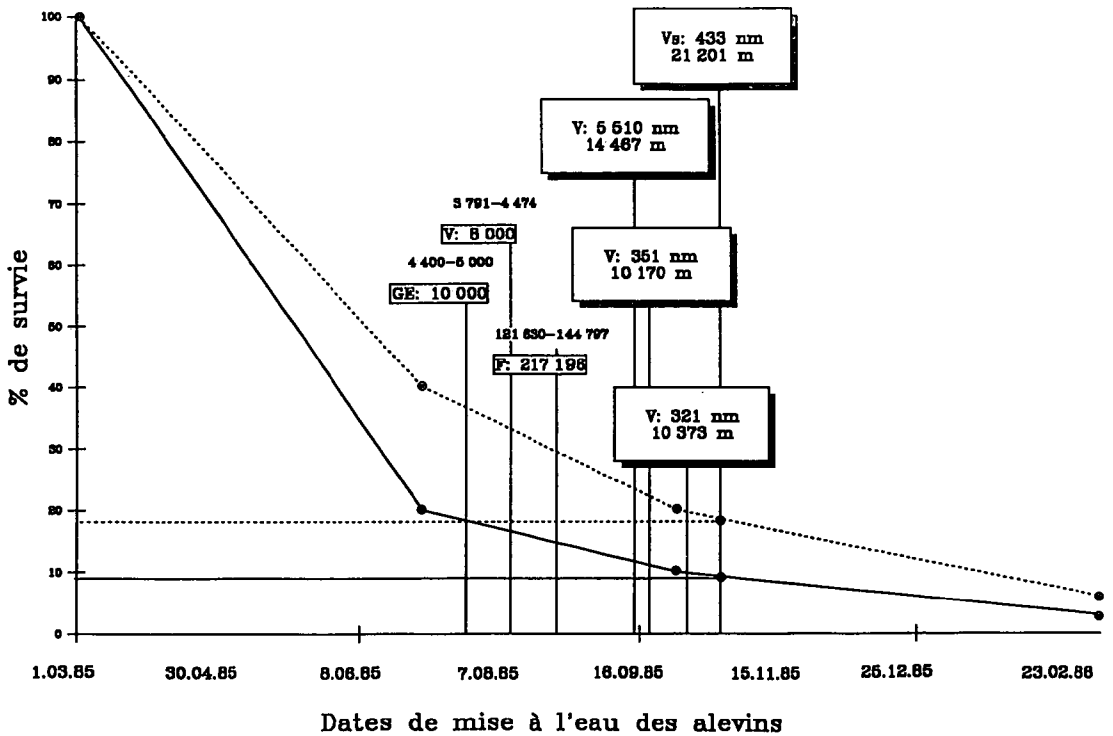


Figure 2 : Estimation du nombre de poissons issus de pisciculture encore vivants lors de la mise à l'eau des ombles marqués en 1985. Autres détails : voir légende figure 1.

Figure 2 : Estimation of the number of stocked fish still alive when the marked fingerlings were immersed in 1985. Other details : see legend of figure 1.

D'autre part, l'effectif total des cohortes (N_T) a été estimé à partir de poissons capturés principalement sur la côte suisse, en grande partie pendant les pêches de reproducteurs de Chillon. Ainsi, les mises à l'eau effectuées en France ne sont pas représentées de la même manière que celles effectuées en Suisse. C'est pourquoi le nombre total d'individus issus de pisciculture, encore vivants dans les eaux suisses du Léman au moment de la mise à l'eau des poissons marqués, a été estimé par la formule suivante:

$$N_P = N_{CH} + \frac{N_F}{M}$$

- où N_P = Nombre total d'individus issus de pisciculture encore vivants dans les eaux suisses au moment de la mise à l'eau des poissons marqués.
- N_{CH} = Nombre d'individus suisses issus de pisciculture encore vivants au moment de la mise à l'eau des poissons marqués.
- N_F = Nombre d'individus français issus de pisciculture encore vivants au moment de la mise à l'eau des poissons marqués.
- M = Fraction des individus français migrant dans les eaux suisses (RUBIN, 1990).

On a capturé dans les eaux suisses 2.8 fois plus d'individus marqués de la cohorte 1984 que dans la partie française du lac et 1.4 fois plus de la cohorte 1985 (RUBIN, 1990). 74 % de l'ensemble des poissons marqués en Suisse en 1984, puis recapturés ultérieurement, ont été pêchés dans les eaux suisses. En admettant que le comportement des ombles immergés en France soit identique (CHAMPIGNEULLE *et al.*, 1988), 26 % de ceux-ci ont donc migré

en Suisse en 1984. Par conséquent, M vaut 0.26 pour la cohorte 1984 et 0.41 pour la cohorte 1985.

Le nombre d'individus issus de la fraye naturelle encore vivants dans les eaux suisses au moment de la mise à l'eau des poissons marqués (N_N) est estimé, pour chaque cohorte, par la formule suivante :

$$N_N = N_T - N_P$$

où N_N = Nombre d'individus issus de fraye naturelle.

N_T = Nombre total d'individus vivants au moment du lâcher des ombles marqués (estimé par le Lincoln-Index).

Pour la cohorte 1985, il a été admis que toutes les mises à l'eau de poissons marqués ont eu lieu le même jour, le 15.10.85, alors qu'en réalité, elles s'échelonnent du 13.09.85 au 15.10.85.

3. RÉSULTATS

3.1. Cohorte 1984

Le 30.11.84, date de la mise à l'eau des poissons marqués, les nombres d'individus issus de pisciculture encore vivants estimés par la courbe de mortalité de GEIGER (1964), ou en admettant une mortalité 2 fois plus faible, sont rapportés dans la figure 1. Le nombre total d'individus issus de pisciculture (N_P) encore vivants le 30.11.84 dans les eaux suisses du Léman se situe entre 129 753 et 137 577 selon la courbe de mortalité choisie (Tableau I). Sachant que le nombre total d'estivaux dans les eaux suisses (N_T) au moment de la mise à l'eau des poissons marqués est de $159\,451 \pm 7\,923$ (Tableau II), le nombre total d'individus issus de fraye naturelle (N_N) est donc compris dans la fourchette suivante :

$$N_N \text{ minimal} : 159\,451 (- 7\,923) - 137\,577 = 13\,951$$

$$N_N \text{ maximal} : 159\,451 (+ 7\,923) - 129\,753 = 37\,621$$

Ce qui représente un pourcentage d'individus issus de fraye naturelle de :

$$\% \text{ minimum} = \frac{13\,951}{159\,451 (+ 7\,923)} \times 100 = 8.3 \%$$

$$\% \text{ maximum} = \frac{37\,621}{159\,451 (- 7\,923)} \times 100 = 24.8 \%$$

Tableau I : Estimation du nombre d'individus issus de pisciculture (N_P) encore vivants lors de la mise à l'eau des estivaux marqués.

Table I : Estimation of the number of fish coming from fish-breeding (N_P) still alive when the marked fingerlings were released.

Cohorte	Provenance des mises à l'eau	Hypothèse pessimiste Mortalité forte (Geiger, 1964)	Hypothèse optimiste Mortalité faible (mortalité 2 fois inférieure à celle proposée par Geiger, 1964)
1984	Eaux suisses (N_{CH})	103 018	110 331
	Eaux françaises (N_F)	101 594	103 534
	Total pondéré (N_P)	129 753	137 577
1985	Eaux suisses (N_{CH})	71 017	72 300
	Eaux françaises (N_F)	121 630	144 797
	Total pondéré (N_P)	121 696	132 632

Tableau II : Estimation des effectifs totaux (N_T) des cohortes au moment de la mise à l'eau des estivaux marqués.

Table II : Estimation of the total number (N_T) of fish of cohort 1984 and 1985 when the marked fingerlings were released.

Cohorte	Date de mise à l'eau des estivaux marqués	Nbre mis à l'eau (m)	Nbre total d'ind. capturés (c)	Nbre d'ind. marqués capturés (R)	Effectif total estimé (N_T) ± écart-type
1984	30.11.84	38 189	1 286	308	159 451 ± 7 923
1985	15.10.85	56 211	1 478	479	173 444 ± 6 515

3.2. Cohorte 1985

Le 15.10.85, date de la mise à l'eau des poissons marqués, les nombres d'individus issus de pisciculture encore vivants estimés par la courbe de mortalité de GEIGER (1964), ou en admettant une mortalité 2 fois plus faible, sont rapportés dans la figure 2. Le nombre total d'individus issus de pisciculture (N_P) encore vivants le 15.10.85 dans les eaux suisses du Léman se situe entre 121 696 et 132 632 selon la courbe de mortalité choisie (Tableau I). Sachant que le nombre total d'estivaux dans les eaux suisses (N_T) au moment de la mise à l'eau des poissons marqués est de 173 444 ± 6 515 (Tableau II), le nombre total d'individus issus de fraye naturelle (N_N) est donc compris dans la fourchette suivante :

$$N_N \text{ minimal} : 173\,444 (- 6\,515) - 132\,632 = 34\,297$$

$$N_N \text{ maximal} : 173\,444 (+ 6\,515) - 121\,696 = 58\,263$$

Ce qui représente un pourcentage d'individus issus de fraye naturelle de :

$$\% \text{ minimum} = \frac{34\,297}{173\,444 (- 6\,515)} \times 100 = 19.1 \%$$

$$\% \text{ maximum} = \frac{58\,263}{173\,444 (+ 6\,515)} \times 100 = 34.9 \%$$

4. DISCUSSION

4.1. Conditions d'utilisation du Lincoln-Index

La méthode du Lincoln-Index est utilisable pour autant que (RICKER, 1968) :

- la probabilité de capture soit la même pour tous les individus, marqués ou non,
- la mortalité ou l'émigration frappent dans les mêmes proportions les individus marqués ou non,
- il n'y ait pas de naissances ou d'immigrations entre la mise à l'eau et les recaptures,
- les poissons marqués ne perdent pas leur marque.

Dans le cadre de ce travail, le recours au Lincoln-Index était licite puisque les conditions d'utilisation étaient remplies :

— La marque utilisée est interne. Elle n'augmente donc probablement pas les risques pour un individu marqué de se faire capturer. Une marque de type "Carlin", elle, augmenterait certainement la probabilité de capture dans les filets des individus marqués, par exemple. La marque utilisée ne semble pas en outre modifier la vitesse de croissance des individus, ni leur comportement (RUBIN, 1990). En conséquence, la capturabilité est probablement identique pour les poissons marqués ou non.

— Nous n'avons pas constaté d'accroissement de mortalité chez un lot de 100 individus

marqués, gardés 2 mois en pisciculture, par rapport à un autre lot de poissons non marqués, gardés dans les mêmes conditions.

— Lors d'essais préliminaires, les seules pertes de marques observées résultaient d'une implantation trop superficielle de la marque dans le cartilage du nez du poisson. La perte s'effectue alors dans la journée suivant le marquage. Une fois la profondeur d'implantation ajustée, aucune perte n'a plus été enregistrée pendant les deux mois durant lesquels 100 ombles marqués ont été gardés en observation.

4.2. Variation entre cohortes

Le pourcentage d'individus issus de fraye naturelle dans la cohorte 1985 se situe dans une fourchette de valeurs supérieures à celle de 1984. Toutefois, on ne peut pas conclure à des différences de pourcentage définitives entre ces deux cohortes, en raison des incertitudes liées à la méthode d'estimation utilisée, ceci d'autant plus que les valeurs extrêmes se chevauchent. D'autre part, nous avons admis que la mortalité juvénile était identique pour ces 2 cohortes, alors qu'en fait elle peut varier, d'autant plus si le nombre total de poissons présents dans le lac augmente. Si toutefois une différence devait exister, elle pourrait s'expliquer soit par un nombre plus important d'individus issus de pisciculture mis à l'eau en 1984 et un nombre constant d'individus issus de fraye naturelle pour les 2 cohortes, soit par un nombre constant d'individus mis à l'eau pour les 2 cohortes mais un nombre plus important d'individus issus de fraye naturelle en 1985. Or, on constate que c'est principalement le nombre d'individus issus de fraye naturelle qui semble varier entre les 2 cohortes. Le nombre d'alevins naissant sur les frayères dépend du nombre d'oeufs pondus et de la mortalité embryonnaire. RUBIN (1990) a montré que cette mortalité sur les frayères est très stable d'une année à l'autre. Elle dépend principalement des conditions physico-chimiques des eaux et de la qualité du substrat des frayères. 1984 et 1985 ont été deux années comparables au niveau des conditions physico-chimiques des eaux du Léman. En conséquence, c'est probablement un nombre supérieur d'oeufs pondus sur les frayères en 1985 qui serait à l'origine de la majeure partie de la variation observée. Si plus d'oeufs ont été pondus en 1985, c'est qu'il y avait plus de reproducteurs sur les frayères. Or, en analysant les pêches exceptionnelles de reproducteurs effectuées sur les frayères de Chillon durant l'hiver 1983/84, on constate que 791 ombles ont été capturés en 16 pêches, soit un rendement de 49 poissons par pêche. Pendant l'hiver 1984/85 par contre, 1 184 ombles ont été capturés en 11 pêches seulement, soit un rendement de 108 poissons par pêche. Ces deux pêches sont pourtant directement comparables puisqu'elles ont été effectuées à la même époque de l'année, avec le même matériel et par les mêmes pêcheurs. Il y avait donc effectivement environ 2 fois plus de reproducteurs sur les frayères en 1985 par rapport à 1984.

4.2. Contribution du repeuplement dans les captures

Malgré les incertitudes liées aux méthodes utilisées, on peut conclure à l'issue de ce travail qu'au pire la part des poissons issus de fraye naturelle est de l'ordre de 10 % dans les captures ou au mieux qu'elle avoisine 35% selon la cohorte considérée (1984 ou 1985). Ces résultats sont en plein accord avec les autres études effectuées sur les ombles chevaliers du Léman. En effet, CHAMPIGNEULLE *et al.* (1988) ont estimé qu'au moins 50 % des géniteurs d'ombles de la cohorte 1983 provenaient de lâchers d'estivaux de pisciculture. Le repeuplement en ombles chevaliers semble donc être très efficace dans le Léman. D'autres indices nous amènent à la même conclusion.

Une étude des frayères d'ombles chevaliers du Léman a été entreprise entre 1984 et 1990 (RUBIN, 1990). Comme la plupart des sites de reproduction sont situés en dessous de la profondeur de sécurité pour un travail de longue durée en plongée autonome, cette étude a été réalisée à partir du sous-marin "F.A.-FOREL". Un travail similaire a été réalisé en plongée autonome sur l'ombrière la moins profonde du Léman située devant le château de Chillon au sud-est de Montreux. A partir de ces deux travaux, les principales caractéristiques des frayères (substrat, profondeur, surface) ont pu être déterminées. De plus, grâce aux prélèvements d'oeufs effectués, la mortalité naturelle, de la ponte jusqu'à l'éclosion des alevins, a pu être estimée. La proportion d'oeufs morts varie beaucoup d'une frayère à l'autre. La mort survient principalement lors des premiers stades embryonnaires. Elle est en grande partie due soit à un manque d'oxygène de l'eau interstitielle dans laquelle se développent les oeufs, soit à un

trop faible renouvellement de cette eau dû au colmatage du gravier des frayères par des sédiments fins. D'autre part, ces frayères sont en nombre très limité dans le lac. Trois sites sont connus sur la rive suisse et un sur la rive française. Les ombles sont donc contraints de frayer en très grand nombre sur des espaces restreints. La densité des oeufs sur les frayères est ainsi considérable, ce qui accroît encore la mortalité embryonnaire. Dans le meilleur des cas, seulement 10 % des oeufs pondus vont éclore sur les omblières. Cependant, en admettant qu'environ les 2/3 des alevins vont mourir rapidement, au mieux quelques pour-cent des oeufs pondus vont donc donner de jeunes ombles chevaliers d'une dizaine de cm. La réussite de la fraye naturelle apparaît donc comme très faible (RUBIN, 1990).

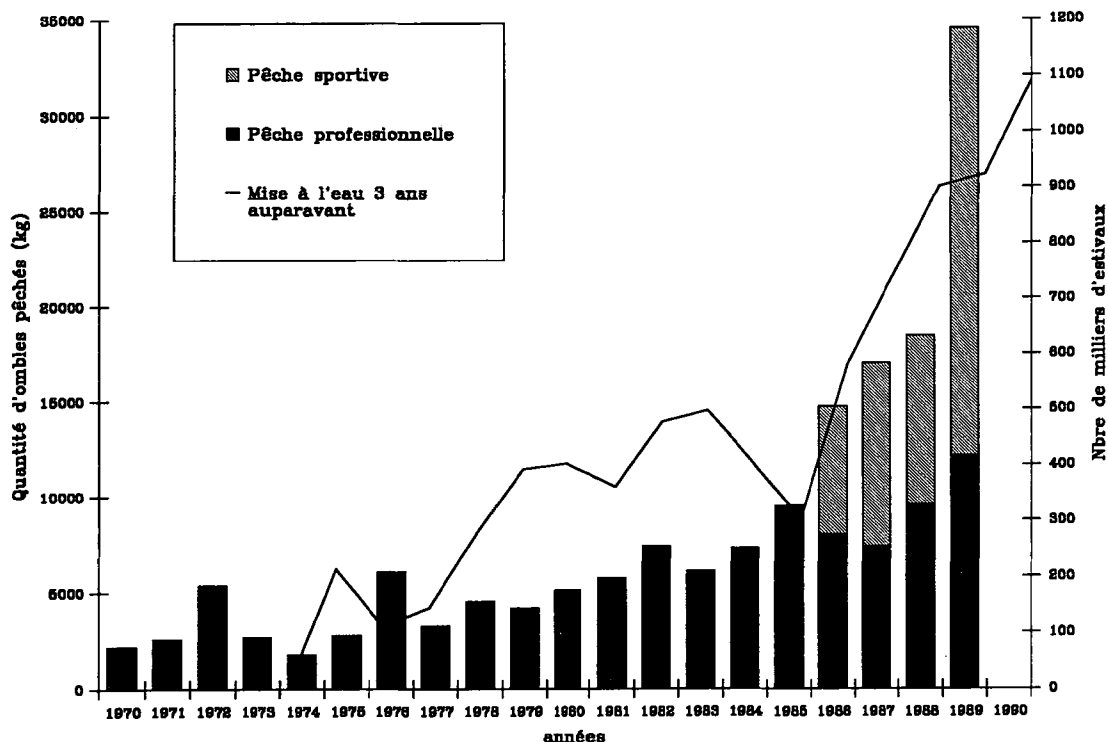


Figure 3 : Evolution des captures d'ombles sur l'ensemble du Léman d'après les statistiques de pêche. Colonnes noires : captures par les pêcheurs professionnels, colonnes traitillées : captures par les pêcheurs amateurs. Ligne : nombre d'estivaux, issus de pisciculture, mis à l'eau.

Figure 3 : Evolution of the catch of the char on Lake Geneva following the fishing statistics. Black columns : catch by professional fishermen, dashed columns : catch by sport fishermen. Line : number of fingerlings released.

L'analyse des statistiques de pêche démontre également l'efficacité des repeuplements (Fig. 3). En 1970, les captures d'ombles dans le Léman par les pêcheurs professionnels avait atteint leur niveau le plus bas du siècle (RUBIN, 1990). Toutefois, à partir de cette date, le tonnage d'ombles capturés sur l'ensemble du lac est en constante augmentation. Depuis 1986, les pêcheurs sportifs sont également tenus de remplir une statistique de leurs prises. Ainsi, une estimation de l'ensemble des ombles capturés dans le lac peut être effectuée. L'augmentation des captures, déjà observée pour la pêche professionnelle, est alors encore plus flagrante. Dans le même temps, les immersions d'estivaux d'ombles élevés en pisciculture ont également augmenté chaque année. On peut ainsi corréler directement l'augmentation des estivaux mis à l'eau et celle des captures effectuées par les pêcheurs, trois ans plus tard.

5. REMERCIEMENTS

Ce travail fait partie d'une thèse financée par le Centre de la Conservation de la Faune du Canton de Vaud, l'Office Fédéral pour la Protection de l'Environnement, des forêts et du paysage, et l'Institut de Zoologie et d'Ecologie animale de l'Université de Lausanne. Messieurs les pêcheurs professionnels L. CHRISTINAT, D.DAVID, J.P. GERBER, J. P. JACQUIER, R. MARTIN, J.M. PACHOUD et A. PINARD ont récolté le matériel. Messieurs les garde-pêche J.A. BENZ, A. LUGRIN et J.M. PESENTI ont participé aux marquages et à la mise à l'eau des estivaux de pisciculture. La détection des ombles marqués lors des pêches sur les frayères de Meillerie (France) a été effectuée par A. CHAMPIGNEULLE et par K. DESLARZES lors des pêches sur les frayères du Bouveret.

6. BIBLIOGRAPHIE

- CHAMPIGNEULLE A., MICHOU D., GERDEAUX D., GILLET C., GUILLARD J. et ROJAS-BELTAN R., 1988. Suivi des pêches de géniteurs d'omble chevalier (*Salvelinus alpinus* L.) sur la partie française du Lac Léman de 1982 à 1987. Premières données sur le pacage lacustre de l'omble. *Bull. Fr. Pêche Piscic.*, 310, 85-100.
- CRETTEZ J., 1906. La culture de l'omble chevalier du lac Léman. *Extraits des comptes rendus de l'association française pour l'avancement des Sciences. Congrès de Lyon 1906. Paris*, 498-506.
- DUSSART B., 1952. L'Omble Chevalier du Léman. *Ann. Stn Hydrobiol. appl. Tome IV*, 353-377.
- GEIGER W., 1964. Besatz und Fang in Forellengewässern. *Schweiz. Fisherei-Zeitung*, 72, 115-119.
- JEFFERTS K.B., BERGMAN P.K. et FISCUS H.F., 1963. A coded wire identification system for macro-organisms. *Nature*, 460-462.
- RICKER W.E., 1968. Methods for assessment of fish production in freshwater. In Blackwell Scientific Publications, Oxford and Edinburg. IBP Handbook 3.
- RUBIN J.F., 1990. Biologie de l'omble chevalier, *Salvelinus alpinus* (L.), dans le Léman (Suisse). Thèse de doctorat. Archives du Centre de la Conservation de la Faune. CH-1025 St-Sulpice (Suisse). 169 pages.
- VILLAUME M., 1936. La destinée tragique de l'omble chevalier. *Bull. Fr. Piscic.*, 97, 5-37.