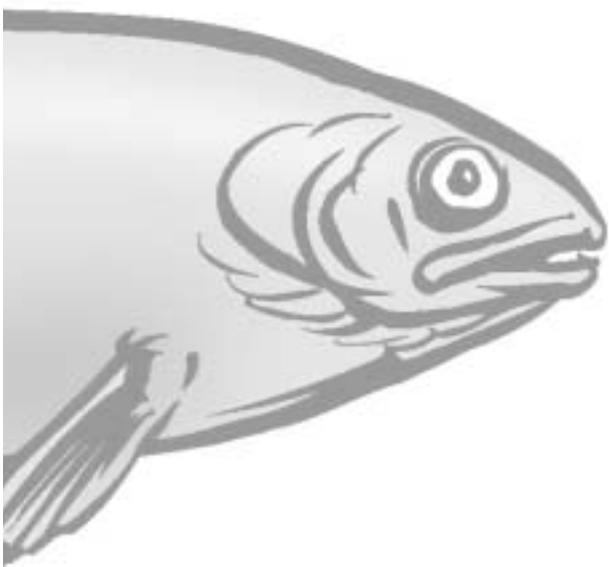


**INFORMATIONS CONCERNANT  
LA PÊCHE**

n° 71

**Efficacité  
des repeuplements  
piscicoles effectués  
en Suisse**



Office fédéral de  
l'environnement,  
des forêts et  
du paysage  
OFEFP



**INFORMATIONS CONCERNANT  
LA PÊCHE**

n° 71

**Efficacité  
des repeuplements  
piscicoles effectués  
en Suisse**

**Publié par l'Office fédéral  
de l'environnement, des forêts  
et du paysage OFEFP  
Berne, 2002**

**Editeur**

Office fédéral de l'environnement, des forêts et  
du paysage (OFEFP)

*L'OFEFP est un office du Département fédéral  
de l'environnement, des transports, de l'énergie  
et de la communication (DETEC)*

**Auteur**

Roger Gmünder, dipl. Natw. ETH, Appenzell

**Collaboration**

Dr. Claudia Friedl, OFEFP

**Illustrations**

Remo Gmünder, Appenzell

**Commande**

Office fédéral de l'environnement, des forêts  
et du paysage, Documentation

3003 Berne

Fax + 41 (0)31 324 02 16

E-mail: [docu@buwal.admin.ch](mailto:docu@buwal.admin.ch)

Internet: [www.environnement-suisse.ch/publications](http://www.environnement-suisse.ch/publications)

**Numéro de commande**

MFI-71-F

© OFEFP 2002

<b>Abstracts</b>	page 5
<b>Zusammenfassung</b>	page 6
<b>Résumé</b>	page 7
<b>Riassunto</b>	page 8
<b>1 Introduction</b>	
1.1 La question et le mandat	page 9
1.2 Comment s'est fait le rassemblement des études existantes	page 9
1.3 La structure du présent rapport	page 9
1.4 L'offre et les limites du présent travail	page 9
1.5 Le régime de l'annonce et de l'autorisation prescrit par la législation fédérale	page 10
<b>2 Travaux choisis</b>	
2.1 Repeuplement avec des estivaux de truite de rivière, BÜTTIKER (2000). La truite ( <i>Salmo trutta L.</i> ) du Flon de Carouge (Suisse), analyse de la population.	page 11
2.2 Repeuplement avec des estivaux de truite de rivière, BARANDUN & GMÜNDER (1997). Concept de gestion de la pêche en Appenzell Rhodes intérieures IFIKO, rapport partiel sur les cours d'eau	page 11
2.3 Repeuplement avec des estivaux de truite de rivière, FRIEDL (1996). Dynamique de la population et biologie de la reproduction de la truite de rivière ( <i>Salmo trutta fario L.</i> ) dans un cours d'eau alpin d'altitude.	page 12
2.4 Repeuplement avec des estivaux de truite de rivière, KRÄMER (1993). Essais de repeuplement avec des truites de rivière de provenances diverses	page 12
2.5 Repeuplement avec des truites de rivière d'un an, FLÜCK (1988). Essais de repeuplement dans la Gürbe.	page 13
2.6 Repeuplement avec des truites de rivière d'un an, POLLI (1995). Esperimento con immissione di individui 1+ marcati di trota fario nel fiume Ticino in Valle Bedretto e in Alta Leventina.	page 13
2.7 Repeuplement avec des truites de rivière de "mesure", Muggli (1988). Essai de marquage avec des truites de mesure (> env. 22 cm) dans la Reuss, Lucerne.	page 13
2.8 Repeuplement avec des truites de rivière de „mesure“, GMÜNDER <i>et al.</i> (2000). Argovie: Essais de repeuplement avec des truites de rivière et des brochets de "mesure" (env. 30 cm).	page 14
2.9 Repeuplement avec des estivaux de truite de rivière dans un milieu dépourvu de poissons, GERSTER & REY (1995). Etudes sur la biologie des poissons dans la Melezza, rapport final des études menées de 1992 à 1994	page 14
2.10 Repeuplement avec des pré-estivaux d'ombre de rivière, GUTHRUF (1996). Dynamique de la population et choix de l'habitat de l'ombre de rivière dans trois cours d'eau du Plateau central suisse.	page 14
2.11 Repeuplement avec des pré-estivaux d'ombre de rivière, VICENTINI (1998). Repeuplement avec des ombres de rivière dans le Haut-Rhin près de Stein am Rhein, contrôle de l'efficacité du repeuplement	page 15
2.12 Repeuplement avec des ombres de rivière d'un an, GUTHRUF & GUTHRUF (1999). Données de base pour une exploitation durable de l'ombre de rivière dans la Reuss lucernoise. 1er rapport intermédiaire.	page 15
2.13 Repeuplement avec des ombles chevaliers zougois (alevins, pré-estivaux, ombles d'un an), RUHLE (1976). La gestion de l'omble chevalier ( <i>Salvelinus alpinus (salvelinus) L.</i> ) dans le lac de Zoug.	page 15
2.14 Repeuplement de brochet de „mesure“, GMÜNDER <i>et al.</i> (2000). Argovie: Essais de repeuplement avec des truites et des brochets de « mesure » (env. 30 cm).	page 16
2.15 Repeuplement avec des alevins de corégone, RUHLE & KUGLER (1998). Relation entre l'incubation artificielle et l'incubation naturelle de corégonos.	page 17
2.16 Repeuplement avec des estivaux de corégone, MENG <i>et al.</i> (1986). Growth, mortality and yield of stocked coregonid fingerlings identified by microtags.	page 17

<b>3.3</b>	<b>Recommandations émises sur la base des résultats tirés de ces rapports</b>	
3.1	Truite de rivière	page 18
3.2	Ombre de rivière	page 20
3.3	Brochet	page 20
3.4	Corégone	page 20
<b>4</b>	<b>Marquage, reconnaissance et localisation des poissons</b>	
4.1	Techniques usuelles de marquage	page 21
4.1.1	Marques spaghetti ancre	page 21
4.1.2	Marques mâchoire	page 22
4.1.3	Amputation de nageoires en tant que marquage de courte durée	page 22
4.1.4	Marquage au froid	page 24
4.1.5	Marquage au moyen de pigments ou de colorants	page 25
4.1.6	Implants visibles	page 26
4.1.7	Coded wire tag (ou micromarques magnétiques)	page 26
4.1.8	Marquage thermique des otolithes	page 27
4.1.9	Marques fluorescentes	page 27
4.1.10	Marques électroniques	page 28
4.2	Comparaison des coûts des diverses méthodes	page 31
4.3	Où commander les produits de marquage	page 32
4.4	Anesthésiants pour poissons	page 34
4.5	Régime de l'autorisation et de l'annonce	page 34
<b>5</b>	<b>Structure et réalisation du contrôle d'efficacité</b>	
5.1	Formuler les questions simplement pour obtenir des résultats plus précis	page 35
5.2	Marquer les poissons avec la méthode de marquage la plus simple possible	page 35
5.3	Marquage d'individus, de groupes, de populations entières	page 35
5.4	Mortalité et perte des marques artificielles	page 35
5.5	Cours d'eaux utilisés pour les essais, dispersion des poissons et choix des tronçons	page 36
5.6	Repêche des poissons immergés	page 36
5.7	Développement des poissons immergés dans le temps – Interprétation des résultats	page 36
5.8	Comment chiffrer le succès du repeuplement	page 37
5.9	Tableaux avec des exemples	page 38
<b>6</b>	<b>Conclusions</b>	page 39
<b>7</b>	<b>Tableaux présentant les résultats des travaux</b>	page 41
<b>8</b>	<b>Littérature scientifique</b>	page 53

**Abstracts:** Die vorliegende Publikation gibt einen Überblick über 24 in der Schweiz durchgeführte Erfolgskontrollen von Besatzmassnahmen. Analysiert wurden die Überlebensrate und der Anteil der Besatzfische an der Population ebenso wie die verwendete Methodik. Im Bericht finden sich Angaben und Empfehlungen zum Besatz mit Bachforelle, Äsche, Hecht und Felche. In einem eigenen Kapitel detailliert dargestellt sind geeignete Markierungsmethoden für Besatzexperimente sowie Bezugsquellen für das dazu nötige Material. Schliesslich werden Empfehlungen abgegeben für das Durchführen von Erfolgskontrollen.

Stichwörter: Fischereibewirtschaftung, Fischbesatz, Erfolgskontrolle, Markierungsmethoden

**Abstracts:** Cette publication donne un aperçu de 24 contrôles de l'efficacité de repeuplements piscicoles effectués en Suisse. Elle propose une analyse du taux de survie et de la proportion de poissons immergés dans la population totale, ainsi que des méthodes utilisées. Elle fournit aussi des données et des recommandations concernatn le repeuplement avec des truites de rivière, des ombres, des brochets et des corégones. Un chapitre spécifique présente en détail des méthodes de marquage adaptées aux expériences d'empoissonnement ainsi que des fournisseurs de matériel. Enfin le rapport donne quelques conseils pour la réalisation des contrôles d'efficacité.

Mots clés : gestion de la pêche, repeuplement, contrôle d'efficacité, méthodes de marquage.

**Abstracts:** La presente pubblicazione dà un quadro generale di 24 controlli dei risultati effettuati in Svizzera sulle misure di ripopolamento. Sono state analizzate sia le percentuali di sopravvivenza e il numero dei pesci da ripopolamento sia il metodo utilizzato. Nel rapporto vi sono indicazioni e consigli sul ripopolamento con trote comuni, temoli, lucci e coregoni. I metodi di marcatura adeguati per gli esperimenti sul ripopolamento come pure le fonti per il materiale sono presentati nel dettaglio in un capitolo a se stante; vengono dati consigli per la realizzazione di controlli.

Parole chiave: gestione della pesca, ripopolamento di pesci, controllo dei risultati, metodi di marcatura

**Abstracts:** The present publication provides an overview of 24 investigations of the effectiveness of fish stocking measures conducted in Switzerland. It analyses the survival rates of stocked fish and their proportions in populations, as well as the methodologies used. The report provides data and recommendations for stocking brook trout, grayling, pike and whitefish. In a special chapter, it sets out in detail suitable marking methods for stocking experiments and sources for procurement of the material. The report makes recommendations for carrying out performance monitoring.

Keywords: Fishery management, fish stocking, performance monitoring, marking methods

## Zusammenfassung

Fischbesatz gehört in allen Kantonen zur fischereilichen Bewirtschaftung der Gewässer. In erster Linie wird damit ein fehlender Laicherfolg überbrückt (Stützbesatz) oder die Befischung ausgeglichen (Kompensationsbesatz). In einigen Gewässern werden, um den Fangerfolg zu erhöhen, fangfähige Fische (Attraktionsbesatz) eingesetzt. Über den Erfolg von Besatzmassnahmen ist jedoch nur wenig bekannt, obwohl an verschiedenen Gewässern Besatzuntersuchungen durchgeführt wurden. Das liegt daran, dass die Ergebnisse nur selten publiziert werden. Für die vorliegende Arbeit wurden in der Schweiz durchgeführte Untersuchungen, datiert bis Mitte 2001, zusammengetragen und bezüglich Ergebnisse und verwendeter Untersuchungsmethoden analysiert. Daraus sollten Verallgemeinerungen über den Besatzerfolg sowie Empfehlungen für Markierungsmethoden abgegeben werden. Die Arbeit enthält daher ein eigenes Kapitel über Markierungsmethoden.

Insgesamt lagen 24 Untersuchungen zur Bearbeitung vor. Davon bezogen sich 13 auf Bachforellen, je 3 auf Äschen und Felchen, 2 auf Hechte und je 1 auf Saiblinge, Lachse und Seeforellen. Die Spannweite der Methoden und der Resultate war überraschend gross. Der Versuchsaufbau war bei vielen Arbeiten nicht "wissenschaftlich", weil lokale Fragestellungen im Vordergrund standen oder die Mittel begrenzt waren. Dementsprechend zeigten sich bald die Grenzen für verallgemeinernde Schlüsse. Der Besatzerfolg wurde durch zwei verschiedene Messgrössen angegeben: a) der Anteil der Besatzfische am Jahrgang bzw. an der Gesamtpopulation oder b) die Überlebensrate der Besatzfische. Eine Auswahl von 16 Arbeiten wird genauer vorgestellt.

Die Resultate zeigen, dass der Erfolg der Besatzmassnahmen sehr unterschiedlich ist. Für Bachforellen in hochalpinen Fließgewässern mit erschwerten Bedingungen für die Reproduktion kann der Besatzerfolg von Sömmerlingen beinahe 100 % (Anteil am Jahrgang) betragen. Hingegen war in den Gewässern, in denen eine erfolgreiche Reproduktion stattfindet, das Überleben der Besatzfische meist gering: Der Anteil der Besatzfische am Jahrgang betrug für Bachforellensömmerlinge maximal 22 % nach 2 Jahren. Die Ursache für das geringe Überleben kann eine zu grosse Menge Besatzfische für den vorhandenen Lebensraum sein, oder aber die Wildfische sind aufgrund ihrer besseren Adaption an die Umwelt langlebiger als die Besatzfische. Eine Dispersion (Verbreitung der Besatzfische auf eine längere Strecke) der markierten Fische kann als Grund für die Abnahme nicht bei allen Untersuchungen ausgeschlossen werden. Die grossen Unterschiede bei der Überlebensrate der Besatzfische (beispielsweise Bachforellensömmerlinge nach einem Jahr zwischen 2 und 67 %) zeigt die grosse Abhängigkeit des Erfolgs von den äusseren Bedingungen im Gewässer, welche von Jahr zu Jahr variieren können.

Aus den Ergebnissen kann die Empfehlung abgeleitet werden, dass der Besatz mit Brütlingen, Vorsömmerlingen oder Sömmerlingen generell am wirkungsvollsten ist. Die Wahl des Besatzalters muss aber zwingend davon abhängig gemacht werden, ob die für das Alter erforderlichen Lebensraumansprüche vorhanden sind. Bei markierten, fangfähigen Tieren erstreckten sich die Fangrückmeldungen von erfolglos bis 66 % bei den Forellen (Mittelwert bei 10 %) und 0 bis 6 % bei den Hechten. Über den Erfolg der Massenbesätze mit Felchen in die Seen fehlen bis heute verlässliche Zahlen in Bezug auf die Überlebensrate und den Anteil an der Population. Erste Voruntersuchungen am Bodensee ergaben einen relativ hohen Wert (40 % Anteil an einer Charge von Jungfischen aus dem See), der aber noch in keiner Weise gesichert ist.

Bei den angewendeten Markierungsmethoden konnte allgemein ein Trend hin zu aufwändigen Methoden festgestellt werden. Individualmarkierungen, welche das einzelne Individuum erkennbar machen, sind oft nicht notwendig, um die Frage nach dem Besatzerfolg zu beantworten. Gruppenmarkierungen, beispielsweise mit Farbtätowierungen, würden für viele Fragestellungen genügen. Hingegen sollte der Auflage, dass für eine eindeutige Interpretation der Resultate in einem Gewässersystem alle Besatzfische markiert werden müssen, vermehrt Beachtung geschenkt werden. Die Überprüfung des Besatzerfolgs sollte wenn immer möglich über den Elektrofang erfolgen. In grossen Flüssen oder Seen bewähren sich qualitative Abfischungen mit dem Netz. Rückmeldungen von markierten Fischen aus Anglerfängen erfassen den tatsächlichen Rückfang unvollständig und sind daher für klare Aussagen meist zu ungenau.

## Résumé

Dans tous les cantons, la gestion piscicole des eaux a recours aux repeuplements piscicoles. Ceux-ci visent soit à compenser la reproduction naturelle déficitaire (repeuplement de soutien), soit à équilibrer les prélèvements (repeuplement de compensation) ou soit à augmenter le taux de captures (repeuplement « surdensitaire » avec des poissons de « mesures »). Le succès de ces repeuplements est mal connu. Bien que des recherches à ce sujet aient été menées dans diverses eaux, leurs résultats n'ont été que rarement publiés. Dans le cadre de ce travail, les recherches menées en Suisse jusqu'au milieu de l'année 2001 ont été recueillies et analysées. Le rapport tente de dégager des généralités sur le succès des repeuplements ainsi que sur les méthodes de marquage. Il présente un chapitre spécifique consacré aux méthodes de marquage.

Vingt-quatre recherches au total ont été examinées. 13 d'entre elles concernent la truite de rivière, 3 l'ombre et 3 autres les corégones, 2 le brochet, 1 l'omble chevalier, 1 le saumon et 1 la truite lacustre. La diversité des méthodes et des résultats était étonnamment grande. Le protocole expérimental n'était pas toujours scientifique, car fondé sur des questions d'intérêt limité et local. Dans ces conditions, l'établissement de conclusions d'intérêt général s'est rapidement heurté à des limites. Le succès des repeuplements a été estimé à l'aide de deux paramètres: a) le taux de poissons immergés par rapport à la population de l'âge correspondant ou à l'ensemble de la population ou b) le taux de survie des poissons immergés. Un choix de 16 travaux est présenté plus en détail.

Les résultats montrent que le succès du repeuplement est très inégal. Pour la truite de rivière dans des cours d'eau alpins offrant des conditions peu favorables à la reproduction, le succès de repeuplement en estivaux peut atteindre 100 % (part de la classe d'âge concernée). A l'opposé, dans des eaux abritant une reproduction naturelle, la survie des poissons immergés est souvent faible: la part des estivaux de truite de rivière immergés atteint, après deux ans, au maximum 22 % de la classe d'âge correspondante. Les causes de cette faible survie peuvent être imputées aux quantités de poissons immergés, trop importantes par rapport aux capacités d'accueil du milieu, ou à la plus grande résistance des poissons sauvages mieux adaptés aux conditions locales. La dispersion des poissons marqués (répartition des poissons immergés sur de plus grands tronçons) ne peut pas être invoquée comme motif de réduction de ce taux dans toutes les recherches. La variabilité observée du taux de survie des poissons immergés (entre 2 et 67 % après une année pour les estivaux de truite de rivière par exemple) montre à quel point le succès du repeuplement dépend des conditions externes des cours d'eau, qui peuvent varier d'une année à l'autre.

Les repeuplements en alevins, en pré-estivaux ou en estivaux semblent les plus efficaces. Le choix de l'âge doit toutefois être déterminé en fonction de l'offre en habitats spécifiques à chaque âge. Pour les poissons de « mesures » marqués, les captures annoncées s'étendent de 0 à 66 % pour la truite (moyenne proche de 10 %) et de 0 à 6 % pour le brochet. Des chiffres fiables font défaut jusqu'à ce jour quant au succès des repeuplements intensifs de corégones dans les lacs, soit le taux de survie et la part de la population qu'ils représentent. Les premières enquêtes menées dans le lac de Constance donnent une valeur relativement élevée (une part de 40 % de la population de jeunes du lac), qui n'est pas encore confirmée.

Parmi les méthodes de marquage utilisées, une tendance générale vers des méthodes lourdes pourrait être relevée. Or les marquages individualisés, qui permettent de distinguer chaque individu, ne sont pas absolument nécessaires pour estimer le succès du repeuplement. Les marquages de masse, les colorations par exemple, devraient suffire pour vérifier de nombreuses hypothèses à condition que l'on prête une grande attention au fait que tous les poissons immergés dans un seul et même système hydrographique doivent être marqués pour permettre une interprétation explicite des résultats. L'examen du succès de repeuplement devrait, si possible, reposer sur des pêches électriques. Dans les grands cours d'eau ou les lacs, les pêches qualitatives au filet ont fait leurs preuves. Les captures de poissons marqués annoncées par les pêcheurs recensent les prises de manière incomplète et sont trop peu précises pour fournir des informations claires.

## Riassunto

In tutti i Cantoni il ripopolamento di pesci fa parte della gestione alieutica delle acque. Con tale provvedimento si cerca in primo luogo di colmare la mancanza di uova (ripopolamento di sostegno) o di compensare la pesca (ripopolamento di compensazione). In alcune acque, per far aumentare il successo della pesca, vengono utilizzati pesci catturabili (ripopolamento di attrazione). Tuttavia si sa poco sul successo delle misure di ripopolamento, sebbene in diverse acque siano state effettuate ricerche sui ripopolamenti. Ciò è dovuto al fatto che i risultati vengono raramente pubblicati. Per il presente lavoro, le ricerche effettuate in Svizzera fino a metà marzo 2001 sono state raccolte e analizzate in base ai risultati e ai metodi utilizzati. Da tali ricerche dovrebbero dunque scaturire le generalizzazioni riguardanti il successo del ripopolamento, come pure i consigli per i metodi di marcatura. Il lavoro contiene perciò un capitolo intero sui metodi di marcatura.

In totale sono state effettuate 24 ricerche, di cui 13 riguardavano le trote comuni, 3 rispettivamente i temoli e i coregoni, 2 i lucci e 1 rispettivamente i salmerini alpini, i salmoni e le trote di lago. La gamma dei metodi e dei risultati è stata incredibilmente ampia. Molti lavori non avevano carattere scientifico, poiché vi erano in primo piano problematiche limitate, locali. Sono quindi apparsi presto i limiti per trarre conclusioni generali. Il successo del ripopolamento è stato indicato con due diverse unità di misurazione: a) la quantità di pesci da ripopolamento nell'annata rispettivamente nel popolamento totale oppure b) il tasso di sopravvivenza dei pesci da ripopolamento. Viene presentata più precisamente una selezione di 16 lavori.

I risultati rivelano che il grado di successo delle misure di ripopolamento è molto vario. Per le trote comuni nei corsi d'acqua d'alta montagna con difficili condizioni per la riproduzione il successo di ripopolamento dei pesci estivali può essere quasi del 100 % (percentuale dell'annata). Invece nelle acque in cui ha luogo una buona riproduzione la sopravvivenza dei pesci da ripopolamento è generalmente ridotta: la percentuale di pesci da ripopolamento nell'annata è stata al massimo del 22 % dopo 2 anni per le trote comuni estivali. La causa di questo basso tasso di sopravvivenza può essere una quantità troppo elevata di pesci da ripopolamento per lo spazio vitale a disposizione, o allora i pesci selvatici vivono più a lungo dei pesci da ripopolamento grazie alla loro miglior capacità d'adattamento all'ambiente. La dispersione (diffusione dei pesci da ripopolamento su una superficie più grande) dei pesci marcati non è da escludere come motivo della diminuzione in tutte le ricerche. Le grandi differenze dei tassi di sopravvivenza dei pesci da ripopolamento (per esempio delle trote comuni estivali tra il 2 e il 67 % dopo un anno) mostra che il successo dipende considerevolmente dalle condizioni esterne nelle acque, che possono variare di anno in anno.

Dai risultati emerge la conclusione che il ripopolamento con avannotti, preestivali o estivali è generalmente il più efficace. La scelta dell'età del ripopolamento deve però necessariamente dipendere dall'esistenza o meno delle esigenze di habitat per l'età. Per i pesci marcati, catturabili, le segnalazioni di cattura sono passate da risultati nulli fino al 66 % per le trote (valore medio del 10 %) e dallo 0 al 6 % per i lucci. Sul successo dei ripopolamenti di massa con coregoni nei laghi mancano finora cifre affidabili, riguardo al tasso di sopravvivenza e alla percentuale nei popolamenti. Le prime ricerche preliminari nel Lago di Costanza hanno rilevato un valore relativamente alto (40 % di carico di pesci giovani del lago), che al momento non è però accertato.

Per i metodi di marcatura utilizzati in generale si è potuto stabilire una tendenza ad utilizzare metodi sempre più sofisticati. Marcature individuali, che permettono di riconoscere il singolo individuo, sono spesso superflue per rispondere alla questione del successo del ripopolamento. Le marcature di gruppo, per esempio con segni colorati, sarebbero state sufficienti per molte problematiche. Occorrerebbe invece prestare più attenzione al fatto che, per una chiara lettura dei risultati, in una rete idrografica devono essere marcati tutti i pesci da ripopolamento. Il controllo del successo del ripopolamento dovrebbe avvenire nella misura del possibile tramite la cattura con apparecchi elettrici. Nei grandi fiumi o laghi le pescate qualitative con le reti danno buoni risultati. Le indicazioni relative ai pesci contrassegnati che sono stati catturati da pescatori dilettanti comprendono le effettive ricatture in modo incompleto e sono quindi generalmente troppo imprecise per formulare chiare affermazioni.

## 1 Introduction

### 1.1 La question et le mandat

L'opinion publique est peu informée de l'efficacité des repeuplements piscicoles des cours d'eaux suisses, qu'ils soient pratiqués pour compenser une reproduction naturelle déficitaire (repeuplement de soutien) ou pour compenser les prélèvements excessifs ou les pertes piscicoles. De nombreuses études sur le terrain – généralement non publiées – fournissent des informations sur le succès des repeuplements. Le présent rapport rassemble ces études, les analyse et présente les résultats des contrôles d'efficacité des repeuplements. Il ne traite pas des repeuplements effectués pour des raisons écologiques de conservation des espèces.

### 1.2 Comment s'est fait le rassemblement des études existantes

Cette recherche a été menée à grande échelle. A la fin octobre 1999, nous avons écrit aux administrations cantonales, aux universités et aux instituts de recherche en les priant de nous faire parvenir la documentation sur leurs expériences en matière de repeuplement et de marquage. Nous leur avons précisé que nous étions intéressés non seulement par les travaux achevés mais aussi par les données brutes. Si notre lettre restait sans réponse, nous reformulions notre demande pour savoir s'il existait des données et comment nous pourrions les compléter. Lorsqu'il existait des travaux publiés sur ce sujet, leurs résultats ont été pris en compte dans le présent rapport.

### 1.3 La structure du présent rapport

Le **chapitre 2** présente un choix de résultats de repeuplements effectués dans des eaux suisses avec des poissons indigènes. Il s'agit de travaux de recherche effectués jusqu'au milieu de l'année 2001. On se reportera au tableau du chapitre 7 pour avoir une vue d'ensemble des résultats. La prudence est de mise lors de la comparaison des résultats, car les protocoles et les conditions d'expérience étaient rarement identiques. Les résultats sont classés en fonction de l'espèce et de l'âge des poissons. Le succès du repeuplement a été indiqué, selon le travail, de 3 manières différentes:

1. La proportion de poissons immergés par rapport à la population de l'âge correspondant (ou par rapport à la population totale),
2. Le taux de survie des poissons immergés et
3. Les annonces de poissons marqués capturés par les pêcheurs.

Le **chapitre 3** contient des recommandations émises sur la base des rapports qui nous sont parvenus. Le **chapitre 4** présente les techniques usuels de marquage des poissons. Ce recueil, qui présente les principaux avantages et inconvénients de chaque technique, est tiré de la documentation du cours de A. Peter et C. Ruhlé organisé en 1995 par l'EAWAG. La présentation de ces techniques est parfois assortie d'un commentaire présentant les enseignements tirés par les auteurs. Les données relatives aux coûts des diverses techniques de marquage sont fournies par HAMMER & BLANKENSHIP (2001). Le **chapitre 5** propose des recommandations sur la préparation et la réalisation du contrôle d'efficacité et répond aux questions fréquentes sur le choix de la technique de marquage. Chaque protocole d'expérience avait des exigences différentes en matière de marquage. Il faut donc faire le bon choix.

### 1.4 L'offre et les limites du présent travail

A l'image de la recherche que nous avons menée, ce travail présente une somme de résultats sur le succès des repeuplements. La vue d'ensemble qu'il fournit est néanmoins complète et reflète en grande partie les chiffres disponibles en Suisse jusqu'à la moitié de l'année 2001. Les enseignements tirés par les auteurs des études permettent de faire des recommandations sur le choix de la technique de marquage et d'expliquer des points essentiels dont il faudrait tenir compte lorsqu'on prépare l'expérience.

## 1.5 Le régime de l'annonce et de l'autorisation prescrit par la législation fédérale

**Régime de l'annonce:** conformément à l'art. 11 de l'ordonnance relative à la loi fédérale sur la pêche (RS 923.01), les cantons doivent annoncer tous les marquages de poissons à l'Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage (OFEP). Ils doivent communiquer les informations suivantes :

- 1 Le but du marquage.
- 2 Le type de marquage.
- 3 Le nombre d'animaux à marquer.
- 4 Les désignations en cas de marquage individuel.
- 5 Le début et la durée du relevé.
- 6 Le mode d'exploitation des données.

**Le régime de l'autorisation.** Les expériences de marquage sont considérées comme des expériences sur animaux au sens de l'art. 12 de la loi sur la protection des animaux (RS 455) et doivent être autorisées par le canton (art. 13a). L'ordonnance sur la pêche stipule (art. 11, al. 2) que, d'entente avec l'Office vétérinaire fédéral (OVF), l'OFEP publie des directives sur les méthodes de marquage des poissons qui ne sont pas soumises au régime de l'autorisation. Selon la directive de Protection des animaux No 4.03 émise par l'OFEP et l'OVF (1995), ces méthodes sont les suivantes:

- 1 Marquage au froid.
- 2 Marquage au moyen d'un colorant injecté à l'aide d'une seringue sans aiguille.
- 3 Coded Wire Tags (marques magnétiques).
- 4 Marques PIT (marques électroniques).
- 5 Marques chimiques utilisées comme colorants.

Les méthodes utilisées pour marquer les salmonidés, elles non plus, ne sont pas soumises au régime de l'autorisation. Il s'agit de:

- 6 Amputation de la nageoire adipeuse.
- 7 Marques à la mâchoire (pour les poissons de plus de 15 cm).
- 8 Implants visibles (pour les poissons de plus de 15 cm).

2 Travaux choisis

Ce chapitre présente un choix de mesures de repeuplement parmi celles qui nous ont été transmises. Il a pour but de donner une vue aussi complète que possible des essais de repeuplement effectués avec différentes espèces de poissons d'âges différents. Nous avons aussi indiqué les résultats en valeur absolue lorsqu'ils existaient.  $N_{t=0}$  correspond au nombre total de poissons marqués et immergés dans le tronçon au début de l'essai (jour 0). Les autres valeurs N indiquent le nombre de poissons marqués et immergés plus tard. Les conclusions ont été reprises en grande partie des rapports.

L'efficacité du repeuplement est indiquée par les auteurs de trois façons:

1. **Proportion** de poissons marqués **par rapport à la population de l'âge correspondant** (parfois également **par rapport à la population totale**).
2. **Taux de survie**: pourcentage des poissons immergés qui ont survécu dans le cours d'eau après un certain temps.
3. **Annonces**, par les pêcheurs, **des poissons marqués** capturés.

**2.1 Repeuplement avec des estivaux de truite de rivière**, BÜTTIKER (2000). La truite (*Salmo trutta* L.) du Flon de Carouge (Suisse), analyse de la population.

Eaux: Petite rivière, 530 à 800 m d'altitude, région à truites.

Contrôle d'efficacité: Essai sur plusieurs années: les pourcentages reflètent la **proportion** d'estivaux immergés **par rapport à la population de l'âge correspondant**.

Efficacité du repeuplement:	Année de naissance 1985,	Année de naissance 1986,
	4892 estivaux marqués	6446 estivaux marqués
	après 25 jours: <b>67 %</b> (Nmarqué 524)	après 1 mois: <b>77 %</b> (Nmarqué 120)
	après 7 mois: <b>55 %</b> (Nmarqué 313)	après 7 mois: <b>65 %</b> (Nmarqué 177)
	après 12.5 mois: <b>38 %</b> (Nmarqué 229)	après 14 mois: <b>46 %</b> (Nmarqué 97)
	après 18 mois: <b>31 %</b> (Nmarqué 134)	après 19 mois: <b>22 %</b> (Nmarqué 52)
	après 25.5 mois: <b>20 %</b> (Nmarqué 59)	

Conclusion: Une population viable est garantie même sans repeuplement. Les poissons qui se sont reproduits naturellement sont plus résistants que les poissons de repeuplement. L'auteur a pu établir une corrélation importante entre les variations des débits et les variations du rendement de la pêche au cours de la même année. Cette relation n'a pas été observée après 2, 3 ou 4 ans.

**2.2 Repeuplement avec des estivaux de truite de rivière**, BARANDUN & GMÜNDER (1997). Concept de pêche d'Appenzell Rhodes intérieures IFIKO, rapport partiel sur les cours d'eau.

Eaux: Torrent d'une largeur de 10 à 20 m, région à truites, 800 m d'altitude.

Contrôle d'efficacité: Repeuplement avec des estivaux immergés de manière homogène dans la Sitter: les estivaux utilisés ont été marqués dans les 3 tronçons ainsi qu'en amont et en aval jusqu'à une distance de 200 m au-delà des tronçons. Les poissons ont été repêchés à l'électricité après 2 semaines. Les valeurs reproduites correspondent aux **taux de survie**.

Efficacité du repeuplement:	après 13 jours: <b>12 %</b> (tronçon 1: $N_{t=0}$ 311 / $N_{t=13\text{jours}}$ 38)
	<b>12 %</b> (tronçon 2: $N_{t=0}$ 223 / $N_{t=13\text{jours}}$ 27)
	<b>16 %</b> (tronçon 3: $N_{t=0}$ 223 / $N_{t=13\text{jours}}$ 35)

Conclusion: Ces résultats indiquent clairement que le recrutement naturel à lui seul permet, dans une large mesure, d'atteindre la densité maximale d'estivaux. Recommandation: ne pas immerger des estivaux dans la Sitter mais des alevins dans les cours d'eau latéraux qui ne peuvent pas être atteints par les poissons en âge de frayer en raison de la présence d'obstacles artificiels.

**2.3 Repeuplement avec des estivaux de truite de rivière, FRIEDL (1996).** Dynamique de la population et biologie de la reproduction de la truite de rivière (*Salmo trutta fario L.*) dans un cours d'eau alpin d'altitude.

Eaux: Rivière de haute montagne entre 1'850 et 2'210 m d'altitude.

Contrôle d'efficacité : Repeuplement avec des estivaux dans 3 tronçons (Tr.) sur 3 ans: le tronçon 1, pentu, est situé à 2'200 m, le tronçon 2, pentu, est situé à 2'100 m et le tronçon 3, plat, à 1'850 m d'altitude; contrôle par des captures quantitatives.

Efficacité du repeuplement:	Année de naissance 90			Année de naissance 91			Année de naissance 92		
	Tr. 1	Tr. 2	Tr. 3	Tr. 1	Tr. 2	Tr. 3	Tr. 1	Tr. 2	Tr. 3
<b>Poissons survivants</b>									
N <sub>t=0</sub> :	400	450	400	130	160	130	100	200	100
après 3 mois:	-	-	-	-	100 %	50 %	-	47 %	35 %
après 12 mois:	2 %	4 %	17 %	67 %	58 %	39 %	-	31 %	-
après 15 mois:	-	6 %	17 %	-	57 %	33 %	-	-	-
après 24 mois:	2 %	6 %	8 %	-	53 %	-	-	-	-

**Proportion d'estivaux par rapport à la population de l'âge correspondant**

N <sub>t=12mois</sub> :				85	49	95	37		
après 12 mois:	-	-	-	-	99 %	88 %	-	99 %	95 %

Conclusion: L'efficacité du repeuplement varie fortement d'une année à l'autre de manière aléatoire en raison de la forte influence exercée par des facteurs abiotiques (crues surtout). De fortes crues sont plus néfastes aux jeunes poissons dans les tronçons pentus que dans les tronçons plats; les jeunes poissons de repeuplement survivent davantage dans les tronçons pentus et bien structurés. En général, si les poissons immergés l'année précédente se sont bien établis, le taux de survie des poissons de repeuplement de l'année suivante est plus faible. Dans la rivière alpine d'altitude où les zones de reproduction sont peu nombreuses, l'ensemble de la population peut être issue du repeuplement. Il faut cependant renoncer au repeuplement dans les zones de reproduction naturelles restantes.

**2.4 Repeuplement avec des estivaux de truites de rivière, KRÄMER (1993),** Essais de repeuplement avec des truites de rivière de provenances diverses.

Eaux: Petite rivière d'un village du Plateau

Contrôle d'efficacité : Immersion de 301 estivaux marqués provenant d'une souche sauvage et de 300 estivaux marqués provenant d'un élevage. Les poissons ont été répartis en tête de bassin sur 400 m; les pêches de contrôle ont eu lieu en aval du tronçon d'immersion jusqu'à l'embouchure dans la Murg. Les pourcentages indiquent la **proportion de poissons immergés par rapport à la population totale**.

Efficacité du repeuplement:	Estivaux sauvages		Estivaux d'élevage	
	après 195 jours:	20 % (N <sub>sauvage</sub> 81)		après 187 jours:
après 379 jours:	13 % (N <sub>sauvage</sub> 44)		après 371 jours:	20 % (N <sub>élevage</sub> 68)
après 554 jours:	13 % (N <sub>sauvage</sub> 30)		après 546 jours:	16 % (N <sub>élevage</sub> 37)
après 730 jours:	5 % (N <sub>sauvage</sub> 24)		après 722 jours:	5 % (N <sub>élevage</sub> 26)
après 888 jours:	5 % (N <sub>sauvage</sub> 7)		après 880 jours:	1 % (N <sub>élevage</sub> 1)

Conclusion: Sur deux ans, le repeuplement avec des poissons d'élevage est meilleur que celui pratiqué avec des poissons sauvages. Après ces deux ans, les droites de l'évolution des pourcentages de poissons se croisent (pour des poissons d'une longueur totale d'environ 20 cm) et montrent que le repeuplement avec des poissons de géniteurs sauvages a tendance à renforcer la population à long terme tandis que le repeuplement avec des estivaux provenant d'élevage tend à l'affaiblir.

**2.5 Repeuplement avec des truites de rivière d'un an**, FLÜCK (1988). Essai de repeuplement dans la Gürbe.

Eaux: Rivière peu structurée, de 7 à 12 m de large.

Contrôle d'efficacité : 20'000 truites d'une année marquées ont été immergées dans la rivière de manière homogène sur 20 km (1 poisson tous les mètres); pêches après 4.5, 11 et 19 mois.  $N_{t=0}$  506 comme valeur obtenue par interpolation.

Efficacité du repeuplement:	Taux de survie	Proportion de poissons immergés par rapport à la population de l'âge correspondant
après 4.5 mois:	<b>35 %</b>	<b>29 %</b> ( $N_{t=4.5\text{mois}}$ 176)
après 11 mois:	<b>25 %</b>	<b>16 %</b> ( $N_{t=11\text{mois}}$ 126)
après 19 mois:	<b>5 %</b>	<b>4 %</b> ( $N_{t=19\text{mois}}$ 23)

Conclusion: Lors de toutes les pêches de contrôle, les poissons marqués repêchés représentent une minorité par rapport aux poissons non marqués. De plus, la proportion de poissons marqués diminue constamment durant la période d'essai (2 ans). Les résultats indiquent que les truites d'une année sont trop chères pour le repeuplement. Les truites d'une année immergées ne survivent que difficilement et ne contribuent pas de manière essentielle au repeuplement. On renoncera donc à immerger de telles truites les années où aucun événement dommageable n'a réduit la population.

**2.6 Repeuplement avec des truites de rivière d'un an**, POLLI (1995). Esperimento con immissione di individui 1+ marcati di trota fario nel fiume Ticino in Valle Bedretto e in Alta Leventina.

Eaux: Ticino, soumise à une exploitation hydroélectrique par éclusées.

Contrôle d'efficacité : 2 pêches après 5 et 9 mois dans de petits segments des 7 tronçons principaux (densité de repeuplement: une truite d'une année tous les 2 mètres). On a mesuré le **taux de survie**.

Efficacité du repeuplement:	après 5 mois:	<b>21 - 100 %</b> ( $N_{t=0}$ 20 – 42)
	après 9 mois:	<b>0 - 23 %</b> ( $N_{t=0}$ 78 – 100)

La variation du taux de survie des truites d'une année dans les différents tronçons était encore très grande 5 mois après le repeuplement. Les résultats indiquent clairement que la mortalité joue un rôle durant la 2<sup>e</sup> année alors qu'elle est faible durant la première année du repeuplement. L'auteur estime à **10% le taux de survie moyen** jusqu'à l'âge de reproduction pour les truites d'une année immergées.

Conclusion: Un repeuplement avec des truites d'une année ne permet pas de maintenir durablement une population. Il serait important que les poissons de repeuplement aient la même taille que les poissons sauvages du même âge, afin que la concurrence entre eux ne favorise pas les uns au détriment des autres.

**2.7 Repeuplement avec des truites de rivière « de mesure »**, MUGGLI (1988). Essai de marquage avec des truites „de mesure” (> env. 22 cm) dans la Reuss, Lucerne.

Eaux: Reuss près de Lucerne, région riche en ombres et en barbeaux.

Contrôle d'efficacité : Les pêcheurs ont annoncé les poissons marqués qu'ils ont pêchés. Le chiffre indique la **proportion de poissons repêchés par rapport à l'ensemble des poissons immergés**, qui était de 300 poissons. Le nombre de poissons repêchés non annoncés n'est pas connu.

Annonce: Repeuplement 1987: **56 %** (Nannoncé 167) durant la première année après le repeuplement.  
 Repeuplement 1988: **66 %** (Nannoncé 198) durant la première année après le repeuplement.  
 Environ 90 % des poissons marqués repêchés ont été capturés dans les 2 premiers mois et la plus grande partie de ces 90 % a été repêchée dans le premier mois qui a suivi le repeuplement.

Conclusion: La majorité des poissons a été repêchée à la ligne à proximité de la zone d'immersion et peu après le repeuplement. La distance maximale de migration a été de 20 km en aval et de 12 km en amont. On ne sait pas avec certitude où se situent les poissons qui n'ont pas été repêchés.

### 2.8 Repeuplement avec des truites de rivière de « mesure », GMÜNDER *et al.* (2000), Argovie, essais de repeuplement avec des truites de rivière et des brochets de mesure (env. 30 cm), (résultats relatifs aux brochets, cf. chap. 2.14).

Eaux: Petites et moyennes rivières de prairie et le Rhin près de Koblenz.

Contrôle d'efficacité: Marquage individuel de truites de rivière de mesure (env. 30 cm), annonce par les pêcheurs des poissons capturés. Les pourcentages correspondent à la **proportion de truites repêchées annoncées par rapport à l'ensemble des poissons utilisés pour le repeuplement**. On ne connaît pas le nombre de truites de mesure repêchées et marquées qui n'ont pas été annoncées.

Annonce:	Wölflinswilerbach:	<b>0 %</b> (Nannoncé 0)
	Erzbach:	<b>1 %</b> (Nannoncé 1)
	Wissenbach:	<b>6 %</b> (Nannoncé 3)
	Rhin:	<b>14 %</b> (Nannoncé 69)

Conclusion: Le succès du repeuplement est insignifiant, mais son coût et les efforts qu'il a nécessités sont importants. Le contrôle d'efficacité au moyen des annonces n'est pas fiable, par conséquent la fiabilité des données est faible. Quasiment toutes les annonces font état de captures durant les 5 premiers mois, et la majorité d'entre elles ont eu lieu dans la zone de repeuplement. La distance maximale de migration a été de 2.7 km en amont et de 20 km en aval.

### 2.9 Repeuplement avec des estivaux de truite de rivière dans un milieu dépourvu de poissons, GERSTER & REY (1995). Etudes sur la biologie des poissons dans la Melezza, rapport final des études menées de 1992 à 1994.

Eaux: Torrent situé à l'aval d'une retenue, influence des crues, débit moyen 5 à 7 m<sup>3</sup>/s.

Contrôle d'efficacité: 7 pêches de contrôles. Les estivaux marqués provenaient de deux cohortes différentes. Les deux tronçons où s'est déroulé le repeuplement étaient pratiquement dépourvus de poissons en raison d'une vidange de la retenue. Les pourcentages correspondent à la proportion de poissons de la première cohorte repeuplée (immérgés au stade d'estivaux) par rapport à la population totale. Une colonisation partielle du tronçon repeuplé était possible via les affluents latéraux et la partie plus en amont. Les chiffres fournissent ainsi une indication sur la contribution du repeuplement lorsque les poissons sauvages doivent également reconquérir l'habitat. On a mesuré la **proportion de poissons marqués par rapport à la population totale**.

Efficacité du		tronçon 1	tronçon 2
repeuplement:	après 5.5 mois:	<b>83 %</b> (Nmarqué 85)	<b>87 %</b> (Nmarqué 238)
	après 10.5 mois:	<b>42 %</b> (Nmarqué 58)	<b>60 %</b> (Nmarqué 125)

Conclusion: Une immersion après la crue d'automne réduit fortement la mortalité. Après trois ans, il a été possible de reconstituer une population de truite en repeuplant un cours d'eau inhabité avec des estivaux. La structure de la population était comparable à la situation avant la vidange.

### 2.10 Repeuplement avec des pré-estivaux d'ombre de rivière, GUTHRUF (1996). Dynamique de la population et choix de l'habitat de l'ombre de rivière dans trois cours d'eau du Plateau central suisse.

Eaux: Aar entre Jaberg et Bremgarten.

Contrôle d'efficacité: Marquage de groupes de poissons, diverses pêches de contrôle à l'électricité au fil du temps (de 18 à 271 jours) dans des tronçons d'essai stables. Seuls des pré-estivaux marqués d'ombre ont été utilisés pour le repeuplement de l'Aar entre Jaberg et Bremgarten (30 km). On a mesuré la **proportion de poissons marqués par rapport à la population de l'âge correspondant**.

Efficacité du  
repeuplement: à peine 50 jours après le repeuplement: **13 - 16 %** (Nmarqué 4 - 25),  
après 6 mois: **6 - 10 %** (Nmarqué 11 - 20)

Conclusion: Durant les deux années, le repeuplement n'a permis d'augmenter l'abondance de l'effectif d'ombres sauvages que de manière très faible.

**2.11 Repeuplement avec des pré-estivaux d'ombre de rivière**, VICENTINI (1998). Repeuplement avec des ombres de rivière dans le Haut-Rhin près de Stein am Rhein, contrôle d'efficacité du repeuplement.

Eaux: Haut-Rhin entre le Lac inférieur de Constance et l'embouchure de la Thur.

Contrôle d'efficacité : Coloration des alevins (à l'alizarine), estimations à l'aide de prélèvements au hasard. On a mesuré la proportion **de poissons marqués avec le colorant par rapport à la population de l'âge correspondant**.

Efficacité du  
repeuplement: après 2 mois: **44 %** (Nmarqué 22), bassin des chutes du Rhin  
**22 %** (Nmarqué 11), Flurlingen  
**2 %** (Nmarqué 1), Büsingen

Conclusion: Les pré-estivaux d'ombres sont marqués par balnéation à l'alizarine. La coloration fonctionne. Les chiffres obtenus sont très incertains, car il reste de nombreuses questions non résolues concernant les conditions générales (mélange des poissons sauvages et des poissons de repeuplement, mortalités, migration – fidélité à un emplacement). Un filet avec des mailles de 6 mm de largeur a été le filet le plus efficace pour repêcher les estivaux (de 5 à 8 cm). La re-capture à l'aide d'un engin de pêche à l'électricité et de plongées ne permet de faire que des estimations très vagues de la population de poissons de l'âge correspondant.

**2.12 Repeuplement avec des ombres de rivière âgés d'une année**, GUTHRUF & GUTHRUF (1999). Données de base pour une exploitation durable de l'ombre de rivière dans la Reuss lucernoise. 1er rapport intermédiaire.

Eaux: Reuss à Lucerne.

Contrôle d'efficacité : Des pêcheurs choisis ont noté si les poissons qu'ils ont pêchés étaient marqués ou non. On a distingué également les poissons de taille et ceux n'ayant pas atteint la taille de capture (cf. chapitre 5.6). Les pourcentages indiquent la proportion **de poissons marqués par rapport à la population de l'âge correspondant**.

Efficacité du  
repeuplement: Durant l'année du repeuplement: **14 %** (Nmarqué 36), (âge 1+)  
Une année après le repeuplement: **7 %** (Nmarqué 10), (âge 2+)

Conclusion: Le recrutement naturel de l'ombre dépend beaucoup de la structure des rives. La gestion de l'ombre de rivière devrait donc passer par la préservation et la création d'habitats appropriés. Cet essai indique que la proportion de poissons de repeuplement par rapport aux poissons de l'âge correspondant diminue continuellement. La mortalité des poissons de repeuplement est probablement plus élevée que celle des ombres sauvages de l'âge correspondant.

**2.13 Repeuplement avec des ombles chevaliers zougois (alevins, pré-estivaux, ombles d'un an)**, RUHLE (1976), La gestion de l'omble chevalier (*Salvelinus alpinus salvelinus* L.) dans le lac de Zoug.

Eaux: Lac de Zoug 1972: lac mésotrophe à eutrophe, absence de reproduction naturelle.

Contrôle d'efficacité: Les pourcentages indiquent la **proportion de poissons de repeuplement** qui ont pu être **capturés (valeur de repeuplement)**. Les alevins et les pré-estivaux n'ont pas été marqués. En lieu et place du marquage, l'auteur a examiné la structure des âges des poissons pêchés et calculé la valeur de repeuplement en partant de l'hypothèse (confirmée) que tous les poissons pêchés étaient des poissons de repeuplement.

Ombles chevaliers d'une année: marquage de tous les poissons utilisés pour le repeuplement et annonce par les pêcheurs des ombles marqués repêchés. Les chiffres absolus concernant les ombles d'une année ( $N_{\text{repêché}}$ ) sont des chiffres corrigés des valeurs attendues, car la discipline des annonces par les pêcheurs n'est jamais connue et parce qu'une partie des marques a été perdue.

Efficacité du repeuplement: Alevins: **0.4 %** (moyenne sur 10 ans)  
 Pré-estivaux: **2.7 %** (moyenne sur 13 ans)  
 Ombles d'une année: **8.5 %** ( $N_{\text{repêché}}$  100) - **20.5 %** ( $N_{\text{repêché}}$  80)

Conclusion: Recommandation: utiliser pour le repeuplement des ombles chevaliers d'une année (le rapport original contient des informations détaillées sur l'élevage optimisé et les emplacements de repeuplement idéaux).

**2.14 Repeuplement avec des brochets « de mesure »**, GMÜNDER *et al.* (2000). Argovie: essais de repeuplement avec des truites et des brochets de « mesure » (env. 30 cm).

Eaux: Limmat, Rhin et Aar.

Contrôle d'efficacité: Marquage individuel des estivaux de brochets (env. 30 cm), les pourcentages mentionnés correspondent à la **proportion de poissons repêchés annoncés par rapport au nombre total de poissons immergés**.

Annonce:	essai 1	essai 2	essai 3
Limmat:	<b>0.4 %</b> (Nannoncé 1)		
Rhin:	<b>0.4 %</b> (Nannoncé 1)	<b>1.3 %</b> (Nannoncé 5)	
Aar:	<b>2.0 %</b> (Nannoncé 8)	<b>2.2 %</b> (Nannoncé 12)	<b>6 %</b> (Nannoncé 21)

Conclusion: Le contrôle d'efficacité au moyen des annonces des pêcheurs n'est pas fiable, car le pourcentage d'annonces par ces derniers demeure inconnu. La plupart des annonces font état de captures après une année.  
 Concernant le repeuplement en novembre: on peut partir du principe que les brochets avaient une taille de capture supérieure à 50 cm à la fin de la période de protection, à la fin avril de l'année suivante, et pouvaient donc être capturés. La majorité des brochets ont été repêchés dans la zone d'immersion. La distance de migration la plus grande a été de 14 km en amont et de 10 km en aval.

**2.15 Repeuplement avec des alevins de corégone**, RUHLE & KUGLER (1998). Relation entre l'incubation artificielle et l'incubation naturelle de corégones.

Eaux: Lac de Constance: lac mésotrophe, une reproduction naturelle de corégone dans ce lac n'est pas connue.

Contrôle d'efficacité: Marquage à la tétracycline de tous les corégones du lac supérieur de Constance (environ 200 - 300 millions) provenant de piscicultures. Repeuplement avec des alevins. Environ 1'000 estivaux ont été capturés en été après le marquage durant 8 nuits au moyen d'un chalut (taille des estivaux: de 4 à 10 cm). Mortalité due au marquage: 10% au maximum. Taux de marquage supérieur à 95 %.

Efficacité du repeuplement: Environ **40 %** des estivaux repêchés dénombrés étaient marqués ( $N_{\text{marqué}}$  87).

Conclusion: Ces 40 % doivent absolument être considérés comme une **valeur isolée**. Selon les auteurs, ces données ne sont pas garanties statistiquement et peuvent fournir tout au plus une indication. L'essai a été interrompu en raison de problèmes liés à la méthode et à la logistique. Concernant la méthode, une solution semble se dessiner si l'on marque les poissons avec de l'alizarine. La technique de marquage est encore testée en laboratoire.

**2.16 Repeuplement avec des estivaux de corégone**, MENG *et al.* (1986). Growth, mortality and yield of stocked coregonid fingerlings identified by microtags.

Eaux: Lac de Sarnen 1981, lac mésotrophe.

Contrôle d'efficacité : Marquage de 7'427 estivaux avec des micromarques magnétiques (CWT): mortalité due au marquage: 5 %, taux de perte des marques durant les 15 premiers jours: 8.5 %, taux de perte des marques avant la re-capture: environ 10 %.

Les poissons pêchés par les pêcheurs professionnels ont été systématiquement examinés afin de rechercher les corégones marqués.

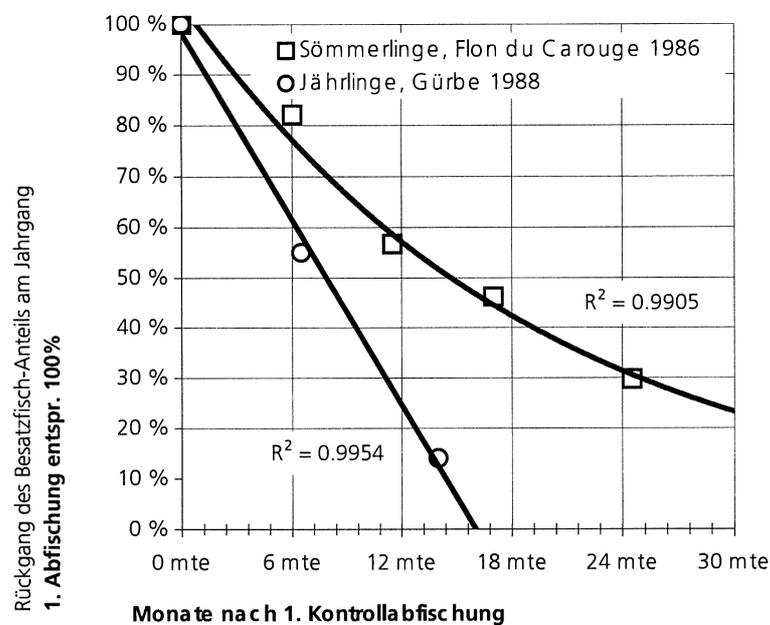
Taux de re-captures: **10 %** (Nmarqué 636)

Conclusion: Rendement de capture pour 1'000 estivaux de corégone dans le lac de Sarnen: 17 kg. La mortalité totale de la population de corégone est minime avant que les poissons n'atteignent la taille de capture, les corégones sont alors âgés de 3 à 4 ans et plus.

### 3 Recommandations émises sur la base des résultats tirés des rapports

#### 3.1 Truite de rivière

Pour la truite de rivière, le résultat des études est clair: à l'exception de certains sites dans des rivières alpines, où FRIEDL (1996) a constaté un succès à long terme, le repeuplement des cours d'eau ne permet pas de soutenir durablement la population. La proportion de poissons de repeuplement par rapport à la population de poissons de l'âge correspondant diminue continuellement. Ce phénomène s'explique par une mortalité plus élevée chez les poissons immergés que chez les poissons sauvages (car moins adaptés génétiquement à la rusticité du milieu) ou une migration en amont ou en aval. Les résultats de GERSTER & REY (1995) montrent que cela est vrai aussi dans les rivières où des crues dévastatrices ou d'autres événements ont décimé la population locale; bien que le repeuplement accélère la recolonisation du milieu, à long terme, les poissons immergés cèdent leur place aux poissons sauvages.



Le graphique montre le recul des poissons de repeuplement par rapport à la population de poissons de l'âge correspondant au fil du temps (mte = mois). La première pêche est égale à 100%. Les données relatives aux estivaux sont tirées de l'étude de BÜTTIKER (2000) dans le Flon de Carouge, une petite rivière d'une région à truites.

Les résultats relatifs au repeuplement avec des truites d'une année (Jährlinge) ont été obtenus par FLÜCK (1988) lors d'un essai dans la Gürbe, une rivière peu structurée.

Le repeuplement avec des estivaux semble être plus efficace à long terme que le repeuplement avec des truites d'une année. Le tableau de la page suivante l'illustre de manière synthétique. En raison des régimes hydrologiques très différents d'une région à l'autre, GERSTER & REY (1995) recommandent de choisir le moment du repeuplement (alevins, pré-estivaux ou estivaux) en fonction des crues régionales attendues.

Le repeuplement avec des truites de mesure permet certes d'améliorer de beaucoup le rendement de la pêche mais ne contribue pas au soutien de la population. Une grande partie des poissons immergés disparaît. Le reste est pêché déjà durant les premiers mois qui suivent le repeuplement. Le taux d'annonce des poissons de mesure marqués capturés varie entre 0% et 66% (médiane: 10%). POLL (1995) recommande que les poissons immergés devraient avoir la même taille que les poissons sauvages de l'âge correspondant, sinon la concurrence résultant de ce déséquilibre aura une influence négative.

**Tableau:** Vue d'ensemble des résultats des études qui nous ont été transmises. Les valeurs indiquées montrent une grande marge de fluctuation. Sont indiquées les proportions d'estivaux et de truites d'une année par rapport aux poissons sauvages d'âge correspondant en fonction du temps

Temps depuis le repeuplement	Proportion de poissons de repeuplement par rapport à la population de l'âge correspondant		Taux de survie	
	Estivaux	Truites d'une année	Estivaux	Truites d'une année
0.5 mois			12 – 16 %	
1.0 mois	68 – 77 %			
3.0 mois			35 – 100 %	
4.5 mois		29 %		35 %
5.0 mois				21–100 %
6.0 mois			23 – 44 %	
7.0 mois	45 – 70 %			
9.0 mois				0 – 23 %
11.0 mois		16 %		25 %
12.0 mois	88 – 99 %		2 – 67 %	10 %
12.5 mois	38 %			
14.0 mois	43 %			
15.0 mois			6 – 57 %	
18.0 mois	28 %			
19.0 mois	22 %	4 %		5 %
24.0 mois			2 – 53 %	10 %
25.5 mois	21 %			

Ces travaux permettent de faire les **recommandations** suivantes pour le **repeuplement avec des truites de rivière**:

1. Le repeuplement est efficace lorsque la population locale a subi des dommages ou lorsque l'habitat nécessaire à un stade du cycle vital fait défaut (frayères, stade truitelle etc.).
2. Les poissons de repeuplement devraient être de la même taille que les poissons sauvages de l'âge correspondant.
3. Le repeuplement le plus efficace est celui effectué avec des alevins, des pré-estivaux ou des estivaux. Il devrait être adapté à l'hydrologie régionale → Attendre la fonte des neiges et les autres crues qui se produisent habituellement avant de repeupler.

### 3.2 Ombre de rivière

Les rares travaux à disposition montrent clairement qu'un repeuplement avec des alevins d'ombre de rivière n'a de sens que si la zone des berges plates qui leur servent d'habitat est revitalisée ou artificiellement structurée (p. ex. épi). Faute d'un tel habitat, il serait plus judicieux selon GUTHRUF (1996) de repeupler la rivière avec des ombres d'une année.

Temps depuis le repeuplement	Proportion par rapport à la population de l'âge correspondant		Tableau: efficacité du repeuplement au moyen de pré-estivaux d'ombres de rivière et d'ombres d'une année. Quelques pourcentages ont été extrapolés (ep) à partir de courbes de régression fiables, afin que la comparaison soit
	Pré-estivaux	Ombre d'une année	
1.0 mois	19 – 30 (ep) %		
2.0 mois	1 – 44 %		
5.0 mois	2 (ep) – 11 %		
6.0 mois	1.5 (ep) – 10 %	14 %	
9.0 mois	1 (ep) – 7 %		
18.0 mois	0 (ep) – 2 (ep) %	7 %	

plus claire. Comme dans le cas des truites, la proportion d'ombres de repeuplement diminue constamment. Les poissons utilisés pour le repeuplement migrent ou ne parviennent pas à survivre face aux ombres sauvages.

### 3.3 Brochet

Les travaux relatifs au succès des mesures de repeuplement avec des brochets sont peu nombreux. Un travail fournit quelques informations quantitatives: un taux d'annonce de 0% à 6% des captures de brochets marqués laisse supposer que le repeuplement avec des estivaux de brochet, dans les grands cours d'eau du moins, n'a pas un grand effet sur le succès régional des captures.

### 3.4 Corégones

On sait très peu de choses sur le succès des mesures de repeuplement avec des corégones, lorsque la reproduction naturelle est encore assurée mais d'ampleur inconnue. Au cours de leurs recherches dans le lac de Constance, RUHLE & KUGLER (1998) ont constaté un succès de repeuplement de 40 % – un chiffre que les auteurs considèrent comme une valeur isolée non garantie.

Dans les lacs sans recrutement naturel, les repeuplements maintiennent la population et permettent une exploitation piscicole. MÜLLER *et al.* (1995) mentionnent des valeurs de repeuplement de corégones d'âges différents dans les lacs du Plateau central suisse. La valeur de repeuplement est définie comme la proportion de poissons de repeuplement qui est finalement capturée. Pour les alevins de corégone, cette valeur se situe entre 0.2 % et 0.6 %. Pour les pré-estivaux, cette valeur est plus élevée et atteint 4 %. Les auteurs ont obtenu ces résultats en partant de l'hypothèse que la reproduction naturelle n'existe pas dans les lacs considérés.

Dans le lac de Sarnen, MENG *et al.* (1986) ont déversé des estivaux de corégone marqués et ont obtenu un taux de re-capture de 7 %, qui, selon leurs estimations, devrait être de 10 % à plus long terme.

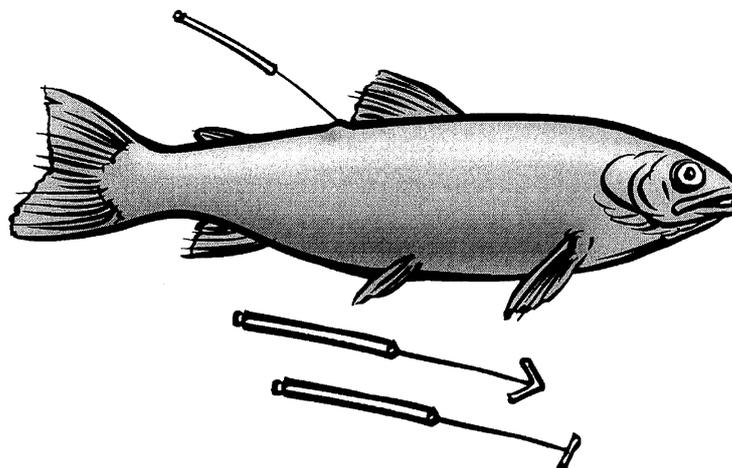
4 Marquage, reconnaissance et localisation des poissons de repeuplement

4.1 Techniques usuelles de marquage

L'assortiment de techniques de marquage, la description de ces techniques ainsi que la présentation de leurs avantages et de leurs inconvénients sont tirés des documents du cours de l'EAWAG de PETER & RUHLE (1995) pour marqueurs de poissons. Ils sont complétés par les enseignements tirés des travaux remis et illustrés par GMÜNDER (2000).

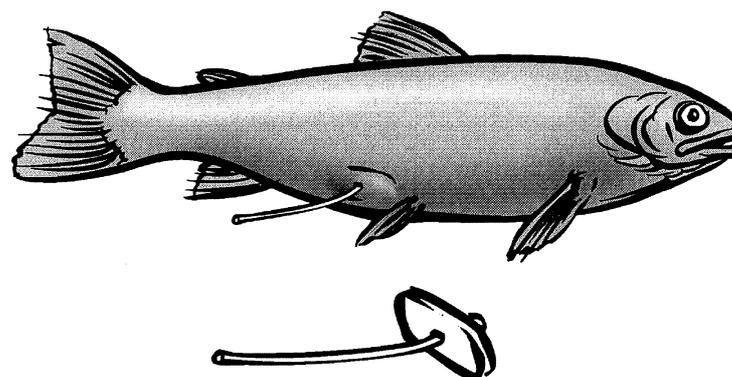
Les personnes intéressées trouveront sur Internet des informations plus approfondies sur les diverses techniques de marquages. Comme les publications sont souvent rédigées en anglais, les termes suivants peuvent être utiles pour la recherche: outre les expressions anglaises des différentes techniques de marquage, les termes utiles pour la recherche sont: « tag », « tagging » (marques ancrées ou incorporées), « mark » (modification de l'aspect extérieur d'un poisson, p. ex. ablation d'une nageoire, tatouages, etc.) « application » et « decoding » (application et décodage).

4.1.1 Marques spaghetti-ancre (« anchor tag »): petits tubes en plastique attachés au poisson.

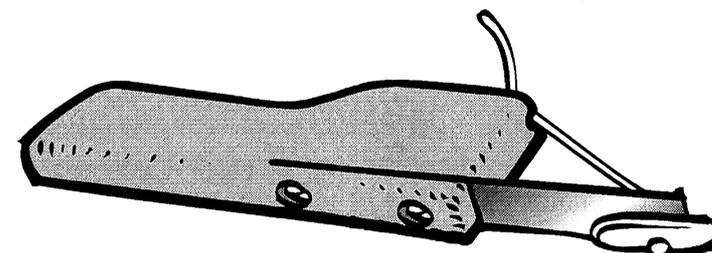


**Marques dont l'attache est en forme de flèche:**

L'ancre est en forme de flèche ou en forme de T. En général, les ancres sont fixées sous la nageoire dorsale. (nom de marque pour le produit à ancre en forme de T: Floy®-tag).



**Les marques dont l'ancre est plate** sont fixées au moyen d'une petite plaque. L'ancre plate est placée derrière la nageoire pelvienne sous la peau.



Un **outil** spécial permet d'insérer l'ancre sous la peau. Illustration de l'outil utilisé pour fixer l'ancre plate.

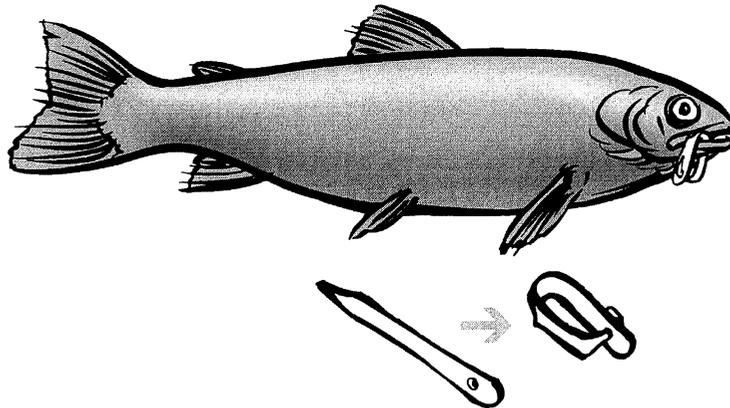
**Avantages** des marques spaghetti-ancre: elles permettent des marquages individuels, le taux de perte est faible et le code est lisible assez longtemps. Cette technique est appropriée pour le marquage des poissons de grande taille; la marque reste bien visible.

**Inconvénients** des marques spaghetti-ancre: elles ne conviennent pas pour marquer des petits poissons. La qualité de l'ancrage n'est pas facile à contrôler et le poisson peut perdre le code en cas d'écorchures. La marque peut causer des plaies profondes au poisson. L'ancre plate doit donc être réservée aux spécialistes, car l'ancrage est difficile à réaliser.

**Expériences liées dans les projets remis:** lors de leurs essais avec des brochets en Argovie, GMÜNDER *et al.* (2000) font état d'une usure importante de quelques marques par frottement. Dans un cas seulement, le code imprimé sur les marques n'était plus lisible. Les auteurs n'ont pas observé de mycoses chez les poissons munis de marques à ancre en forme de flèche, contrairement aux marques fixées à la mâchoire (cf. plus bas),

**Conclusion:** cette méthode est appropriée pour le marquage individuel.

**4.1.2 Marques mâchoire (« jaw tag »):** cette marque est introduite en perforant la mâchoire inférieure du poisson et fermée avec une pince. Sur la marque métallique est gravé un code de série. Il en existe de diverses tailles.



**Avantages:** le taux de perte des marques est faible. La marque reste bien visible et le code est lisible. Ces marques sont bon marché. La possibilité existe de marquer les poissons individuellement avec des codes numériques.

**Inconvénients:** ces marques peuvent affecter la croissance des

poissons et accroître la mortalité. A ne pas utiliser pour marquer des petits poissons (< 18 cm). Les blessures à la mâchoire peuvent entraîner la perte de la marque. Les poissons peuvent être pris dans des filets en raison de cette marque.

**Expériences liées dans les projets remis:** MUGGLI (1988) comme GMÜNDER *et al.* (2000) ont observé de nombreuses inflammations et des mycoses au niveau de la marque chez les truites de mesure ainsi que de fréquentes fractures de la mâchoire inférieure.

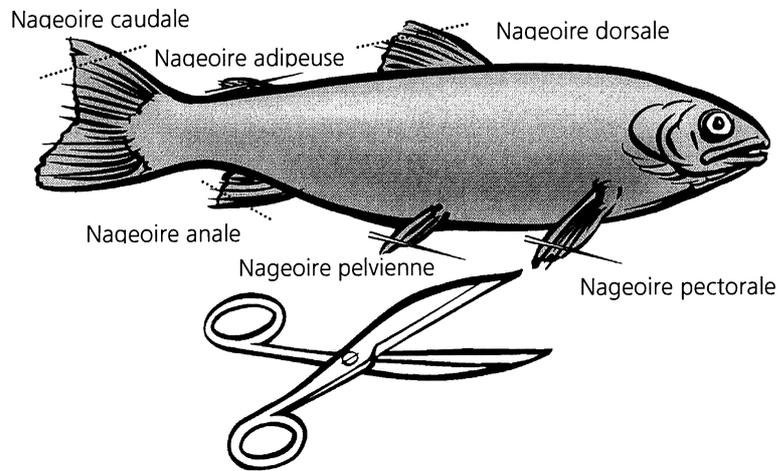
RUHLE (1976) a obtenu les résultats suivants lors de son essai de repeuplement du lac de Zoug avec des ombles chevaliers: les marques mâchoire ont ralenti la croissance des ombles chevaliers marqués âgés d'une année, le taux de perte des marques était de 6.5 % en 6 mois. Outre les mycoses, l'auteur a observé des mouvements des mâchoires par lesquels le poisson essaie de happer ou de mordre, déplaçant ainsi la marque entre les deux mâchoires, ce qui entrave la respiration du poisson.

**Conclusion:** la forte atteinte à la santé des poissons et la réduction de sa liberté de mouvement sont des motifs suffisants pour ne pas utiliser cette méthode. Mais vu qu'elle permet le marquage individuel des poissons, elle constitue une alternative aux marques spaghetti ancre.

**4.1.3 Amputation de nageoires comme marquage de courte durée (« fin clip »):**

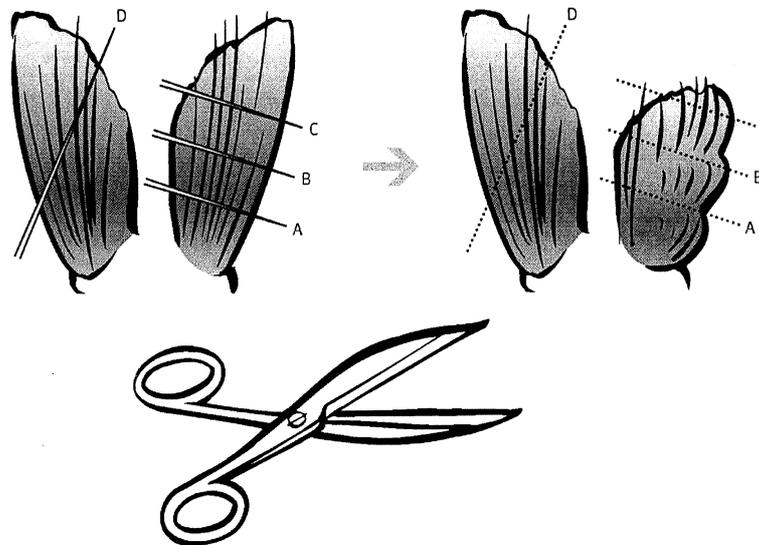
L'amputation d'une nageoire est surtout pratiquée pour des marquages de courte durée.

Les amputations qui peuvent être **pratiquées sans problème** sont celles des nageoires adipeuse,



pelvienne et pectorale. Sur le graphique, ces nageoires sont sectionnées d'un coin. L'expérience a montré **qu'il ne faut pas amputer** les nageoires dorsale, caudale et anale, indiquées en pointillé dans le graphique.

**Où couper:** il faut amputer une partie de la nageoire. La nageoire adipeuse, elle, peut être amputée entièrement. Après amputation, les nageoires repoussent, à l'exception de la nageoire adipeuse. L'amputation ne devrait pas laisser de traces à long terme: lorsqu'elles repoussent, les nageoires coupées correctement ont des rayons déformés.



**Croissance** d'une nageoire pelvienne sectionnée plusieurs fois: les **coupes A, B et C** sont perpendiculaires aux rayons de la nageoire et bien reconnaissables après la régénération. La **coupe D**, oblique, n'est plus reconnaissable, lorsque la nageoire a repoussé.

**Avantages:** ce marquage est simple et ne suppose aucune connaissance préalable. En général, il n'affecte pas la croissance des poissons et peut être pratiqué sur toutes les espèces et toutes les tailles. Le taux de perte des marques lors d'essais de courte durée est minime. Si l'amputation de la nageoire adipeuse est pratiquée sur des poissons de repeuplement jeunes, la marque reste visible longtemps.

**Inconvénients:** le nombre de groupes de poissons marqués est très limité (par combinaison de plusieurs sections). La probabilité d'erreur lors de la reconnaissance est grande. Par ailleurs, cette technique de marquage par amputation d'une nageoire ou une partie de nageoire à un poisson a mauvaise presse dans l'opinion publique.

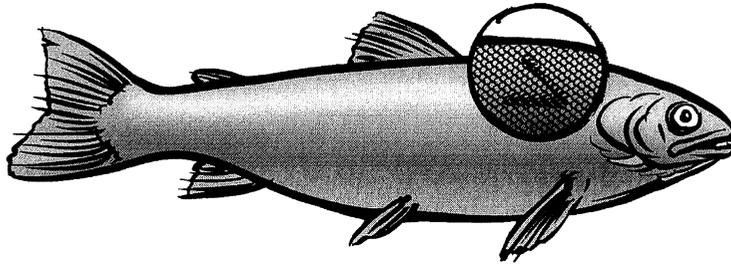
**Expériences relatives dans les projets remis:** lors de l'essai de repeuplement dans la Gürbe, FLÜCK (1988) a pratiqué l'amputation de la nageoire adipeuse et a décrit un taux de mortalité de 0 % en 7 jours, et la présence d'une nageoire adipeuse incomplètement amputée sur de nombreux poissons, mais le marquage était malgré tout bien reconnaissable. La nageoire sectionnée différait par sa forme et sa taille d'une nageoire normalement développée.

BARANDUN & GMÜNDER (1997) ont marqué des estivaux de truite en amputant la nageoire adipeuse. Le marquage s'est révélé simple et ne nécessite pas une grande expérience. Il est important de couper la nageoire avec soin: si la nageoire est amputée trop près du corps, l'estival présentera une plaie relativement grande, où pourront se produire des infections. Des ciseaux de coiffeur ont été utilisés pour la coupe. Des lames bien aiguisées permettent une coupe aisée et précise et une vitesse de coupe élevée.

**Conclusion:** cette méthode est bon marché et sûre, mais un grand soin doit être apporté à la reconnaissance des poissons lors de la phase d'essai.

**4.1.4 Marquage au froid** (« freeze brand »): le poisson est marqué au flanc pendant 2 à 4 secondes au moyen d'un fer refroidi dans de l'azote liquide (-196 C) (tatouage au froid). En lieu et place de l'azote, on peut aussi utiliser du CO<sub>2</sub> comprimé, du fréon ou un mélange d'éthanol et de glace sèche. Vitesse de marquage : de 500 à 1'000 poissons par heure. Ces marques ne sont bien visibles qu'après 2 à 3 jours. Un essai préalable est donc nécessaire. L'azote liquide est en vente chez les fabricants d'oxygène et se conserve plusieurs semaines dans la bombonne isolante placée dans un local de réfrigération.

**Marque au froid** apposée sur le flanc d'un salmonidé (ici tatouage en forme de V)



**Avantages:** processus de marquage simple et qui a peu d'effets négatifs sur la croissance, la survie et le comportement des poissons. Cette technique est appropriée pour les poissons ayant une taille d'au moins 5 cm.

**Inconvénients:** cette méthode est à utiliser sur des poissons aux écailles petites. Le marquage d'individus est certes possible mais prend du temps. Dans certaines circonstances, la reconnaissance de la marque est difficile et nécessite une certaine expérience.

**Expériences relatées dans les projets remis:** ZIKA (1995) a fait l'expérience suivante: le poisson étourdi doit être posé à plat, afin de pouvoir être marqué au fer gelé pendant quelques secondes sans que le fer ne glisse. La marque est reconnaissable facilement, puisqu'elle est apposée sur le côté. Mais elle n'est reconnaissable que pendant 3 mois environ: elle disparaît lorsque le processus de guérison est terminé. Cette technique se prête bien au marquage de groupes. Si le marquage au fer froid est effectué avec prudence, il ne laisse pas de lésions profondes, qui pourraient être des sources d'infection.

**Conclusion:** c'est une méthode bon marché permettant de marquer des groupes de poissons aux écailles petites pour des essais d'une durée inférieure à 3 mois. Elle est recommandée, car elle ménage la santé des poissons.

**4.1.5 Marquage au moyen de pigments ou de colorants** injectés sous la peau du poisson où ils restent visibles. Il existe des pigments et des colorants de diverses qualités et de différentes couleurs et divers procédés pour les appliquer.

**Colorants de tatouage:** un colorant est injecté sous la peau au moyen d'une fine aiguille. Il existe plusieurs couleurs. Le rouge, le vert, le bleu et le noir sont les plus visibles.

**Bleu d'alcyan:** il est injecté sous la peau dans les nageoires ou à leur base avec un injecteur à haute pression. On peut ainsi marquer 300 à 500 poissons en une heure. Il faut dissoudre 6 g de bleu d'alcyan dans 100 ml d'eau. Ce mélange se conserve des mois à la température de la pièce.

**Colorants acryliques:** ils sont injectés sous la peau à l'aide d'une aiguille fine. Il en existe de différentes couleurs.

**Avantages** le marquage est simple et n'a pratiquement aucun effet négatif sur le poisson. Il peut être utilisé pour tous les poissons et la marque est moyennement à bien visible. Il permet de marquer des groupes de poissons en combinant pigments et colorants.

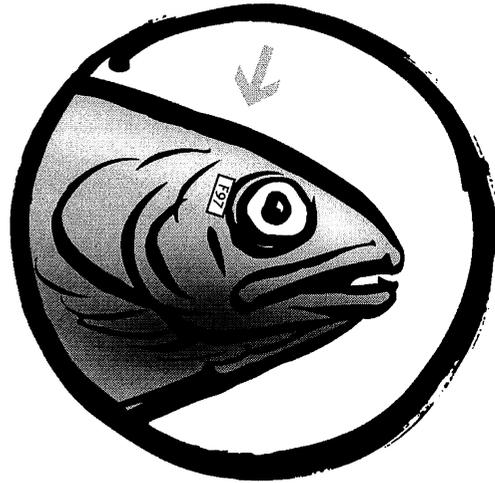
**Inconvénients:** le marquage d'individus n'est pas toujours possible et c'est un travail qui prend beaucoup de temps. La reconnaissance de la marque n'est pas toujours facile et plus le temps passe, plus elle devient difficile.

**Expériences liées dans les projets remis:** lors d'un marquage de corégones du lac Inférieur de Constance, EGLOFF (1999) a procédé au marquage directement dans sa barque. Il disposait de prolongateurs d'embouts de différentes longueurs pour adapter la distance d'injection. La distance de 1 cm de l'embout à la peau du poisson a permis d'obtenir le meilleur effet sur les corégones pêchées: une marque bleue permanente bien visible et pas de lésion de la peau. Le tatouage a été effectué à la base de la nageoire pelvienne droite. Selon ZIKA (1995), le bleu d'alcyan peut être utilisé aussi pour les poissons de petite taille à partir de 5 cm environ, mais le risque de lésion est grand surtout si la distance d'injection est trop courte et si l'injection est faite de manière oblique (la pression perce la peau et injecte le colorant (risque d'infections relativement élevé). C'est pourquoi le marquage doit être effectué à des endroits dépourvus d'écailles mais non au niveau des organes vitaux. Le marquage devrait se faire de préférence à la base de la nageoire pectorale, pelvienne ou anale. Les marquages combinés permettent le marquage de groupes de poissons (nageoire pectorale gauche et nageoire anale, p. ex.). ZIKA (1995) recommande d'injecter les colorants acryliques au niveau sous-cutané à l'aide d'une aiguille fine. L'avantage principal de ce procédé par rapport à l'injecteur à haute pression (utilisé pour le bleu d'alcyan) est qu'il réduit le risque de lésion. L'aiguille fine ne laisse qu'un petit trou. Les couleurs et les combinaisons possibles sont nombreuses et le prix du colorant acrylique à diluer dans de l'eau est très bon marché. Le marquage au moyen de cette technique requiert également le choix d'un endroit de la peau dépourvu d'écailles: l'emplacement recommandé est la base des nageoires. Cette technique peut être utilisée pour le marquage des petits poissons (d'au moins 1 cm), puisqu'il ne faut exercer aucune pression sur le corps du poisson.

**Conclusion:** le marquage à l'aide de colorants est recommandé pour marquer toute une population ou des groupes de poissons. Cela est valable surtout si le marquage est effectué sous la peau avec une aiguille fine. Les grands atouts de cette méthode sont des blessures mineures causées aux poissons et un emploi facile et bon marché.

#### 4.1.6 Implants visibles (« visible implanted tag »)

La **marque ELASTOMER VI** a été développée par la NORTHWEST MARINE TECHNOLOGY. Elle doit être implantée en arrière de l'œil du poisson ou entre les rayons des nageoires sous la peau. Cette marque en polyester est nue ou munie d'un code alphanumérique. Elle existe en plusieurs couleurs et tailles (taille standard: 3 X 1 mm).



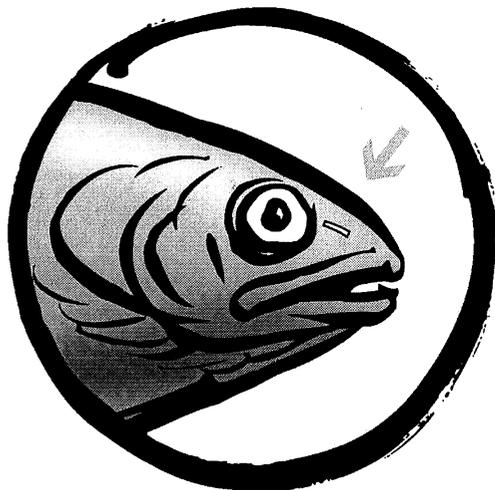
**Avantages:** cette marque est très petite et individuelle. Elle a peu d'effets négatifs sur la croissance, le comportement et la mortalité des poissons.

**Inconvénients:** cette marque n'est pas appropriée pour marquer des poissons de moins de 18 cm. Les personnes qui effectuent le marquage doivent être expérimentées. Le pourcentage de perte est élevé. Cette marque est relativement chère. Une loupe est nécessaire pour lire le code. Souvent, les pêcheurs ne remarquent pas la marque.

**Expériences faites dans le cadre des projets remis:** dans son travail sur la dynamique de la population et la biologie de la reproduction de la truite de rivière, FRIEDL (1996) a renoncé à cette marque. Le pourcentage de perte de cet implant visible utilisé sur des truites de rivière n'était pas connu à l'époque et difficile à évaluer. Dans ses essais pour déterminer la dynamique de la population et le choix de l'habitat de l'ombre de rivière dans trois cours d'eau du Plateau central suisse, GUTHRUF (1996) a constaté une perte élevée chez les ombres de rivière mesurant de 15 à 20 cm de longueur, mais aucune perte de la marque chez les animaux adultes.

#### 4.1.7 Coded wire tag (CWT) (ou micromarques magnétiques).

Ce fil d'acier inoxydable (env. 1 x 0.25 mm) est implanté dans le nez des poissons. Il peut aussi être injecté directement dans la musculature ou la nageoire. Sur la surface métallique est gravé un code binaire. Le marquage individuel n'est pas possible. Ces marques permettent de marquer des groupes de poissons, mais l'appareil de marquage et le détecteur de métaux pour la reconnaissance sont onéreux. L'appareil de marquage peut être loué chez l'EAWAG à Kastanienbaum. Un cours préalable pour se familiariser avec l'utilisation de l'appareil est nécessaire.



**Avantages:** cette marque a peu d'effets négatifs sur la croissance, le comportement et la mortalité des poissons. Elle est adéquate pour les études de longue durée portant sur la plupart des espèces de poissons, quels que soient leurs tailles et leurs âges (idéal à partir d'env. 5 à 7 cm). Cette méthode a été mise au point pour marquer de grandes quantités de poissons. Elle est techniquement au point.

**Inconvénients:** pour chaque espèce de poissons, il faut déterminer l'endroit idéal où placer la marque, disposer de l'équipement adapté et savoir l'utiliser. La marque n'est pas visible à l'œil nu. Il est donc recommandé de combiner cette marque avec l'amputation de la nageoire adipeuse.

**Expériences faites dans le cadre des projets remis:** dans le rapport relatif à leurs études sur la biologie des poissons dans la Melezza, GERSTER & REY (1995) recommandent de combiner la marque et l'amputation de la nageoire adipeuse pour reconnaître le poisson à l'œil nu. Un essai préalable réalisé avec 200 jeunes truites (de 5 à 11 cm) a donné les résultats qualitatifs suivants: faible mortalité des poissons marqués, faible pourcentage de poissons ayant perdu leur marque; le volume de travail requis est acceptable.

BÜTTIKER (2000) a calculé un pourcentage de perte de la marque de 2.7 % avec de jeunes truites de rivière. La perte a lieu dans les premiers jours ou n'a pas lieu du tout (essai en aquarium). L'auteur considère que combiner l'amputation de la nageoire adipeuse et la pose de la bande magnétique constitue une solution bien lisible pour distinguer l'âge des poissons (marquage de groupes). MENG *et al.* (1986) fournissent des indications relatives au marquage de petits corégones; rapidité: 500 à 800 poissons par heure; 5 % de mortalité; 8.5 % de perte de la marque durant les 15 premiers jours; environ 10 % de perte jusqu'à la taille de capture. Plus le fil d'acier est inséré profondément sous la peau, plus la mortalité des poissons est élevée. Pour le marquage des corégones, les auteurs recommandent de ne pas introduire la marque à une profondeur supérieure à 6 cm.

#### 4.1.8 Marquage thermique des otolithes (« thermal otolith marks »)

Pendant la phase de grossissement, les jeunes poissons sont placés plusieurs fois dans deux bains à températures différentes pendant quelques minutes. La différence de température de l'eau des bains devrait être supérieure à 4 degrés. Des bandes visibles se forment alors sur les otolithes du poisson (osselets de l'oreille interne) comparables aux anneaux annuels se formant sur le tronc des arbres. Ces bandes sont appelées marques thermiques et peuvent être identifiées au binoculaire.

**Avantages:** cette méthode a peu d'effets négatifs sur la croissance, la survie et le comportement des jeunes poissons. Elle se prête bien au marquage des larves et aux marquages en masse. Les marques sont indélébiles et permettent des études de longue durée.

**Inconvénients:** le marquage individuel n'est pas possible. Afin d'examiner les otolithes, le poisson doit être mis à mort et disséqué. Cette technique est appropriée pour les poissons incubés artificiellement, elle exige un contrôle précis du milieu. Le traitement des poissons re-capturés est long. Des projets pilote sont nécessaires.

#### 4.1.9 Marques fluorescentes (p. ex. alizarine, tétracycline, calcéine):

Pour marquer des poissons avec des substances fluorescentes, on utilise des colorants spéciaux qui se déposent dans le squelette, dans les otolithes du poisson en particulier. Ce marquage peut être effectué de deux façons: par une exposition de longue durée dans une solution faiblement concentrée ou par une exposition de courte durée dans une solution hautement concentrée. Le service saint-gallois de la chasse et de la pêche dispose d'une longue expérience en matière de marquage des œufs de corégones surtout avec l'alizarine et la tétracycline. La tétracycline constitue un bon colorant mais son utilisation à grande échelle ne fait pas l'unanimité puisqu'il s'agit d'un antibiotique. Colorant alimentaire, l'alizarine en revanche est sans danger et permet d'obtenir des marques d'un rouge très intense. Comme sa formule chimique n'est pas encore clairement définie, son action reste imprévisible; cela implique des essais préalables coûteux pour chaque espèce de poissons, chaque classe d'âge et tout nouveau cours d'eau, afin de réduire les pertes dues au marquage et maximiser le taux de marquage. L'utilisation optimale de cette méthode est déterminée en mesurant son efficacité (taux de marquage réussi) et la mortalité induite. Pour identifier la marque, le poisson doit être mis à mort et les otolithes prélevés. La marque n'est visible qu'au microscope à fluorescence avec exposition aux UV.

**Avantages:** cette méthode peut en principe être utilisée pour de nombreuses espèces mais elle doit être adaptée de cas en cas. Son grand avantage est de pouvoir marquer une grande quantité de poissons (p. ex. jusqu'à 200 millions d'alevins de corégone au lac de Constance). Si le marquage a été fait correctement, les marques sont visibles longtemps, même chez les poissons de plusieurs

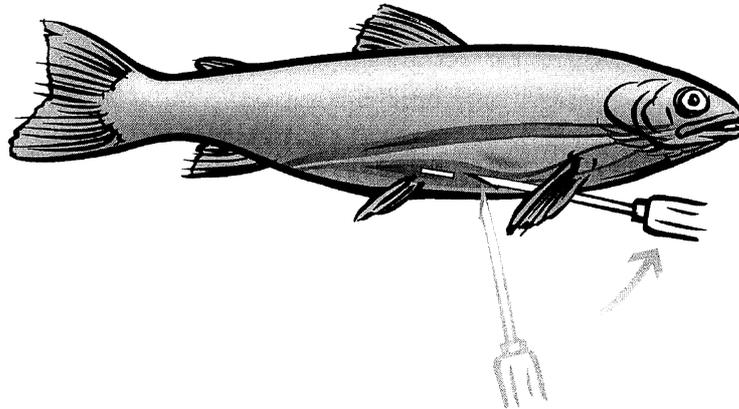
années. Selon les informations du service de la chasse et de la pêche du canton de Saint-Gall, divers colorants utilisés pour le marquage de groupes de poissons peuvent se superposer.

**Inconvénients:** pour identifier la marque, les poissons doivent être mis à mort. Plus la taille du poisson est grande, plus il est difficile de reconnaître la marque, et plus le travail nécessaire sera important. Un autre élément vient compliquer encore la tâche: la grande difficulté à capturer de jeunes poissons dans le lac. Ce n'est que chez ces jeunes poissons que la marquage peut être reconnu sans un long examen des otolithes. Cette méthode ne permet pas un marquage individuel. Elle requiert des essais préalables longs et détaillés avant chaque nouvel essai. Se procurer les poissons et les examiner entraîne des coûts en matériels importants (chalutage, microscope à fluorescence).

#### 4.1.10 Marques électroniques:

**Les marques PIT** « passive integrated transponder » ont les dimensions suivantes: 12 x 2 mm. Cette marque ne contient pas de batterie et n'émet aucun signal. Elle doit être excitée par une source d'énergie externe (lecteur). Elle est implantée dans la cavité générale du poisson au moyen d'une aiguille:

1. L'aiguille doit être introduite dans le corps par injection dans la musculature ventrale.
2. Une fois introduite, l'aiguille sera ramenée parallèlement au corps du poisson.
3. L'émetteur est expulsé en retirant l'aiguille.



**Avantages:** cette technique est appropriée pour marquer de nombreuses espèces de poissons de tailles différentes et pour des études de longue durée. Le taux de pertes de ces marques est faible. Un marquage individuel est possible.

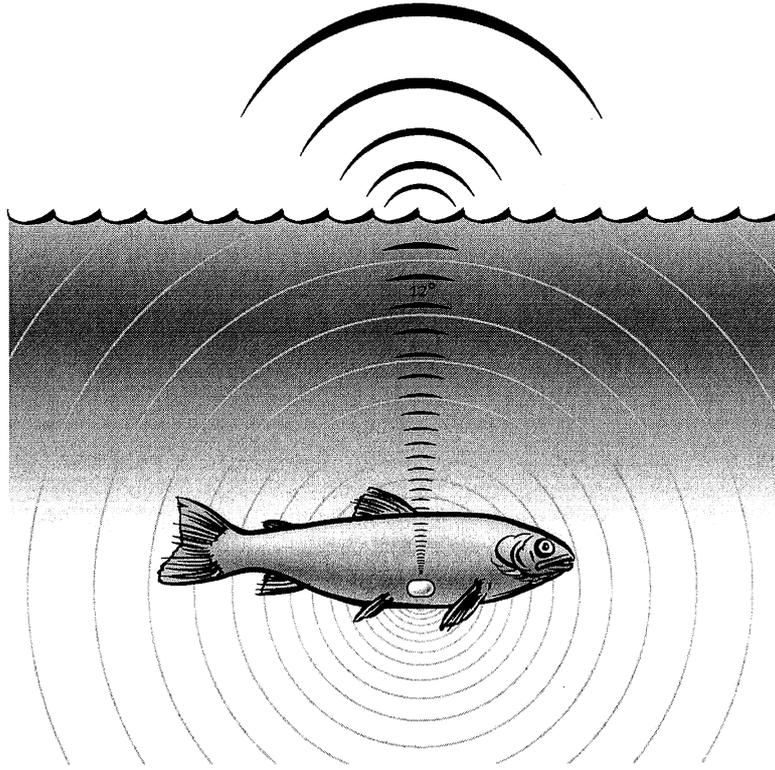
**Inconvénients:** méthode peu expérimentée à ce jour, qui nécessite une instruction du personnel. Ces marques ne se prêtent pas à un marquage de masse, car elles coûtent cher; pas visible extérieurement, cette marque devrait être combinée avec l'amputation de la nageoire adipeuse.

**Ultrasons:** les émetteurs à ultrasons sont en principe utilisés lorsque les émetteurs radio ne fonctionnent pas, p. ex. dans les eaux profondes des lacs. En raison de la basse fréquence (20 kHz), les signaux émis restent de forte intensité et peuvent être détectés à une distance pouvant atteindre 1 km. Les ultrasons sont captés par un microphone placé sous l'eau.

**Avantages:** le signal est détecté sur de grandes distances et peut être déterminé en permanence. Les signaux sont orientés et ont un angle de réception aigu, ce qui permet de localiser le poisson. Cette méthode est appropriée pour toutes les espèces.

**Inconvénients:** ce système est onéreux et complexe. Seul un faible nombre de poissons peuvent être captés ensemble. Des effets négatifs sur la croissance, la survie et le comportement des poissons sont possibles. Cette méthode n'est pas adaptée pour les poissons de petite taille. Le signal ne peut être capté que dans l'eau et peut interférer avec des obstacles physiques tels que des turbulences.

**Radiotélémétrie:** la radiotélémétrie est appropriée dans les fleuves et les rivières de faibles conductivité et profondeur. Elle est utilisée généralement lorsque la technique des ultrasons ne fonctionne pas et vice versa. En Suisse, seule la bande de fréquence de 148 MHz est autorisée. Une autorisation de l'OFCOM est nécessaire pour exploiter un équipement de télémétrie. L'émetteur est muni d'une batterie et d'une antenne d'une longueur de 20 à 30 cm; sa durée de vie se situe entre 30 jours et 2 ans – elle dépend de la taille de l'émetteur. Un récepteur permet de localiser les poissons marqués. Cette technique permet de déterminer exactement l'endroit où se trouve le poisson.



**Propagation des signaux radio:**

les ondes du signal situées à l'extérieur de l'angle de 12° dessiné sont rejetées à la surface de l'eau et ne sont pas libérées dans l'atmosphère.

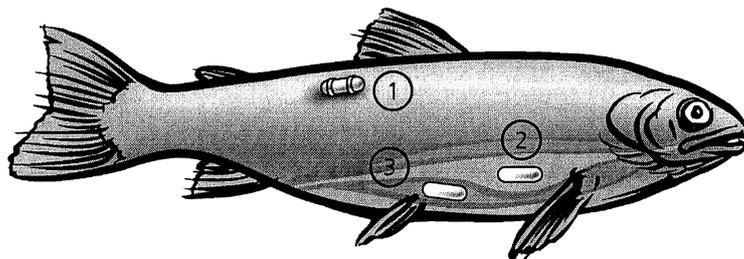
**Avantages:** cette technique permet de localiser des poissons à de grandes distances, elle nécessite une surveillance constante et une identification individuelle. Le signal est réceptionné dans l'air. Il est peu altéré par des obstacles. La dérivation des fréquences est faible.

**Inconvénients:** ce système est compliqué, la perte de signaux dans l'eau est élevée. Cette technique n'est pas appropriée pour une utilisation dans les lacs et les cours d'eau profonds. L'antenne saillante peut constituer une entrave pour le poisson. La technique n'est pas adaptée pour les petits poissons et les études de longue durée.

**Expériences faites avec ce système dans les projets remis:** dans son rapport sur l'étude de l'utilisation de l'espace et de la dynamique des populations de nases, HUBER-GYSI (1998) précise que l'émetteur était implanté dans la cavité abdominale. L'antenne était à l'extérieur du corps. En automne, tous les poissons ont bien supporté l'implantation mais ils étaient beaucoup moins résistants au printemps juste après la période de reproduction. Quelques individus ont succombé durant la stabulation des suites de mycoses et d'infections secondaires. Globalement, la méthode a fait ses preuves.

**Positionnement possible de l'émetteur à ultrasons et de radiotélémetrie:**

1. Externe, sous la nageoire dorsale
2. Dans l'estomac de l'animal
3. Dans la cavité du corps, cela nécessite une opération



Le poids d'un émetteur ne devrait pas dépasser 2 % du poids du poisson.

**4.2 Comparaison des coûts des diverses méthodes** selon HAMMER & BLANKENSHIP (2001); le cours du dollar en 1999 utilisé pour la conversion était de 1.34. Les prix indiqués comprennent le coût des marques, de l'équipement complet, de l'anesthésiant et du travail.

Méthode de marquage	Coût du marquage (par poisson)	Coût de la reconnaissance (par poisson)
Marques spaghetti ancre (floy tag)	CHF 0.63	négligeable
Marques mâchoire	CHF 0.72	négligeable
Amputation des nageoires	CHF 0.02 – 0.03	négligeable
Marquage au froid	CHF 0.03 – 0.07	négligeable
Marques à pigments ou colorants	CHF 0.03 – 0.05	négligeable
Implant visible VI		
- à code alphanumérique	CHF 1.34	négligeable
- non codé	CHF 0.15	négligeable
Coded Wire Tag (m. magnétiques)		
- à code alphanumérique	CHF 0.08 – 0.10	CHF 4.0 – 6.7
- non codé	CHF 0.08 – 0.09	CHF 4.0 – 6.7
		Équipement pour la reconnaissance: CHF 9'000 – 35'000
Marquage thermique des otolithes	négligeable	CHF 14 à 20 par poisson examiné Équipement du laboratoire: CHF 670 – 67'000
Marques chimiques des écailles, de otolithes et du squelette (fluorescentes)	CHF 0.004	CHF 20 à 67 par poisson examiné Équipement du laboratoire: CHF 20'000 – 30'000
Marques PIT (marques électroniques)	CHF 3.40 – 7.40	Coût de l'équipement pour la reconnaissance: appareil émetteur-récepteur: CHF 1'100 – 3'400

**4.3 Où commander les produits de marquage**, selon PETER & RUHLE (1995) complétées par GMÜNDER (2002).**Marques spaghetti ancre**

Floy Tag & Manufacturing, Inc.  
4616 Union Bay Place Northeast  
Seattle, Washington 98105, USA  
Téléphone (+1) 1 800 843 1172 or (+1) 206 524 2700  
Fax (+1) 206 524 8260  
floytag@halcyon.com  
www.halcyon.com/floytag

**Marques mâchoire et marques spaghetti ancre, y compris les outils de marquage**

4 tailles: no. 1 à 4, demandez les: ‚marques barrettes à poisson‘  
Chevillot – Identification des animaux  
M. Jean-Claude Carles  
Z.I. Saint-Antoine  
81011 Albi Cedex 09  
Téléphone (+33 5) 63 45 40 55  
Fax (+33 5) 63 45 16 83  
M. Chevillot vend aussi des marques en plastique (marques T) et les pistolets pour le marquage.  
www.chevillot.com

**Azote liquide** en vente chez les fabricants d’oxygène.

**Bleu alcyan**

**Produit:** Bleu alcyan 8 GS (8 GX), (Fluka Nr. 05500)  
Fluka Chemika / Buchs SG  
Téléphone 081 755 28 28  
www.sigma-aldrich.com

**Seringue de marquage:** PAN JET De Luxe

Wright Health Group Ltd.  
Kindsway West  
DUNDEE DD2 3QD Schottland  
Téléphone (+44 382) 83 38 66  
Fax (+44 382) 81 10 42  
www.wright-cottrell.com

**Implants Coded Wire et implants VI**

Northwest Marine Technology  
Coorporate Office  
P. O. Box 427, Ben Nevis Loop Road  
Shaw Island, WA 98286, USA  
Téléphone (+1) 360 468 3375  
Fax (+1) 360 468 3844  
office@nmt-inc.com  
www.nmt-inc.com/

**Association faitière des marques PIT:** [www.pittag.org](http://www.pittag.org)

**Marques PIT et lecteurs**

FISH EAGLE Trading Co.

Little Faringdon Mill

Lechlade, Gloucestershire / England

Téléphone (+44 367) 52 754

Fax (+44 367) 53 406

Datamars SA

sistemi d'identificazione RF

via ai Prati

6930 Bedano TI

Téléphone 091 935 73 80

Fax 091 945 03 30

**Marques électroniques**

BIOMARK

149 South Adkins Way

Suite 104

Meridian, ID 83642

Téléphone (+1) 208 288 0011

Fax (+1) 208 288 0031

[marko@biomark.com](mailto:marko@biomark.com)

[www.biomark.com/contact.html](http://www.biomark.com/contact.html)

#### 4.4 Anesthésiants pour poissons selon PETER & RUHLE (1995)

Il faut anesthésier les poissons pour pouvoir les marquer rapidement et de manière fiable. Mais l'anesthésie devrait être pratiquée au début de l'essai. Il existe un grand nombre de produits anesthésiants mais il est conseillé de n'utiliser que les produits éprouvés suivants:

**La tricaine** (de 50 à 100 mg par litre d'eau) est une poudre blanche à dissoudre. La durée de l'anesthésie est de 2 à 5 minutes en fonction de l'espèce et de la taille du poisson. Le temps de récupération peut durer de 3 à 10 minutes et dépend du dosage, de la durée de l'anesthésie et de la température de l'eau. La fourchette de sécurité (différence entre la dose inoffensive et la dose toxique) de la tricaine est grande.

Le **2-phénoxy-éthanol purum** (de 0.25 à 0.50 ml par litre d'eau) est une solution huileuse incolore un peu plus dense que l'eau. La narcose dure de 2 à 5 minutes en fonction de l'espèce, de la concentration de l'anesthésiant et de la taille du poisson. Le temps de récupération est de 3 à 10 minutes et dépend du dosage, de la durée de l'anesthésie, de la température de l'eau ainsi que de l'espèce et de la taille du poisson. Cet anesthésiant est en vente dans les pharmacies (sur ordonnance).

**L'essence de girofle** est un produit naturel extrait, par distillation, des fleurs, des bourgeons, des feuilles et du style du giroflier. Le dosage du produit de la société Hänseler AG est obtenu en mélangeant 1.5 ml d'essence de girofle avec 20 ml d'éthanol (pur 100%) et en versant le mélange dans 30 litres d'eau. Ce mélange doit être refait chaque jour. 1 ml d'essence de girofle suffit pour mesurer et marquer des truites. Cet anesthésiant ne peut être obtenu qu'auprès d'un médecin, d'un droguiste ou d'un pharmacien. 100 ml d'essence de girofle coûtent CHF 13.60.

Fabricant: Hänseler AG, Pharma- und Chemikalienhandel, Industriestrasse 35, 9100 Herisau.

#### 4.5 Régime de l'autorisation et de l'annonce (pour les détails, cf. chapitre 1.6)

Tout marquage de poissons doit être annoncé à la section de la pêche de l'Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage (OFEP). Une autorisation cantonale est, en outre, nécessaire pour pratiquer des essais de marquage, car ces derniers sont assimilés à des expériences sur animaux, régies par la loi sur la protection des animaux. (cf. chapitre 1.5).

La directive Protection des animaux No 4.03 de l'OFEP et de l'OVF (1995) contient la liste exhaustive des méthodes de marquage des poissons qui **ne sont pas soumises à autorisation, mais qui doivent être annoncées!**

L'expérience montre que certaines méthodes sont utilisées sans autorisation et que, si l'on était strict, leur utilisation nécessiterait une autorisation. Parmi ces dernières, l'utilisation de l'essence de girofle (inoffensive et utilisée pour anesthésier les poissons), les marques spaghetti à ancre, les marques mâchoire (utilisées pour les poissons de moins de 15 cm), l'amputation d'autres nageoires que l'adipeuse, les marquages thermiques ainsi que de nouvelles techniques de marquage jugées non problématiques du point de vue de la protection des animaux. Une réactualisation, voire une adaptation, de la directive en question nous semble nécessaire.

## 5 Structure et réalisation du contrôle d'efficacité

En respectant quelques points lors de la réalisation d'une expérience de repeuplement, les résultats seront plus significatifs et les conclusions plus claires.

### 5.1 Formuler les questions simplement pour obtenir des résultats plus précis

Plus la question est formulée de manière claire, plus concrètes seront les affirmations lors de l'interprétation des résultats. Si tous les aspects de la question ont été examinés de manière approfondie, il est possible d'écarter a priori certains éléments qui influenceraient le résultat de l'expérience et qui ne seraient pas quantifiables.

### 5.2 Marquer les poissons avec la méthode de marquage la plus simple possible

Dans nombre d'études qui nous ont été transmises, la technique choisie pour marquer les poissons n'était pas adaptée. La technique choisie offre souvent davantage de possibilités qu'il n'en faut pour répondre à la question. Les méthodes volontiers utilisées sont celles consistant à marquer les poissons un à un, afin de pouvoir les reconnaître individuellement. C'est là un niveau de marquage élevé qui n'est nécessaire que pour répondre à des questions bien précises. Le plus souvent, le marquage de toute la population ou de quelques groupes suffit. Généralement, les techniques adaptées à ces marquages sont non seulement bien meilleur marché et d'utilisation plus facile, elles ménagent aussi la santé des poissons et leur liberté de mouvement. (cf. chapitre 4.1).

### 5.3 Marquage d'individus, de groupes ou de populations entières

Un marquage simple est celui utilisé lors des essais où il s'agit uniquement de reconnaître les poissons de repeuplement en tant que tels, sans aucune autre information supplémentaire. Dans ce cas, tous les poissons sont marqués de la même manière et peuvent être considérés comme un **tout**. Pour le marquage d'individus, l'amputation de la nageoire adipeuse, opération rapide, ou un tatouage pratiqué toujours au même endroit suffit. Lorsqu'il est prévu de marquer des œufs ou des alevins en masse, les choses se compliquent (cf. chapitre 4.1.9 marques fluorescentes).

Il faut parfois pouvoir distinguer des **groupes** de poissons. C'est le cas par exemple lorsqu'un groupe de poissons est immergé en amont d'une centrale hydroélectrique et l'autre en aval et que l'on veut savoir si les poissons franchissent cet obstacle et, si oui, en empruntant quel chemin. Un autre exemple de marquage de groupes est l'expérience réalisée en utilisant des poissons de repeuplement d'âges différents. Les poissons d'un âge donné constituent un groupe et tous ces poissons sont marqués de manière identique afin d'être reconnus comme tels lors du contrôle d'efficacité. Pour le marquage de groupes, il est recommandé de combiner des modes de marquage simples comme l'amputation de la nageoire adipeuse, les tatouages et le marquage au froid— on réalise ainsi des marquages fiables avec des méthodes simples et qui ont peu d'effets négatifs sur les poissons. Le **marquage d'individus** avec des marques individuelles ou des émetteurs n'est nécessaire que si l'on souhaite obtenir des informations sur les individus, par exemple dans l'étude de la migration, de la croissance ou de la prise de poids de chaque individu.

### 5.4 Mortalité et perte de la marque artificielles

La **mortalité** et la **perte de la marque** peuvent influencer fortement les résultats. Si ces deux facteurs ne sont pas pris en compte lors de l'analyse des données, les chiffres relatifs au succès du repeuplement ne seront pas suffisamment parlants. Il est donc nécessaire de déterminer les trois paramètres suivants :

1. Mortalité des poissons de repeuplement marqués.
2. Mortalité des poissons de repeuplement non marqués.
3. Pourcentage de perte de la marque.

La mortalité et la perte de la marque peuvent être déterminées par des essais préalables ou parallèles.

parallèles: le taux de mortalité 1 moins le taux de mortalité 2 donne le taux de mortalité supplémentaire consécutif au marquage. Ce taux et la perte de la marque doivent être prouvés par calcul comme éléments du succès du repeuplement.

### 5.5 Cours d'eau utilisés pour les essais, migration des poissons et choix des tronçons

Les cours d'eau sont presque toujours ouverts: les poissons migrent ou se laissent dériver. Il est inévitable que des quantités de poissons immergés ponctuellement s'éparpillent dans l'espace. On parle dans ce cas de dispersion. Pour les poissons sauvages, cela ne change rien à l'affaire. Pour les poissons marqués en revanche, la dispersion joue un rôle, étant donné que le nombre de poissons marqués, lui, est limité. Il en résulte une distorsion due à cette valeur inconnue qu'est la dispersion.

Le déroulement de l'expérience devrait donc respecter autant que possible les principes suivants:

1. Délimiter la région où aura lieu l'expérience de manière aussi grande que possible et ne pas la repeupler avec des poissons non marqués.
2. Ne pas repeupler une rivière ou un lac avec des poissons non marqués lorsque le lac ou la rivière est reliée aux lacs et cours d'eau de la région où a lieu l'expérience.
3. Pour les pêches, repeupler les tronçons d'essai aussi intensément que le reste de la région où est réalisée l'expérience.
4. Choisir la structure et la longueur des tronçons d'essai de façon à ce qu'elles soient représentatives du cours d'eau en question, choisir si possible plusieurs tronçons pour chaque repeuplement.

### 5.6 Repêche des poissons immergés

Deux méthodes sont utilisées pour connaître la quantité de poissons marqués **repêchés**: la plus fiable est représentée par les **pêches ciblées** au moyen d'un engin de pêche électrique dans les rivières praticables (pêches quantitatives dans les tronçons délimités par la méthode dite « removal » et pêches qualitatives sur de plus grands tronçons par des pêches ponctuelles) ou à l'aide d'un filet là où la pêche à l'électricité n'est pas praticable. PETER & ERB (1996) fournissent des données plus détaillées dans leur Guide d'utilisation de la pêche à l'électricité pour les relevés piscicoles dans les cours d'eau. (en allemand Leitfaden für fischbiologische Erhebungen in Fließgewässern unter Einsatz der Elektrofischerei).

L'autre méthode est l'**annonce par les pêcheurs des poissons marqués repêchés**. Mais les nombreux essais de repeuplement enseignent que les annonces par les pêcheurs représentent des données minimales qui ne sont pas fiables et dont la marge d'imprécision vers le haut n'est pas chiffrable: même si la récompense de l'annonce des poissons repêchés est élevée, on ignore à la fin de l'expérience le pourcentage de pêcheurs qui n'ont pas vu le marquage ou ne l'ont pas annoncé. L'annonce par les pêcheurs fournit en revanche des informations sur les migrations des poissons à partir de la région où s'est fait le repeuplement. GUTHRUF (1999) a amélioré la méthode des annonces. Il donne pour consigne aux pêcheurs de rechercher les marquages sur tous les poissons capturés, y compris ceux n'ayant pas atteint la taille minimale légale. Ainsi on obtient des informations sur le rapport entre poissons capturés marqués et non marqués. Peu importe que tous les pêcheurs aient ou non suivi la consigne. L'important est que l'on dispose alors d'un échantillon suffisamment grand et fiable pour établir une estimation des résultats. Lorsqu'on applique cette méthode, il faut veiller à ce que les poissons marqués soient suffisamment grands pour pouvoir être capturés à la canne à pêche ou au filet.

### 5.7 Evolution des poissons immergés dans le temps – interprétation des résultats

Au moins **deux contrôles espacés dans le temps** sont nécessaires pour obtenir des informations sur l'évolution des poissons de repeuplement. Il n'existe, en effet, souvent pas de données fiables sur la capacité d'accueil du biotope dans lequel on déverse les poissons de repeuplement. On est sou-

souvent obligé de déterminer la quantité de poissons à immerger en se basant sur des estimations. Ce n'est que lors de la première pêche après le repeuplement qu'on peut déterminer le nombre de poissons supplémentaires qui ont trouvé place dans la rivière. Mais une deuxième pêche, voire davantage, est nécessaire pour pouvoir déterminer comment les poissons de repeuplement se maintiennent par rapport à leurs congénères sauvages et s'ils renforcent la population. La comparaison des ces résultats, espacés dans le temps, montre si et dans quelle mesure les poissons de repeuplement ont eu un effet sur la population.

Une pêche effectuée avant le repeuplement fournit des informations importantes sur l'état naturel de la population, informations qui permettent à leur tour une comparaison entre l'état avant et l'état après le repeuplement : une partie des poissons de repeuplement a pu, certes, se maintenir mais la concurrence accrue entraînée par ces nouveaux poissons a peut-être causé la disparition d'un nombre plus élevé de poissons que la quantité immergée. Dans ce cas, le repeuplement n'aurait rien apporté en matière de gestion piscicole.

### 5.8 Comment chiffrer le succès du repeuplement

Dans les études remises, le succès du repeuplement est indiqué à l'aide de deux critères totalement différents: le **taux de survie et la proportion de poissons de repeuplement par rapport à la population** (du même âge ou totale). Le **taux de survie**, calculé à partir de la quantité de poissons initialement immergés, indique le nombre de poissons repeuplés qui survivent au fil du temps. Ce taux de survie peut varier en fonction d'évènements naturels qui ne sont pas quantifiables de manière certaine. Une crue par exemple peut emporter une grande partie des poissons de repeuplement. Cela se traduit par une forte diminution du taux de survie et, par conséquent, du succès du repeuplement. Ces évènements naturels faussent la donne et ne permettent pas de connaître le nombre d'individus sauvages qui ont subi le même sort que les poissons de repeuplement.

Une valeur plus parlante est la **proportion de poissons de repeuplement par rapport à la population in situ** (et cette proportion est encore plus significative si elle est calculée par rapport à la population de poissons de l'âge correspondant, cf. plus bas). Comme les poissons de repeuplement et les poissons sauvages sont soumis aux mêmes perturbations du milieu, les résultats sont ainsi plus représentatifs. Il est aussi possible de chiffrer les proportions de poissons de repeuplement par des pêches ponctuelles ou au moyen des annonces, par les pêcheurs, des poissons capturés. Voici à ce propos un exemple fictif: une première pêche indique que sur 1'500 poissons capturés 300 sont issus du repeuplement. Ce chiffre servira de point de départ: il indiquera si et combien de poissons « manquaient » pour repeupler complètement le milieu. Un évènement extérieur néfaste (crue, augmentation de la température de l'eau, intoxication etc.) cause la mort de 90 % des poissons. Une deuxième pêche de contrôle indique que 28 des 150 poissons pêchés sont des poissons de repeuplement. Ce **taux de survie** entre la première et la seconde pêche de contrôle est de 28 / 300, soit environ 9 %. Ce chiffre donne une idée de l'effet catastrophique de cet évènement extérieur et fait croire que le succès du repeuplement est faible. En revanche on obtient des informations plus pertinentes si l'on recherche la **proportion de poissons de repeuplement par rapport à la population**: en l'occurrence, la proportion passe de 20 % (300 / 1500) initialement à 19 % (28 / 150), et démontre que, dans ce cas, les poissons de repeuplement ont bien résistés qu'un repeuplement était judicieux du point de vue piscicole.

La **proportion de poissons de repeuplement par rapport à la population de l'âge correspondant** fournit le tableau le plus précis de la situation, parce que les variations entre les différentes classes d'âge n'influencent pas les résultats.

**5.9 Tableau avec des exemples**

Choisir la méthode optimale de reconnaissance des poissons n'est pas toujours facile. Le tableau ci-après présente quelques exemples d'expériences de repeuplement et la procédure suivie :

Questions	Technique de marquage	Reconnaissance	Essai préliminaire
Essai de repeuplement avec des poissons d'une classe d'âge, pêche de contrôle après quelques mois	Tatouages ou amputation de la nageoire adipeuse	Avec un engin de pêche à l'électricité dans des tronçons représentatifs, annonces, par des pêcheurs sélectionnés, des captures dans des eaux où la pêche électrique n'est pas autorisée.	Etudes préalables sur la visibilité du tatouage au fil du temps, la repousse de la nageoire amputée, le taux de mortalité des poissons marqués et des individus non marqués.
Essai de repeuplement avec des poissons d'une classe d'âge; pêche de contrôle après plus d'une année	Amputation de la nageoire adipeuse		
Essai de repeuplement avec des poissons de plusieurs classes d'âge	Amputation de la nageoire adipeuse combinée avec un tatouage		
Comportement migratoire entre des obstacles, repeuplement à un seul endroit	Tatouages ou amputation de la nageoire adipeuse	Avec un engin de pêche à l'électricité dans des tronçons représentatifs, en aval et en amont des obstacles, annonces, par des pêcheurs sélectionnés, des captures dans des eaux où la pêche électrique n'est pas autorisée.	
Comportement migratoire entre des obstacles, repeuplement à plusieurs endroits	Amputation de la nageoire adipeuse combinée avec un tatouage		
Repeuplement avec des alevins dans des lacs et des rivières	Marques fluorescentes et marquage thermique	Capture d'un échantillon représentatif avec un chalut	Etudes préalables portant sur la couleur à utiliser, sa lisibilité et les taux de mortalité
Comportement migratoire d'individus	Ultrasons ou radiotélémetrie	Appareils de localisation spéciaux	Stabulation après l'opération jusqu'à ce que la bonne santé des animaux soit garantie.
Comportement migratoire de nombreux individus	Marques ancre spaghetti	Avec un engin de pêche à l'électricité dans des tronçons représentatifs	Guérison de la plaie causée par la pose de la marque à ancre, examens préalables des taux de mortalité

## 6 Conclusions

En Suisse, la gestion piscicole de nombreux cours d'eau est encore réalisée au moyen de repeuplements. L'étude de l'efficacité des repeuplements montre cependant que ces mesures donnent des résultats qui ne sont ni excellents ni de longue durée dans les lacs et les rivières où il existe encore une reproduction naturelle des poissons. Au contraire: si la reproduction naturelle est garantie, les taux de survie sont minimes et le pourcentage de poissons de repeuplement diminue fortement. Si l'on excepte les repeuplements initiaux et ceux effectués pour renforcer une population après une atteinte majeure au milieu, les résultats des essais réalisés démontrent qu'il conviendrait de renoncer aux repeuplements, parce que leur bienfait est fortement mis en doute tant du point de vue génétique qu'écologique, mais aussi parce qu'ils restreignent la diversité et la sélection génétiques.

Les résultats des expériences de repeuplement réalisées au niveau des cantons sont rarement rendus publics. Une des raisons de la non-diffusion de ces informations pourrait être que ces essais sont réalisés pour répondre à des questions de gestion régionale de la pêche et qu'ils ne sont ni interprétés ni discutés à l'extérieur de ces milieux. Or, une compilation régulière des résultats des essais cantonaux de repeuplement est souhaitable et serait scientifiquement profitable: des schémas d'expérience présentés clairement et des résultats tout aussi clairs permettraient, d'une part, de réunir et de comparer des affirmations et, d'autre part, de ne pas faire des travaux à double. La Confédération devrait proposer une telle plate-forme permettant un échange, une comparaison et une discussion scientifique des résultats tirés de la pratique.

Concernant le choix de la méthode de marquage des poissons, les travaux examinés montrent un penchant pour les méthodes compliquées: il arrive souvent que chaque poisson soit identifié individuellement, alors que le but de l'expérience ne l'exige pas. Il existe un grand choix de marques bon marché facilement reconnaissables et qui ménagent la santé des animaux. Il faudrait, protection des animaux oblige, recourir davantage à ces méthodes. Nous tenons à rappeler ici que toutes les expériences de repeuplement au moyen de poissons marqués doivent être annoncées à l'OFEFP et qu'une autorisation, délivrée par l'autorité cantonale, est obligatoire pour utiliser certaines techniques de marquage (cf. page 10).

Ce travail est à présent terminé. Il a été réalisé grâce aux résultats des expériences de repeuplement et autres informations fournies par les cantons et des institutions. Je tiens à remercier toutes celles et tous ceux qui ont bien voulu me remettre les informations dont ils disposaient et qui m'ont aidé en me donnant des renseignements complémentaires lorsque des questions se posaient au cours de ce travail.

<b>Espèce de poissons Age ou taille des poissons im- mergés</b>	<b>Chiffres absolus comme base pour les valeurs relatives</b>	<b>Contrôle d'efficacité</b> Proportion par rapport aux poissons de l'âge correspondant (ou, si indi- qué, par rapport à la population totale)	<b>Contrôle d'efficacité</b> Taux de survie en pour cent	<b>Contrôle d'efficacité</b> Annonces, par les pêcheurs, des poissons marqués pêchés. Valeur de repeuplement = taux de poissons marqués repêchés par rapport au nombre de poissons immergés	<b>Intervalle</b> entre le repeuplement et les contrôles d'efficacité	<b>Type de cours d'eau</b>	<b>Auteurs</b>	<b>Année du rapport</b>	<b>Canton, institution</b>
Ombre de rivière, pré-estivaux	Nmarqué 22 Nmarqué 11 Nmarqué 1	<b>44 %</b> <b>22 %</b> <b>1 %</b>			2 mois 2 mois 2 mois	Rhin près de Stein am Rhein (3 tronçons)	H. Vicentini	98	TG
Ombre de rivière, pré-estivaux, Année de naissance 1990	Nmarqué 25 Nmarqué 4 Nmarqué 2 Nmarqué 11	<b>16.2 %</b> <b>8.3 %</b> <b>2.4 %</b> <b>5.8 %</b>			49 jours 57 jours 134 jours 164 jours	Aar	J. Guthruf	96	ETHZ
Ombre de rivière, pré-estivaux, Année de naissance 1991	Nmarqué 12 Nmarqué 10 Nmarqué 4 Nmarqué 11 Nmarqué 21 Nmarqué 20 Nmarqué 10	<b>20 %</b> <b>19.4 %</b> <b>12.9 %</b> <b>12.7 %</b> <b>11.2 %</b> <b>9.6 %</b> <b>6.9 %</b>			18 jours 32 jours 48 jours 102 jours 155 jours 187 jours 271 jours				
Ombre de rivière, poissons d'une année	Nmarqué 36 Nmarqué 10	<b>14 %</b> <b>7 %</b>			≤ 6 mois ≤ 18 mois	Reuss lucernoise	J. et K. Guthruf	99	LU

Esèce de poissons Age ou taille des poissons im- mergés	Chiffres absolus comme base pour les valeurs relatives	Contrôle d'efficacité Proportion par rapport aux poissons de l'âge correspondant (ou, si indi- qué, par rapport à la population totale)	Contrôle d'efficacité Taux de survie en pour cent	Contrôle d'efficacité Annonces, par les pêcheurs, des poissons marqués pêchés. Valeur de repeuplement = taux de poissons marqués repêchés par rapport au nombre de poissons immergés	Intervalle entre le repeuplement et les contrôles d'efficacité	Type de cours d'eau	Auteurs	Année du rapport	Canton, institution
Truite de rivière, alevins	N <sub>t=6mois</sub> φ 676		φ 12 % dans 39 essais		6 mois	Rivières d'élevage	A. Krämer	89	TG
Truite de rivière, estivaux	N <sub>marqué</sub> 85, 238 N <sub>marqué</sub> 58, 125 N <sub>marqué</sub> 1, 52	83 et 87 % (proportion par rapport à la pop. totale) 42 et 60 % (proportion par rapport à la pop. totale) 2 et 32 % (proportion par rapport à la pop. totale)			5.5 mois 10.5 mois 17.5 mois	Melezza: lit de rivière vidangé, sans poisson, sous un lac de retenue	St. Gerster, P. Rey	95	TI
Truite de rivière, estivaux	N <sub>t=0</sub> 170		12 – 16 %		13 jours	Sitter, région à truites	J. Barandun, R. Gmünder	97	AI
Truite de rivière, estivaux, année de naissance 1990	N <sub>t=0</sub> 400, 450, 400		2 %, 4 %, 17 % x %, 6 %, 17 % 2 %, 6 %, 8 %		12 mois 15 mois 24 mois	Rivières alpines d'altitude	C. Friedl	96	ETHZ
Truite de rivière, estivaux, année de naissance 1991	N <sub>t=0</sub> 130, 160, 130		x %, 100 %, 50 % 67 %, 58 %, 39 % x %, 57 %, 33 % x %, 53 %, x %		3 mois 12 mois 15 mois 24 mois				
Truite de rivière, estivaux, année de naissance 1992	N <sub>t=0</sub> 100, 200, 100		x %, 47 %, 35 % x %, 31 %, x %		3 mois 12 mois				

Espèce de poissons Age ou taille des poissons immergés	Chiffres absolus comme base pour les valeurs relatives	Contrôle d'efficacité Proportion par rapport aux poissons de l'âge correspondant (ou, si indiqué, par rapport à la population totale)	Contrôle d'efficacité Taux de survie en pour cent	Contrôle d'efficacité Annonces, par les pêcheurs, des poissons marqués pêchés. Valeur de repeuplement = taux de poissons marqués repêchés par rapport au nombre de poissons immergés	Intervalle entre le repeuplement et les contrôles d'efficacité	Type de cours d'eau	Auteurs	Année du rapport	Canton, institution
Truite de rivière, estivaux, année de naissance 1985	Nmarqué 524 Nmarqué 313 Nmarqué 229 Nmarqué 134 Nmarqué 59	<b>67 %</b> <b>55 %</b> <b>38 %</b> <b>31 %</b> <b>20 %</b>			25 jours 7 mois 12.5 mois 18 mois 25.5 mois	Flon du Carouge: petite rivière dans une région à truites	B. Büttiker	00	VD
Truite de rivière, estivaux, année de naissance 1986	Nmarqué 120 Nmarqué 177 Nmarqué 97 Nmarqué 52	<b>77 %</b> <b>65 %</b> <b>46 %</b> <b>22 %</b>			1 mois 7 mois 14 mois 19 mois				
Truite de rivière, estivaux Elevage en rivière, parents sauvages Elevage en rivière, parents d'élevage Elevage en étang, parents sauvages Elevage en étang, parents d'élevage Elevage en bassin, parents sauvages Elevage en bassin, parents d'élevage	Nt=6mois 88 Nt=6mois 69 Nt=6mois 69 Nt=6mois 82 Nt=6mois 63 Nt=6mois 45		<b>44 %</b> <b>35 %</b> <b>35 %</b> <b>41 %</b> <b>32 %</b> <b>23 %</b>		6 mois 6 mois 6 mois 6 mois 6 mois 6 mois	Rivière d'élevage du Plateau	A. Krämer	88	TG
Truite de rivière, estivaux d'origine sauvage	Nsauvage 81 Nsauvage 44 Nsauvage 30 Nsauvage 24 Nsauvage 7	<b>19.7 %</b> (proportion par rapport à la population totale) <b>12.8 %</b> (proportion par rapport à la population totale) <b>13.3 %</b> (proportion par rapport à la population totale) <b>4.8 %</b> (proportion par rapport à la population totale) <b>4.7 %</b> (proportion par rapport à la population totale)			195 jours 379 jours 554 jours 730 jours 888 jours	Petite rivière d'un village du Plateau	A. Krämer	93	TG

Espèce de poissons Age ou taille des poissons im- mergés	Chiffres absolus comme base pour les valeurs relatives	Contrôle d'efficacité Proportion par rapport aux poissons de l'âge correspondant (ou, si indi- qué, par rapport à la population totale)	Contrôle d'efficacité Taux de survie en pour cent	Contrôle d'efficacité Annonces, par les pêcheurs, des poissons marqués pêchés. Valeur de repeuplement = taux de poissons marqués repêchés par rapport au nombre de poissons immergés	Intervalle entre le repeuplement et les contrôles d'efficacité	Type de cours d'eau	Auteurs	Année du rapport	Canton, institution
Truite de rivière, estivaux obtenus à partir d'animaux d'élevage	Nélevage 146 Nélevage 68 Nélevage 37 Nélevage 26 Nélevage 1	<b>35.4 %</b> (proportion par rapport à la population totale) <b>19.8 %</b> (proportion par rapport à la population totale) <b>16.4 %</b> (proportion par rapport à la population totale) <b>5.2 %</b> (proportion par rapport à la population totale) <b>0.7 %</b> (proportion par rapport à la population totale)			187 jours 371 jours 546 jours 722 jours 880 jours	petite rivière d'un village du Plateau	A. Krämer	93	TG
Truite de rivière, poissons d'une année	Nmarqué 176 Nmarqué 126 Nmarqué 23	<b>29 %</b> <b>16 %</b> <b>4 %</b>	<b>35 %</b> (N <sub>t=0</sub> 506) <b>25 %</b> (N <sub>t=0</sub> 506) <b>5 %</b> (N <sub>t=0</sub> 506)		133 jours 327 jours 576 jours	Gürbe, rivière peu structurée, largeur: φ 10 m	M. Flück	88	BE
Truite de rivière, poissons d'une année, Age: 21 mois	N <sub>t=0</sub> 20 à 42 N <sub>t=0</sub> 78 à 100 N <sub>t=0</sub> 35 à 75		<b>21-100 %</b> <b>0-23 %</b> <b>10 %</b>		5 mois 9 mois 12 mois	Ticino, région à truites	B. Polli	95	TI
Truite de rivière, âge: 2+	N <sub>t=0</sub> 3571 / N <sub>t&lt;24mois</sub> 173			<b>5 %</b>	< 24 mois	Rhin	J. Walter	86	SH
Truite de rivière, poissons de mesure, 30 cm	Nannoncé 0 Nannoncé 1 Nannoncé 69 Nannoncé 3			<b>0 %</b> <b>1.0 %</b> <b>13.8 %</b> <b>6.0 %</b>	<1 année <1 année <1 année <1 année	Wölflinswilerbach Erzbach Rhin, Koblenz Wissenbach Boswill	R. Gmünder, H. Minder, A. Peter	00	AG
Truite de rivière, poissons de mesure, Année du repeuplement: 1987	Nannoncé 167			<b>55.7 %</b> <b>56.0 %</b>	≤12 mois >12 mois	Reuss lucernois Ombres de rivière-	J. Muggli	88	LU
Truite de rivière, poissons de mesure, Année du repeuplement: 1988	Nannoncé 198			<b>66 %</b> <b>67 %</b>	≤4.5 mois >4.5 mois	Région à barbeaux			

Espèce de poissons Age ou taille des poissons im- mergés	Chiffres absolus comme base pour les valeurs relatives	Contrôle d'efficacité Proportion par rapport aux poissons de l'âge correspondant (ou, si indi- qué, par rapport à la population totale)	Contrôle d'efficacité Taux de survie en pour cent	Contrôle d'efficacité Annonces, par les pêcheurs, des poissons marqués pêchés. Valeur de repeuplement = taux de poissons marqués repêchés par rapport au nombre de poissons immergés	Intervalle entre le repeuplement et les contrôles d'efficacité	Type de cours d'eau	Auteurs	Année du rapport	Canton, institution
Corégone, alevins			Valeur de repeuplement: <b>0.2-0.6 %</b>			Lacs du Plateau	R. Müller, B. Mbwenemo, J. Meng	95	EAWAG
Corégone, pré-estivaux			Valeur de repeuplement: <b>4 %</b> <b>Ces résultats</b> sont fournis en admettant que la reproduction naturelle ne fonctionne pas dans des lacs eutrophes.						
Corégone, estivaux	Nmarqué 636	Captures par des pêcheurs professionnels systématiquement contrôlées: <b>10 %</b>			>1 année	Lac de Sarnen	J. Meng, R. Müller, W. Geiger	86	EAWAG
Corégone, poissons de mesure	Nannoncé 96			<b>&gt;17 %</b>	<1 année	Untersee	K. Egloff	99	TG
Brochet, estivaux	Nannoncé 1 Nannoncé 1 Nannoncé 5 Nannoncé 8 Nannoncé 12 Nannoncé 21			<b>0.4 %</b> <b>0.4 %</b> <b>1.3 %</b> <b>2.0 %</b> <b>2.2 %</b> <b>6.0 %</b>	<2 années <2 années <2 années <2 années <2 années <2 années	Limmat Rhin Rhin Aar Aar Aar	R. Gmünder, H. Minder, A. Peter	00	AG
Brochet, estivaux			Valeur de repeuplement: <b>8 %</b> Valeur de repeuplement: <b>5.2 %</b> Valeur de repeuplement: <b>4 %</b> Valeur de repeuplement: <b>1.06 %</b> Valeur de repeuplement: <b>6.3 %</b>			Lac des 4 cantons Lac de Thun Lac de Biemme Lac de Brienz Lac de Sarnen	R. Müller	90	EAWAG

Espèce de poissons Age ou taille des poissons immergés	Chiffres absolus comme base pour les valeurs relatives	Contrôle d'efficacité Proportion par rapport aux poissons de l'âge correspondant (ou, si indiqué, par rapport à la population totale)	Contrôle d'efficacité Taux de survie en pour cent	Contrôle d'efficacité Annonces, par les pêcheurs, des poissons marqués pêchés. Valeur de repeuplement = taux de poissons marqués repêchés par rapport au nombre de poissons immergés	Intervalle entre le repeuplement et les contrôles d'efficacité	Type de cours d'eau	Auteurs	Année du rapport	Canton, institution
Saumon, pré-estivaux	Npêché 233		9 %		3.5 mois	Etang de St. Alban	Inspectorat de la pêche de BS, OFEFP	97	BS
Truite de lac, estivaux				Valeur de repeuplement: <b>0.72 %</b> Valeur de repeuplement: <b>0.72 %</b> Valeur de repeuplement: <b>1.24 %</b>		Lacs du Plateau	R. Müller	90	EAWAG
Omble chevalier, alevins				Valeur de repeuplement: <b>0.41 %</b>		Lac de Zoug	Ch. Ruhlé	76	ZG
Omble chevalier, pré-estivaux				Valeur de repeuplement: <b>2.69 %</b>					
Omble chevalier d'une année	Nrepêché 100 à 80			<b>8.5 – 20.5 %</b>					

**Remarque:** à l'image de la recherche effectuée, ce travail fournit une somme de résultats de nature variée. La vue d'ensemble est néanmoins complète et reflète en grande partie les chiffres existant jusqu'à la mi- 2001 en Suisse.

Ce tableau est un résumé des résultats. Une comparaison directe n'est pas possible : chaque expérience part d'une situation initiale différente et d'autres circonstances ont influencé les résultats. Les auteurs ont jugé différemment ces influences ou ne les ont pas prises en compte. Par ailleurs, les méthodes utilisées pour le contrôle d'efficacité n'ont pas toujours fourni des chiffres fiables aux auteurs. Toutes les expériences qui ont pris en compte le facteur temps montrent que le taux de poissons de repeuplement diminuent toujours en faveur des individus sauvages.

**8 Listes des travaux**

- Barandun, J. 1988.** Biologische Untersuchung der Forellenbewirtschaftung in Appenzell Ausserrhoden. Fischereiverwaltung des Kantons Appenzell Ausserrhoden.
- Barandun, J. 1997.** Innerrhoder Fischereikonzept IFIKO, Teilbericht Alpsteinseen. Fischereiverwaltung des Kantons Appenzell Innerrhoden.
- Barandun, J. & Gmünder, R. 1997.** Innerrhoder Fischereikonzept IFIKO, Teilbericht Fließgewässer. Fischereiverwaltung des Kantons Appenzell Innerrhoden.
- Büttiker, B. 2000.** La truite (*Salmo trutta L.*) du Flon de Carrouge (Suisse), Analyse de la population. Fischereiverwaltung des Kantons Waadt.
- BUWAL & BVET 1995.** Richtlinie Tierschutz 4.03. BUWAL und BVET 1995.
- Diderot, D. 1999.** Biologie de l'anguille, (*Anguilla anguilla*) dans le Rhin alsacien (Croissance, développement sexuel, acquisition de l'argenteure). G.E.P.S. Université Paris 7.
- Egloff, K. 1996.** Alizarinmarkierungen, Felchen. Fischereiverwaltung des Kantons Thurgau.
- Egloff, K. 1999.** Felchenmarkierung mit Alcianblau im Untersee 1998, Untersuchung des Wanderverhaltens der Bodensee-Felchen vom Untersee in den Obersee. Fischereiverwaltung des Kantons Thurgau.
- Enzmann, P. & Senn, D. G. 1992.** Wanderung der Aale und anderer Süßwasserfische. Verhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft Basel 102 (2): 371 – 376.
- Fischereiaufsicht Basel-Stadt, BUWAL 1997.** Monitoring der Junglachse im St. Albenteich/BS. Fischereiverwaltung des Kantons Basel-Stadt.
- Fischereiverwaltung des Kantons St. Gallen & Hertig, A. 2000.** Die Äschenpopulation im Linthkanal: Untersuchungen zur Reproduktionsbiologie mit besonderer Berücksichtigung der Lebensraumnutzung der Äschenlarven, Zwischenbericht 1999 zur Dissertation.
- Fischereiverwaltung des Kantons Zürich.** Bewirtschaftungskonzept 1994 bis 2002. Fischereiverwaltung des Kantons Zürich.
- Flück, M. 1988.** Besatzversuch in der Gürbe. Fischereiverwaltung des Kantons Bern.
- Flück, M. 1995.** Zusatzbesatz in der Unteren. Fischereiverwaltung des Kantons Bern.
- Friedl, C. 1996.** Populationsdynamik und Reproduktionsbiologie der Bachforelle (*Salmo trutta fario L.*) in einem hochalpinen Fließgewässer. Dissertation ETHZ, Nr. 11624.
- Gerster, St. & Rey P. 1995.** Fischökologische Untersuchungen an der Melezza – Schlussbericht über die Untersuchungen der Jahre 1992 – 1994. Fischereiverwaltung des Kantons Tessin.

- Gmünder, R., Minder, H. & Peter, A. 2000.** Aargau: Besitzversuche mit Forellen und Hechten (ca. 30 cm). Fischereiverwaltung des Kantons Aargau.
- Guthruf, J. 1996.** Populationsdynamik und Habitatwahl der Äsche in drei verschiedenen Gewässern des schweizerischen Mittellandes. Dissertation ETHZ, Nr. 11720.
- Guthruf, J. & Guthruf-Seiler, K. 1999.** Grundlagen für eine nachhaltige Nutzung der Äsche in der Luzerner Reuss, 1. Zwischenbericht. Fischereiverwaltung des Kantons Luzern.
- Hammer, S. A. & Blankenship, H. L. 2001.** Cost Comparison of Marks, Tags and Mark-with-Tag Combinations Used in Salmonid Research. North American Journal of Aquaculture 63: 171 – 178.
- Huber-Gysi, M. E. 1998.** Untersuchungen über die Raumnutzung und Populationsdynamik der Nase (*Chondrostoma nasus L.*) als Grundlagen für den Artenschutz. Dissertation Uni Bern.
- Krämer, A. 1989.** Einfluss der Besatzdichte auf das Überleben der Besatzfische. Fischereiverwaltung des Kantons Thurgau.
- Krämer, A. 1988.** Besitzexperimente 1986/1987 mit Bachforellensömmerlingen unterschiedlicher Herkunft und Aufzuchtbedingungen. Fischereiverwaltung des Kantons Thurgau.
- Krämer, A. 1993.** Besitzversuche mit Bachforellen unterschiedlicher Herkunft. Fischereiverwaltung des Kantons Thurgau.
- Krämer, A., Ruhlé, Ch. & Kugler, M. 1996.** Relation künstliche / natürliche Erbrütung Felchen. Fischereiverwaltung des Kantons St. Gallen.
- Kugler, M., Ruhlé, Ch. und Uni Konstanz 1999.** Relation künstliche / natürliche Erbrütung Felchen. Fischereiverwaltung des Kantons St. Gallen.
- Mears, H. C. & Hatch, R. W. 1976.** Overwinter survival of fingerling brook trout with single and multiple fin clips. Transactions of the American Fisheries Society 6.
- Meng, H. J., Müller, R. & Geiger, W. 1986.** Growth, mortality and yield of stocked coregonid fingerlings identified by microtags. Archiv für Hydrobiologie; Ergebnisse der Limnologie 22: 319 – 325.
- Muggli, J. 1988.** Markierungsexperiment mit fangreifen Forellen in der Reuss, Luzern. Fischereiverwaltung des Kantons Luzern.
- Müller, R. 1990.** Management practices for lake fisheries in Switzerland. Management of Freshwater Fisheries. Proceedings of a symposium organized by the European Inland Fisheries Advisory Commission, Göteborg, Sweden, 31 May – 3 June 1988. Pudoc. Wageningen: 477 – 492.
- Müller, R., Mbwenemo, B. M. & Meng, H. J. 1995.** Die Felchenfischerei in einigen Seen der Zentralschweiz und des Mittellandes. BUWAL, Mitteilungen zur Fischerei Nr. 55: 109 – 128.
- Nicola, S. J. & Cordone, A. J. 1973.** Effects of fin removal and survival and growth of rainbow trout (*Salmo gairdneri*) in a natural environment. Transactions of the American Fisheries Society 102: 753 – 758.
- Nielsen, L. A. 1992.** Methods of marking fish and shellfish. American Fisheries Society. Special Publication 23.

- Parker, N. C., Giorgi, A. E., Heidinger, R. C., Jester, Jr., D. B., Prince, E. D. & Winans, G. A. 1990.** Fish-marking techniques. American Fisheries Society Symposium 7.
- Peter, A. & Erb, M. 1996.** Leitfaden für fischbiologische Erhebungen in Fliessgewässern unter Einsatz der Elektrofischerei. BUWAL, Mitteilung zur Fischerei Nr. 58: 49 – 73.
- Peter, A. & Ruhlé, Ch. 1995.** Unterlagen zum Fischmarkierkurs 1995.
- PMFC – Pacific Marine Fisheries Commission 1992.** Mass-marking anadromous salmonids: techniques, options, and compatibility with the coded-wire tag system. Pacific State Marine Fisheries Commission, Portland, Oregon.
- Polli, B. 1995.** Esperimento con immissione di individui 1+ marcati di trota fario nel fiume Ticino in Valle Bedretto e in Alta Leventina. Fischereiverwaltung des Kantons Tessin.
- Roth, H. 1976.** Gutachten über die fischereiliche Nutzung der Birs in der Gemeinde Pfeffingen und in der Strecke vom eingehauenen Stein oberhalb des Duggingerwuhrs bis zur Nepomuckbrücke in Dornach. Fischereiverwaltung des Kantons Solothurn.
- Ruhlé, Ch. 1976.** Die Bewirtschaftung des Seesaiblings (*Salvelinus alpinus salvelinus L.*) im Zugersee. Dissertation ETHZ, Nr. 5809.
- Ruhlé, Ch. & Kugler, M. 1996.** Relation künstliche / natürliche Erbrütung Albeli und Blalig (Walensee). Fischereiverwaltung des Kantons St. Gallen.
- Ruhlé, Ch. & Kugler, M. 1998.** Relation künstliche / natürliche Erbrütung Felchen. Fischereiverwaltung des Kantons St. Gallen.
- Ruhlé, Ch. & Peter, A. 1997.** Wanderverhalten der Seeforelle, Rhein Reichenau. Fischereiverwaltung des Kantons St. Gallen.
- Stott, B. 1968.** Marking and tagging. Methods for assessment of fish production in fresh waters, 2<sup>nd</sup> edition: 78 – 92. International Biological Programme (London). Blackwell.
- Vicentini, H. 1998.** Äschenbesatz im Hochrhein bei Stein am Rhein, Erfolgskontrolle. Fischereiverwaltung des Kantons Thurgau.
- Vicentini, H. 1998.** Erfolgskontrolle des Äschenbesatzes 1998 im Rhein (Stein bis Rüdlingen), Zwischenbericht. Fischereiverwaltung des Kantons Thurgau.
- Walter, J. 1986.** Besatzversuch mit markierten Forellen im Rhein. Fischereiverwaltung des Kantons Schaffhausen.
- Zika, U. 1995.** Totholz als Strukturelement in Fliessgewässern. Diplomarbeit, Bibliothek der EAWAG in Dübendorf ZH.