

Exploitation et gestion des populations piscicoles lacustres

Les poissons des grands lacs subalpins constituent une ressource renouvelable exploitée de longue date. La présence de salmonidés comme la truite, l'omble chevalier et le corégone confère une bonne image à ces milieux qui ont pourtant souffert de la pollution et en particulier de l'eutrophisation.

L'eutrophisation des eaux est provoquée par l'excès d'éléments nutritifs, comme le phosphore, qui favorise la prolifération des algues. La matière organique produite dans la zone superficielle par les algues n'est pas totalement consommée. Elle sédimente et sa dégradation consomme l'oxygène des eaux profondes.

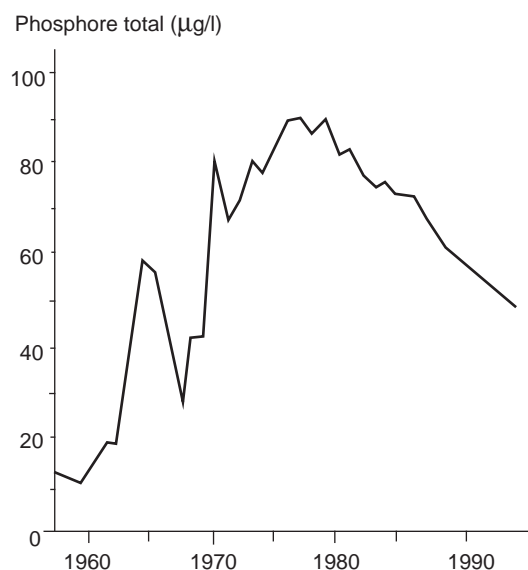
A la fin des années 70, le taux de phosphore a atteint des valeurs très élevées dans le lac Léman (figure 1) et les captures d'omble ont chuté à cette période. En effet, les œufs d'ombles sont déposés sur les fonds à plus de 50 mètres et leur développement embryonnaire, qui dure plus d'un mois, ne peut plus aboutir dans ces conditions dégradées. Mais, tant que l'eutrophisation n'est pas

excessive, le milieu est encore propice à tous les autres stades du développement biologique du poisson. Il suffit donc de réaliser le développement embryonnaire en pisciculture pour pallier cette difficulté en attendant que les mesures de protection des eaux entreprises diminuent suffisamment l'eutrophisation et restaurent une qualité suffisante au bon développement des œufs d'omble.

Il n'y avait pas que les captures d'ombles qui avaient fortement chuté en fin des années 70 dans le lac Léman (figure 2). L'INRA a été sollicité pour étudier ce système de production extensive exploitée par 150 pêcheurs professionnels et plus de 2 000 pêcheurs de loisirs en bateau et apporter des remèdes à la crise.

Le système pêche des lacs subalpins reposait sur des habitudes acquises empiriquement, souvent plus subjectives qu'objectives. Il fallait développer une démarche objective. L'effort de recherche a été porté à tous les niveaux : biologie des poissons, techniques de production de poissons d'alevinages, marquages et mesure de l'efficacité des alevinages et quantification des captures.

Figure 1. Evolution du taux de phosphore total dans le lac Léman.

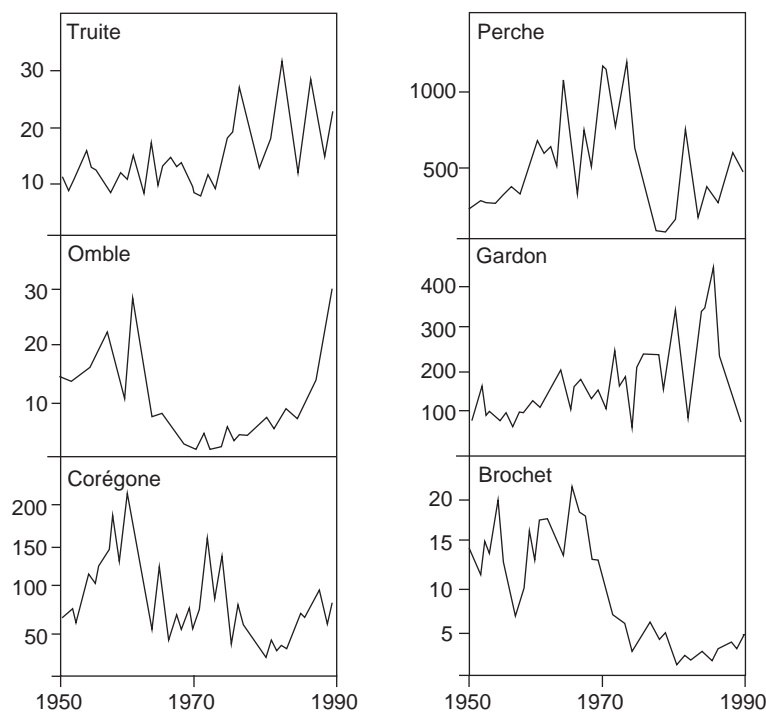


Biologie des poissons lacustres

L'omble chevalier, *Salvelinus alpinus*, et le corégone, *Coregonus lavaretus*, sont deux espèces d'eau froide restées bloquées à la fin de la dernière glaciation dans les lacs profonds où la température des eaux de fond est toujours inférieure à 6 °C. Ces deux espèces sont au Léman et au lac du Bourget à l'extrême sud de leur aire biogéographique actuelle. L'omble chevalier était réputé très difficile à élever. Son cycle biologique était très difficilement réalisé en pisciculture (Gillet 1991).

Le corégone, très fragile, était impossible à élever en pisciculture autrement qu'avec du plancton vivant. Alors que les œufs d'omble pondus par 50 à 80 cm de fond ont un très faible taux de survie, ceux de corégone pondus en zone littorale ont un développement satisfaisant. Il fallait rechercher la cause de

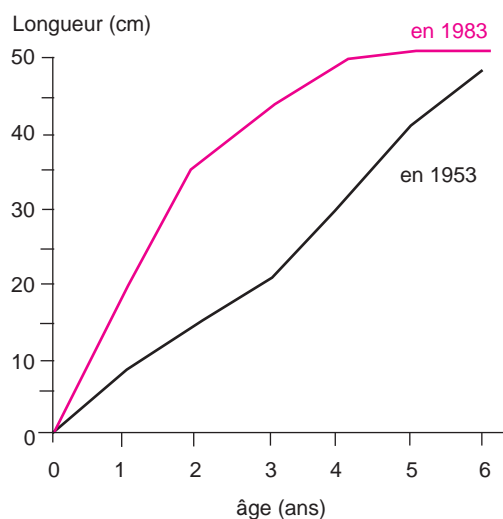
Figure 2. Evolution des captures des 6 principales espèces pêchées par les professionnels au lac Léman.



la baisse des captures à un autre niveau du cycle biologique ou directement au niveau de la pêche qui pouvait avoir surexploité le stock au point que le nombre de géniteurs restait toujours insuffisant.

L'étude de la croissance du corégone à partir des écailles a montré que la biologie de l'espèce avait changé entre 1953 et 1983. En effet, l'eutrophisation accroît la production planctonique, principale source de nourriture du corégone ; la croissance du corégone augmente alors et la taille légale de capture de 30 cm est atteinte avant la première maturité. La réglementation de la pêche n'ayant pas été modifiée pendant les 30 années, le

Figure 3. Croissance du corégone au lac Léman en 1953 et en 1983.



corégone était pêché en début de 3^e année de vie en 1983 alors qu'auparavant il était exploité en fin de 5^e année (figure 3). De plus, la prolifération algale a modifié les taux d'oxygène dans le lac. Le poisson a vu, à certains moments de l'année, son habitat réduit. La densité de poisson est augmentée dans des zones limitées. L'accessibilité à la ressource est ainsi facilitée laissant croire que la population est importante alors qu'elle diminue. Une fois le déséquilibre atteint, il faut réduire l'exploitation pour retrouver un bon recrutement.

L'élevage des poissons lacustres

Si on veut maintenir la pression de pêche, il faut soutenir le recrutement par des alevins si ceux-ci s'avèrent efficaces.

L'élevage des alevins de truite de lac, d'omble chevalier et de corégone était en 1980 assez délicat. La truite fario domestiquée s'élevait assez bien, mais les alevins issus de géniteurs sauvages avaient un taux de survie très bas. L'élevage des alevins d'ombles chevalier était assez bien maîtrisé. Il suffisait de s'assurer que la survie des alevins mis au lac était suffisamment élevée pour que l'alevinage soit rentable. Le gros effort d'élevage larvaire devait porter sur le corégone.

En collaboration avec le laboratoire de nutrition larvaire de St-Pée-sur-Nivelle, un aliment sec à base de levures et de foie lyophilisé a été testé. En attendant des résultats de ces tests, des techniques d'élevage en cages placées en milieu naturel ont été adaptées aux lacs subalpins. Ces techniques étaient utilisées pour les larves de poissons dont on ne sait pas réaliser l'élevage en pisciculture. Les alevins sont placés dans le milieu naturel, confinés dans une cage pour être à l'abri des prédateurs et nourris par le plancton naturel qui traverse les fines mailles de la cage. Pour concentrer le plancton, on utilise le phototactisme des individus. Une lampe éclaire en permanence le centre de la cage. Ces techniques étaient surtout employées en étangs. Les tempêtes des lacs interdisent le positionnement facile de radeaux ayant une forte portée aux vagues. Des cages immergées complètement fermées sont donc utilisées (Champigneulle *et al* 1986). Dans une cage de 8 m³ immergée à 3 m sous la surface, éclairée par une lampe de 100 W, la mise en charge peut être de 90 000 larves pour un taux de survie moyen de 48 %.

Ces techniques sont maintenant employées par les pêcheurs eux-mêmes sur le lac d'Aiguebelette et sur le lac du Bourget.

Pour le lac Léman, les alevins de corégones sont maintenant produits en bassins de pisciculture et nourris avec de l'aliment sec commercialisé par différentes firmes, résultats des recherches du laboratoire de St-Pée-sur-Nivelle. Ces dernières années, plus de 2 millions d'alevins de corégones ont été ainsi élevés sur aliment sec (Champigneulle et

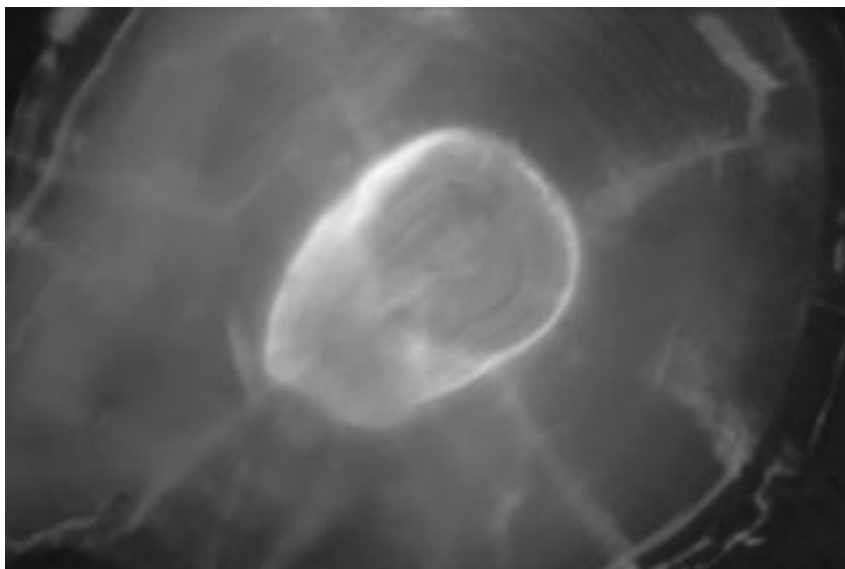
Rojas-Beltran 1990, Champigneulle *et al* 1994). Mais le développement des déversements de poissons en lac ne se justifie que si on démontre au préalable que l'efficacité est suffisante.

Estimation de l'efficacité de l'alevinage, les marquages

Si la reproduction naturelle ne se déroule pas correctement, la production de poissons dans la pêche dépend essentiellement des déversements de poissons. Dans ce cas, il est facile de démontrer l'efficacité ou non de l'alevinage. Si la reproduction naturelle apporte une contribution au recrutement et que l'alevinage constitue un appoint de production, il est difficile d'apprécier la part de l'alevinage dans la production. Des fluctuations interannuelles normales dans la dynamique de la population liées aux variations climatiques et aux relations stock-recrutement masquent la contribution éventuelle apportée par l'alevinage (Gerdeaux 1985, Gerdeaux et Deawaele 1986). Il faut alors pouvoir marquer les alevins introduits.

Le cas de l'omble chevalier est un bon exemple de la démonstration facile de l'efficacité des alevinages quand on dispose de bonnes statistiques de pêche (figure 4). L'excellente corrélation entre l'alevinage et les captures suffit à montrer que l'alevinage constitue la majeure partie de la source de production. Cette démonstration n'intervient qu'a posteriori, après qu'il ait été décidé d'augmenter l'effort de production des alevins. A priori, il était impossible d'affirmer que l'alevinage serait efficace. C'est l'utilisation des techniques de marquage qui permet

Otolithe (sagitta) d'un Omble Chevalier (Salvelinus alpinus L.) du lac Léman marqué par balnéation dans un fluoromarqueur et observée au microscope à épifluorescence. La première marque a été faite au cours de résorption du sac vitellin de l'alevin, la deuxième (près de la périphérie de l'otolithe) trois mois plus tard.

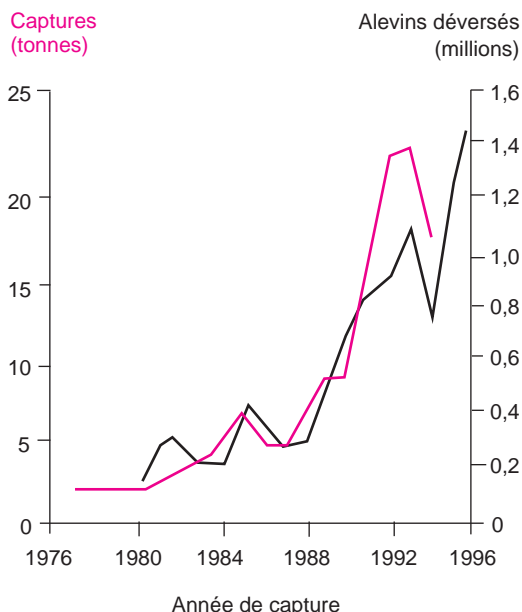


de le montrer quand l'effort d'alevinage est faible.

Le marquage d'alevins de poissons n'est pas facile. De nombreuses techniques, disponibles pour de gros poissons, ne sont pas transposables pour les alevins, encore moins pour les larves. Les techniques de marquage génétique ne sont pas disponibles sur les lacs puisqu'on souhaite réempoissonner avec des poissons sauvages en se gardant de modifier le stock génétique. Des techniques simples ont été développées sur les alevins de 6 à 8 cm, comme la cautérisation de la nageoire adipeuse ou l'ablation d'une nageoire pelvienne (Champigneulle et Escomel 1984). Ces techniques sont assez faciles à mettre en place. Un opérateur peut marquer jusqu'à 1 500 poissons par jour. En lac, ces marquages ne peuvent être que partiels quand on déverse jusqu'à 600 000 alevins de truite par an. Quand il n'y a que 5 % des alevins marqués et que la reproduction naturelle contribue au recrutement, il faut pouvoir contrôler dans la pêche plusieurs milliers de poissons pour réaliser de bonnes estimations.

Les contrôles de grands nombres de poissons sont possibles sur l'omble chevalier et le corégone au moment des pêches de géniteurs en particulier. Les taux de recapture moyens ont ainsi pu être estimés pour ces deux espèces. Les générations 1984 et 1985 ont produit 40 à 50 kg pour 1 000 alevins d'ombles déversés (Champigneulle et Gerdeaux 1995). En termes économiques, le rendement est excellent. Il est déversé moins de 1 000 F pour un revenu de l'ordre de 2 000 F suivant les cours. Pour le corégone, le rendement est légèrement inférieur. Le taux de recapture a été estimé à 4,5 % pour les générations 83 et 85 avec un rendement de 20 kg

Figure 4. Résultats des captures professionnelles d'omble chevalier au Léman et quantités d'alevins déversés 3 ans auparavant.



pour 1 000 alevins déversés. Alors que le produit de l'alevinage constitue plus de 80 % de la pêche de l'omble, il est inférieur à 5 % pour le corégone dont la reproduction naturelle se déroule bien. Le prix de vente du corégone étant inférieur à celui de l'omble chevalier, il n'est pas utile d'intensifier l'alevinage en corégone au lac Léman. On pourrait même envisager de supprimer l'alevinage si la pêche de géniteurs en décembre ne constituait pas un revenu hivernal important garanti aux pêcheurs professionnels.

La truite fait aussi l'objet d'alevinage. Jusqu'à présent les marquages n'ont pas abouti à des conclusions nettes quant à l'efficacité de l'alevinage, parce qu'il est difficile de pouvoir contrôler plus de quelques centaines de poissons (Gerdeaux *et al* 1990). Il faut donc recourir à un marquage total de tous les alevins déversés pour obtenir des taux de recaptures susceptibles de définir quelle part des déversements est réellement efficace. Pour cette espèce, le recrutement se fait naturellement en rivière avant dévalaison au lac, ou artificiellement à partir d'alevinages en lac ou en rivière.

Le laboratoire de Thonon a donc recherché des techniques de marquage massal par recours à des fluoromarqueurs qui se fixent sur l'os, en particulier sur l'otolithe qui est la première structure osseuse mise en place chez l'embryon et jamais remaniée. Les premiers marquages mis au point utilisent l'oxytétracycline qui est introduite dans l'œuf ou la larve par balnéation dans une solution hyperosmotique de chlorure de sodium. Le temps de balnéation, la concentration du colorant et la concentration saline dépendent de l'espèce et du stade concernés. Actuellement la technique est bien maîtrisée pour les salmonidés (Rojas-Beltran et Champigneulle 1992, Rojas-Beltran *et al* 1995). La recherche technique porte maintenant sur l'emploi d'autres colorants et sur la mise au point des lectures des marques. Des expériences ont débuté dans le milieu naturel, principalement sur la truite dans le Haut-Doubs franco-suisse et sur le corégone au lac de Constance. Les premiers résultats montrent qu'une part importante des jeunes truites présentes à l'automne dans le Doubs provient de l'alevinage. L'efficacité varie beaucoup entre les secteurs, sans doute en fonction de la reproduction naturelle. Si la démonstration de l'efficacité de l'alevinage est faite, il reste à savoir si on réalise réellement un complément de production ou si l'alevinage prend la place d'une production naturelle potentielle.

L'estimation de la récolte, les statistiques de pêche

Certains résultats présentés précédemment dépendent de l'obtention d'une information sur les captures. Avant les recherches entreprises, les données fournies sur les cap-

tures étaient globales et incontrôlables. Les déclarations étaient mensuelles et n'indiquaient pas d'effort de pêche. Une simple déclaration de capture n'informe pas sur l'état réel de la ressource, si on ne sait pas s'il a fallu 10 ou 20 jours de pêche pour la réaliser. La mise en place de statistiques journalières obligatoires pour tous les pêcheurs, avec possibilité de contrôle, n'a pu se faire qu'après quelques années d'information et de dialogue. Le système fonctionne depuis 1986 sur le Léman et 1988 sur les autres lacs (Gerdeaux 1990). L'INRA a fait le travail de saisie des données les premières années. Les services gestionnaires de la DDAF assurent maintenant cette tâche et publient chaque année des résultats synthétiques. Les données individuelles restent disponibles pour la recherche.

Ces statistiques sont l'élément indispensable au suivi des pêcheries, mais elles doivent être complétées par des données sur la structure en taille ou en âge des poissons pêchés par exemple. Des échantillons complémentaires sont réalisés par quelques pêcheurs qui ont accepté d'apporter leur concours au travail de recherche en indiquant la taille exacte de leurs poissons et en prélevant des écailles pour la détermination de l'âge des poissons.

Les statistiques de pêche ont fourni des informations intéressantes en matière de gestion de la pression de pêche. Sur les lacs d'Annecy et le Léman, 20 % environ des pêcheurs pêchent 80 % des poissons (Gerdeaux 1991). Une augmentation du nombre des pêcheurs n'augmente pas fortement la pression de pêche car les nouveaux pêcheurs ne sont souvent pas des pêcheurs performants. La mise en place d'un quota journalier ne peut être efficace que si le quota actuel est diminué de moitié. La seule façon de diminuer la pression effective de pêche est d'intervenir sur les 20 % de pêcheurs assidus. La suppression d'un jour de pêche en semaine, qui pourrait même se faire au choix du pêcheur qui l'indiquerait en début de saison sur son carnet de pêche, diminuerait les captures de l'ordre de 15 %. Le rapport de force entre pêcheurs amateurs et professionnels étant en faveur des premiers, c'est d'abord la pression de pêche des seconds qui est diminuée si besoin (Wojtenka *et al* 1988). Dans ce cas, la répartition de la ressource se fait en donnant l'accès aux professionnels après les amateurs. La sélectivité des filets maillants est telle que l'augmentation de 2 mm de la maille des filets retarde de 6 mois l'entrée des corégonnes dans la pêcherie professionnelle. Il est ainsi possible de modifier le partage de la ressource en fonction des possibilités du stock ou des choix des gestionnaires.

Les séries de statistiques sont maintenant suffisamment longues (plus de 10 ans) pour que l'INRA puisse aborder des analyses portant par exemple sur les facteurs influençant les fluctuations du recrutement ; facteurs abiotiques comme le climat ou biotiques

comme les relations inter ou intra-populations. Un travail de thèse commence sur la modélisation de la dynamique de la population de corégone du lac Léman et du lac d'Annecy.

Conclusion

Les pêcheries des trois grands lacs subalpins français constituent un excellent modèle d'exploitation d'une ressource renouvelable exploitée pour le profit économique et pour le loisir. Les travaux entrepris à la station de Thonon ont permis d'apporter un bon diagnostic sur l'ensemble de la pêcherie des lacs subalpins. L'élevage des deux espèces typiques que sont l'omble chevalier et le corégone est bien maîtrisé. De nombreuses expériences sont maintenant possibles pour l'étude de la physiologie de l'omble ou des essais de marquage par fluorochromes. L'identification des points de blocage dans le système productif naturel et la démonstration de l'efficacité des alevinages en omble et corégone ont apporté les remèdes adéquats. Un programme de pacage lacustre pour les 3 grands lacs (Bourget, Annecy et Léman) a été développé dans le cadre du X^e contrat de plan Etat-Région. Il aboutit aux résultats escomptés.

Les études conduites depuis plus de 10 ans fournissent des séries temporelles suffisamment longues pour développer des modèles de dynamique de populations vivant dans un environnement changeant ; diminution de l'eutrophisation, réchauffement global. Ces recherches apporteront des résultats fondamentaux sur l'écologie des poissons lacustres mais aussi des résultats appliqués pour l'optimisation de la gestion halieutique.

Jusqu'à présent, la gestion porte séparément sur les différentes espèces sans que soient prises en compte les relations interspécifiques. La forte augmentation des effectifs d'ombles a-t-elle des conséquences négatives sur la production des autres populations ? Le bilan global est-il réellement positif ? La biodiversité d'un peuplement piscicole lacustre exploité est sans doute un élément à préserver pour maintenir ce système productif en situation optimum. Il faut chercher comment les gestions des différentes populations interfèrent, comment les reports d'effort de pêche d'une espèce à l'autre en fonction de la demande ou de la facilité des prises interviennent dans la dynamique du peuplement. Ce sont là autant de questions auxquelles un modèle de dynamique de peuplement pourra peut-être répondre pour encore améliorer la gestion et l'exploitation des populations piscicoles lacustres.

Références bibliographiques

- Champigneulle A., Escomel J., 1984. Marquage des salmonidés de petite taille par ablation de l'adipose ou des nageoires pelviennes. Bull. fr. piscic., 293/294, 52-58.
- Champigneulle A., Gerdeaux D., 1995. Survey, management and recent rehabilitation of Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) fishery in the french-Swiss lake Lemman. Nordic J. Freshw. Res., 71, 173-182.
- Champigneulle A., Rojas-Beltran R., 1990. First attempts to optimize the mass rearing of whitefish (*Coregonus lavaretus* L.) larvae from Léman and Bourget Lakes (France) in tanks and cages. Aquat. Living Resour., 3, 217-228.
- Champigneulle A., Michoud M., Ducret L., 1986. Etude de la production de préestivaux de Corégones (*Coregonus* sp.) en cages éclairées immergées dans le Léman. Bull. fr. pêche Piscic., 300, 1-12.
- Champigneulle A., Rojas-Beltran R., Gillet C., Michoud M., 1994. Maîtrise de l'élevage en bassins avec un aliment sec des corégones (*Coregonus lavaretus*) pour le repeuplement. La Pisciculture française, 116, 4-26.
- Gerdeaux D., 1985. Les fluctuations dans les populations de poissons d'eau douce. Conséquence sur les études écologiques. Rev. fr. sci. eau, 4, 255-276.
- Gerdeaux D., 1990. Fisheries management in an international lake : Lake Geneva. In : W.L.T. van Densen, B. Steinmetz, R.H. Hughes (eds), Management of freshwater fisheries, 168-181. Proc. symp. EIFAC, Göteborg, Sweden 31/5-3/6 1988.
- Gerdeaux D., 1991. Study of the daily catch statistics for the professional and recreational fisheries on lakes Geneva and Annecy in Catch effort sampling strategies. In : I.G. Cowx (ed), Fishing News Books, 118-127.
- Gerdeaux D., Dewaele P., 1986. Effects of the weather and of artificial propagation on coregonid catches in Lake Geneva. Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limnol., 22, 343-352.
- Gerdeaux D., Champigneulle A., Laurent P.-J., Guillard J., 1990. Bilan des marquages de truites (LT > 8 cm) relâchées dans le lac d'Annecy et le Léman de 1964 à 1977. Bull. fr. Pêche Piscic., 319, 313-223.
- Gillet C., 1991. Egg production in an Arctic charr (*Salvelinus alpinus* L.) brood stock : effects of temperature on the timing of spawning and the quality of eggs. Aquat. liv. Resour., 4, 109-116.
- Rojas-Beltran R., Champigneulle A., 1992. Studies on the improvement of the first feeding on a dry diet for *Coregonus lavaretus* L. larvae. Aquaculture, 102, 319-331.

Rojas-Beltran R., Gillet C., 1995. Immersion mass-marking of otoliths and bone tissue of embryos, yolk-sac fry and fingerlings of Arctic charr *Salvelinus alpinus* (L.). *Nordic J. Fresw. Res.*, 71, 411-418.

Rojas-Beltran R., Champigneulle A., Vincent G., 1995. Mass-marking of bone tissue of *Coregonus*

lavaretus L. and its potential application to monitoring the spatio-temporal distribution of larvae, fry and juveniles of lacustrine fishes. *Hydrobiologia*, 300/301, 399-407.

Wojtenka J., Gerdeaux D., Allardi J., 1988. Coregonid fishery in Lake Annecy – an example of dual exploitation. *Finnish fish. res.*, 9, 389-396.