

**Zeitschrift:** Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles  
**Herausgeber:** Société Vaudoise des Sciences Naturelles  
**Band:** 82 (1992-1993)  
**Heft:** 4

**Artikel:** Le site de fraye d l'omble chevalier, *Salvelinus alpinus* (L.), de la Raisse dans le Lac de Neuchâtel, étudié à partir du sous-marin F.A.-Forel  
**Autor:** Rubin, Jean-François  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-280184>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 14.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# **Le site de fraye de l'omble chevalier, *Salvelinus alpinus* (L.), de La Raisse dans le Lac de Neuchâtel, étudié à partir du sous-marin F.A.-FOREL.**

*par*

*Jean-François RUBIN<sup>1</sup>*

**Abstract.**—RUBIN J.-F., 1993. The spawning grounds of the Arctic char, *Salvelinus alpinus* (L.), at La Raisse in Lake Neuchâtel, studied using the submarine F.A.-FOREL. *Bull. Soc. vaud. Sc. nat.* 82.4: 345-356.

The complex of spawning grounds of La Raisse is probably one of the last important place of Lake Neuchâtel where the Arctic char, *Salvelinus alpinus* (L.), come to spawn. This area was investigated in January 1992 using the submarine F.A.-FOREL. Four distinct spawning grounds were observed between 39 and 53 m of depth. The substrate consists of clean gravel of 5 to 10 cm in diameter, not covered by fine sediment. 342 Arctic char eggs were collected. The success of the natural spawning is very weak. In the best case, only 14.4% of the eggs would have hatched. *Coregonus sp* eggs were sampled in the same place. Numerous other fish species were observed during the dives. These results show that La Raisse is an important place for the Arctic char to spawn but also for numerous other fish species.

**Résumé.**—RUBIN J.-F., 1993. Le site de fraye de l'omble chevalier, *Salvelinus alpinus* (L.), de La Raisse dans le Lac de Neuchâtel, étudié à partir du sous-marin F.A.-FOREL. *Bull. Soc. vaud. Sc. nat.* 82.4: 345-356.

Le complexe de frayères (omblières) de La Raisse est probablement le dernier site d'importance du Lac de Neuchâtel où les ombles chevaliers viennent encore frayer. Ce site a été exploré en janvier 1992 à l'aide du sous-marin F.A.-FOREL, permettant ainsi la découverte de quatre frayères distinctes, entre 39 et 53 m de profondeur. Le substrat des omblières est constitué par des graviers de 5 à 10 cm de diamètre, propres, non recouverts de sédiment. Un total de 342 œufs d'ombles a été récolté. La réussite de la fraye naturelle est faible sur les sites. Au mieux, 14,4% des œufs donneraient naissance

<sup>1</sup>Ecotec Environnement SA., Rue Liotard 5, CH-1202 Genève, Suisse

à des alevins. Des œufs de corégones, *Coregonus sp.*, ont été prélevés au même endroit. De nombreuses autres espèces de poissons ont été observées lors des plongées. Ces résultats indiquent que La Raisse est un site de première importance pour les ombles chevaliers d'une part, mais aussi pour de nombreuses autres espèces piscicoles.

*Mots clés:* *Salvelinus alpinus*, omble chevalier, frayère, Lac de Neuchâtel, reproduction.

## INTRODUCTION

D'après la liste rouge des poissons et cyclostomes de Suisse, l'omble chevalier, *Salvelinus alpinus* (L.), est une espèce menacée (KIRSCHHOFER *et al.* 1990). A ce titre, il doit être étudié et des mesures doivent être prises afin d'assurer sa sauvegarde à long terme. C'est un poisson qui a toujours fait partie de la faune piscicole du Lac de Neuchâtel. Jusqu'à la fin du siècle dernier, il existait deux formes d'ombles, l'une à croissance rapide, l'autre à croissance lente. Vers 1950, les pêcheurs ne capturaient plus que la forme naine, appelée «jaunet» en raison de sa couleur particulière. Ce poisson était en régression dès 1919 déjà. Il a disparu en 1963.

A partir de 1979, l'omble fut réintroduit par des immersions d'estivaux de 6 mois élevés en pisciculture. La population est depuis en constante augmentation. Pendant les premières années, ces estivaux provenaient de géniteurs issus du Léman, puis au fur et à mesure que la population neuchâteloise s'établissait dans le lac, la part des estivaux provenant de géniteurs lémaniques diminuait au profit de celle des géniteurs autochtones (RUBIN et BÜTTIKER 1987). Actuellement, tous les estivaux mis à l'eau dans le Lac de Neuchâtel sont issus de géniteurs indigènes. Ils sont élevés à la pisciculture de La Raisse, en face de laquelle on procède à des pêches exceptionnelles de pisciculture. Ces pêches sont effectuées en décembre sur les omblières (sites de fraye de l'omble chevalier) dans le but de capturer un nombre suffisant de reproducteurs pour obtenir les œufs à élever en pisciculture.

Une omblière est caractérisée par une zone de gravier propre, non recouvert de sédiments fins, sur laquelle les ombles chevaliers viennent se reproduire (RUBIN et BÜTTIKER 1992). La Raisse est bien connue comme site de fraye de ces poissons. Les jaunets venaient déjà s'y reproduire. D'après les pêcheurs de l'endroit, les omblières se situeraient à une profondeur de 50 à 60 m. Certains gros individus frayeraient également à moindre profondeur. Actuellement, c'est probablement le dernier site de fraye d'importance dans le lac. En effet, c'est le seul endroit où des pêches de pisciculture sont encore pratiquées. L'existence d'autres frayères importantes aurait certainement été révélée par la capture d'ombles matures en grand nombre, juste avant la fermeture de la pêche en novembre ou à l'ouverture en janvier. Or, aucune capture de ce type n'a été signalée, ni par les pêcheurs, ni par les garde-pêches. En conséquence, s'il existe d'autres omblières dans le lac de Neuchâtel, elles sont très probablement de bien moindre importance.

Le 5 décembre 1990, une étude a été effectuée afin d'identifier l'emplacement des omblières de La Raisse. Cette étude consistait à inspecter la zone à l'aide d'une télévision subaquatique équipée de deux caméras TV et d'un appareil photographique. Une première zone située entre 20 et 40 m de profondeur a été étudiée. La manipulation a été rendue très difficile en raison des

courants en profondeur entraînant l'appareil dans une mauvaise direction. Une deuxième tentative a été effectuée entre 15 et 60 m de profondeur, sans plus de résultats. Seules quelques fosses de dragage d'une profondeur de 3 m ont été observées, ainsi que quelques plages de gravier recouvertes d'une épaisse couche de sédiments fins, mais rien qui aurait pu ressembler à une omblière. Cet instrument se révèle très utile pour l'observation d'une petite zone dont la position est auparavant clairement connue, mais inefficace pour la prospection rapide d'une vaste étendue à grande profondeur. La prise d'échantillons est également impossible avec cet appareil.

C'est la raison pour laquelle on fit appel au sous-marin de M. Jacques Piccard, le F.A.-FOREL de la Fondation pour l'Etude de la Mer et des Lacs, qui avait déjà fait ses preuves lors de l'étude des omblières du Léman (RUBIN 1990, RUBIN et BÜTTIKER 1992). Les buts de cette étude avec le F.A.-FOREL étaient:

- 1.—de déterminer l'emplacement exacte des frayères d'ombles chevaliers;
- 2.—de décrire les sites de fraye et
- 3.—de déterminer la mortalité des œufs sur les omblières.

## MATÉRIEL ET MÉTHODES

### *Le sous-marin F.A.-FOREL*

Le F.A.-FOREL a été mis à l'eau le 8 janvier 1979. Depuis lors, il a effectué quelque mille plongées pour des missions dans tous les domaines scientifiques, techniques, industriels, humanitaires ou touristiques, dans la plupart des lacs de Suisse, de même qu'en Italie, en Autriche, en Allemagne et en Méditerranée. Trois personnes prennent place à bord. Son grand hublot frontal d'un mètre de diamètre rend l'observation très facile. Son bras mécanique permet de prendre des échantillons ou de manipuler divers appareils. Sa propulsion est assurée par un moteur électrique. Les plongées durent généralement de 2 à 6 heures, mais son autonomie est de 3 jours. Sa longueur est de 7,55 m, sa largeur de 2,20 m et sa hauteur de 2,25 m. La profondeur utile maximale pour laquelle il a été conçu est de 500 m, mais sa profondeur critique est de 1000 m. Il est facilement transportable par camion ou par train jusqu'au port le plus proche du site d'étude. De là, il est remorqué par le bateau d'accompagnement jusqu'au lieu de plongée.

### *Déroulement des opérations*

Dans la semaine précédant l'arrivée du sous-marin, M. J.-L. Nicollier et son fils, pêcheurs professionnels à La Raisse, nous ont indiqué précisément l'endroit où sont effectuées chaque année les pêches de pisciculture. Des points de repère ont été pris sur la côte, et ainsi la zone d'étude a pu être délimitée.

Le 6 janvier 1992, le F.A.-FOREL a été acheminé par camion de Lausanne, où il est stationné, jusqu'au port privé du chantier naval de M. Liechti à St-Aubin. Le bateau d'accompagnement et deux véhicules techniques ont égale-

ment été amenés sur place. Le 7 janvier 1992, une plongée technique a été effectuée dans le but de placer une corde repère dans la zone d'étude. Cette corde a ensuite servi de point de repère pour le sous-marin en plongée. Le 8 janvier 1992, la plongée a été rendue impossible en raison des conditions météorologiques défavorables. Toutefois, une série d'échosondages a néanmoins pu être réalisée à partir du bateau d'accompagnement. Un profil du fond a ainsi été obtenu. Le 9 janvier 1992 eut lieu la première plongée d'étude. La majeure partie de la zone fut parcourue, mais pas de façon systématique. Cette première plongée a permis de localiser grossièrement les principaux endroits marquants du site. Des prélèvements d'œufs ont été effectués sur les omblières. Le 10 janvier 1992, lors de la deuxième plongée d'étude, l'ensemble du site a été parcouru de manière systématique. La position des omblières a pu être affinée et d'autres prélèvements d'œufs effectués. Le 22 janvier 1992, eut lieu la dernière plongée, afin de déterminer de manière très précise la position des frayères. Pour l'ensemble de cette étude le F.A.-FOREL a effectué une plongée technique, puis trois plongées d'observation, totalisant ainsi 9 heures 28 minutes d'immersion (pour les trois plongées d'observation).

### *Localisation des frayères*

Afin d'étudier systématiquement l'ensemble de la surface d'étude, le sous-marin s'est positionné au point le plus profond de la zone, puis a parcouru la distance comprise entre la corde repère et la limite supérieure du mont. Le sous-marin a suivi les courbes de niveau en diminuant sa profondeur de 5 m à chaque passe.

En plongée, il est toujours difficile de se positionner très précisément, puisque la visibilité est restreinte à grande profondeur. Or, le F.A.-FOREL est muni d'un pinger, appareil émettant des ultrasons dans l'eau. Cet appareil servirait notamment à pouvoir positionner le sous-marin depuis la surface en cas de détresse. A partir du bateau d'accompagnement, les ultra-sons peuvent être entendus par l'intermédiaire d'un hydrophone. Selon leur intensité, on peut savoir si l'on s'éloigne ou se rapproche du sous-marin. Après plusieurs recoupements, l'emplacement exact du F.A.-FOREL peut être déterminé. Cette technique fonctionne bien lorsque le fond est relativement plat. Par contre, lorsque le sous-marin se trouve dans une zone très accidentée ou dans une forte pente, comme c'était le cas à La Raisse, les ultrasons se réfléchissent sur tous ces obstacles et produisent de nombreux échos parasites qui rendent alors difficile la localisation précise de l'appareil, surtout lorsque le bateau en surface dérive constamment à cause du vent. Néanmoins, pendant les prises d'échantillons, lorsque le sous-marin était stationnaire sur les frayères, le bateau a approximativement localisé le F.A.-FOREL grâce au pinger, et ainsi l'emplacement des omblières. Des bulles d'air ont également été lâchées à plusieurs reprises alors que le sous-marin se trouvait sur les frayères. Pour autant qu'il n'y ait pas de courants sous-lacustres qui dévient les bulles et que le lac en surface soit suffisamment calme pour que les bulles puissent être repérées, la position du sous-marin peut être déterminée. L'emplacement des omblières a ainsi pu être précisé. A la fin de la deuxième plongée, le F.A.-FOREL se trouvait sur l'ombrière profonde. Il est remonté à partir de cet endroit. Sa position, arrivé en surface, correspondait donc approximativement à la position de la frayère. Il faut cependant tenir compte du fait que, pour des



raison d'hydrodynamique, le sous-marin ne remonte pas tout à fait verticalement. Finalement, pour déterminer de façon très précise la position exacte des différentes omblières, des corps-morts ont été déposés sur les omblières profonde et du large, lors de la dernière plongée. Des bouées ont ainsi pu être placées en surface, exactement à l'aplomb de chaque frayère. La position de ces bouées a été déterminée grâce à un théodolite et grâce à un appareil GPS (Global Position System), système de positionnement par satellites. L'erreur quant à la position obtenue est ainsi au plus de quelques mètres.

#### *Etude de la réussite de la fraye naturelle*

Des échantillons d'œufs ont été prélevés sur les frayères au moyen d'un appareil fixé sur la défense du sous-marin (RUBIN 1990). Les œufs blancs ou porteurs de quelques taches opaques ont été considérés comme morts, de même que ceux recouverts de moisissures. Les œufs ont été fixés dans le liquide de Stockard (85% d'eau, 5% de glycérine, 5% d'acide acétique, 5% de formol). L'embryon éventuel est alors visible sous la loupe binoculaire. Les échantillons d'eau ont été prélevés au moyen d'un tuyau fixé au bras manipulateur du sous-marin. La comparaison directe de la mortalité des œufs observée sur les omblières de La Raisse et du Léman est rendue difficile du fait que tous les échantillons n'ont pas été prélevés à la même période. D'autre part, certains œufs qui ne vont jamais donner naissance à des alevins restent apparemment parfaitement sains (absence de taches blanches ou de moisissures) pendant très longtemps. C'est pourquoi une expérience a été réalisée à la pisciculture de St-Sulpice, pendant l'hiver 1985/86, sur 305 œufs d'ombles chevaliers, afin de connaître l'évolution de la mortalité des œufs au cours du développement embryonnaire. Ainsi, pour chaque œuf encore vivant récolté sur les frayères, il est possible d'estimer sa probabilité de survie jusqu'à l'éclosion, en connaissant le stade de développement auquel il est parvenu. D'après cette expérience de pisciculture, 28% du total des œufs qui vont décéder au cours du développement embryonnaire sont visiblement morts avant le stade 1 (disque germinatif visible), 55% avant le stade 2 (embryon juste visible), 81,3% avant le stade 3 (début de la pigmentation des yeux) et 88,1% avant le stade 4 (yeux complètement pigmentés). On peut donc admettre que la probabilité de survie d'un embryon dont les yeux sont totalement pigmentés est de l'ordre de 90% (RUBIN 1990). En extrapolant les résultats de cette expérience de pisciculture aux observations effectuées sur les échantillons prélevés dans le lac, on peut ainsi estimer quel pourcentage d'alevins aurait éclos sur les frayères, et de là, comparer la réussite de la fraye naturelle sur les différents sites.

## RÉSULTATS

### *Echosondages*

Une série d'échosondages a été effectuée en navigant parallèlement à la rive, en direction du sud-ouest, à partir de la position de la drague. Le profil du fond révèle tout d'abord un fond relativement plat, situé entre 15 et 20 m de profondeur, parcouru de nombreux trous de drague de plusieurs mètres de profondeur. La pente augmente ensuite fortement (45-50%) jusqu'à une profondeur de 75 m. On se trouve à ce moment-là approximativement en face de La

Lance (Coordonnées: 546'500/190'000). Aucun trou de drague n'est visible dans la pente. Au-delà de ce point, le fond remonte régulièrement (fig. 1).

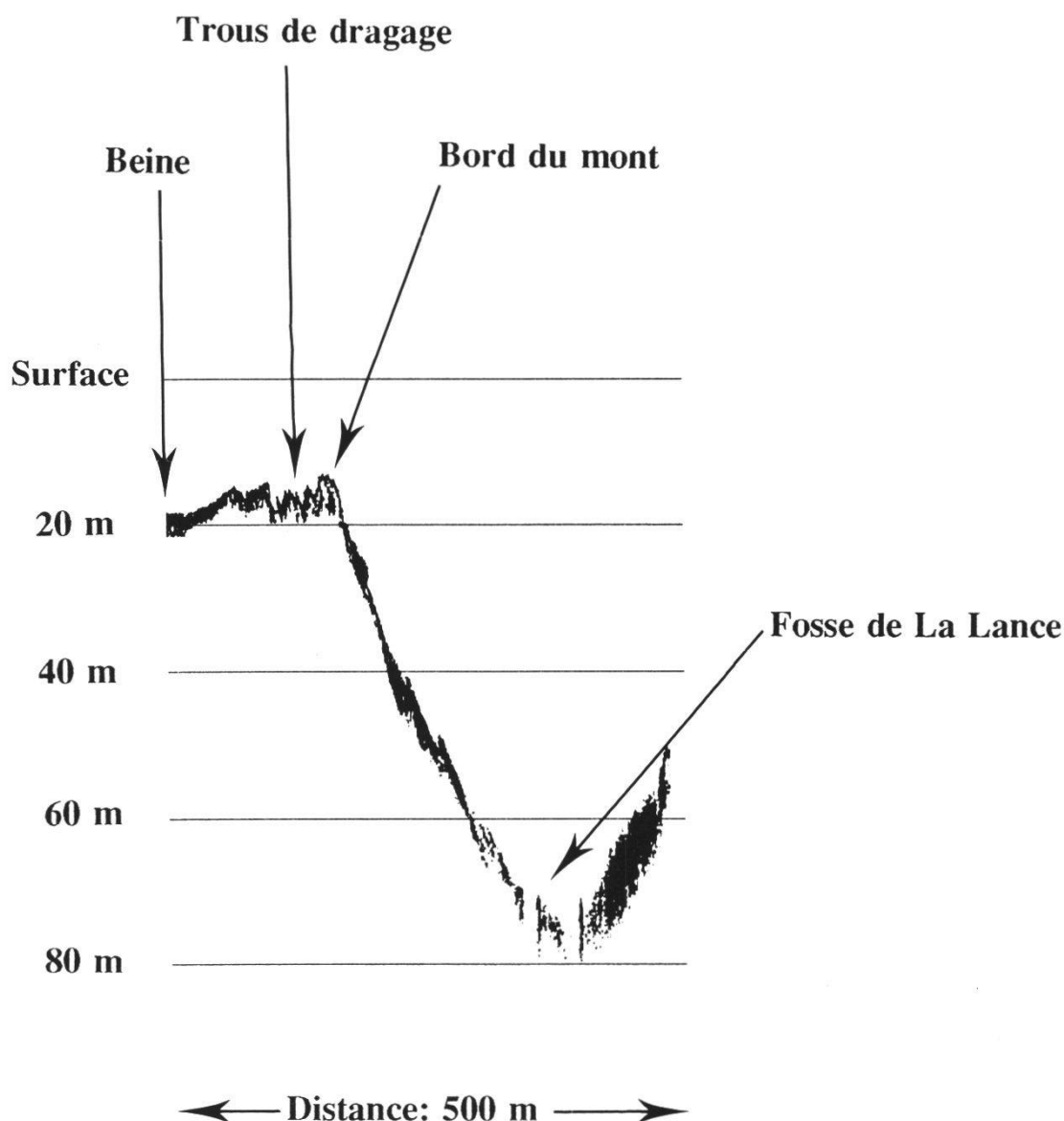


Figure 1.—Profil de la zone d'étude réalisé à partir d'échosondages.

#### *Description des frayères et du reste de la zone étudiée*

La zone comprise entre La Lance et Les Favarges (Coordonnées: 547'100/190'300) a été entièrement parcourue de 65 à 30 m de profondeur, ce qui représente une surface étudiée d'environ 36 hectares. Quatre frayères ont été découvertes: l'ombrière de la berge, l'ombrière du centre, l'ombrière du large et l'ombrière profonde (fig. 2). Environ 5 à 6 m séparent les trois premières frayères. Seule l'ombrière profonde se trouve à un endroit nettement différent. L'ombrière du centre se situe entre les ombrières du large et de la berge, approximativement aux mêmes profondeurs (tab. 1).

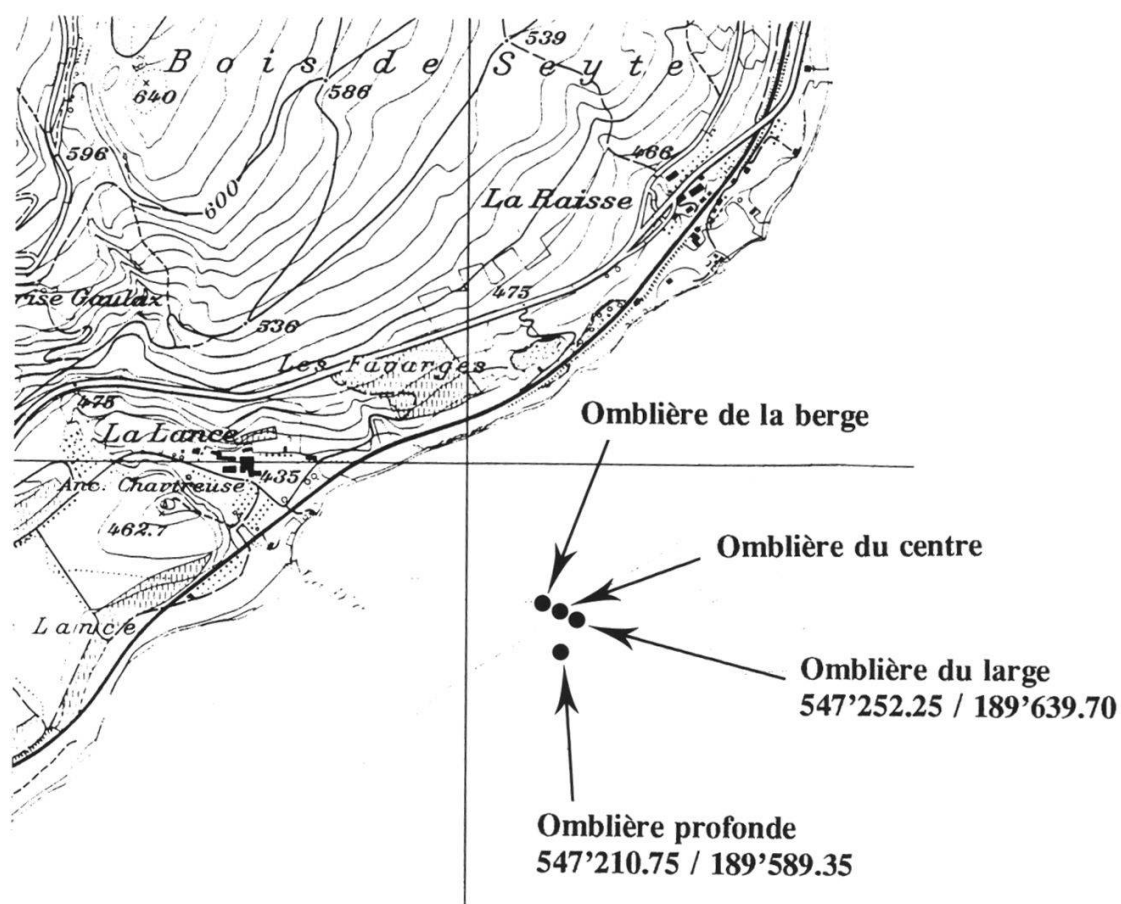
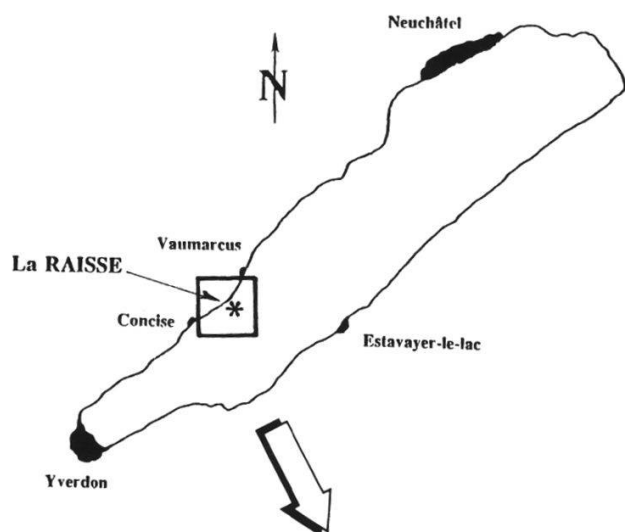


Figure 2.—Carte du Lac de Neuchâtel et localisation des omblières de La Raisse.  
(Reproduite avec l'autorisation de l'Office fédéral de topographie du 1 novembre 1993)



Tableau 1.—Caractéristiques des omblières de La Raisse.

Omblière	Prof. max. (m)	Prof. min. (m)	Larg. max. (m)	Latitude	Longitude	Coordonnées
de la berge	43	39	2.5	-	-	-
du large	38	34	4.0	46° 51' 25.9" N	6° 44' 48.3" E	547'252.25/189'639.70
profonde	53	50	10.0	46° 51' 24.3" N	6° 44' 49.5" E	547'210.75/189'589.35

Les localisations de ces frayères par théodolite, pinger, lâcher de bulles, en remontant directement en surface, sont toutes remarquablement concordantes. Seuls les positionnements par GPS donnent des résultats différents. La longitude correspond parfaitement aux autres localisations. Par contre, la latitude donne un point systématiquement 225 m plus au sud. En positionnant une drague, également présente sur le site, par théodolite ou par GPS on parvient également exactement au même écart. Comme les résultats des 4 premières méthodes concordent parfaitement, il a été admis que la différence de latitude exprimée par le GPS résultait d'une imprécision de l'appareil. En conséquence, les latitudes ont été recalculées à partir des points fournis par le théodolite (tab. 1).

Les frayères sont constituées de galets de 5 à 10 cm de diamètre environ, absolument propres et non recouverts de sédiments fins. La pente dans la zone des frayères est d'environ 45°. Le reste de la surface d'étude est constitué principalement de sédiments fins et meubles. On trouve çà et là, quelques coulées de gravier, entièrement recouvertes de sédiments fins, notamment à 72, 64, 62 et 49 m de profondeur. A 30 m, le fond est uniformément constitué de sable et de sédiments meubles. Un énorme rocher se trouve entre 40 et 45 m de profondeur. Sa face sud est entièrement verticale. Elle constitue un mur d'environ 15 m de haut. A sa base se trouve un surplomb de plusieurs mètres d'envergure. Au pied de ce rocher se trouve une petite coulée de gravier recouverte de sédiments.

#### *Etude de la fraye naturelle*

Des ombles en train de frayer ont été observés en grand nombre sur l'ombrière profonde. Les autres frayères étaient désertes au moment de nos plongées. Au total, 342 œufs d'ombles chevaliers ont été récoltés (tab. 2). Aucun œuf vivant n'a été récolté sur l'ombrière du large. On doit donc admettre que la réussite de la fraye naturelle y est quasiment nulle. Sur l'ombrière profonde, 23 œufs sur 160 auraient éclos, ce qui représente un pourcentage de survie de 14,4% (tab. 3).

#### *Autres espèces de poissons observées*

De très nombreuses jeunes perches, *Perca fluviatilis* L., ont été observées à toutes les profondeurs (80 à 40 m) lors de presque chaque plongée. Un goujon, *Gobio gobio* L., a été vu à 78 m sur un fond de sédiments, le 9 janvier. De nombreuses lottes, *Lota lota* L., ont été observées lors de toutes les plongées, surtout aux abords des frayères, tapies sous des cailloux. Quelques chabots,

Tableau 2.—Résultats des prélèvements d'œufs.

Ombrière	Date	Nb. d'œufs morts	Nb. d'œufs vivants stade 1	Nb. d'œufs vivants stade 2	Nb. d'œufs vivants stade 3	Nb. d'œufs vivants stade 4	% d'œufs vivants
profonde	10.1.92	127	1	13	11	8	20.6
du large	9.1.92	182	0	0	0	0	0.0

Stade 1: disque germinatif visible

Stade 2: embryon juste visible

Stade 3: début de la pigmentation des yeux

Stade 4: yeux bien pigmentés

Tableau 3.—Estimation du nombre d'éclosions sur l'ombrière profonde.

Stade	Nombre d'œufs vivant le 10.1.92	Probabilité d'éclore *	Nombre estimé d'éclosions
1	1	0.280	0.28
2	13	0.550	7.15
3	11	0.813	8.90
4	8	0.881	7.00
TOTAL	33		23.33

\*d'après une expérience de pisciculture

*Cottus gobio* L., ont été vus, de même qu'un brochet, *Esox lucius* L., le 22 janvier 1992. De plus, le 10 janvier 1992, cinq œufs de corégones ont été recueillis dans les prélèvements effectués sur l'ombrière profonde. Ces œufs ont été récoltés, malgré le fait que l'appareil de prélèvements ne soit pas du tout adapté pour les échantillonner (grille d'un diamètre trop important). Ceci indique que les œufs étaient probablement en très grand nombre sur la frayère. La fraye des corégones est un processus encore très mal connu aujourd'hui. Le fait de trouver leurs œufs à La Raisse indique que ce site semble important, non seulement pour les ombles chevaliers, mais également pour les corégones, poissons très recherchés dans le Lac de Neuchâtel.

## DISCUSSION

### Caractéristiques des frayères

Les indications données par les pêcheurs se sont révélées tout à fait exactes. Les ombrières se trouvaient exactement là où elles avaient été mentionnées et aux mêmes profondeurs. Les ombrières de La Raisse ressemblent en tous points à celles du Léman (RUBIN et BÜTTIKER 1992). Elles se présentent comme de vastes coulées de cailloux, non recouvertes de sédiments fins dans la portion utilisée par les ombles pour frayer. Le substrat est le même que sur les ombrières du Léman, ainsi que sur de nombreuses autres frayères décrites dans d'autres pays (RUBIN 1990). La présence de gravier propre semble être

l'élément prépondérant pour les ombles, dans le choix d'un site de fraye (RUBIN et BÜTTIKER 1992).

Les observations effectuées à bord du F.A.-FOREL corroborent également celles des pêcheurs qui ont constaté que les ombles chevaliers frayent en début de saison de reproduction (novembre), à faible profondeur, sur le bord du mont, voire même sur la beine à 20 m de profondeur, puis descendent de plus en plus profondément au fur et à mesure de l'avancement de la saison de fraye (janvier). Bien que des ombles n'aient été observés que sur l'omblière profonde, il est cependant certain qu'ils ont également fréquenté les autres frayères, situées à plus faible profondeur, puisque des œufs y ont été prélevés. Cependant, l'observation par les pêcheurs de la fraye des ombles à 20 m de profondeur est étonnante, puisque, dans le Léman tout au moins, les ombles ne se reproduisent pas sur des sites de si faible profondeur, même si le substrat est favorable. La lumière du soleil qui parvient jusque-là semble gêner les poissons. L'exemple du site de la Veraye, entre Montreux et Chillon, l'a démontré (RUBIN et BÜTTIKER 1992). Néanmoins, il se peut que les sites potentiels de reproduction soient si peu nombreux dans le Lac de Neuchâtel que les ombles soient contraints de les utiliser tous, même ceux de faible profondeur. D'ailleurs, bien que non quantifiée, la densité en œufs des frayères de La Raisse apparaissait beaucoup plus importante que celle observée sur les frayères du Léman.

### *Mortalité des œufs*

La mortalité des œufs semble être importante sur les frayères de La Raisse (100% d'œufs morts récoltés sur l'omblière du large, 14,4% d'éclosions estimées sur l'omblière profonde). La mortalité moyenne des œufs est donc d'environ 93%. La technique utilisée pour estimer le pourcentage d'éclosions sur une frayère est correcte, pour autant que l'on admette que les œufs morts ne disparaissent pas au cours du temps. Or, il est possible qu'une partie des œufs morts en début de période de reproduction soient tellement dégradés par diverses moisissures ou aient été consommés par des prédateurs, qu'on ne les retrouve plus du tout dans les échantillons. Les œufs vivants seraient alors sur-représentés dans les échantillons. La part des œufs morts qui aurait disparu est très difficilement estimable. En conséquence, le pourcentage de mortalité calculé sur l'omblière profonde doit être considéré comme minimal.

La mortalité observée sur les frayères de La Raisse est légèrement plus grande que celle que l'on observe sur la majorité des frayères lémaniques (entre 80 à 90% en moyenne). Il est toutefois difficile de tirer des conclusions à partir d'un échantillonnage unique. Il conviendrait en effet d'effectuer plusieurs prélèvements tout au long de la période de fraye et de développement embryonnaire, pour pouvoir tirer des conclusions définitives. Néanmoins, cette importante mortalité pourrait être due à l'un ou l'autre, ou à une combinaison, des facteurs suivants:

#### *1.—Une faible concentration en oxygène de l'eau.*

Dans le Léman, la mortalité des œufs sur les différentes frayères est directement corrélée à la concentration en oxygène. L'eau du site de la Veraye, par exemple, est la plus oxygénée et c'est là que le plus grand pourcentage d'œufs vivants a été récolté (RUBIN 1990).

## 2.—*Une trop grande teneur en sédiments fins du substrat.*

Les œufs sont enfouis dans le gravier. Ils ne reçoivent donc l'oxygène dont ils ont besoin que par l'intermédiaire de l'eau interstitielle contenue dans le substrat. Si la teneur en sédiments fins est grande, cette eau est mal renouvelée. En conséquence, les déchets organiques s'accumulent et la teneur en oxygène baisse. C'est pourquoi, même dans une eau de surface apparemment riche en oxygène, les œufs peuvent mourir, si les sédiments fins colmatent le substrat de la frayère.

## 3.—*Une trop forte densité en œufs.*

Les œufs, au cours de leur développement embryonnaire, sont soumis à de nombreuses attaques du milieu. Ceux qui meurent ne tardent pas à se couvrir de moisissures. Ainsi, si la densité en œufs est très grande, les moisissures qui se développent sur les œufs morts se répandent rapidement sur des œufs sains avoisinants. Une grande densité en œufs favorise ainsi cette prolifération des moisissures, donc la mortalité des œufs.

## CONCLUSION

Le site de La Raisse est sans aucun doute un lieu de première importance pour le Lac de Neuchâtel. C'est très probablement un des derniers endroits où les ombles chevaliers viennent encore se reproduire. La densité énorme des œufs qui y sont déposés en témoigne. Même si la plupart des œufs meurent, ce site doit absolument être protégé, afin de permettre aux géniteurs de s'y rassembler en période de fraye. Ainsi, des pêches de pisciculture pourront être effectuées. Les œufs récoltés permettront de produire des alevins sans lesquels le maintien à long terme d'une population autochtone d'ombles chevaliers dans le Lac de Neuchâtel est absolument impossible. D'autre part, ce site semble être important non seulement pour les ombles chevaliers, mais encore pour les corégones, puisque des œufs de ces derniers ont également été prélevés. Enfin, l'étonnante diversité de la faune piscicole observée lors de nos plongées, indique que ce site est aussi colonisé par de nombreuses autres espèces de poissons.

## REMERCIEMENTS

Ce travail a été financé par la société Poissine S.A. et par la Conservation de la Faune du canton de Vaud. M. J.-L. Nicollier et son fils, pêcheurs professionnels de La Raisse nous ont indiqué l'emplacement où sont effectuées les pêches de pisciculture et nous ont aidés lors des plongées, en transportant du matériel ou des personnes. M. Liechti a mis gratuitement une place à notre disposition dans son port pour le sous-marin et pour le bateau d'accompagnement. Il nous a également prêté l'appareil de positionnement GPS. M. Schneider a manipulé cet appareil lors du positionnement des bouées. Un remerciement particulier enfin à ma famille qui tolère depuis des années ma dévotion pour les ombles chevaliers.

## BIBLIOGRAPHIE

- KIRCHHOFFER A., ZAUGG B. et PEDROLI J.-C. 1990. Liste rouge des poissons et cyclostomes de Suisse. *Documenta Faunistica Helvetiae* 10. Centre suisse de cartographie de la faune.
- RUBIN J.-F. et BÜTTIKER B. 1987. Croissance et reproduction de l'omble chevalier, *Salvelinus alpinus* (L.), dans le lac de Neuchâtel (Suisse). *Schweiz. Z. Hydrol.* 49/1: 51-61.
- RUBIN J.-F. et BÜTTIKER B., 1992. Les sites de fraye de l'omble chevalier, *Salvelinus alpinus* (L.), dans le Léman. *Bull. Fr. Pêche Piscic.* 325: 69-82.
- RUBIN J.-F. 1990. Biologie de l'omble chevalier, *Salvelinus alpinus* (L.) dans le Léman (Suisse). *Thèse de doctorat. Archives de la Conservation de la faune CH-1025 St-Sulpice.* 170 p.

*Manuscrit reçu le 28 septembre 1993*