

➤ I SERV

Relation diversité intraspécifique-services écosystémiques : rôle des pratiques de repeuplement piscicole

Métaprogramme BIOSEFAIR

Bilan de projet : 2024 - 2026

Mars 2026

La diversité intraspécifique joue un rôle majeur dans le fonctionnement des écosystèmes. Cependant, elle est fortement affectée par les activités humaines. Par exemple, les poissons d'eau douce sont soumis à la pression du changement climatique, à la pêche, à la pollution et aux pratiques de gestion telles que le repeuplement. Ces espèces soutiennent des services écosystémiques majeurs, comme la production halieutique, la régulation des nutriments et la qualité de l'eau. La modification de leur diversité intraspécifique pourrait donc d'avoir des conséquences écologiques et socio-économiques importantes.

Ce projet s'est intéressé aux effets des pratiques de repeuplement des ombles chevaliers (*Salvelinus umbla*) dans les lacs alpins sur les liens diversité intraspécifique-services écosystémiques. Le repeuplement peut altérer la diversité intraspécifique, affectant indirectement la biomasse des populations de poisson et le cycle des nutriments, des services importants pour la pêche et la qualité de l'eau. Néanmoins, les liens entre pratiques de gestion piscicole et services écosystémiques restent largement inexplorés.

Le projet iSERV était composé de trois volets afin de (1) lier la diversité intraspécifique issue du repeuplement au cycle des nutriments (service de régulation) aux échelles individuelle et écosystémique avec une approche en mésocosmes ; (2) quantifier *in situ* les effets du repeuplement sur la diversité génétique et la production de biomasse de poisson (service de production) ; (3) quantifier la préférence de la population locale pour des stratégies de conservation de l'omble.

Les études menées dans le lac d'Annecy montrent que la population actuelle d'omble chevalier dépend très fortement de l'alevinage, les individus issus de la reproduction naturelle étant très peu abondants. Les poissons provenant de la pisciculture locale et les individus naturels présentaient des structures génétiques, des taux de croissance et des traits phénotypiques très similaires, suggérant une forte proximité entre ces origines. En revanche, les poissons issus de la pisciculture du Léman étaient légèrement différenciés génétiquement, et affichaient une croissance plus élevée. Malgré des intensités d'alevinage contrastées, les individus des deux piscicultures contribuaient de manière comparable à la population, indiquant que l'origine des poissons alevinés peut influencer leur survie et leur contribution à la biomasse totale, un service clé pour la pêche.

Les expérimentations en laboratoire ont mis en évidence des différences fonctionnelles selon l'origine et la date de ponte des poissons, notamment au niveau de la consommation de zooplancton et d'excrétion d'ammonium, avec des réponses thermales contrastées. Ces variations suggèrent que le repeuplement pourrait modifier le cycle des nutriments et le fonctionnement trophique du lac, en particulier dans un contexte de réchauffement climatique.

Enfin, une expérience en mésocosmes a montré que l'omble chevalier influence la structure des communautés aquatiques par des effets top-down sur le zooplancton et que les différences entre origines pouvaient modifier l'abondance de certains taxons présents dans la communauté. Les effets globaux sur le fonctionnement de l'écosystème étaient modérés. Dans l'ensemble, le projet souligne que les pratiques de repeuplement affectent la diversité intraspécifique et, possiblement, les services écosystémiques associés.

Le volet socio-économique du projet iSERV vise à analyser les préférences du public en matière de gestion des usages récréatifs et des populations piscicoles du lac d'Annecy. La recherche a combiné un atelier avec les parties prenantes et une enquête de grande ampleur menée auprès de la population générale dans sept départements voisins (n = 984 réponses valides).

L'atelier, organisé en coopération avec des acteurs locaux, a permis d'identifier les principaux enjeux de gestion et d'éclairer la conception du questionnaire. L'enquête intègre une expérience de choix discrets (Discrete Choice Experiment, DCE) afin d'estimer les préférences marginales et le consentement à payer pour différentes stratégies de gestion, incluant la régulation des bateaux à moteur, le contrôle des usages récréatifs, les actions d'information, les stratégies de repeuplement et les solutions fondées sur la nature.

Les résultats mettent en évidence une disposition significative à payer pour un renforcement du contrôle des usages du lac et, en particulier, pour des stratégies de repeuplement reposant sur des ressources génétiques locales. Les préférences pour les solutions fondées sur la nature sont positives mais plus modérées. En moyenne, les restrictions concernant les bateaux à moteur ne bénéficient pas d'un soutien marqué ; toutefois, une hétérogénéité substantielle des préférences apparaît.

En particulier, les pêcheurs et les non-pêcheurs présentent des préférences significativement différentes, mettant en lumière des conflits potentiels entre groupes d'utilisateurs dans la gestion

du lac - un point également soulevé lors des échanges avec les parties prenantes. Les traitements informationnels influencent également les choix, suggérant que les perceptions du caractère natif ou emblématique des espèces affectent le soutien aux mesures de conservation.

Les analyses en cours approfondiront l'étude de l'hétérogénéité systématique et aléatoire des préférences et évalueront la robustesse des résultats à travers différentes spécifications économétriques. Par ailleurs, les données collectées sur les distances de déplacement et les coûts de transport permettront d'estimer la valeur récréative globale du lac d'Annecy, afin d'inscrire les estimations de disposition à payer dans un cadre d'évaluation économique plus large.

Résultats détaillés

Le projet iSERV avait pour objectif principal d'évaluer les effets des pratiques de repeuplement de l'omble chevalier sur la diversité intraspécifique et les services écosystémiques associés, en combinant des approches génétiques, fonctionnelles, expérimentales et socio-économiques. Globalement, les travaux réalisés sont conformes aux objectifs initiaux et ont permis d'apporter des résultats robustes, bien que les effets observés soient globalement faibles en amplitude mais statistiquement significatifs.

Les analyses génétiques et phénotypiques menées dans le lac d'Annecy ont montré que la population actuelle d'omble chevalier repose majoritairement sur les pratiques de repeuplement, les individus issus de la reproduction naturelle étant peu abondants. Les poissons issus de la pisciculture locale présentaient une forte proximité génétique, phénotypique et fonctionnelle avec les individus naturels, suggérant que ces pratiques n'ont pas entraîné de rupture marquée de la diversité intraspécifique locale. Les poissons provenant du lac Léman étaient légèrement différenciés génétiquement et se distinguaient par une croissance légèrement plus élevée, ce qui pourrait influencer leur contribution à la biomasse totale et au service de production halieutique.

Les expérimentations en laboratoire testant les différences fonctionnelles ont mis en évidence des différences de réponses à la température selon l'origine et la date de ponte des poissons, notamment en termes de consommation de zooplancton et d'excrétion d'ammonium. Les poissons originaires de la pisciculture d'Annecy présentaient une plasticité fonctionnelle à la température plus forte que les individus du Léman. Spécifiquement, les poissons d'Annecy consommaient plus de ressource et excrétaient plus de nutriments aux fortes températures que les poissons du Léman. En conséquence, nous avons montré à l'aide d'un modèle dynamique, qu'en cas de réchauffement climatique, qu'un repeuplement avec des poissons du Léman pourrait augmenter la production de biomasse de poissons (confirmant les résultats empiriques du dessus). Ces résultats suggèrent que, dans un contexte de réchauffement climatique, le choix de l'origine des poissons utilisées pour le repeuplement pourrait moduler certains processus écosystémiques, en particulier l'abondance de proie et la biomasse de la population d'omble du lac d'Annecy. Cette approche est nouvelle pour appréhender les effets du repeuplement. En effet, la plupart des études se sont concentrées sur les effets génétiques et phénotypiques. Nous avons montré ici que les changements fonctionnels sont intéressants à prendre en compte car ils ouvrent de nouvelles perspectives, notamment en termes de prédictions écologiques (densité de population, densité de proies).

Dans la continuité, nous avons conduit une étude en mésocosmes pour tester les effets des poissons utilisés pour le repeuplement sur la structure des communautés et le fonctionnement des écosystèmes. Nous avons montré que l'omble chevalier exerce des effets marqués sur la

structure des communautés aquatiques, via des mécanismes top-down sur le zooplancton. La composition du zooplancton était différente selon l'origine des populations d'ombles. Cela suggère que l'origine des poissons alevinés influence leur sélectivité trophique. Toutefois, les conséquences globales sur le fonctionnement de l'écosystème (productivité, décomposition, paramètres physico-chimiques) sont restées relativement limitées, ce qui confirme que les effets de la diversité intraspécifique, bien que réels, était relativement faible à l'échelle de l'écosystème.

Les résultats majeurs du volet socio-économique mettent en évidence une disposition significative à payer pour certaines mesures de gestion du lac, notamment le renforcement du contrôle des usages récréatifs et l'utilisation de ressources génétiques locales pour le repeuplement. L'analyse révèle toutefois une hétérogénéité importante des préférences, en particulier entre pêcheurs et non-pêcheurs. Ces deux groupes expriment des attentes différentes vis-à-vis de la régulation des usages et des stratégies de gestion, ce qui confirme l'existence potentielle de tensions entre catégories d'utilisateurs et souligne l'importance d'intégrer cette diversité de préférences dans les décisions publiques.

Par ailleurs, les résultats suggèrent que des stratégies de gestion reposant sur l'introduction ou l'utilisation de ressources génétiques provenant d'autres lacs — par exemple le lac Léman — qui pourraient présenter des avantages du point de vue de la production de biomasse, pourraient ne pas correspondre aux préférences d'une partie significative de la population générale non pêcheuse. Cela met en évidence un possible arbitrage entre objectifs écologiques, productifs et acceptabilité sociale.

Enfin, les traitements informationnels montrent que la manière dont les caractéristiques écologiques (par exemple le caractère natif ou emblématique d'une espèce) sont présentées influence significativement les choix déclarés. Ce résultat souligne l'importance de fournir une information précise et rigoureuse dans les dispositifs d'enquête afin d'obtenir des estimations de disposition à payer reflétant au mieux les préférences réelles des individus.

Le projet iSERV montre que, même lorsque les effets du repeuplement sur la diversité intraspécifique et le fonctionnement des écosystèmes sont faibles, ils peuvent être significatifs, notamment sur la densité de population d'ombles et la structure des communautés de proies. Les résultats soulignent l'importance de prendre en compte l'origine des poissons alevinés, en privilégiant des origines génétiquement proches des populations locales afin de limiter les risques d'altération de la diversité intraspécifique. Les travaux fournissent également des éléments scientifiques pour adapter les stratégies de repeuplement dans un contexte de changement climatique, en tenant compte des différences de réponses fonctionnelles entre populations. Par exemple, si aucune considération sur la préservation du patrimoine génétique n'est requise, le repeuplement avec des poissons plus adaptés aux températures hautes peut être bénéfique pour le futur des populations d'omble. Enfin, l'intégration des perceptions et préférences des acteurs locaux constitue une base solide pour améliorer le dialogue entre scientifiques, gestionnaires et usagers, et pour construire des stratégies de gestion plus durables et socialement acceptables.

Perspectives scientifiques.

Plusieurs perspectives scientifiques majeures émergent de ce projet. En priorité, il apparaît nécessaire d'approfondir l'étude des effets du repeuplement dans les lacs d'altitude, des écosystèmes particulièrement fragiles, en caractérisant finement la diversité génétique et fonctionnelle des populations d'Omble chevalier introduites et leurs trajectoires évolutives. Par

ailleurs, le projet a suscité de nouvelles questions concernant les interactions entre espèces introduites, notamment entre salmonidés et les vairons, et leurs conséquences sur les écosystèmes. Ces recherches pourraient s'appuyer sur les approches développées dans iSERV, en combinant réponses fonctionnelles, expérimentations et modélisation écologique, afin de mieux anticiper les impacts à moyen et long terme des introductions piscicoles.