

Rempoissonnement en Suisse

Synthèse des suivis d'efficacité



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Office fédéral de l'environnement OFEV

Rempoissonnement en Suisse

Synthèse des suivis d'efficacité

Impressum

Éditeur

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

Auteurs

Guy Périat (Téléos), Pascal Vonlanthen (Aquabios), Antoine Roulin (Aquabios)

Groupe d'accompagnement OFEV

Daniel Hefti, Andreas Knutti, Diego Dagani

Mise en page

Funke Lettershop AG

Photo de couverture

Lorsque les écosystèmes aquatiques remplissent leurs fonctions, le recrutement naturel soutient les populations sauvages et crée les conditions pour une exploitation durable. Sur cette photo, des truites lacustres pendant la période de frai.

© Michel Roggo

Téléchargement au format PDF

www.bafu.admin.ch/uw-2328-f

Il n'est pas possible de commander une version imprimée. Cette publication est également disponible en allemand et en italien.

La langue originale est le français.

© OFEV 2023

Table des matières

Abstracts	5
Préface	6
1 Introduction	7
2 Cadre général	8
3 Principes et déroulement de l'étude	9
3.1 Suivis par marquage/recapture	9
3.2 Suivis par arrêt du repoissonnement	10
3.3 Tests de suivis de repoissonnement	11
4 Synthèse des résultats des suivis d'efficacité	12
4.1 Synthèse des résultats pour les cours d'eau	12
4.2 Synthèse des résultats pour les lacs	20
5 Bilan des enseignements	23
6 Conclusions	24
7 Recommandations	26
8 Bibliographie	27
9 Annexes	30
9.1 Annexe 1 : Additivité ou substitution	30
9.2 Annexe 2 : Technique de suivi d'efficacité préconisée	31
9.3 Annexe 3 : Critères de la base des données	33
9.4 Annexe 4 : Nombre de tests par canton	36

Abstracts

A compilation of Swiss case studies monitoring the effectiveness of fish stocking since 1981 shows that this management tool does not provide sustainable support for wild fish stocks. At best, in some cases it increases fishermen's catches. Therefore, in order to protect the diversity of wild fish in our waters, it is recommended to stop stocking as soon as possible and give priority to habitat restoration. If stocking practices are maintained, their effectiveness should be reviewed and the natural development of stocks should be monitored. At the same time, the causes of the disturbance must be identified so that measures can be taken to protect and improve the habitat.

La compilation des expériences suisses de suivi d'efficacité des rempoissonnements depuis 1981 révèle que cet outil de gestion ne permet pas de soutenir durablement les peuplements de poissons sauvages. Il permet dans le meilleur des cas d'augmenter les captures des pêcheurs. En conséquence pour préserver la diversité des poissons dans nos eaux, il est recommandé de mettre fin à cette pratique dès que possible et de privilégier la restauration des milieux. Si le repeuplement est maintenu il convient de vérifier son efficacité et de suivre l'évolution naturelle des populations. En même temps, les causes de la perturbation doivent être identifiées afin de mettre en place des mesures de protection et d'amélioration des habitats.

Die Übersicht über die Schweizer Wirkungskontrollen von Fischbesatzmassnahmen ab 1981 zeigt, dass Besatz nicht dazu geeignet ist, die Wildfischbestände nachhaltig zu stützen. Im besten Fall steigen die Fänge der Fischer. Um die Fischvielfalt in unseren Gewässern zu erhalten, wird empfohlen, diese Praxis baldmöglichst einzustellen und die Wiederherstellung der Lebensräume zu fördern. Falls Besatz dennoch beibehalten wird, sollte die Wirksamkeit überprüft und die natürliche Entwicklung der Bestände verfolgt werden. Gleichzeitig sollten die Störungsursachen ermittelt werden, um Schutz- und Verbesserungsmaßnahmen der Lebensräume einzuleiten.

Il confronto dei controlli d'efficacia del ripopolamento ittico effettuati in Svizzera dal 1981 mostra che questo strumento di gestione non fornisce un sostegno sostenibile agli stock ittici selvatici. Nel migliore dei casi permette di aumentare le catture dei pescatori. Per preservare la diversità ittica nelle nostre acque, si raccomanda di interrompere questa pratica il prima possibile e di incoraggiare il ripristino degli habitat. Se il ripopolamento viene ancora praticato occorre verificarne l'utilità e seguire l'evoluzione naturale dei popolamenti. Allo stesso tempo, è necessario identificare le cause del disturbo in modo da poter adottare misure per proteggere e migliorare gli habitat.

Keywords:

Stocking, efficacy control, sustainable management, natural recruitment, fishery

Mots-clés :

rempoissonnement, suivi d'efficacité, gestion durable, recrutement naturel, pêche

Stichwörter:

Besatz, Wirkungskontrolle, nachhaltige Bewirtschaftung, natürliche Rekrutierung, Fischerei

Parole chiave:

ripopolamento, controllo d'efficacia, gestione sostenibile, reclutamento naturale, pesca

Préface

La Suisse représente un hotspot en termes de diversité des poissons d'eau douce. Sur une surface d'environ 0,4 %, on retrouve près de 20 % de la diversité piscicole européenne. En même temps, elle est aussi un hotspot en termes de perte de diversité : plusieurs espèces endémiques, indigènes, ou des populations distinctes ont malheureusement déjà disparu. Les menaces sont diverses et le rétablissement d'habitats aquatiques proche de l'état naturel est une condition de base pour pouvoir conserver la diversité encore présente. Lorsque les écosystèmes aquatiques peuvent remplir leurs fonctions, le recrutement naturel assure la conservation des populations sauvages et une exploitation durable de la ressource. De son côté, la gestion de la pêche doit être gérée de manière à ce que les principes de durabilité définis dans la législation sur la pêche soient appliqués à grande échelle, aussi dans le cadre du soutien des populations piscicoles au moyen du rempoissonnement.

Le rempoissonnement est une pratique de gestion largement répandue en Suisse qui a connu une évolution importante au cours des dernières décennies. En particulier, nous sommes passés d'une approche visant essentiellement à augmenter le nombre de poissons capturables à une approche qui respecte l'intégrité génétique des populations sauvages et le maintien de leur capacité d'adaptation. Au cours des dernières années, l'OFEV a publié deux rapports sur le sujet proposant des recommandations pratiques en ce qui concerne la définition des unités de gestion pour les différentes espèces (Génétique et pêche, 2016) et définissant les principes selon lesquels le repeuplement peut être pratiqué de manière durable, en conformité avec les objectifs de la législation fédérale sur la pêche (Repeuplement durable des cours d'eau, 2018). Cette troisième publication résume les résultats des suivis d'efficacité effectués en Suisse au cours des 40 dernières années, mettant en évidence qu'au niveau national le repeuplement ne permet pas de soutenir durablement les peuplements de poissons sauvages. Ce rapport fournit aux gestionnaires de la pêche des arguments en faveur d'une gestion de la pêche et du repeuplement qui soit durable, solide et spécifique aux eaux suisses.

Franziska Schwarz, sous-directrice
Office fédéral de l'environnement (OFEV)

1 Introduction

Afin de soutenir les populations de poissons sauvages et/ou d'accroître l'intérêt de la pêche, les cantons procèdent, pour certains depuis plus d'un siècle, à des rempoissonnements (repeuplement, empoissonnement, alevinage, mise à l'eau, etc.). Aujourd'hui encore, cette activité constitue une part importante du travail de gestion halieutique réalisé par les services de l'Etat avec l'aide de nombreuses sociétés de pêche bénévoles. Toutefois, et malgré une longue pratique, le rempoissonnement reste une thématique sujette à controverses. Les coûts imputables, les doutes émis quant à sa réelle utilité ainsi que les nouvelles connaissances en matière de génétique et de conservation (Vonlanthen & Hefti 2016 ; Araki et al. 2007 ; Araki & Schmid 2010 ; Radinger et al. 2023) ont concouru à mettre en œuvre des contrôles d'efficacité de plus en plus systématiques.

En 2002, l'Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage (OFEP) publiait un rapport intitulé « *Efficacité des repeuplements piscicoles effectués en Suisse* » (Gmünder 2002). Ce document synthétisait les tests d'efficacité du rempoissonnement effectués sur le territoire suisse depuis les années 1990. Il révélait que le succès de ces déversements était très inégal. En particulier, plus la reproduction naturelle était fonctionnelle et plus les poissons mis à l'eau étaient âgés, moins le repeuplement s'avérait efficace. Le rapport recommandait de prioriser l'alevinage (juvéniles préestivaux et estivaux) dans des eaux où le recrutement naturel est inexistant ou déficient. Pour le contrôle d'efficacité, le marquage de masse par coloration et les inventaires par pêches électriques ou aux filets semblaient être les techniques les mieux adaptées.

Aujourd'hui, l'Office fédéral de l'environnement (OFEV) souhaite actualiser le rapport 2002, en particulier :

- mettre à jour le recueil de données sur les suivis d'efficacité du rempoissonnement,
- synthétiser les résultats nouvellement disponibles et
- rappeler les grands principes d'application et d'interprétation en matière de suivi d'efficacité du rempoissonnement.

Le présent document vise à répondre à ces trois objectifs.

2 Cadre général

Les principes d'un repoponnement durable au sens de la législation fédérale sur la pêche sont décrits dans une publication de l'OFEV (Spalinger et al. 2018). Selon ce document, seul un « *repeuplement de soutien* » (supportive breeding) conçu en tant que mesure temporaire et selon des modalités bien établies répond intégralement aux critères de la législation. Il est précisé, de surcroît, que des suivis doivent être systématiquement mis en œuvre afin de démontrer que les objectifs du repoponnement sont bien atteints, quels que soient l'espèce et le milieu concernés.

Dans la littérature scientifique, certains auteurs remettent fondamentalement en question l'efficacité et la pertinence du repoponnement (Araki et al. 2007 ; Araki et al. 2008 ; Araki & Schmid 2010 ; Arlinghaus et al. 2018 ; Skov & Nilson 2018, Radinger et al. 2023). Leurs travaux montrent que les gains potentiels sont inférieurs aux impacts sur les populations sauvages liés par exemple à la transmission de maladie et/ou à la « *pollution génétique* » provoquée par l'introduction de poissons domestiqués. Par ailleurs, même si les individus mis à l'eau survivent et se reproduisent, leur capacité à s'adapter à l'environnement et à propager leurs gènes (fitness) reste inférieure à celle des individus nés dans le milieu naturel (même après plusieurs générations). Les impacts sont proportionnels au nombre de poissons déversés et/ou à la faiblesse de la densité de population naturelle en place (Young et al. 2014). Enfin, il apparaît plus opportun d'agir sur la restauration des habitats que d'effectuer des repoponnements (Radinger et al. 2023).

Les réintroductions effectuées à la suite de la disparition d'une population peuvent se justifier en matière de conservation des espèces (Snyder et al. 1996 ; Fraser 2008 ; Young et al. 2014). Dans ce contexte de repeuplement initial, la translocation de poissons sauvages d'une population naturelle proche est à prioriser (George et al. 2015). En cas d'impossibilité, des mises à l'eau réalisées avec des poissons les plus jeunes possibles (Fitch 1977 ; Naeslund 1998), issus de parents sauvages autochtones (Vonlanthen & Hefti 2016) doivent être privilégiées. Friedl (1996) mentionne toutefois que les bénéfices liés à une réintroduction ne sont présents que la première année et Fraser (2008) précise que les facteurs environnementaux qui ont provoqué l'extinction doivent préalablement avoir été éliminés.

Les types de repoponnement qui visent à augmenter les captures de la pêche (repeuplement d'attractivité ou récréatif) ne présentent d'intérêts que si la densité de la population est inférieure à la capacité d'accueil du milieu (Holzer et al. 2003). Tout repoponnement allant au-delà de la capacité d'accueil n'aura aucun effet bénéfique et peut même se révéler contre-productif. L'efficacité des repeuplements d'attractivité dépend par ailleurs de certains facteurs :

- plus le temps entre la mise à l'eau et la pêche des poissons est court, meilleur semble être le taux de recaptures (Wyley et al. 1993 ; Holzer et al. 2003) ;
- plus les poissons mis à l'eau sont grands, plus le nombre de recaptures par la pêche est élevé (Walters et al. 1997 ; Yule et al. 2000).

En revanche, ces déversements peuvent s'accompagner d'une diminution du peuplement sauvage, causée notamment, par la concurrence intra et interspécifique générée par les poissons introduits par l'Homme (Vincent 1960 ; Holzer et al. 2003).

Dans ce contexte général, l'évaluation des suivis des mesures de repoponnement s'avère fondamentale afin de fournir des informations précieuses sur la réelle validité de cette forme de gestion.

3 Principes et déroulement de l'étude

En 2017 puis en 2022, tous les services cantonaux de la pêche ainsi que les instituts suisses de recherche ont été sollicités afin de récolter les données disponibles en matière de tests d'efficacité du rempoissonnement. Les informations exploitables reçues (données brutes, rapports, publications, etc.) ont été rassemblées en une base de données. Elles ont été ajoutées à celles publiées en 2002 (Gmünder 2002). Une étude à grande échelle, menée par le canton des Grisons entre 2005 et 2019, a été traitée séparément afin que ses conclusions ne masquent pas les résultats observés dans les autres cantons. En effet, ce suivi comportait à lui seul une grande partie des tests de marquage/recapture rassemblés à l'échelle du pays depuis 1981. Il en va de même pour une étude portée sur plusieurs petits ruisseaux zurichoises (Nägeli et al. 2021).

Lors de l'analyse des données, une distinction a été établie entre les suivis effectués par marquage/recapture des poissons introduits et ceux réalisés à la suite d'un arrêt du rempoissonnement.

3.1 Suivis par marquage/recapture

Dans le présent document, seules les études qui indiquaient le nombre de poissons marqués, la durée du suivi et la technique de recapture ont été retenues. Le taux de survie des poissons introduits, leur proportion dans le panier des pêcheurs, mais aussi dans les populations en place ont été spécifiquement séparés chronologiquement et conformément aux données disponibles.

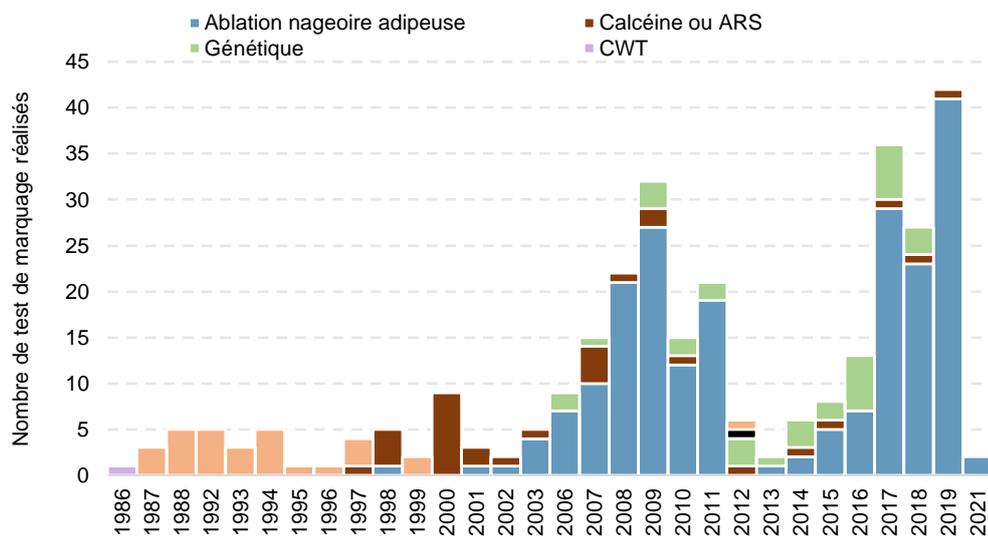
Sur les 310 tests par marquage/recapture, la plupart concerne les alevinages en juvéniles de l'année (0+). Seuls quatre cas se rapportent à des introductions de poissons de plus de deux étés (> 2+), considérés comme adultes.

Le nombre d'études portant sur la survie des poissons mis à l'eau et suivis selon la méthode marquage/recapture augmente progressivement depuis 1981 ; avec deux pics entre 2005 et 2009, puis de 2016 à 2019. Ces derniers s'expliquent par les projets d'envergure menés dans les cantons des Grisons et Zurich. La plupart des essais s'arrêtent avant que les poissons aient atteint l'âge adulte 2+, soit 24 mois ou une taille de plus de 20 cm.

En matière de méthode, la balnéation des œufs ou des alevins dans des substances fluorescentes (calcéine ou alizarine rouge) colorant les pièces osseuses et/ou l'ablation de la nageoire adipeuse pour les truites constituent les techniques les plus couramment utilisées. À partir des années 2000 (fig. 3.1) apparaît une nouvelle technique basée sur des tests génétiques de paternité.

Fig. 3.1 : Tests de marquage

Nombre de tests effectués avec des poissons marqués à l'aide de méthodes différentes. CWT = coded wired tags. N = 310 tests.

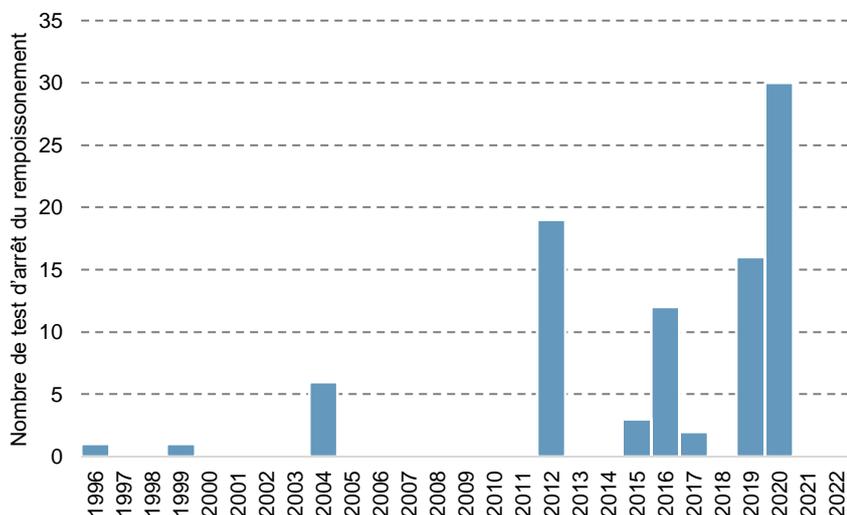


3.2 Suivis par arrêt du repoissonnement

Dans les cas d'arrêt du repoissonnement, l'existence de données sur les densités des populations en place, avant et après l'arrêt, a constitué le critère sélectif. De plus, les statistiques halieutiques normalisées en capture par unité d'effort (CPUE) ont également été intégrées si le temps de pêche et les bredouilles étaient comptabilisés.

Fig. 3.2 : Tests d'arrêt du repoissonnement

Nombre de tests d'arrêt du repoissonnement réalisés en Suisse entre 1981 et 2022. N = 90 tests.



En revanche, les statistiques n'ont pas été utilisées lorsqu'elles ne fournissaient aucune information sur l'évolution de l'effort de pêche. Il en va de même pour toutes les études qui proposaient de simples corrélations (rempoissonnement versus captures), sans marquage des poissons déversés ou sans état initial préalable.

Le nombre connu de tests d'arrêt du rempoissonnement traditionnel en juvéniles et du suivi de la population avant/après n'a débuté qu'à partir de 1996. Les 90 tests à disposition concernent exclusivement la truite en rivières (fig. 3.2).

3.3 Tests de suivis de rempoissonnement

En tout, 400 tests de suivis d'efficacité de rempoissonnements (arrêts des déversements et marquages) exploitables (388 en cours d'eau et 12 en lac) réalisés en Suisse ces 40 dernières années ont été collectés et analysés. La notion de « *test* » doit être précisée en fonction de la méthode utilisée :

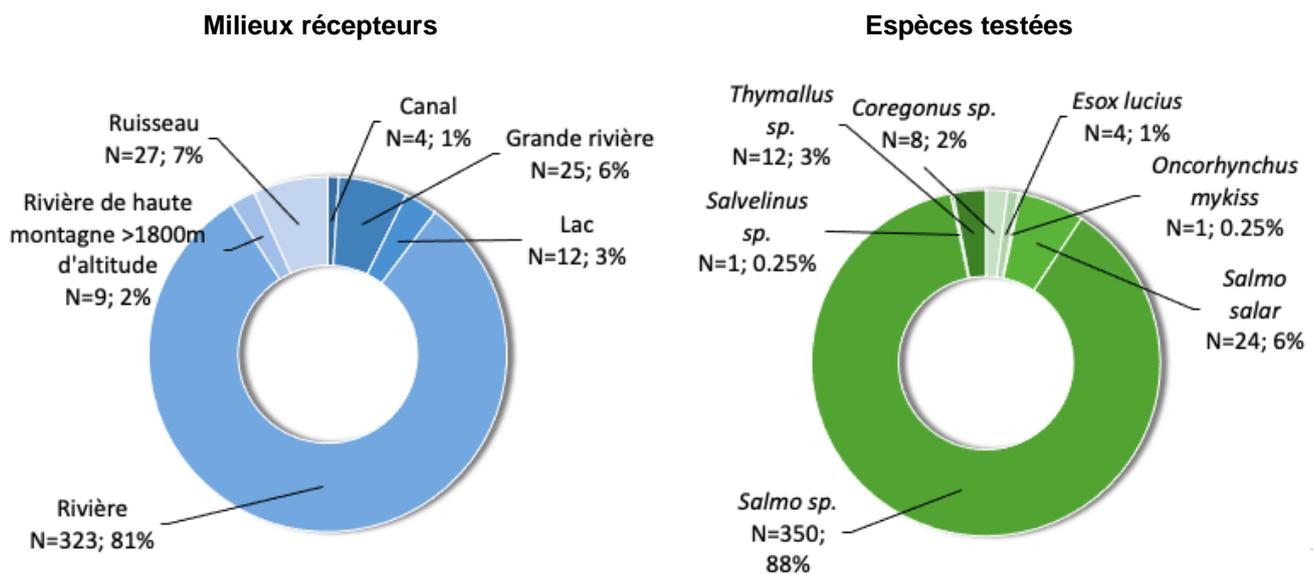
- Dans les cas d'un **marquage/recapture**, chaque déversement de poissons marqués (afin de les distinguer des poissons sauvages) a été considéré comme un test. Il comprend également les différentes campagnes d'inventaires de contrôle (au filet ou par pêche électrique) ou la statistique halieutique effectuées avant et après le déversement. Les résultats sont exprimés en proportion des poissons marqués dans le peuplement total présent dans le milieu récepteur ou dans le panier du pêcheur.
- Dans le cas d'un **arrêt du rempoissonnement**, le moment de l'arrêt a été considéré comme un test d'arrêt. Il comprend également les campagnes d'inventaires de contrôle (au filet ou par pêche électrique) ou la statistique halieutique effectuées avant et après l'arrêt. L'évolution du nombre et de la biomasse de poissons observés avant/après l'arrêt des introductions constitue les résultats.

4 Synthèse des résultats des suivis d'efficacité

La technique du marquage/recapture a été utilisée dans la majorité des tests analysés (78 % des tests). Les autres ont consisté en un suivi de l'évolution des populations sauvages et/ou au suivi des captures par unité d'effort de la pêche avant/après l'arrêt de tout rempoissonnement. Les suivis effectués concernent essentiellement les truites (*Salmo* spp.) et les cours d'eau. Seuls 3 % des études se réfèrent aux milieux lacustres (fig. 4.1).

Fig. 4.1 : Milieux récepteurs et espèces testées

Milieux récepteurs et espèces testées en Suisse depuis 1981. N = 400 tests.



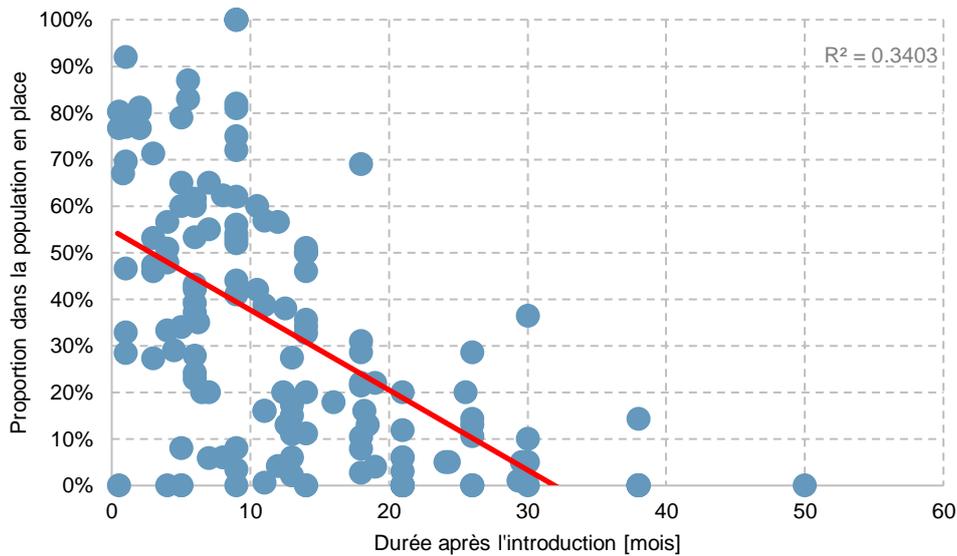
4.1 Synthèse des résultats pour les cours d'eau

4.1.1 Truites (*Salmo* spp.) : résultats des suivis d'efficacité réalisés par marquage-recapture

L'analyse des tests réalisés montre que, si la proportion de truites issues du rempoissonnement dans la population du cours d'eau peut s'avérer très élevée juste après l'introduction, elle diminue drastiquement par la suite, lorsque les individus deviennent plus âgés (fig. 4.2). La proportion d'adultes issus d'un alevinage (généralement en tant que 0+) demeure généralement faible (< 20 % en moyenne) dans les tests longue durée. Ce résultat indique que les populations de poissons adultes proviennent essentiellement du recrutement naturel.

Fig. 4.2 : Marquage-recapture des truites rempoissonnées

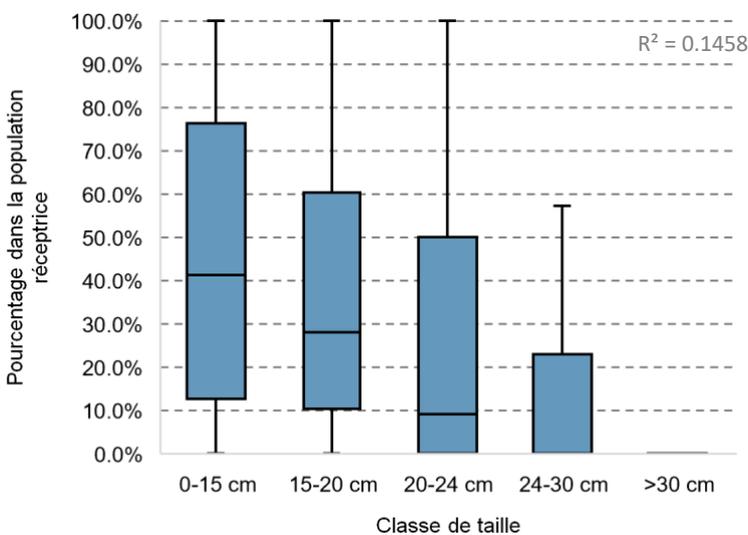
Proportion des truites rempoissonnées dans la population réceptrice (rempoissonnement en juvénile 0+ et 1+). N = 75 tests sur 28 cours d'eau, régression linéaire : $p < 0.001$.



L'étude « grisonne » réalisée à grande échelle entre 2005 et 2019 confirme par ailleurs la diminution progressive de la proportion des poissons issus du rempoissonnement qui passe d'environ 50 % pour les poissons de moins de 15 cm à moins de 10 % pour des poissons de plus grande taille (fig. 4.3).

Fig. 4.3 : Marquage-recapture des truites rempoissonnées – canton des Grisons

Proportion des truites dans la population réceptrice issue d'un déversement en juvéniles dans les cours d'eau du canton des Grisons entre 2005 et 2011. N = 152 tests sur 17 cours d'eau, régression linéaire : $p < 0.001$.

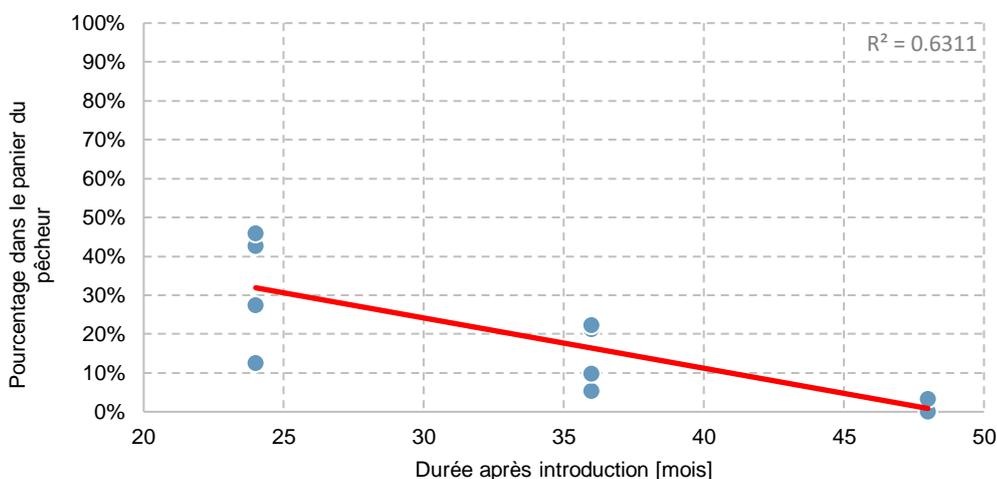


Une étude sur le Doubs frontière a évalué la contribution d'un alevinage en truites au stade 0+ dans les captures par la pêche de loisir. Elle montre que, dans le panier des pêcheurs, la proportion des truites âgées de deux étés et issues du rempoissonnement peut être notoire au début (fig. 4.4). Cependant, cette proportion diminue rapidement et de façon continue au fil des étés pour se rapprocher de zéro dès que les truites déversées atteignent l'âge de 4+ (> 48 mois) (Degiorgi & Champigneulle, 2000 ; Champigneulle et al. 2002).

Fig. 4.4 : Marquage-recapture des truites rempoissonnées – panier du pêcheur

Proportion des truites dans le panier des pêcheurs issues d'un rempoissonnement en juvéniles (0+) sur le Doubs frontière (0+ & 1+).

N = 12 tests, régression linéaire : $p < 0.01$.



En complément, quelques expériences se sont attachées à mesurer l'efficacité du déversement de truites adultes dans le but d'augmenter le nombre de poissons capturables par les pêcheurs (repeuplement d'attractivité). Les quatre tests réalisés (Tab. 4.1) montrent que la proportion d'individus déversés (qui dépassaient la taille légale de capture) est élevée dans le panier des pêcheurs durant les six premiers mois après l'introduction.

Tab. 4.1 : Contribution du rempoissonnement en truites adultes pour le panier du pêcheur

Les quatre tests de suivi de la proportion des truites adultes rempoissonnées dans le panier du pêcheur montrent un taux de recapture relativement élevé les premiers mois après l'introduction.

Auteur(s) et titre de l'étude	Cours d'eau	Âge lors du déversement	Proportion d'individus marqués dans le panier des pêcheurs	Temps après rempoissonnement [mois]
J-F Rubin et A. Richard (2013) : Suivi piscicole du Boiron de Morges.	Boiron de Morges	3+	22 %	4
W. Dönni (2013) : Fischereiwirtschaftliches Konzept Engelberger Aa.	Engelberger Aa	2+	64 %	6
J. Muggli (1988) : Markierungsexperiment mit fangreifen Forellen in der Reuss, Luzern.	Reuss	2+	56 %	6
J. Muggli (1988) : Markierungsexperiment mit fangreifen Forellen in der Reuss, Luzern.	Reuss	2+	66 %	6

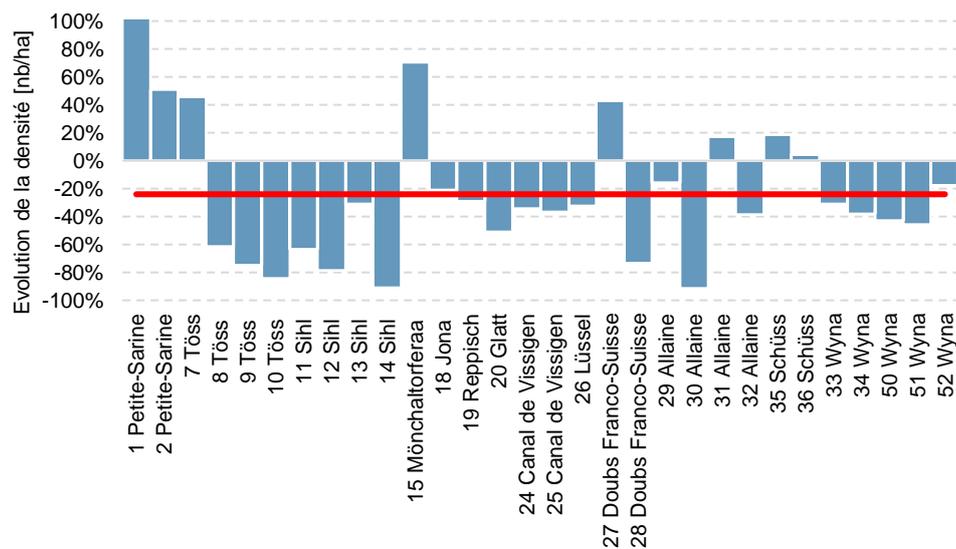
4.1.2 Truites (*Salmo* spp.) : résultats des suivis d'efficacité réalisés par arrêt du rempoissonnement

Les expériences d'arrêts du rempoissonnement analysées dans le cadre de ce document ne concernent que la truite. Une étude portée sur plusieurs petits ruisseaux du canton de Zurich (Nägeli et al. 2021) a été traitée séparément pour ne pas masquer les résultats obtenus dans les autres cantons et dans des cours d'eau plus grands et ouverts à la pêche.

La figure 4.5 montre que, après l'arrêt d'introduction de juvéniles, la densité numérique totale des truites (nb/ha tout âge confondu) a diminué dans 22 tests sur 30, avec une diminution moyenne de 24 % des individus par hectare.

Fig. 4.5 : Arrêt du rempoissonnement en truites

Modifications de densités numériques des truites (toutes classes d'âge confondues) observées après l'arrêt du rempoissonnement en juvéniles (0+). Le trait rouge représente la moyenne des comparaisons entre toutes les populations. N = 30 tests, T-test, $p < 0.001$, données transformées LOG.



Ces différences s'expliquent essentiellement par la baisse de la densité des juvéniles de truites 0+ (fig. 4.6). Elles s'observent sur quasiment tous les sites où les données juvéniles détaillées sont disponibles. En moyenne, la diminution atteint 50 % des individus 0+ par hectare.

Toutefois, l'étude des petites rivières zurichoises montre que la densité en 0+ ne diminue pas forcément dans tous les cours d'eau après l'arrêt du rempoissonnement (Nägeli et al. 2021). En effet, dans ces têtes de bassin, une augmentation non significative de 18 % en moyenne (fig. 4.7) peut même être observée. Notons cependant que les rivières pêchées sont ici de très petite taille (1,9 m de largeur en moyenne) en comparaison avec les cours d'eau de la Figure 4.6, et sont connues pour abriter un important frai naturel.

Fig. 4.6 : Arrêt du repoissonnement en truites – impact sur les juvéniles (0+)

Modifications de densités des truitelles (0+) observées après l'arrêt du repoissonnement en juvéniles (0+) pour toutes les études sauf l'étude zurichoise (Nägeli et al. 2021). Le trait rouge représente la moyenne des comparaisons entre toutes les populations. N = 24 tests, T-test, $p < 0.001$, données transformées LOG.

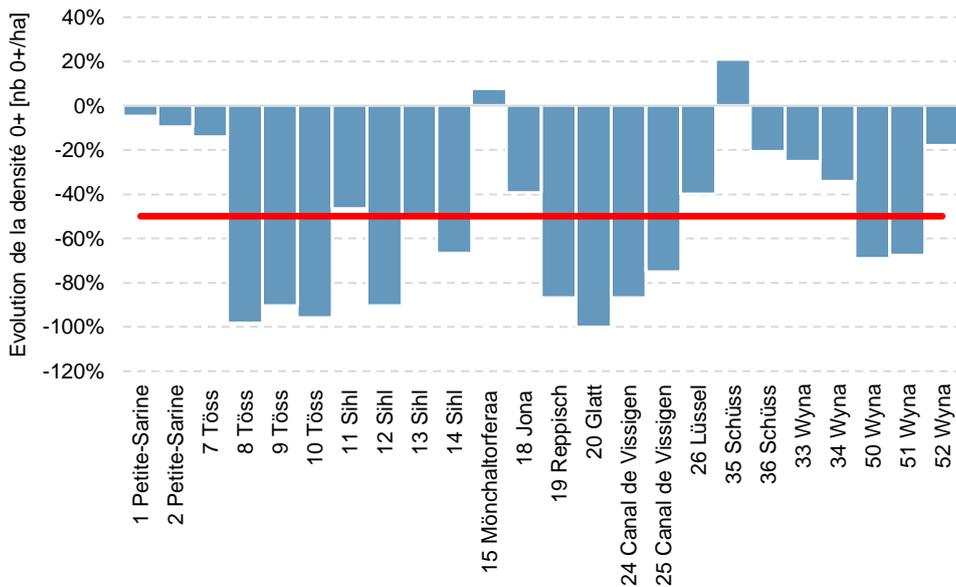
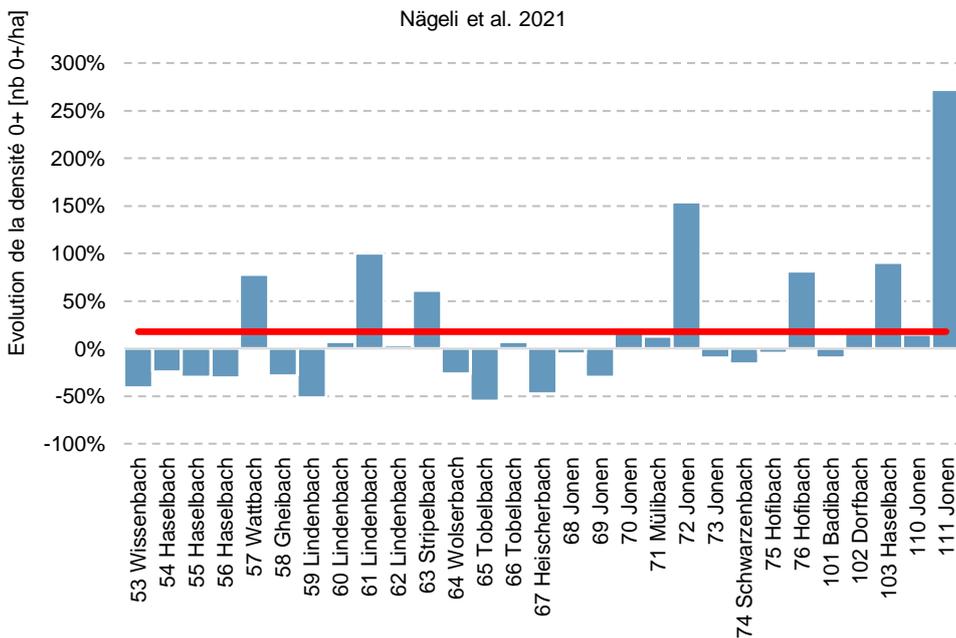


Fig 4.7 : Arrêt du repoissonnement en truites dans le canton de Zurich (Nägeli et al. 2021)

Modifications de densités des truitelles (0+) observées après l'arrêt du repoissonnement en juvéniles (0+) dans l'étude menée par Nägeli et al. Le trait rouge représente la moyenne des comparaisons entre toutes les populations. N = 29 tests, T-test, $p = 0.374$, données transformées LOG.



En revanche où les données sont disponibles, aucune différence statistiquement significative n'a été observée pour les truites plus âgées (> 0+) ainsi que pour les biomasses totales en place avant/après rempoissonnement (fig. 4.8, fig. 4.9). L'arrêt du rempoissonnement n'a donc pas engendré une baisse générale de densités des truites de moyenne et de grande taille dans ces cours d'eau.

Fig. 4.8 : Arrêt du rempoissonnement en truites – impact sur les truites âgées (> 0+) 3 ans après l'arrêt

Modifications de densités des truites plus âgées (> 0+) observées 3 ans après l'arrêt du rempoissonnement en juvéniles (0+). Le trait rouge représente la moyenne des comparaisons entre toutes les populations. N = 8 tests, T-test, p = 0.256, données transformées LOG.

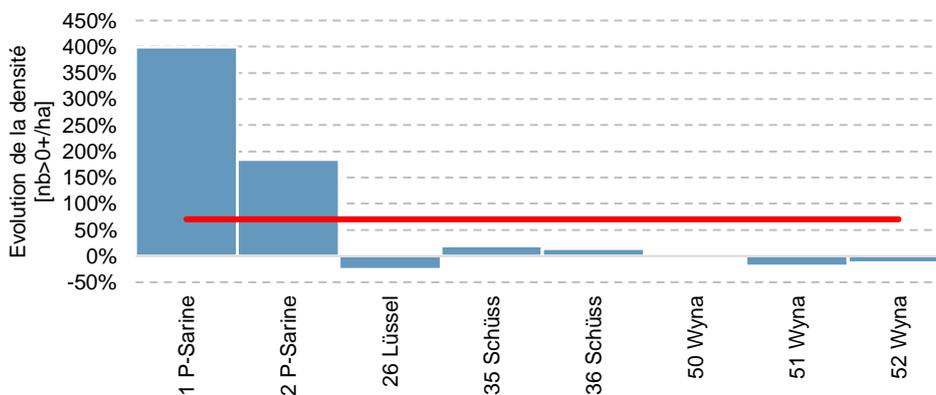
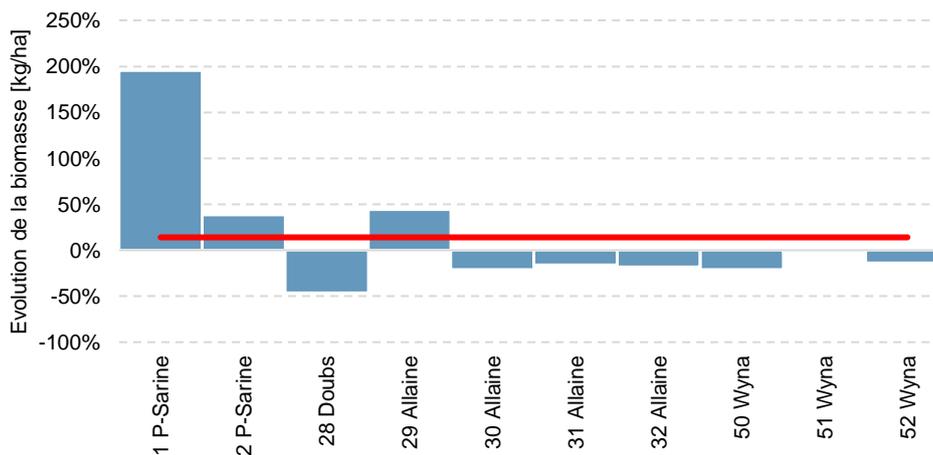


Fig. 4.9 : Arrêt du rempoissonnement en truites – impact sur la biomasse de truites 3 ans après l'arrêt

Modifications des biomasses totales de truite observées 3 ans après l'arrêt du rempoissonnement en juvéniles (0+). Le trait rouge représente la moyenne des comparaisons entre toutes les populations. N = 10 tests, T-test, p = 0.926, données transformées LOG.



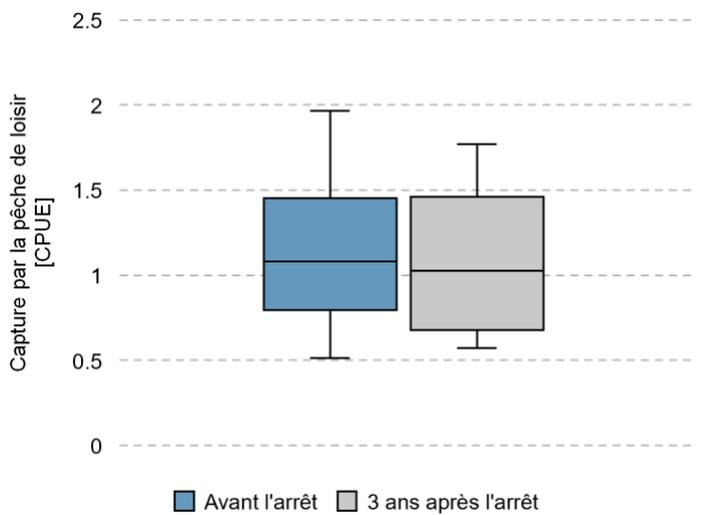
L'absence de différence de densité d'adultes et de biomasse totale en place avant/après l'arrêt du rempoissonnement est intéressante. Elle suggère que, dans la plupart des cas avec des données, les poissons issus du rempoissonnement, une fois l'âge adulte atteint ou une taille capturable, ont tendance à se substituer plutôt que de s'ajouter aux populations sauvages.

Cette substitution (cf. annexe A1) est confirmée dans le panier des pêcheurs par l'étude réalisée dans les Grisons avec 16 tests : les captures de la pêche (poissons ayant atteint la taille minimale légale) par unité d'effort (CPUE) ne varient pas significativement avant ou après l'arrêt du repoissonnement (fig. 4.10).

Fig. 4.10 : Arrêt du repoissonnement en truites – impact sur les captures des pêcheurs (CPUE)

Captures (CPUE) avant/3 ans après l'arrêt du repoissonnement en juvéniles (0+) sur 16 tests réalisés dans les cours d'eau des Grisons.

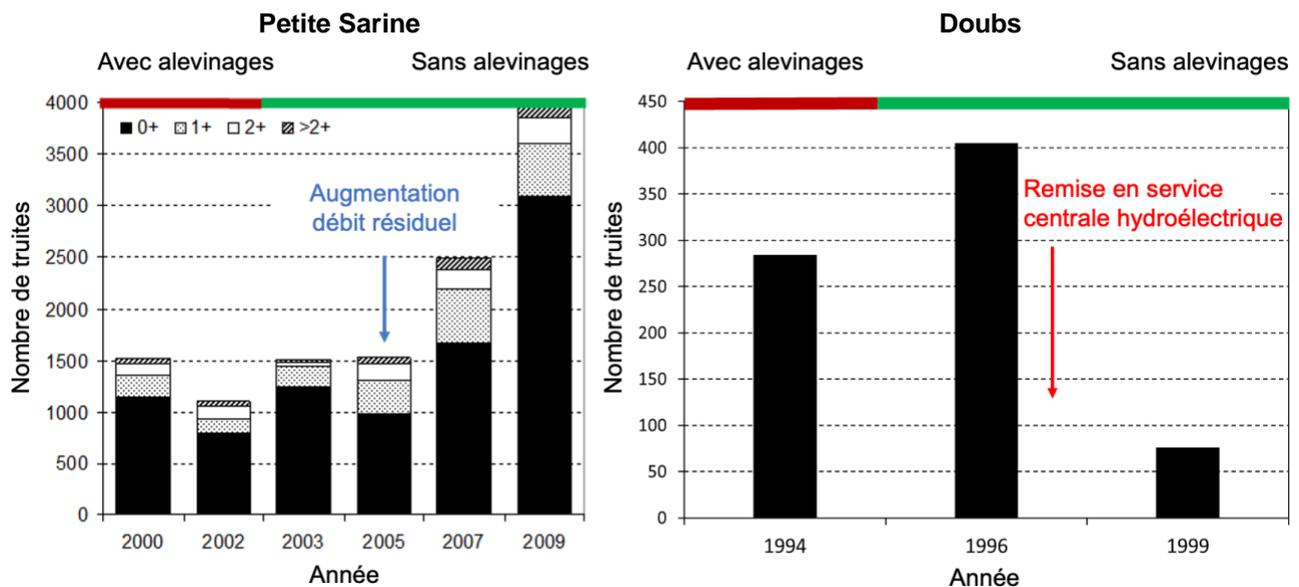
T-test, $p = 0.106$.



En complément, il est également intéressant de détailler les études de marquage menées dans les années 1990 et 2000 sur la Petite Sarine (fig. 4.11) et le Doubs (fig. 4.11).

Fig. 4.11 : Evolution des populations de truites après l'arrêt de l'alevinage

Gauche : Nombre de truites dans la Petite Sarine à Fribourg (adapté de Association La Frayère, 2010). Droite : Densité de truites pour 1000 m² dans le Doubs franco-suisse en amont de Goumois (adapté de Degiorgi et Champigneulle, 2000).



Dans les deux cas, les tests de marquage semblaient suggérer au début un bon succès de l'alevinage (0+) (Renz et al. 2002, Champigneulle et al, 2002) avec un taux de poissons marqués allant jusqu'à 70 % après les premières années. Ce taux a rapidement baissé et a décidé les gestionnaires d'arrêter tout déversement. Les années qui ont suivi ont été contrastées pour les stocks de poissons. Sur la Petite Sarine, elles se sont nettement accrues à la suite de l'augmentation du débit réservé (Association La Frayère 2010). Alors que sur le Doubs, elles ont été divisées par deux après une petite augmentation en conséquence de la remise en route d'une centrale hydroélectrique (Champigneulle et Degiorgi, 2000).

Ainsi, sur les rares cas où des changements radicaux de densité de poissons en place interviennent après l'arrêt du repoissonnement, des causes extérieures à la gestion pêche sont apparemment prévalentes.

4.1.3 Autres espèces

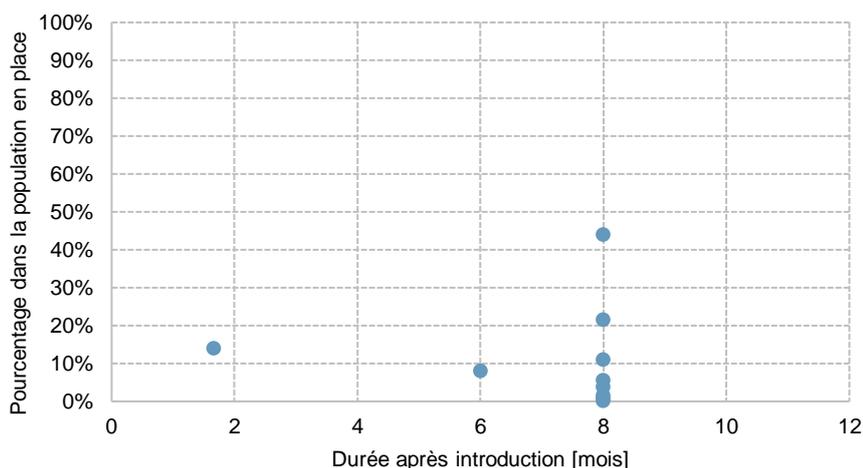
Tous les suivis en cours d'eau concernant des espèces autres que la truite ont été effectués par marquage/recapture. Toutefois, le nombre de données exploitables est faible.

Au total, 12 tests concernent l'ombre (*Thymallus thymallus*) et neuf ont suivi la proportion d'individus issus du repoissonnement dans la population en place. Les études ayant été menées sur une courte durée, il est difficile de tirer une conclusion sur l'efficacité du repoissonnement pour les ombres. Néanmoins la proportion des poissons issus des repoissonnements observés dans l'année après l'introduction est du même ordre de grandeur que pour la truite (fig. 4.12).

Fig. 4.12 : Marquage-recapture des ombres repoissonnés

Proportion des ombres repoissonnés dans la population réceptrice (rempoissonnement en juvénile 0+).

N = 9 tests sur deux cours d'eau (Aar et Rhin).



Pour le saumon (*Salmo salar*) et dans un contexte de réintroduction, l'efficacité peut être considérée comme bonne jusqu'au moment de la dévalaison des smolts (< 2+). Parmi les trois individus adultes qui ont été retrouvés en Suisse, aucun d'entre eux n'était marqué et leur origine demeure inconnue.

Une seule étude a tenté de mettre en évidence le succès du repoissonnement du brochet en rivières, plus précisément dans l'Aar, la Reuss et le Rhin (Vonlanthen & Stamm, 2018). Les poissons issus des alevinages ont été identifiés génétiquement à l'aide de tests de paternité. Sur les 39 poissons analysés 24 à 36 mois après la mise à l'eau, aucun ne provenait des mises à l'eau. Le succès du repoissonnement en brochet dans ces rivières n'a donc pas pu être confirmé. Ces résultats sont, en outre, concordants avec la littérature scientifique qui observe souvent un faible succès du repoissonnement de brochet (Guillerault et al. 2018).

4.2 Synthèse des résultats pour les lacs

La problématique du repoissonnement en lac et du suivi qui l'accompagne est quelque peu différente de celle en cours d'eau en raison des caractéristiques écologiques des milieux récepteurs et de l'existence d'une exploitation halieutique professionnelle. Ce dernier élément en particulier rend peu réaliste, voire impossible, l'option d'un arrêt total du repoissonnement sur plusieurs années. En effet, le risque économique d'un effondrement de la pêche professionnelle notamment semble trop important pour les gestionnaires. C'est probablement la raison pour laquelle, tous les suivis documentés ci-après ont été réalisés à l'aide de la technique de marquage/recapture.

4.2.1 Truites (*Salmo spp.*)

Les données sont fragmentaires, mais les quelques résultats disponibles convergent vers ceux des cours d'eau. Des truites introduites au stade juvénile (0+), dans le Léman peuvent constituer 20 à 25 % des captures des pêcheurs âgées de 2 et 3 étés (Caudron & Champigneulle 2013 ; Commission internationale de la pêche dans le Léman 2013). Dans le lac de Zurich, un test indique que les truites de plus de 5 ans capturées par les pêcheurs proviennent à 14 % de l'introduction de 0+ et/ou de 1+.

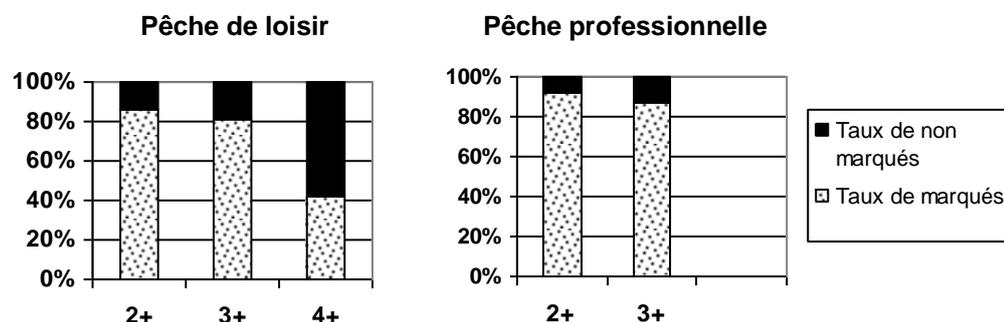
Le repoissonnement en truites juvéniles pourrait donc contribuer en faible proportion à remplir le panier des pêcheurs. Cependant, aucune expérience ne comporte de suivi des rendements de la pêche avant et après l'arrêt de l'alevinage. On ne sait donc pas si ces poissons provenant du repoissonnement s'ajoutent ou se substituent à la production naturelle de poissons sauvages (cf. annexe A1).

4.2.2 Omble chevalier (*Salvelinus umbla*)

Lancée par la Commission internationale de la pêche et réalisée par l'INRA de Thonon, l'étude de marquage/recapture sur l'omble chevalier du Léman révèle une contribution importante de l'alevinage dans le panier des pêcheurs. Selon l'âge des cohortes capturées, 40 à 90 % des poissons prélevés par la pêche sont issus du repoissonnement (Caudron & Champigneulle 2013 ; Commission internationale de la pêche dans le Léman, 2013). Toutefois, la proportion d'ombles sauvages augmente avec l'âge. Au stade 4+, 60 % des individus capturés sont sauvages alors qu'à 2+ et 3+, cette proportion tombe à 20 % (fig. 4.13).

Fig. 4.13 : Marquage-recapture des ombles chevaliers repoissonnés

Contribution du repoissonnement en juvéniles (0+) d'omble chevalier par âge (2+, 3+, 4+) du repoissonnement (marqués) et du recrutement naturel (non marqués) dans les captures d'omble (cohorte 2007) par la pêche de loisir (à gauche) et professionnelle (à droite) (tiré de Caudron et Champigneulle, 2013).



4.2.3 Corégones (*Coregonus spp.*)

Les contributions du repoissonnement aux rendements de la pêche professionnelle en corégones apparaissent très contrastées en fonction des lacs (Fig. 4.14). Dans le lac de Hallwil, la proportion des poissons juvéniles et adultes issus des déversements dépasse 90 %, même 56 mois après l'introduction. Dans les lacs de Sarnen et de Joux, en revanche, la proportion d'adultes issue du repoissonnement est inférieure à 10 %.

Bien que le corégone soit le poisson quantitativement le plus repeuplé, le nombre de tests d'efficacité disponibles reste encore faible. Néanmoins plusieurs études sont en cours (Lacs de Zurich, Bienne, Léman et Neuchâtel). Elles permettront certainement d'améliorer les connaissances. Cependant, il semblerait que, globalement, le repoissonnement apporte peu au panier du pêcheur dans les lacs ayant une reproduction fonctionnelle. À l'inverse, dans les plans d'eau ayant des problèmes de qualité d'eau, il semble indispensable au maintien d'une activité pêche professionnelle (fig. 4.15).

Fig. 4.14 : Marquage-recapture des corégones

Proportion des corégones dans les captures professionnelles issus d'un rempoissonnement en juvénile. (0+). N = 8 tests.

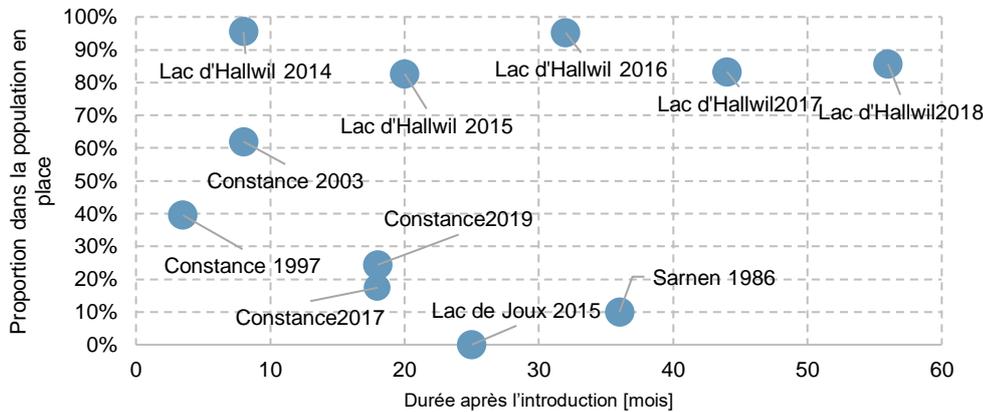
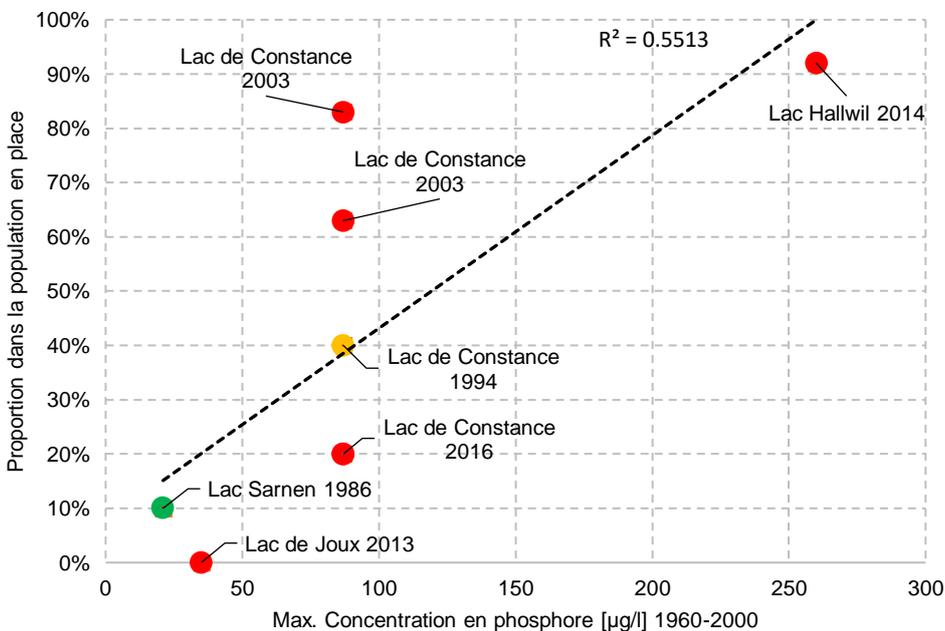


Fig. 4.15 : Marquage recapture des corégones – relation avec la concentration de phosphore

Proportion des corégones dans les captures professionnelles issus d'un rempoissonnement en lien avec la pollution maximale en phosphore constaté pour un lac.



4.2.4 Brochet (*Esox lucius*)

Les données sur le succès en plan d'eau du rempoissonnement en brochets sont rares. Un seul test par identification génétique a analysé la proportion de brochets issus du rempoissonnement dans le panier du pêcheur (Vonlanthen & Stamm, 2018). Cette étude montre que les brochets déversés représentent près de 60 % des individus capturés par la pêche dans le lac de Hallwil. Ainsi, pour le brochet également, le rempoissonnement semble soutenir une activité de pêche sur le lac de Hallwil, qui souffre notamment de problèmes de qualité d'eau.

5 Bilan des enseignements

En rivière et en ce qui concerne la truite, un rempoissonnement visant à préserver durablement des peuplements de poissons sauvages n'est pas une solution de gestion environnementale adéquate. La proportion des poissons introduits dans la population en place diminue avec le temps pour atteindre des valeurs faibles. Ainsi, les poissons sauvages semblent prendre l'avantage sur ceux introduits. Ces observations corroborent les résultats scientifiques observés dans d'autres pays (Araki & Schmid 2010 ; Guillerault et al, 2020 ; Baer et al, 2023 ; Radinger et al. 2023). De plus, les poissons survivants issus de l'alevinage se substituent plutôt qu'ils ne s'ajoutent à la population en place. En effet, après l'arrêt de tout rempoissonnement, les biomasses d'adultes dans les cours d'eau et les captures des pêcheurs demeurent souvent stables.

Seules les rivières exemptes de poissons (en haute altitude par exemple) ou ayant abrité des espèces localement disparues (contexte de réintroduction) sont susceptibles d'être (re)peuplées par une action de rempoissonnement. Une fois la population établie (naturellement ou par une réintroduction), les rempoissonnements ultérieurs deviennent peu efficaces.

Les études menées en Suisse montrent que, dans le contexte d'un repeuplement d'attraction, les poissons mis à l'eau peuvent se retrouver en proportion non négligeables dans le panier des pêcheurs. L'introduction d'individus adultes augmente sensiblement les captures dans les quelques semaines ou mois après le déversement. Toutefois, ce type de gestion « *put and take* » peut affecter les populations résidentes par une concurrence intra ou interspécifique, contribuer à la propagation de maladies et à terme réduire le fitness des populations locales (Araki et al. 2007 ; Skalla et al, 2019 ; O'Sullivan et al. 2020 ; Shedd et al, 2022).

Pour les autres espèces et en lac, le nombre de données disponibles reste faible et ne permet pas d'émettre de conclusions définitives. Pour les plans d'eau ayant des problèmes prononcés de qualité d'eau, il apparaît que le rempoissonnement en juvéniles est utile pour soutenir l'exploitation de la pêche de corégones, de brochets ou d'ombles chevalier. En revanche, lorsqu'une population arrive à se développer et se maintenir naturellement, le rempoissonnement devient tout aussi inefficace que pour la truite en rivière (Araki & Schmid 2010 ; Guillerault et al, 2020 ; Baer et al, 2023 ; Radinger et al. 2023), tant pour soutenir les populations sauvages que pour augmenter les prises des pêcheurs.

6 Conclusions

Depuis 1994, la plupart des suivis fait appel à la technique du marquage/recapture par la balnéation dans des substances fluorescentes et/ou l'ablation de la nageoire adipeuse des truites. Cette pratique est donc aujourd'hui préférée à la technique du marquage individuel, plus lourde à mettre en œuvre et nettement plus intrusive. Récemment, des tests génétiques de paternité ne nécessitant aucun marquage préalable ont fait leur apparition.

Malgré ces progrès techniques, force est de constater que l'organisation des tests réalisés manque parfois de rigueur scientifique pour permettre une interprétation optimale. En particulier, l'état de conservation des populations sauvages, l'origine des poissons introduits, les modalités d'élevage et de mise à l'eau ainsi que les techniques de recaptures sont rarement décrites dans les documents disponibles. En outre, la durée entre l'introduction et la recapture des individus est souvent courte et inférieure au temps nécessaire à la production d'adultes reproducteurs et/ou capturables par la pêche. Enfin, la taille des échantillons demeure souvent faible, notamment concernant le nombre d'individus marqués et recapturés qui ont atteint l'âge adulte. Néanmoins, de nombreuses études ont été menées de manière adéquate et ont permis de réaliser la présente synthèse.

Quarante années de suivis d'efficacité des rempoissonnements révèlent qu'en **cours d'eau**, aucun exemple d'alevinage (0+ et 1+) n'a permis de soutenir des populations sauvages de truite ou d'ombre capables de se reproduire naturellement. Seule la réintroduction d'espèce disparue justifie un déversement de poissons, si, et seulement si, les problèmes ayant provoqué l'extinction sont résolus et qu'une recolonisation naturelle n'est pas possible.

En **lac**, les données disponibles sont trop disparates pour émettre des conclusions définitives. Cependant, il semble que le rempoissonnement apporte peu au panier du pêcheur dans les lacs ayant une reproduction fonctionnelle. À l'inverse, dans les plans d'eau à qualité d'eau perturbée, qu'il impacte fortement la reproduction naturelle, il permet de soutenir la pêche de certaines espèces prisées, comme le corégone ou l'omble chevalier.

D'un point de vue **technique** dans la plupart des cas, seule la proportion des poissons recapturés et marqués, soit dans le milieu naturel (pour les cours d'eau), soit dans le panier des pêcheurs (dans les lacs et quelques cours d'eau) est utilisée pour tirer des conclusions quant à la pertinence des actions de rempoissonnement. Ces résultats ne permettent toutefois pas de savoir si les poissons survivants issus d'une introduction s'ajoutent ou se substituent aux poissons sauvages. Cette constatation réduit l'intérêt de mener des tests par marquage/recapture. En effet, repêcher un poisson quelques semaines ou quelques mois après son introduction démontre sa survie, mais ne permet pas de savoir s'il a pris la place d'un individu sauvage ou s'il s'est ajouté à la population. Or, les données disponibles qui sont fondées sur les tests d'arrêts de rempoissonnement de la truite suggèrent plutôt que les poissons survivants se substituent aux individus sauvages.

Un arrêt total de toute introduction, accompagné d'un suivi sur plusieurs années de la densité des populations en place et/ou des captures de la pêche, permet de vérifier si les rempoissonnements répondent aux objectifs fixés. Cette stratégie de suivi permet en outre de mieux quantifier l'impact des déversements en termes de maintien ou d'accroissement du rendement de la pêche. Elle nécessite cependant un diagnostic approfondi des populations en place, parfois un secteur témoin parallèle et des statistiques du rendement de la pêche de loisir et professionnelle fiables tenant compte des bredouilles et de l'évolution de l'effort de pêche (CPUE).

En conclusion, les résultats obtenus remettent en question la nécessité des rempoissonnements en truites effectués en Suisse. Pour les autres espèces, le nombre d'études ne permet pas d'en tirer de conclusions robustes actuellement, mais les enseignements tendent vers les mêmes conclusions. Il apparaît cependant que le rempoissonnement peut s'avérer efficace pour soutenir une activité pêche sur les plans d'eau ayant une qualité d'eau problématique. Enfin la réintroduction d'espèce disparue peut justifier un déversement de poissons, si les causes de la disparition sont assainies et si une recolonisation naturelle n'est pas possible.

Ainsi, la synthèse des enseignements recueillis en Suisse rejoint les conclusions scientifiques (notamment Radinger et al. 2023) qui montrent que la restauration fonctionnelle du milieu est la seule action qui améliore durablement la situation de la faune aquatique. En conséquence et compte tenu des risques qu'il fait encourir à la biodiversité, il conviendrait idéalement de stopper toute action de rempoissonnement. À défaut, sa pertinence où il est encore pratiqué doit être systématiquement vérifiée à l'aide d'un suivi robuste et cohérent (Spalinger et al. 2018).

7 Recommandations

La pérennité de populations piscicoles saines et leur exploitation durable ne peuvent être assurées qu'au sein d'habitats fonctionnels (Spalinger et al. 2018). C'est essentiellement par des actions de restauration des milieux qu'il faut agir pour obtenir une amélioration de la situation écologique de nos eaux (Art. 1 Loi fédérale sur la protection des eaux LEaux; RS 814.20).

La décision de recourir ou non à un repeuplement dépend, en premier lieu, du recrutement naturel de la population. Si ce dernier est satisfaisant, c'est-à-dire s'il est en mesure de produire suffisamment de poissons capables de se reproduire, un repeuplement est inutile et il convient d'y renoncer (Spalinger et al. 2018). En cas de rempoissonnement néanmoins, il est nécessaire de tester sa pertinence (Spalinger et al. 2018). Techniquement, la méthode la plus robuste consiste en l'arrêt momentané du rempoissonnement et au suivi sur plusieurs années (avant/après) des populations en place et des captures de la pêche (cf. annexe A2). Cette méthode doit être privilégiée, car elle seule permet de tirer des conclusions exhaustives sur l'efficacité du rempoissonnement, en particulier sa contribution à la population sauvage et/ou aux captures de la pêche. Cette technique est également la seule capable de mettre en évidence les situations où un rempoissonnement remplit les objectifs fixés. Elle nécessite cependant d'évaluer un secteur témoin parallèle dans lequel les pratiques de rempoissonnement sont conservées durant l'expérience.

Idéalement, cette approche devrait aussi s'accompagner d'une étude de la qualité du milieu aquatique afin d'élucider les dysfonctionnements qui compromettent la production piscicole. Cette démarche permettrait en effet de fonder des recommandations de restauration des capacités biogènes qui sont altérées. Les exemples mentionnés de la Sarine (Association La Frayère 2010) et du Doubs frontière (Degiorgi & Champigneulle, 2000 ; Champigneulle et al. 2002) ainsi que la littérature scientifique (Radinger et al. 2023) montrent que l'amélioration des conditions de vie des poissons a un effet positif incomparablement plus fort sur les potentiels piscicoles que n'importe quel rempoissonnement.

En cas d'impossibilité de renoncer à tout repeuplement, un marquage des poissons mis à l'eau devrait être envisagé. Pour cela, la méthode de suivi génétique à l'aide de tests de paternité pour reconnaître l'origine des poissons introduits apparaît la plus adaptée. Elle est la moins intrusive et ne nécessite aucune action de marquage préalable. Il faut toutefois être conscient des limites des études de marquage/recapture au moment de l'interprétation des résultats. Elle ne permet pas de tirer des conclusions quant à la contribution du rempoissonnement aux captures de la pêche. Elle ne donne en effet aucune indication sur l'effet additif ou substitutif des poissons introduits.

8 Bibliographie

- Araki H., Cooper B. & M. Blouin. 2007. Genetic Effects of Captive Breeding Cause a Rapid, Cumulative Fitness Decline in the Wild. *Science* 318 : 100-103.
- Araki H., Berejikian B., Ford M. & M. Blouin. 2008. Fitness of Hatchery-reared Salmonids in the Wild. *Evolutionary Applications* : 342-355.
- Araki H. & C. Schmid. 2010. Is Hatchery Stocking a Help or Harm? Evidence, Limitations and Future Directions in Ecological and Genetic surveys. *Aquaculture* 308 : 2-11.
- Arlinghaus R., Cyrus E-M, Eschbach E., Fujitani M., Hühn D., Johnston F., Pagel T. & C. Riepe. 2018. Hand in Hand für eine nachhaltige Angelfischerei. Ergebnisse und Empfehlungen aus fünf Jahren praxisorientierter Forschung zu Fischbesatz und seinen Alternativen. Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei. Heft 28/2015 : 204 p.
- Association La Frayère. 2010. Rapport sur la petite Sarine. Suivi des frayères et des populations de poissons. 9 p.
- Caudron A. & A. Champigneulle. 2013. Projet franco-suisse « Truite-Ombre-Corégone au Léman ». Rapport final pour la Commission internationale de la pêche du Léman. 110 p.
- Champigneulle A., Degiorgi F., Raymond J-C & S. Cachera. 2002. Dynamique temporelle de la contribution du repeuplement en stades précoces de truite (*Salmo trutta* L.) dans la population en place et dans la pêche sur le Doubs Franco-Suisse. *Bull. Fr. Pêche Piscic.* 365-366 : 471-485.
- Commission internationale de la pêche dans le Léman. 2013. Gestion des salmonidés dans le Léman, corégone, omble et truite. 22 p.
- Degiorgi F. & A. Champigneulle. 2000. Diagnose piscicole et mesure de l'efficacité des alevinages en truite sur le Doubs Franco-Helvétique. Rapport final. Étude réalisée de 1994 à 1999 par le Conseil supérieur de la Pêche et l'Institut National de la Recherche Agronomique de Thonon-Les-Bains pour le compte de la commission mixte de gestion du Doubs Frontière. 134 p.
- Fitch L. 1977. Trout Stocking in Streams : A review. Alberta Department of Recreation, Parks, and Wildlife, Fish and Wildlife Division : Lethbridge, Alberta.
- Fraser D. 2008. How well can Captive Breeding Programs conserve Biodiversity? A Review of Salmonids. *Evolutionary Applications* 1 : 535-586.
- Friedl C. 1996. Populationsdynamik und Reproduktionsbiologie der Bachforelle (*Salmo trutta* L.) in einem hochalpinen Fliessgewässer. Dissertation ETHZ, Nr. 1 1624.
- George A.L., Kuhajda B.R. & J.D. Williams 2015. Guidelines for Propagation and Translocation for Freshwater Fish Conservation. *Fisheries* 34(11) : 529-545.
- Gmünder R. 2002. Efficacité des repeuplements piscicoles effectués en Suisse. Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage OFEFP, Berne.
- Guillerault, N., Hühn, D., Cucherousset, J., Arlinghaus, R., & Skov, C. (2018). Stocking for pike population enhancement. In *Biology and ecology of pike* (pp. 215-249). CRC Press.
- Holzer G., Peter A., Renz H. & E. Staub. 2003. Fischereiliche Bewirtschaftung heute – vom klassischen Fischbesatz zum ökologischen Fischereimanagement. EAWAG, Kastanienbaum.

- Kreienbühl, T. & P. Vonlanthen. 2019. Besatzmassnahmen Mit Forellen – Markierungsversuche 2013 Bis 2019 Im Kanton Aargau. Auftraggeber : Kanton Aargau, Departement Bau, Verkehr Und Umwelt, Abteilung Wald, Sektion Jagd Und Fischerei, Aarau. Thun : ECQUA.
- Muggli J. 1988. Markierungsexperiment mit fangreifen Forellen in der Reuss. Fischereiverwaltung des Kantons Luzern.
- Naeslund I. 1998. Survival and Dispersal of Hatchery-reared Brown Trout (*Salmo trutta*) released in Small Streams. In I. W. Cowx, editor. Stocking and Introduction of Fish. Fishing News Books, Blackwell Science, Ltd. MPG Books, Ltd. Bodmin, Cornwall, Great Britain.
- Nägeli M., Quinter C. & L., Bammatter 2021. Monitoring der Forellennaturverlaichung in den Fliessengewässern des Knonauer Amts. Amt für Landschaft und Natur, Fischerei und Jagdverwaltung, Zürich. 35 p.
- O'Sullivan, R. J., Aykanat, T., Johnston, S. E., Rogan, G., Poole, R., Prodöhl, P. A., ... & Reed, T. E. (2020). Captive-bred Atlantic salmon released into the wild have fewer offspring than wild-bred fish and decrease population productivity. *Proceedings of the Royal Society B*, 287(1937), 20201671.
- Radinger, J., Matern S. & T. Kleefoth 2023. Ecosystem-Based Management Outperforms Species-Focused Stocking for Enhancing Fish Populations. *Science* 379 : 946-951.
- Renz H., Küng C. & J.D. Wicky. 2002. Besatz mit markierten Forellen. Besatzversuche in der Sense. Technische Kommission des VFFV. pp. 5. (Projekt 00/15).
- Shedd, K. R., Lescak, E. A., Habicht, C., Knudsen, E. E., Dann, T. H., Hoyt, H. A., ... & Templin, W. D. (2022). Reduced relative fitness in hatchery-origin Pink Salmon in two streams in Prince William Sound, Alaska. *Evolutionary Applications*, 15(3), 429-446.
- Skaala, Ø., Besnier, F., Borgstrøm, R., Barlaup, B., Sørvik, A. G., Normann, E., ... & Glover, K. A. (2019). An extensive common-garden study with domesticated and wild Atlantic salmon in the wild reveals impact on smolt production and shifts in fitness traits. *Evolutionary Applications*, 12(5), 1001-1016.
- Skov C. & A. Nilsson. 2018. *Biology and Ecology of Pike*. CRC Press. 402 pages.
- Snyder N., Derrickson S., Beissinger S., Wiley J., Smith T. & W. Toone. 1996. Limitations of Captive Breeding in Endangered Species Recovery. *Conservation Biology Letters* 10 : 338-348.
- Spalinger L., Dönni W., Hefti D. & P. Vonlanthen. 2018. Repeuplement durable des cours d'eau. Série Connaissance de l'environnement. Office fédéral de l'environnement OFEV, Berne.
- Vincent E. 1960. Some Influences of Domestication upon three Stocks of Brook Trout (*Salvelinus fontinalis* Mitchill). *Transactions of the American Fisheries Society* 89 : 35-52.
- Vonlanthen P. & A. Stamm 2018. Hechtgenetik Kanton Aargau. Populationsgenetische Untersuchung und Erfolgskontrolle von Besatzmassnahmen. Aquabios GmbH/EAWAG, Auftraggeber : Departement Bau, Verkehr und Umwelt, Sektion Jagd und Fischerei, Kanton Aargau.
- Vonlanthen P. & D. Hefti. 2016. Génétique et pêche – Synthèse des études génétiques et recommandations en matière de gestion piscicole. Série Connaissance de l'environnement. Office fédéral de l'environnement OFEV, Berne.
- Walters J., Fresques T. & S. Bryan. 1997. Comparison of Creel Returns from Rainbow Trout Stocked at two Sizes. *North American Journal of Fisheries Management* 17 : 474-476.

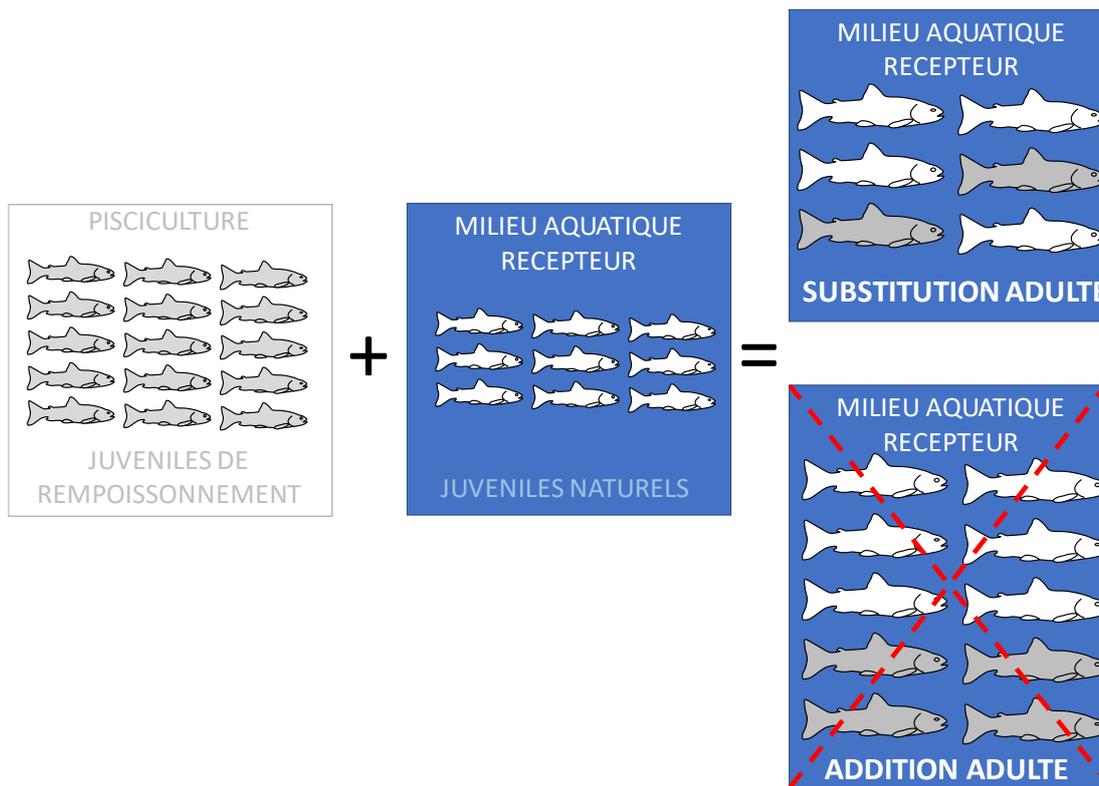
Wyley R., Whaley R., Satake J. & M. Fowden. 1993. Assesment of Stocking Hatchery Trout : A Wyoming Perspective. North American Journal of Fisheries Management 13 : 160-170.

Young K., Adams C., Ferguson A., Garcia de Leaniz C., Gephard S., Metcalfe N., McGinnity P., Potter T., Reed T., Russell I., Stevens J & E. Verspoor. 2014. A Scientific Consensus on Salmon Stocking. Abstract of document « To stock or not to stock » from IBIS 2013, Atlantic Salmon trust Conference in Glasgow (UK). 2 p.

Yule D., Whaley R., Mavrakis P., Miller D. & S. Flickinger. 2000. Use of Strain, Season, Stocking, and Size at Stocking to Improve Fisheries for Rainbow Trout Reservoirs with Walleyes. North American Journal of Fisheries Management 20 : 10-18.

9 Annexes

A1 Additivité ou substitution

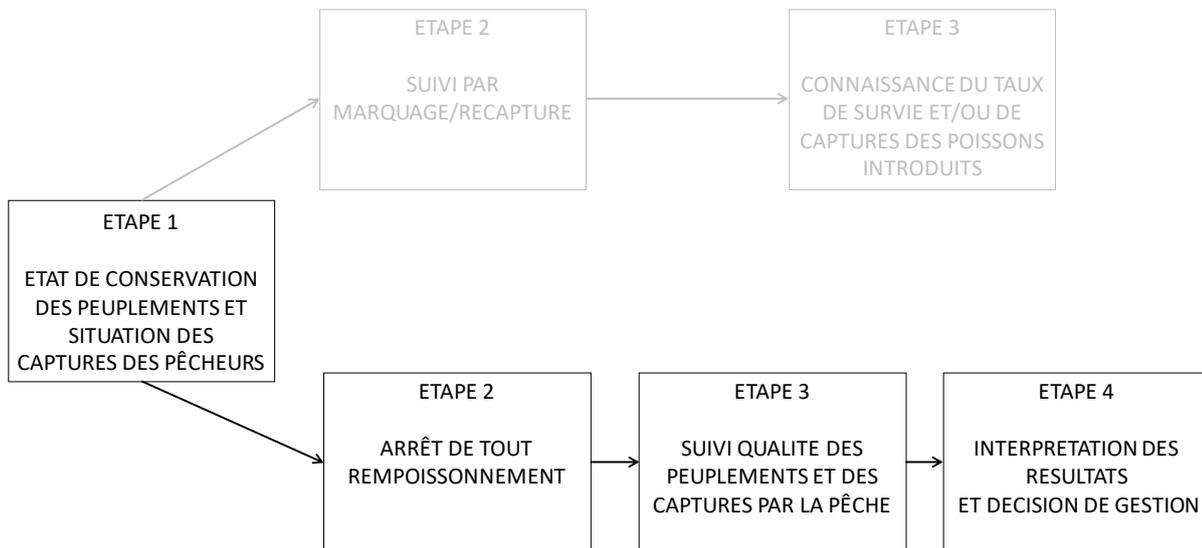


Les différents tests d'efficacité menés par arrêt total de toute introduction de truite juvénile dans les cours d'eau montrent qu'avant/après l'arrêt du rempoissonnement :

- les biomasses totales de truites en place ne varient pas
- les captures des pêcheurs ne montrent aucune évolution significative

Ainsi, les quelques poissons adultes survivants issus du rempoissonnement ont tendance à substituer plutôt que de s'ajouter à la population en place. En outre, Araki et al. (2007), Skalla et al. (2019), O'Sullivan et al. (2020), Shedd et al. (2022), précisent que la capacité des survivants à transmettre leurs gènes aux populations futures est réduite par rapport à celle des géniteurs sauvages. En définitive, les juvéniles alevinés apparaissent comme des concurrents à l'origine de pollution génétique des souches locales et/ou de propagation de maladies.

A2 Technique de suivi d'efficacité préconisée



Techniquement, la méthode la plus robuste consiste en l'arrêt momentané du rempoissonnement et au suivi sur plusieurs années avant/après des populations en place et des captures de la pêche. Cette méthode doit être privilégiée, car elle permet de tirer des conclusions exhaustives sur l'efficacité du rempoissonnement, en particulier sa contribution à la population sauvage et/ou aux captures de la pêche.

Le design d'une expérimentation basée sur un arrêt momentané du rempoissonnement doit contenir les éléments suivants :

Étape 1 : Documenter l'état initial avant arrêt des déversements

À l'aide de techniques d'échantillonnage robustes et reproductibles, il est indispensable de déterminer la situation initiale, dans le milieu naturel, des populations ciblées par le rempoissonnement. En rivière, des pêches électriques permettent de connaître l'état de conservation de la population. En lac, des pêches aux filets ou un sous-échantillonnage du panier des pêcheurs servent à estimer la densité de la cohorte concernée par le rempoissonnement. Il est très important d'utiliser des techniques d'échantillonnage standardisées qui puissent être répétées après l'arrêt du rempoissonnement. Les statistiques de captures des pêcheurs doivent en outre tenir compte des bredouilles et de l'effort de pêche afin qu'elles puissent être exprimées d'une manière uniforme et standardisée (CPUE).

Étape 2 : Procéder à l'arrêt de tout déversement

Une fois que la situation initiale des populations cibles est bien caractérisée, à différentes saisons et/ou sur plusieurs années, l'arrêt du rempoissonnement peut intervenir. En rivière, le secteur choisi pour l'arrêt doit comporter l'intégralité du réseau hydrographique situé en amont des stations de suivi. En lac, il est important que l'arrêt du rempoissonnement concerne non seulement l'ensemble du plan d'eau, mais également tous les affluents. Idéalement, il serait important de conserver un secteur témoin dans lequel le rempoissonnement est poursuivi tout au long de l'expérience afin de comparer l'évolution des secteurs concernés, ceci permettrait de contrôler les effets des fluctuations naturelles sur les populations.

Étape 3 : Assurer le suivi de la population cible

Après arrêt du rempoissonnement, le suivi des populations cibles dans le milieu sans rempoissonnement, le secteur témoin et le panier des pêcheurs doit être assuré sur différentes saisons ou durant plusieurs années. Les mêmes techniques développées lors de l'état initial sont à répéter en toute rigueur. La durée du suivi doit à *minima* être égale au temps nécessaire aux individus introduits pour atteindre l'âge adulte et/ou la taille légale de capture. En principe, un suivi de cinq ans est généralement suffisant, car il correspond au temps nécessaire au renouvellement des populations des espèces qui présentent un intérêt halieutique (truite, corégones, omble, ombre, brochet).

Étape 4 : Procéder à la synthèse et à l'interprétation des résultats

Si par rapport au secteur témoin et/ou la situation préalable, l'arrêt des rempoissonnements s'est soldé par une forte réduction de la densité de la population cible, toute classe d'âge confondue, et/ou d'une diminution marquée des captures, on peut alors admettre qu'une contribution exogène est justifiée. La baisse doit toutefois être confirmée dans le temps ; c'est pourquoi le suivi doit être poursuivi pendant plusieurs années (minimum cinq ans). Dans ce cas, l'ampleur du rempoissonnement nécessaire doit être évaluée au cas par cas ; les déversements ne doivent en aucun cas être réalisés de manière approximative et « *remplir* » artificiellement le milieu au-delà de ses capacités d'accueil.

En revanche, si la situation de la population cible ne varie pas et /ou que les captures des pêcheurs ne sont pas affectées à la suite de l'arrêt des rempoissonnements, ces derniers ne s'avèrent pas nécessaires et, par conséquent, doivent être stoppés définitivement.

La poursuite du suivi à long terme, intégrant les personnes concernées par le rempoissonnement, constitue une alternative intéressante. Un monitoring impliquant les acteurs locaux (société de pêche, professionnels de la branche, etc.) permet souvent de déterminer les facteurs qui perturbent l'état de conservation des hydrosystèmes et/ou qui limitent l'exploitation halieutique optimale des peuplements. Finalement, cette nouvelle forme de collaboration du monde de la pêche peut constituer les prémices de projets de restauration des milieux aquatiques qui sont actuellement largement soutenus à l'échelle nationale et qui sont écologiquement bien plus efficaces (Radinger et al. 2023).

A3 Critères de la base des données

Liste des critères des trois tableaux de la base des données sur l'efficacité de rempoissonnement.

Liste des études	Explicatif	Données marquage	Explicatif	Données arrêt	Explicatif
Code action	Code qui permet de lier la liste des études aux données	Code action	Code qui permet de lier les données à la liste des études	Code action	Code qui permet de lier les données à la liste des études
Canton	Canton qui a effectué l'étude	Lieu	Le plan ou le cours d'eau étudié	Lieu	Le plan ou le cours d'eau étudié
Lieu	Le plan ou le cours d'eau étudié	Station	Lieu exact du suivi	Station	Lieu exact du suivi
Opérateur	L'institution qui a effectué le suivi	Type de rempoissonnement	Compensation, Rendement, Initial, récréatif, etc.	Date début	Date de début de l'expérience
Auteurs	Les auteurs du rapport	Date début	Date de début de l'expérience	Date fin	Date de fin de l'expérience
Titre rapport	Le titre du rapport de l'étude	Date fin	Date de fin de l'expérience	Espèce	Espèce de poisson évaluée
Nb pages	Le nombre de pages du rapport	Espèce	Espèce de poisson évaluée	Technique de Contrôle	Arrêt de rempoissonnement
Année rapport	Année de publication du rapport	Taille Repeuplement	Taille [cm] ou classes d'âges (œufs oeillés, alevins, pré-estivaux, estivaux, un an, deux ans, ... , adulte)	Indice SMG Proportion 0+ / >0+ avant	La proportion de 0+ par rapport aux poissons plus âgés que 0+ observés avant l'arrêt du rempoissonnement
Remarques	Remarques générales sur le rapport	Age Repeuplement	0+, 1+, 2+, ...	Indice SMG diversité avant	Valeur de l'indice de diversité calculé dans le SMG poissons niveau R avant l'arrêt du rempoissonnement
		Nb poissons marqués mis à l'eau	Le nombre marqué de poissons mis à l'eau	Indice SMG Déformation anomalie avant	Valeur de l'indice de déformation calculé dans le SMG poissons niveau R avant l'arrêt du rempoissonnement
		Nb poissons analysés	Le nombre de poissons qui a été analysé lors du contrôle	Indice SMG avant	Valeur de l'indice total du SMG poissons niveau R avant l'arrêt du repeuplement
		Nb capturés marqués	Le nombre de poissons qui a été contrôlé avec un marquage positif	Nombre [nb/ha] avant	Nombre total de poissons de l'espèce concernée pêché par hectare avant l'arrêt du rempoissonnement

Liste des études	Explicatif	Données marquage	Explicatif	Données arrêt	Explicatif
		Nb capturés incertains	Le nombre de poissons qui a été contrôlé avec un marquage incertain	Biomasse [kg/ha] avant	Biomasse des poissons de l'espèce concernée pêchée par hectare avant l'arrêt du rempoissonnement
		Nb capturés non marqués	Le nombre de poissons qui a été contrôlé et qui n'était pas marqué	Nombre 0+ [nb/ha] avant	Nombre des poissons 0+ de l'espèce concernée pêchée par hectare avant l'arrêt du rempoissonnement
		Temps Recapture [mois]	Temps écoulé entre le rempoissonnement et le contrôle du marquage	Biomasse 0+ [kg/ha] avant	Biomasse des poissons 0+ de l'espèce concernée pêchée par hectare avant l'arrêt du rempoissonnement
		Proportion dans la population réceptrice [% moyen]	Proportion des poissons marqués (en %) dans la population du cours d'eau	Indice SMG Proportion 0+ / >0+ après	La proportion de 0+ par rapport aux poissons plus âgés que 0+ observée après l'arrêt du rempoissonnement
		Proportion dans le panier des pêcheurs [% moyen]	Pourcentage des poissons marqués (en %) dans les captures de la pêche	Indice SMG diversité après	Valeur de l'indice de diversité calculé dans le SMG poissons niveau R après l'arrêt du rempoissonnement t
		Taux de survie [% moyen]	Pourcentage des poissons introduits qui ont survécu jusqu'au moment du contrôle	Indice SMG Déformation anomalie après	Valeur de l'indice de déformation calculé dans le SMG poissons niveau R après l'arrêt du rempoissonnement
		Origine poisson introduit	Pisciculture, ruisseau pépinière, naturel	Indice SMG après	Valeur de l'indice total du SMG poissons niveau R après l'arrêt du rempoissonnement
		Type d'eau	Ruisseau, rivière, rivière de haute montagne (> 1800 m), grande rivière (> 30 m de large), Lac	Nombre [nb/ha] après	Nombre total de poissons de l'espèce concernée pêchée par hectare après l'arrêt du rempoissonnement
		Technique de marquage	Description brève de la méthode de marquage utilisée	Biomasse [kg/ha] après	Biomasse des poissons de l'espèce concernée pêchée par hectare après l'arrêt du rempoissonnement
		Technique de Contrôle	Description brève de la méthode de contrôle utilisée	Nombre 0+ [nb/ha] après	Nombre des poissons 0+ de l'espèce concernée pêchée par hectare après l'arrêt du rempoissonnement
		Type de données	Méthode de capture des poissons pour le contrôle	Biomasse 0+ [kg/ha] après	Biomasse des poissons 0+ de l'espèce concernée pêchée par hectare après l'arrêt du rempoissonnement
		Valeurs des données	Évaluation si les données sont exploitables : exploitables, peu exploitables, non exploitables	Temps pêche de contrôle post travaux [mois]	Nombre de mois écoulés depuis l'arrêt du rempoissonnement

Liste des études	Explicatif	Données marquage	Explicatif	Données arrêt	Explicatif
		Résultats	Résumé bref des Résultats du rapport	Type d'eau	Ruisseau, rivière, rivière de haute montagne (> 1800 m), grande rivière (> 30 m de large), Lac
		Efficacité Repeuplement	Évaluation de l'efficacité de rempoissonnement dans le rapport : très faible, faible, moyen, bon, très bon	Type de données	Méthode de capture des poissons pour le contrôle
		Présence de frai naturel	Oui, non, incertain	Valeurs des données	Évaluation si les données sont exploitables : exploitables, peu exploitables, non exploitables
		Perspective	Recommandations émises par les auteurs des rapports	Résultats	Résumé bref des résultats du rapport
		Commentaire	Diverses informations importantes	Efficacité Repeuplement	Évaluation de l'efficacité de rempoissonnement dans le rapport : très faible, faible, moyen, bon, très bon
				Présence de frai naturel	Oui, non, incertain
				Perspective	Recommandations émises par les auteurs des rapports
				Commentaire	Diverses informations importantes

A4 Nombre de tests par canton

