



# **Viability analysis of the natural population of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in the Allier catchment**

## **Analyse de la viabilité d'une population naturelle de saumon atlantique (*Salmo salar* L.) dans le bassin de l'Allier**

*Guillaume Dauphin & Etienne Prévost*

INRA, UMR ECOBIOP, Station d'hydrobiologie, Quartier Ibarron, 64310 Saint Pée sur Nivelle



Mai 2013

## Résumé opérationnel

Les objectifs de ce projet étaient:

- 1) Améliorer la compréhension et quantifier les mécanismes de renouvellement de la population de saumon de l'Allier
- 2) Fournir une analyse rétrospective de la dynamique de population du saumon de l'allier des années 70 à nos jours
- 3) Évaluer la capacité de la population de l'Allier à se maintenir de façon autonome (sans repeuplement)
- 4) Identifier les conditions requises (d'ordre naturel ou anthropique) pour assurer la viabilité de la population « sauvage » de saumon atlantique dans le bassin de l'Allier.

Pour atteindre ces objectifs un effort conséquent a été entrepris pour collecter, réviser et centraliser les jeux de données en rapport avec la population de saumon de l'Allier. Une des sorties principales de ce travail est la mise à disposition de fichiers récapitulatifs de ces données au format numérique (disponibles sur demande ; contact : [tableau-salt-loire@logrami.fr](mailto:tableau-salt-loire@logrami.fr)). Ces fichiers contiennent les données brutes concernant la population de saumon atlantique de l'Allier telles que la cartographie des habitats fluviaux, les séries de captures par pêche professionnelle et amateur (Fig. 2.2), les pêches électriques de juvéniles (Fig. 2.7), les comptages d'adultes et de frayères (Fig. 2.3 et 2.4) ainsi que les effectifs de poissons déversés à des fins de repeuplement (stade œuf, juvénile 0+ et "smolt", Fig. 2.5).

### 1. Mécanismes de renouvellement de la population de l'Allier

1.1 Le modèle développé dans cette étude s'intéresse à la dynamique de population du saumon à l'amont de Vichy. Il prend en compte les principales caractéristiques et processus écologiques gouvernant la dynamique de population, en particulier :

- i. une division spatiale du bassin versant en trois zones définies pour répondre aux objectifs de gestion et aux caractéristiques de l'habitat : de Vichy à Langeac, de Langeac à Poutès et à l'amont de Poutès (Fig. 2.1). Les deux dernières zones correspondent à la zone refuge réservée à la reproduction naturelle (i.e. pas de repeuplement depuis 2009). La zone la plus en aval présente un habitat de moindre qualité pour la reproduction et le développement de juvéniles.

- ii. un mécanisme de régulation densité dépendant de la transition entre les géniteurs et les juvéniles 0+ automnaux. Le recrutement des juvéniles 0+ est supposé limité par un plafond, i.e. capacité d'accueil, quand le nombre de géniteurs augmente. En conséquence, la survie des juvéniles décroît en fonction du nombre de géniteurs.
- iii. un mécanisme de régulation densité dépendant de la survie des juvéniles 0+ de repeuplement déversés au printemps jusqu'au stade 0+ automnal gouverné à la fois par la densité de juvéniles 0+ déversés et la densité de juvéniles 0+ sauvages issus de la reproduction naturelle. Ces derniers sont supposés avoir un avantage sur les poissons déversés dû à l'antériorité de leur résidence. De cette façon la densité de juvéniles 0+ sauvages a un effet sur la survie des poissons issus du repeuplement, mais pas l'inverse.
- iv. la prise en compte de différentes histoires de vies, i.e. les retours d'adultes d'une année donnée sont principalement dépendant de 3 années de production de juvéniles 0+.
- v. un changement du niveau moyen du taux de retour du juvénile 0+ à l'adulte au cours de la période d'étude considérée.
- vi. un processus original de répartition spatiale des géniteurs sur l'axe Allier en amont de Vichy, combinant un mécanisme de distribution idéale libre (i.e. la distribution des géniteurs reflète la distribution de l'habitat disponible) et un mécanisme de « homing » (i.e. les géniteurs se distribuent en fonction de leur lieu de développement lorsqu'ils étaient juvéniles 0+). Des effets supplémentaires, rendant compte de l'impact potentiel de la construction de barrages ou d'autres activités humaines (e.g. qualité de l'eau) sur la distribution spatiale des géniteurs ont également été introduits.
- vii. la prise en compte de l'hétérogénéité spatiale des trois zones (cf. (i)) dans le mécanisme régulation densité dépendant de la survie des juvéniles 0+ sauvages et issus du repeuplement et dans la stochasticité environnementale affectant la répartition spatiale des géniteurs.

1.2. Le modèle de dynamique de population prenant en compte les éléments décrits ci-dessus est mis en relation avec les données disponibles au moyen de modèles d'observation représentant les différentes procédures d'échantillonnage et de collecte de données utilisées pour étudier la population de saumon de l'Allier.

1.3. L'ajustement du modèle aux données disponibles montre que :

- i. le recrutement naturel de juvéniles est en moyenne deux fois plus efficace dans la zone refuge (i.e. les deux zones à l'amont de Langeac) ; il en va de même pour la survie des juvéniles 0+ issus du repeuplement (Fig. 4.8).
- ii. le taux de retour du juvénile 0+ à l'adulte a sévèrement décru à la fin des années quatre-vingt et est resté à un niveau bas depuis (Fig. 4.10).
- iii. le taux de retour des smolts de repeuplement à Vichy est extrêmement faible (Fig. 4.10).
- iv. les barrages et/ou les problèmes de qualité d'eau conduisent à une accumulation des géniteurs potentiels à l'aval de Langeac (i.e. la zone la moins favorable au recrutement de juvéniles), et dans une moindre mesure à l'aval de Poutès (Fig. 4.2).

## 2. Analyse rétrospective

Le modèle développé dans cette étude permet d'effectuer une analyse rétrospective de la dynamique de population du saumon de l'Allier au cours des 35 dernières années.

2.1. Les retours d'adultes à Vichy (i.e. les retours d'adultes totaux dans le bassin de l'Allier) ont décrus fortement entre le milieu des années 80 et le milieu des années 90. Ces retours sont restés relativement stables, autour de quelques centaines de poissons, durant les 15 dernières années (Fig. 4.1).

2.2. Au cours des 35 dernières années, la zone aval entre Vichy et Langeac a reçu la majorité des géniteurs potentiels. Avant l'ouverture de la zone à l'amont de Poutès, en moyenne 84 % des géniteurs potentiels restaient à l'aval de Langeac. Quand l'ascenseur à poisson a été installé à Poutès (en 1986), cette proportion est descendue à 68% en moyenne, i.e. la proportion de géniteurs potentiels accédant aux zones où l'habitat est plus favorable à la production de juvénile a augmenté. La proportion de géniteurs potentiels dans la zone entre Langeac et Poutès a augmenté de 16 à 22% en moyenne et la zone à l'amont de Poutès a reçu en moyenne 10% des géniteurs potentiels (Fig. 4.2).

2.3. Dans l'ensemble, la contribution du programme de repeuplement à la production de juvéniles 0+ a été substantielle à partir du milieu des années 90 et correspond à une augmentation significative du nombre de juvéniles 0+ déversés annuellement. En fonction de l'année et de la zone considérée, la contribution des juvéniles 0+ issus du repeuplement à la densité totale de juvéniles 0+ varie entre 40% et 80% durant cette période. La contribution des œufs déversés au moyen d'incubateurs de terrain est négligeable (Fig. 4.5 à 4.7)

2.4. Le recrutement des juvéniles 0+ sauvages ne montre pas de tendance claire au cours des 25 dernières années quelque soit la zone considérée. La densité totale de juvéniles 0+ (sauvages et issus du repeuplement) à l'aval de Langeac a légèrement augmentée au cours des dernières années. Ceci est principalement dû à une augmentation de l'effort de repeuplement dans cette zone en lien avec l'instauration de la zone refuge à l'amont de Langeac, et par conséquent l'arrêt des repeuplements dans cette zone (Fig. 4.5).

2.5. En moyenne, les densités de juvéniles 0+ sauvages les plus élevées sont observées dans la zone entre Langeac et Poutès (Fig. 4.6). Les densités de juvéniles 0+ plus faibles rencontrées dans la zone à l'amont de Poutès (Fig. 4.7) sont dues au faible nombre de géniteurs atteignant cette zone (en moyenne 10% des géniteurs potentiels) par rapport à l'habitat favorable disponible au développement des juvéniles 0+ (20% de l'habitat du bassin de l'Allier). La zone la moins productive en termes de densités de juvéniles 0+ sauvages se situe entre Vichy et Langeac. Malgré deux tiers des géniteurs potentiels présents sur cette zone, la zone entre Vichy et Langeac a contribué en moyenne à moins de la moitié du recrutement total de juvéniles 0+ sauvage durant les 15 dernières années (Fig. 4.9).

### 3. Viabilité de la population de l'Allier

3.1. L'impact du repeuplement entre 1977 et 2011 a été mesuré au travers d'une analyse rétrospective reconstruisant la dynamique de la population de l'Allier s'il n'y avait pas eu de repeuplement. Cette analyse montre que le repeuplement a contribué de façon significative aux retours d'adultes à Vichy. Bien que la population de saumon de l'Allier n'aurait pas disparu sans le repeuplement, le nombre de retours d'adultes aurait été inférieur en moyenne de 80% au cours des 10 dernières années (Fig. 4.11).

3.2. La viabilité d'une population de saumon sauvage dans l'Allier a été évaluée en simulant les retours d'adultes pour les 20 prochaines années en l'absence de repeuplement et en supposant que les conditions environnementales restent les mêmes qu'au cours des 15 dernières années. Sous ces conditions, les retours d'adultes à Vichy décroîtraient de façon constante pour atteindre en moyenne 260 poissons dans 20 ans avec une probabilité non-négligeable de voir moins de 100 adultes revenir à Vichy (i.e. environ 10% ; Fig. 4.12). Sous les conditions environnementales actuelles, comprenant les conditions en mer, sur l'axe Loire-Allier en aval de Vichy et dans l'Allier en amont de Vichy, la population sauvage de saumon serait sur la route d'une quasi-extinction. Cependant, atteindre cette quasi-extinction prendrait un certain temps et le risque est faible à court-terme (i.e. pour les 10 prochaines années ; Fig. 4.13).

#### 4. Conditions nécessaires au rétablissement de la population de l'Allier

4.1. L'analyse précédente montre que, malgré un maintien du nombre de retours d'adultes au cours des 15 dernières années, le programme de repeuplement n'a pas résolu le problème du rétablissement d'une population de saumon se maintenant de façon autonome sur l'Allier à l'amont de Vichy.

4.2. La viabilité d'une population de saumon sauvage dans l'Allier à l'amont de Vichy a été analysée par simulation en fonction de différents scénarii de conditions environnementales affectant à la fois la survie du saumon au cours de son cycle biologique et la distribution spatiale des géniteurs potentiels. Une population sauvage pourrait se maintenir de façon autonome dans l'Allier, i.e. sans repeuplement, si les conditions environnementales s'amélioraient et la survie (sur l'ensemble du cycle de vie) retrouvait un niveau équivalent à la moitié du niveau observé avant le déclin intervenu à la fin des années quatre-vingt. Cela correspond à une augmentation de la survie actuelle par un facteur 1,9. Ce scénario conduirait à des retours d'adultes à Vichy fluctuant autour de 750 poissons en moyenne (Fig. 4.20 et 21). La probabilité d'observer moins de 250 poissons chaque année serait faible (< 5%) et la probabilité d'observer plus de 1000 poissons serait relativement élevée (environ 30%). Dans le cas d'un retour à une survie au niveau historique (avant la moitié des années quatre-vingt, Fig. 4.22 et 23), la probabilité d'observer pour une année donnée moins de 1000 poissons à Vichy resterait non négligeable (environ 10%) alors que le niveau moyen des retours d'adultes se situerait autour de 2000 poissons.

4.3. Le principal facteur qui permettra le rétablissement d'une population sauvage de saumon autonome dans l'Allier n'est pas l'augmentation ou l'optimisation du programme de repeuplement, mais l'amélioration des conditions environnementales pour une meilleure survie de tous les stades de vie. Si l'objectif premier de la gestion est de restaurer une population sauvage autonome, l'amélioration des conditions environnementales pour une meilleure survie doit être la priorité des actions de gestion.

4.4. A court terme (dans les 10 prochaines années) la restauration de la continuité écologique, et donc la transparence migratoire, sur l'axe Loire-Allier devrait être une préoccupation majeure pour la gestion pour au moins deux raisons : (i) elle a potentiellement un impact significatif sur la survie des smolts et des adultes durant leurs migrations, (ii) elle fait partie des rares facteurs environnementaux susceptibles d'être améliorés rapidement sous l'action directe des autorités en charge de la gestion de la population de saumon. Restaurer la continuité écologique entre l'Allier et ses affluents, en supposant que ces affluents soient aussi productifs que les zones à l'amont de Langeac, est une autre option de gestion à envisager. La priorité devrait être donnée aux affluents se jetant dans la zone la moins favorable au recrutement de juvéniles (i.e. entre Vichy et Langeac). Combattre par des mesures de gestion additionnelles toute source de mortalité (braconnage et captures accessoires, prédateurs, ...) serait également une contribution précieuse.