

Production et repeuplement en saumon atlantique sur le Bassin de la Garonne

Année 2022

S. Bosc ; O. Menchi ; L. Maynadier ; C. Viguier ; P. Baudoui



M I G A D O

RESUME

Production et repeuplement en saumon atlantique sur le Bassin de la Garonne : année 2022

Objectifs de l'action

- **Production de juvéniles de saumon en pisciculture**
- **Suivi génétique par assignation parentale**
- **Repeuplement en saumon de la Garonne, de la Neste et de l'Ariège**

Chiffres clés



Production

880 700 œufs de saumon au stade oeillé produits dans les piscicultures dédiées au programme Garonne.



Suivi génétique

123 adultes en migration ont pu être échantillonnés en 2022 sur le bassin Garonne pour le suivi par assignation de parenté.



Repeuplement

785 880 jeunes saumons, tous stades confondus ont été déversés sur le bassin de la Garonne en 2022.

Contexte de l'année

La filière de production Migado est alimentée par les saumons adultes de retour, capturés sur le bassin GD et transférés au centre de reconditionnement de Bergerac. Les piscicultures de multiplication de Pont Crouzet/La Mandre et Cauterets réalisent l'élevage des cheptels de saumons de 1ère génération enfermée et assurant, à partir de ces géniteurs, la plus importante part de la production d'œufs.

Le suivi génétique par assignation parentale de l'ensemble des saumons déversés sur le bassin Garonne Dordogne, qui avait débuté en 2008, a été poursuivi en 2022.

Les opérations de repeuplement en saumon atlantique sur le bassin de la Garonne se sont déroulées cette année dans des conditions favorables avec une hydrologie relativement faible.

Bilan et perspectives

Production

Avec plus de 880 700 œufs de saumon au stade oeillé, la production 2022 dépasse largement l'objectif fixé par le programme de restauration du saumon sur le bassin de la Garonne (650 000 œufs oeillés/an).

La pisciculture de Cauterets a pu produire en 2022 plus de 647 000 œufs oeillés pour les programmes Garonne et Dordogne. Comme en 2021, ce site s'est avéré primordial pour assurer le maintien d'un niveau maximum de production pour la filière MIGADO.

Suivi génétique

Depuis 2008, la base de données génétiques Migado compte au total plus de 16 000 géniteurs de pisciculture et près de 1400 saumons en migration. Un travail d'analyse et de synthèse de l'ensemble des résultats a été poursuivi en 2022. Un article scientifique devraient être publiés en 2021. La traçabilité des juvéniles issus des piscicultures MIGADO et le suivi des pratiques de repeuplement permettront de mieux comprendre le fonctionnement de la population.

Repeuplement

En 2022, depuis Pont Crouzet :

- 397 950 alevins et 107 000 pré-estivaux ont été déversés sur la Garonne et la Neste en amont des stations de piégeage à la dévalaison de Pointis et Camon.

- l'Ariège, entre Cintegabelle et St Jean du Falga, a bénéficié d'un effort de repeuplement de 210 300 alevins et 69 950 pré-estivaux.

- 680 smolts 1+ ont été lâchés sur la Garonne à l'aval de Carbonne.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier tous les organismes et toutes les personnes qui ont participé financièrement ou techniquement aux différentes opérations :

- L'Union Européenne, l'Agence de l'Eau Adour-Garonne, l'Office Français de la Biodiversité et la Fédération Nationale de la Pêche en France ;

- Les Fédérations Départementales de Pêche et les AAPPMA de l'Ariège, de la Haute-Garonne et des Hautes-Pyrénées et plus particulièrement le personnel de la pisciculture de Cauterets (65) ;

- Les Services Départementaux de l'OFB de l'Ariège, de la Haute-Garonne et des Hautes-Pyrénées.

Equipe de travail MIGADO

Coordination et Rédaction

Chargé de missions : Stéphane Bosc

Suivi génétique :

Olivier Menchi, Stéphane Bosc

Production salmonicole :

Christian Viguié, Luc Maynadier et Pascal Baudouin

Opérations de repeuplement :

Christian Viguié, Luc Maynadier, Pascal Baudouin

Alexandre Nars et Stéphane Bosc

RESUME

La filière de production de juvéniles de saumons atlantiques destinés au bassin de la Garonne se compose d'un réseau comprenant quatre structures permettant d'accomplir trois grandes étapes :

- la production d'œufs qui est réalisée par le centre de Bergerac (souche sauvage Garonne-Dordogne) et les piscicultures de Pont Crouzet et de Cauterets (souche enfermée de 1^{ère} génération Garonne-Dordogne),
- l'embryonnement et l'éclosion qui sont effectués à la pisciculture de Pont Crouzet et son annexe de La Mandre,
- le grossissement des individus produits est effectué à la pisciculture de Pont Crouzet.

Les écloséries de Pont Crouzet et de la Mandre ont disposé pour le repeuplement du Bassin de la Garonne en 2022 de plus de 880 700 œufs au stade oeillé.

Depuis 2008, pour la première fois en France, une étude utilisant les dernières innovations en matière de génie génétique est réalisée à l'échelle du bassin versant Garonne-Dordogne. Elle est mise en œuvre dans le cadre d'un plan de restauration d'espèce. Les bénéfices attendus pour le programme saumon sont multiples : évaluer la contribution de la reproduction naturelle et le « succès » (en termes de représentation) des poissons déversés en fonction de leur site de production et/ou de déversement et améliorer les pratiques en cours dans les centres de production. Une synthèse globale des résultats a été faite en 2020 et un article scientifique issu de ces travaux a été publié en 2021.

Les déversements de jeunes saumons pour le repeuplement du bassin de la Garonne se déroulent en 3 phases (selon le stade) : au mois d'avril pour les smolts, d'avril à juin pour les alevins et de juin à juillet pour les pré-estivaux. Les opérations de repeuplement sont réalisées par le personnel et avec les moyens techniques de MIGADO.

En 2022, 397 950 alevins et 107 000 pré-estivaux ont été déversés sur la Garonne et la Neste en amont des stations de piégeage à la dévalaison de Pointis et Camon. L'Ariège, entre Cintegabelle et St Jean du Falga, a bénéficié d'un effort de repeuplement de 210 300 alevins et 69 950 pré-estivaux.

Parmi les smolts produits à la pisciculture de Pont Crouzet, 680 smolts ont été relâchés en aval de la centrale de Carbone.

Au total, ce sont donc plus de 785 880 jeunes saumons, tous stades confondus, qui ont été déversés sur le bassin de la Garonne en 2022. Cet effort de repeuplement est le plus importants réalisés en nombre d'individus depuis le début du programme.

SOMMAIRE

REMERCIEMENTS	<i>i</i>
RESUME	<i>ii</i>
SOMMAIRE	<i>iii</i>
LISTE DES ILLUSTRATIONS	<i>iv</i>
INTRODUCTION	1
1 La production de juvéniles	2
1.1 La filière de production MIGADO pour le repeuplement	2
1.2 Les structures de production pour le bassin de la Garonne	3
1.3 Fonctionnement de la pisciculture de Pont Cruzet en 2022	4
1.3.1 Présentation	4
1.3.2 Plans de masse	4
1.3.3 Capacité de production atteinte	4
1.3.4 Description et consistances des travaux réalisés en 2022	4
1.3.5 Régime thermique.....	6
1.3.6 Alimentation des poissons	7
1.3.7 Suivis sanitaires et obligations réglementaires	7
1.3.8 Incident survenu sur la pisciculture de La Mandre en 2022	8
1.3.9 Moyens en personnel.....	8
1.4 La production d'œufs	8
1.4.1 Protocole de ponte.....	10
1.4.2 Pontes sur le site de Pont Cruzet	11
1.4.3 Cheptel de géniteurs enfermés sur le site de Cauterets	11
1.4.4 Entrées d'œufs de Bergerac	13
1.5 Bilan de la production pour les stades alevin et pré-estival (contingent 2022)	14
1.6 Bilan de la production pour les stades tacons et smolts	14
1.6.1 Tacons et smolts des contingent 2021	14
1.6.2 Tacons du contingent 2022 disponibles pour la campagne 2023	14
2 LE SUIVI GENETIQUE	16
2.1 Principe de l'étude	16
2.2 Partenariat	17
2.3 Analyses génétiques	17
2.3.1 Prélèvements sur les géniteurs en pisciculture.....	17
2.3.2 Traçabilité de la production	18
2.3.3 Analyse génétique de la descendance	18
3 LES OPERATIONS DE REPEUPLEMENT 2022	21
3.1 Capacités d'accueil en juvéniles du bassin de la Garonne	21
3.2 Organisation, calendrier des opérations et moyens mis en œuvre	23
3.3 Répartition par stade et origine des saumons déversés	24
3.4 Répartition géographique	24
3.5 Comparaison interannuelle de l'effort de repeuplement	28
3.6 Communication autour du programme de production et de repeuplement	28
CONCLUSION	30
ANNEXES	31

LISTE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1 : Organisation de la filière MIGADO de production de saumon atlantique	3
Figure 2 : Températures de l'eau du Sor à Pont Cruzet (en °C) en 2022 graphique (a) et depuis 2019 graphique (b)	6
Figure 3 : Nombre et origine des œufs au stade oeillé mis en écloserie à Pont Cruzet et à La Mandre depuis 2000	9
Figure 4 : stockage et mise en incubation des œufs après la ponte	10
Figure 5 : Récolte des ovules et du liquide coelomique d'une femelle et de la laitance d'un mâle.....	10
Figure 6 : Nombre d'œufs verts et oeillés produits pour chaque ponte à Pont Cruzet.....	11
Figure 7 : Tri et mise en caisse de transport des œufs produits à Cauterets.....	13
Figure 8 : Niveau d'assignation possible à partir d'un saumon adulte capturé sur le bassin Garonne Dordogne.....	17
Figure 9 : Marquage par pose sous-cutanée d'un transpondeur.....	18
Figure 10 : Passage hebdomadaire et devenir des saumons contrôlés à Golfech en 2022. Les prélèvements d'ADN ont été effectués sur les saumons piégés et transférés sur l'Ariège, à Bergerac et utilisés pour le radio pistage.	20
Figure 11 : Répartition par stade et par provenance des individus déversés en 2022.....	24
Figure 12 : Bassin de la Garonne en amont de Toulouse, secteurs de repeuplement 2022 en juvéniles de saumons.....	26
Figure 13 : Déversements par stade des jeunes saumons sur le bassin de la Garonne de 1993 à 2022	28
Tableau 1 : Effectifs du cheptel de géniteurs enfermés de souche Garonne de la pisciculture de Cauterets.	12
Tableau 2 : Caractéristiques des pontes réalisées à Cauterets en 2022.	12
Tableau 3 : Nombre de saumons adultes en migration sur le bassin de la Garonne et de tacons sur l'Ariège prélevés pour des tests d'assignation.	19
Tableau 4 : Répartition du potentiel d'accueil des juvéniles de saumon sur le bassin de la Garonne .	21
Tableau 5 : Répartition des déversements 2022 sur le bassin de la Garonne	25
Tableau 6 : Bilan des déversements en saumons sur le bassin de la Garonne, campagne 2022	27

INTRODUCTION

Engagée dans la politique de restauration des espèces migratrices du bassin de la Garonne, l'association MI.GA.DO. poursuit les actions de repeuplement en saumon atlantique qui lui ont été confiées et dont l'objectif à terme est la reconstitution d'un stock de géniteurs sauvages permettant le maintien d'une population de saumons autosuffisante sur le bassin de la Garonne (mesure SEO1 du PLAGEPOMI 2022 – 2027). Pour atteindre cet objectif, le niveau de production attendu pour la réalisation des opérations de repeuplement est de 650 000 œufs au stade oeillé. Ce volume d'œufs doit permettre la libération dans le milieu naturel de plus de 500 000 juvéniles sur les 3 principaux axes du Bassin de la Garonne (Ariège, Garonne et Neste).

La filière de production de Migado permet véritablement de reconstituer une population de saumons à partir d'individus en montaison piégés sur le bassin et conservés au Centre du saumon atlantique de Bergerac. Pour la campagne 2022, près de 174 000 œufs au stade oeillé issus de ces saumons ont été destinés à la production pour le repeuplement du bassin de la Garonne (constitution de cheptels de géniteurs enfermés et production de sujets de repeuplement). L'activité de ce centre pour la saison 2022 est détaillée dans le rapport d'activité MIGADO du centre de Bergerac.

La pisciculture de Pont-Crouzet et l'écloserie de La Mandre réalisent l'ensemble de la production de juvéniles de saumon atlantique de souche acclimatée Garonne Dordogne pour le repeuplement du bassin de la Garonne à partir des œufs produits, d'une part, sur le site (2ème génération, issus de géniteurs enfermés) et, d'autre part, avec ceux provenant du Centre du saumon de Bergerac et de la pisciculture de Cauterets (2ème génération).

Depuis 2008, une étude génétique permet d'évaluer, par assignation parentale, la contribution des actions de repeuplement et la part de la reproduction naturelle dans la population de saumons de retour sur le bassin Garonne Dordogne. Un suivi génétique de l'ensemble des géniteurs et des croisements réalisés lors des pontes est effectué sur chaque site de production d'œufs destinés au repeuplement. Cette étude est réalisée en partenariat avec le Syndicat des Sélectionneurs Avicoles et Aquacoles Français, l'Institut National de la Recherche Agronomique et le laboratoire LABOGENA. Une synthèse des résultats de ce suivi réalisée sur les saumons de retour sur le bassin Garonne Dordogne de 2010 à 2019 a été réalisée en 2020 et a fait l'objet d'une première publication en 2021.

Les opérations de repeuplement consistent à assurer le transport et le déversement des sujets produits destinés à être libérés sur les principaux axes du bassin de la Garonne. La priorité est donnée au repeuplement des secteurs de l'Ariège entre Cintegabelle et St Jean du Falga et ceux situés en amont des stations de piégeage transport à la dévalaison de la Garonne (Garonne amont et Neste) avec des sujets aux stades alevin et pré-estival (majorité de la production).

Les opérations d'évaluation (suivi biologique) du repeuplement s'opèrent quelques mois après l'introduction des jeunes saumons (stades alevin et pré-estival) dans le milieu naturel. Ce suivi est réalisé par pêches électriques de contrôle au mois de septembre et au printemps lors de la dévalaison par le suivi des smolts piégés au niveau des stations de piégeage de Pointis et Camon ; voir les rapports MIGADO :

- Suivi des zones de grossissement des juvéniles de saumon atlantique du bassin de la Garonne en 2022.
- Contrôle de la migration des smolts de saumon atlantique en dévalaison au niveau des dispositifs de piégeage et de transfert de Camon et de Pointis-de-Rivière sur la Garonne (31) - campagne 2022.

1 La production de juvéniles

1.1 La filière de production MIGADO pour le repeuplement

Le repeuplement sur le Bassin Garonne Dordogne a débuté dans les années 1980 par des tests avec des faibles effectifs d'œufs provenant essentiellement d'Ecosse. La période 1988-1992 correspond à l'intensification des opérations de repeuplement et progressivement à l'utilisation des souches originaires des grands bassins français les plus proches : Loire-Allier et Adour-Gaves considérées a priori plus adaptées au contexte du bassin.

Depuis 1995, de manière à développer et favoriser le repeuplement à partir d'individus adaptés aux conditions locales, des géniteurs sont piégés au moment de leur migration de montaison dans la Dordogne et la Garonne au niveau des obstacles aménagés puis conservés au centre de reconditionnement de Bergerac. Ces captures représentent au maximum 10 % de l'effectif total des adultes migrants. Ces poissons ont effectué un cycle biologique complet (préparant la reproduction) et surtout une migration en mer vers les eaux froides de l'Atlantique Nord, suivie d'une autre vers leur lieu de provenance (de naissance ou de déversement). Ils ont subi les pressions de sélection du milieu naturel.

Pour la Dordogne, les piégeages ont eu lieu dans la passe à poissons de Bergerac de 1995 à 2002, puis à la station de comptage se situant au niveau de l'aménagement hydroélectrique de Tuilières, à environ 200 km de l'océan. Pour la Garonne, l'aménagement hydroélectrique de Golfech-Malause, se trouvant à 270 km de l'océan, ainsi que l'ouvrage de Carbonne, situé en amont de Toulouse, permettent la capture de géniteurs respectivement depuis 2002 et 2000.

Depuis 1995 (Figure 1), les actions de repeuplement sur le bassin de la Dordogne se font exclusivement à partir de la souche « acclimatée Garonne-Dordogne », celles du bassin de la Garonne ont bénéficié jusqu'en 2010, en plus de cette dernière, d'un apport en œufs de souche Adour issus des géniteurs enfermés (F1) de la pisciculture de Cauterets. Depuis 2011, au démarrage de sa filière de production, MIGADO n'utilise plus, pour sa production d'œufs, que des géniteurs piégés dans le milieu naturel sur le bassin GD (F0) et des géniteurs dits de 1^{ère} génération enfermées (F1).

La filière Migado de production de juvéniles de saumon atlantique pour le repeuplement du Bassin Garonne Dordogne (Figure 1) se compose d'un réseau comprenant 4 structures : Bergerac, Castels, Pont Crouzet et Cauterets permettant de réaliser trois grandes étapes :

- **la production d'œufs** qui est réalisée par le centre de reconditionnement de Bergerac (souche acclimatée Garonne-Dordogne), et les piscicultures dites de multiplication de Castels, Pont Crouzet (souche enfermée de 1^{ère} génération Garonne-Dordogne) et de Cauterets (fourniture d'œufs de souche enfermée de 1^{ère} génération Adour-Nives avant 2010 et d'œufs de souche Garonne-Dordogne depuis 2011),
- **l'embryonnement** (incubation jusqu'au stade œufs oeillés) qui est effectué sur l'ensemble des sites producteurs d'œufs,
- **l'éclosion et le grossissement** : la majorité des individus sont élevés à la pisciculture de Castels et des piscicultures privées « satellites » pour le repeuplement sur la Dordogne et à la pisciculture de Pont Crouzet pour le repeuplement sur l'axe Garonne. Les déversements des juvéniles de saumon sont effectués à différents stades : œuf, alevin, tacon1+ et smolt.

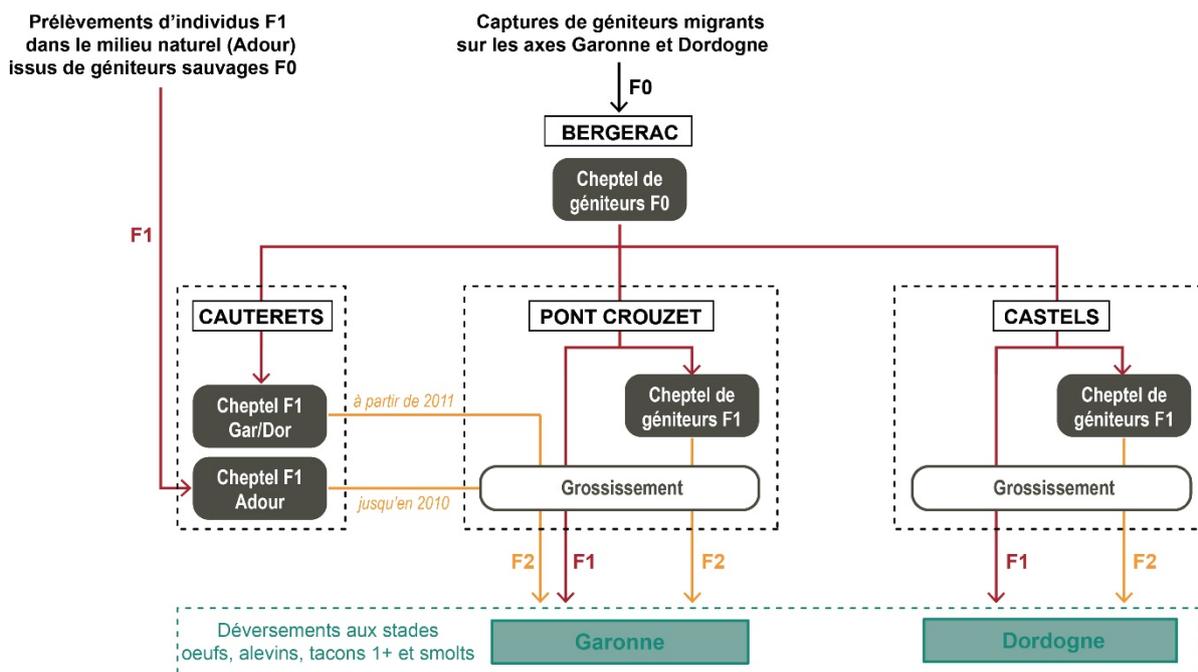


Figure 1 : Organisation de la filière MIGADO de production de saumon atlantique

1.2 Les structures de production pour le bassin de la Garonne

En 2022, la production d'œufs et le grossissement des juvéniles de saumon atlantique destinés au repeuplement du bassin de la Garonne ont mobilisé les piscicultures suivantes :

- **Le centre de reconditionnement de Bergerac** (24, MI.GA.DO.) qui assure le reconditionnement de géniteurs sauvages de retour, interceptés dans les pièges de Tuilières sur la Dordogne, de Carbonne et de Golfech sur la Garonne. Ce centre produit des œufs de 1ère génération depuis 1995. Les œufs issus des géniteurs présents à Bergerac sont transférés au stade 'œuillé' vers la pisciculture de Pont Cruzet (81) pour la constitution d'un cheptel de géniteurs enfermés et la production de juvéniles destinés au repeuplement (pré-estivaux et smolts). Un rapport MIGADO résume l'activité du centre pour l'exercice concerné.

- **La pisciculture de Cauterets** (65, Fédération de Pêche des Hautes-Pyrénées) qui assure une production d'œufs de souche acclimatée Garonne Dordogne de 2^{ème} génération (comme à Pont Cruzet) à partir d'un cheptel de géniteur de 1ère génération issus de la production de la pisciculture de Bergerac. Les objectifs de production de ce site, en ce qui concerne la production d'œufs de saumons de souche Garonne Dordogne, sont fixés par une convention entre la Fédération de Pêche des Hautes Pyrénées et MIGADO. L'objectif est pour ce site la constitution et l'entretien d'un cheptel de géniteurs enfermés suffisamment important pour pallier les baisses de production accidentelles d'œufs pouvant survenir certaines années sur les autres sites de Migado.

- **La pisciculture de Pont Cruzet** (81, convention OFB – MI.GA.DO.) et **l'écloserie de la Mandre** (convention MI.GA.DO. - Fédération de Pêche du Tarn) qui produisent des œufs provenant de géniteurs enfermés de souche acclimatée Garonne/Dordogne et assurent le grossissement de tous les juvéniles déversés sur le bassin de la Garonne.

1.3 Fonctionnement de la pisciculture de Pont Crouzet en 2022

1.3.1 Présentation

La pisciculture de Pont Crouzet est située dans le Tarn, sur la route D85, au lieu-dit Pont Crouzet, sur la commune de Sorèze, entre la ville de Revel et le village de Sorèze. Cette pisciculture est alimentée par l'eau du Sor.

L'écloserie de La Mandre se trouve au lieu-dit la Bourriette sur la route D45 (commune de Sorèze) et est alimentée par l'eau de l'Orival. Ces deux sites sont complémentaires et distants de 5 km. La pisciculture de La Mandre, considérée comme une annexe à la pisciculture de Pont Crouzet, est gérée par le personnel de la pisciculture de Pont Crouzet.

En 2022, la pisciculture de Pont Crouzet se compose de plusieurs bâtiments (2 appartements, une écloserie en circuit fermé, un local technique, un bureau, une salle de réunion et un garage) et d'une plateforme d'élevage composée de 84 bassins en extérieur. Le site de La Mandre est composé d'une écloserie sous hangar (24 auges) et de 9 bassins en extérieur.

1.3.2 Plans de masse

Les différents éléments de la pisciculture de Pont Crouzet (entrée et sortie d'eau, position des bassins et des bâtiments) sont représentés dans un plan de masse (plan, joint en Annexe 1). Ce plan détaille les différentes tranches d'aménagements, de travaux de remise en état ou nouvelles structures installées, réalisées successivement depuis 1999 et permettant une augmentation programmée du potentiel de production. Le détail des travaux réalisés en 2022 figure au paragraphe 1.2.4.

1.3.3 Capacité de production atteinte

Le tableau de l'Annexe 2 présente les différentes caractéristiques de l'ensemble des structures d'élevage fonctionnelles en 2022 (type de bassin, dimensions, surface disponible...) sur le site de Pont Crouzet et de La Mandre. Chaque bassin est référencé par un numéro correspondant au plan de masse.

1.3.4 Description et consistances des travaux réalisés en 2022

Les principaux travaux pris ont été financés dans le budget global de fonctionnement de la pisciculture (financement Union Européenne, Agence de l'Eau Adour Garonne) ont été pour l'année 2022 :

- Le changement d'une partie importante des conduites principales d'alimentation en eau des bassins à Pont Crouzet. Ces conduites, malgré des réparations réalisées en régie en 2021 se sont à nouveau percées pendant le printemps 2022 laissant d'importantes fuites (béton devenu friable avec le temps).
- L'abattage d'arbres morts devenus dangereux pour le personnel et les infrastructures des deux piscicultures. Il s'agissait :

A la pisciculture de Pont Crouzet, de 3 arbres morts de grande taille longeant le canal d'aménée de l'eau et le chemin piéton pour se rendre à la prise d'eau située en amont du site et qui présentaient des risques élevés de chute sur le personnel de la pisciculture qui emprunte quotidiennement ce chemin et d'endommager (risque de rupture) du canal d'aménée de l'eau vers les bassins où sont élevés les saumons.

A la pisciculture de La Mandre, d'un arbre mort pouvant engendrer un risque important de chute sur une ligne électrique qui traverse la propriété.

Afin de sécuriser ces deux sites, pour la protection du personnel et des infrastructures (canal d'amenée et ligne électrique, notamment lors de futurs coups de vent, il était urgent et nécessaire de faire abattre ces arbres morts par démontage par des élagueurs professionnels.



Changements des conduites principales devenues obsolètes

1.3.5 Régime thermique

Le suivi thermique de l'eau de la pisciculture de Pont Cruzet a été réalisé en 2022 à l'aide d'un enregistreur de température de type Tinytag aquatic 2.

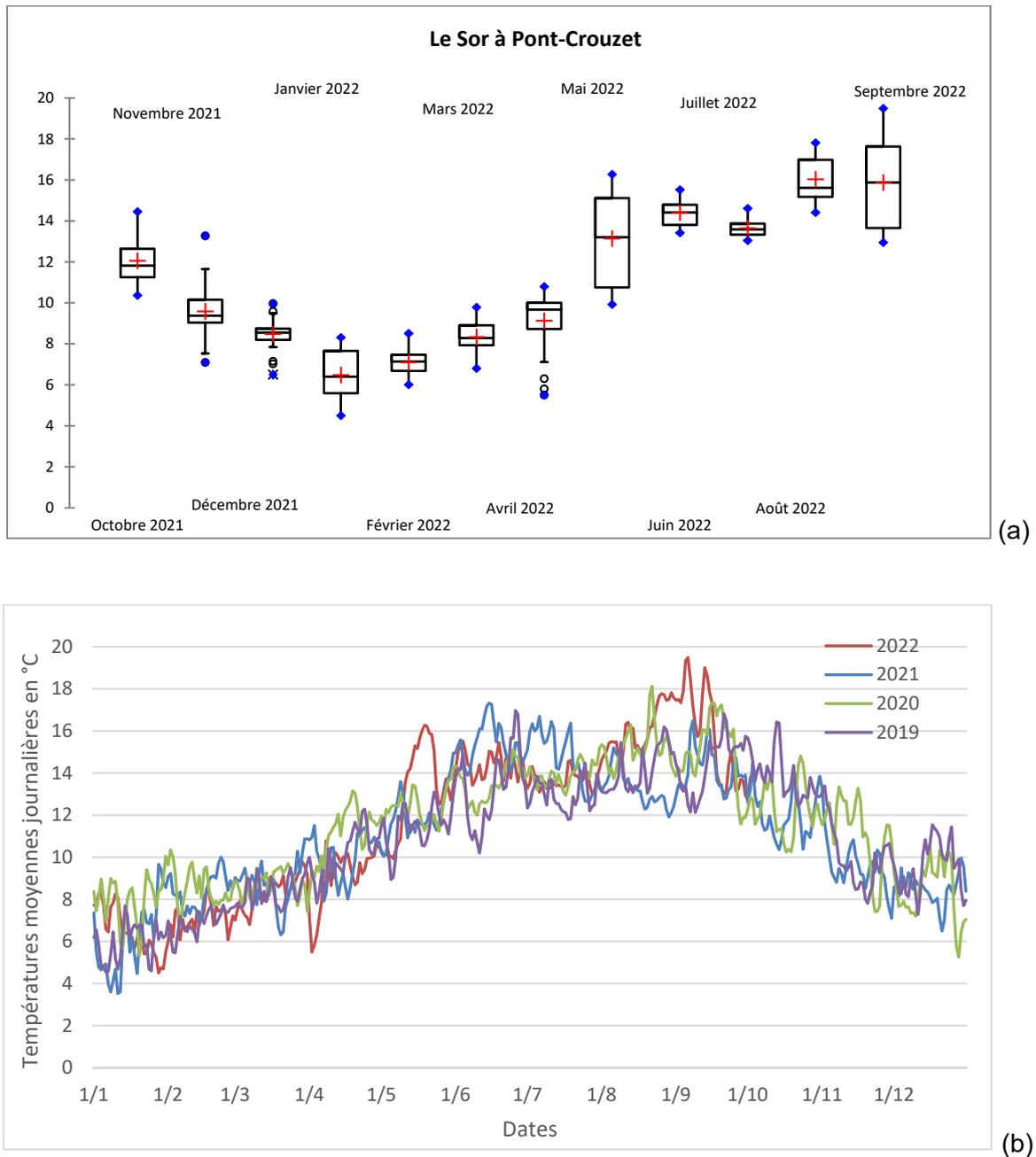


Figure 2 : Températures de l'eau du Sor à Pont Cruzet (en °C) en 2022 graphique (a) et depuis 2019 graphique (b)

Paradoxalement aux conditions météo extrêmement chaudes survenues pendant l'été 2022, la température de l'eau de la pisciculture de Pont Cruzet n'a pas dépassé 16°C pendant la plus grande partie de l'été. Cette situation est due aux lâchés d'eau délivrés plus en amont par le barrage des Camazes pour les besoins de l'irrigation. Les températures de l'eau les plus chaudes enregistrées comprises entre 17 et 19 °C sont apparues fin août et début septembre. Cette élévation de la température de l'eau à ces périodes s'explique par une la réduction importante du débit du Sor (cette partie du Sor est en débit réservé du barrage

des Cammazes) par les gestionnaires de l'eau. Ce débit est passé de 13 000 m³/j avant le 17 août à 12 000 m³/j au 22 août, 9 000 m³/j au 30 août puis 8 000 M³/j au 7 septembre alors que les températures extérieures étaient encore élevées. Avec les conditions hivernales de fin d'année 2022 extrêmement sèche, ce débit a été descendu à 2000 m³/j (débit réservé minimum réglementaire).

1.3.6 Alimentation des poissons

En 2022, il a été utilisé, selon les besoins relatifs à chaque stade de développement des saumons élevés, une seule marque d'aliment (Le Guessant). Les références et catégories d'aliments employés figurent dans le tableau intitulé : *Alimentation 2022* de l'annexe 3. Les aliments semblent avoir donné satisfaction tant au niveau des stades juvéniles que pour les stades adultes. La marque Le Guessant propose des aliments bio dont la composition se rapproche le plus des objectifs recherchés dans la production des individus destinés au repeuplement. De plus, les aliments choisis possèdent la certification Friend of the Sea : leur composition est faite à partir de poissons et de fruits de mer provenant de pêcheries et d'aquacultures durables (information sur <http://www.friendofthesea.org/>).

Des compléments alimentaires (Yang, huile de foie de morue, vitamine C, mélange vitalité) ont aussi été distribués en 2022.

1.3.7 Suivis sanitaires et obligations réglementaires

La pisciculture de Pont Crouzet est une exploitation piscicole enregistrée sous le numéro d'agrément zoo-sanitaire FR81288000 CE. Le site de La Mandre est enregistré sous le numéro d'agrément zoo-sanitaire FR 81 288 001 CE.

Les deux sites font partie depuis juin 2021 des compartiments ayant le statut sanitaire indemne vis-à-vis des maladies réputées contagieuses NHI et SHV. Pour cette année encore, il a été réalisé une série d'analyse au printemps sur les alevins des 2 sites pour déceler la présence de ces 2 maladies ainsi que la NPI. Conformément, au nouveau statut sanitaire, Il n'y a pas eu besoin de réaliser les analyses sur les liquides coelomiques lors des pontes pendant l'hiver 2021-2022.

Depuis 2000, ces analyses n'ont jamais révélé la présence de ces virus (résultats et bilan sanitaire élevage 2022 en Annexe 4).

Les agréments zoo-sanitaire ont été délivrés pour les deux sites par la DDCSPP du Tarn le 16 octobre 2013.

En 2022, les registres d'élevage des 2 sites ont été tenus conformément à la législation et un bilan sanitaire d'élevage a été effectué par un vétérinaire du cabinet Vet'eau le 29 mars 2022. La dernière visite sanitaire de la DDCSPP du Tarn a eu lieu le 17 novembre 2020 sur les sites de Pont Crouzet et La Mandre (pas de visite en 2021 ni en 2022). A cette occasion, l'ensemble des paramètres inspectés a été jugé conforme.

Fin 2020, l'autorisation pour le transport des animaux vivants a été renouvelé à l'Association MIGADO par la Direction Départementale de la Cohésion Sociale et de la Protection des Populations du Lot et Garonne pour une durée de 5 ans (autorisation de transporteur N° FR47020T2 valable jusqu'au 15/12/2025).

Parallèlement au suivi sanitaire et afin de mesurer l'impact des piscicultures sur le milieu naturel, un suivi de la qualité de l'eau a été effectué par un organisme agréé (Laboratoire Départemental d'Analyses du Tarn) au niveau des deux sites sur une période de 24h le 14 avril 2022. Les résultats de ces analyses sont présentés en Annexe 5.

Une inspection des installations de la pisciculture de Pont Cruzet dans le cadre de sa régularisation au titre du code de l'environnement a été faite le 21 septembre 2020 par les services de la Direction Départementale des Territoires du Tarn et du service départemental de l'Office Français de la Biodiversité du Tarn. Les 2 renouvellements des arrêtés d'autorisation ont été émis par la Direction Départementale des Territoires les 26 avril et 4 mai 2021.

1.3.8 Incident survenu sur la pisciculture de La Mandre en 2022

Le 3 juin 2022, un incident survenu sur le site de La Mandre. Ce site a fait l'objet d'un vol de 150 saumons futurs reproducteurs en phase de grossissement d'âge 1+ (lot BR20). L'abaissement des bondes a causé dans le même temps la mort d'une centaine de saumon de ce lot laissés dans les bassins vides. Une plainte a été déposée à la gendarmerie de Labruguière le jour même.

1.3.9 Moyens en personnel

Le personnel assurant le fonctionnement de la pisciculture et la réalisation d'un certain nombre de travaux d'entretien et de rénovation en 2022 était composé de 3 pisciculteurs à temps plein sur le site : 3 techniciens de l'association MIGADO. En complément, 2 techniciens supérieurs de l'association participent aux chantiers de pontes et au suivi génétique (prélèvements et préparations des échantillons et gestion de la base de données).

Un chargé de missions de l'association MIGADO assure l'encadrement du personnel et la gestion de la pisciculture, la réalisation des bilans et rapports liés à la production ainsi que la coordination des actions de production et de repeuplement sur le bassin de la Garonne.

1.4 La production d'œufs

En 2022, les opérations de repeuplement en saumon atlantique du bassin de la Garonne ont été conduites exclusivement à partir de la souche acclimatée Garonne - Dordogne.

Deux modes de production d'œufs sont utilisés :

- une production directement issue de géniteurs dit « sauvages » capturés par piégeages sur la Garonne et la Dordogne et conservés dans le centre de reconditionnement de Bergerac,

- un second mode qui consiste à créer une génération intermédiaire en élevant en pisciculture des sujets issus des géniteurs sauvages pour en faire eux-mêmes des reproducteurs et obtenir une descendance de 1ère génération enfermée. Ce type de production est réalisé par les piscicultures de Pont Cruzet, Cauterets et Castels.

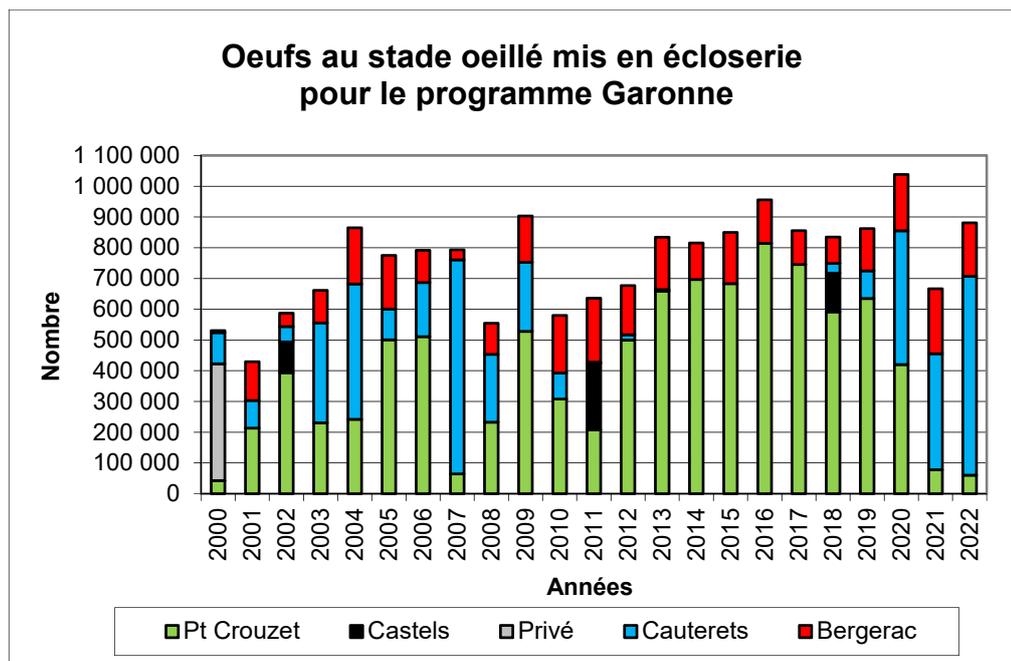


Figure 3 : Nombre et origine des œufs au stade oeillé mis en éclosion à Pont Crouzet et à La Mandre depuis 2000

Les structures de Bergerac, Cauterets et Pont Crouzet ont respectivement assuré la production, en 2022, de 173 700, 647 000, et 60 000 œufs oeillés, soit un total de 880 700 œufs oeillés pour le repeuplement du bassin de la Garonne (moyenne de 749 800 œufs oeillés entre 2000 et 2021).

Comme en 2020 et 2021, des pertes très importantes dans le cheptel des géniteurs sont survenues avant et après la saison de ponte 2021-22. De nombreux géniteurs ayant plusieurs années de pontes ont été perdus. Ces mortalités sont le fait d'un développement plus important que les autres années de saprolegniose (mycoses). Un protocole renforcé a été mis en place par l'équipe de vétérinaire qui suit la pisciculture (traitement curatif par balnéation au peroxyde et formol et nourriture complétée par du CRESS (antifongique).

Pour compenser ces pertes, la pisciculture Migado de Castels a pu fournir un lot de futur géniteur.

Du fait de cette perte de géniteur, la production d'œufs au stade oeillé de la pisciculture de Pont Crouzet 2022 a été très réduite et figure parmi les plus faibles obtenues sur ce site. Cependant, grâce notamment à la production réalisée par le site de Cauterets, **la production totale disponible en 2022 avec plus de 880 000 œufs oeillés a permis d'atteindre l'objectif fixé par le programme de restauration (650 000 œufs oeillés/an)**. Parmi les œufs fournis par la pisciculture de Bergerac, 3 900 œufs sont destinés à la production de géniteurs enfermés sur le site de Pont Crouzet.



Figure 4 : stockage et mise en incubation des œufs après la ponte

1.4.1 Protocole de ponte

Les femelles appartenant à une même cohorte sont fécondées par des mâles d'une cohorte différente afin d'éviter les croisements entre frères et sœurs. Les croisements effectués sont optimisés afin d'apporter un maximum de variabilité génétique dans les produits. Aucune sélection dans les géniteurs n'est opérée.

Les pontes commencent par le prélèvement de la semence des mâles. Les semences sont conservées individuellement dans des béciers avec un ajout de Stor-fish (activateur de semence). Ensuite, les femelles d'une même cohorte sont regroupées en séries de 12 à 15 individus. Chaque série de femelles est fécondée par 6 mâles.

Les ovules et le liquide cœlomique de chaque femelle sont récoltés séparément dans des bassines individuelles. L'ensemble des ovules d'une même série de femelles est regroupé après séparation des liquides cœlomiques (fécondation à sec), mélangé puis divisé en trois sous lots. Chaque sous lot est alors fécondé par la semence de 2 mâles distincts. Un dilueur (Acti-fish) est ensuite ajouté pour optimiser la fécondation. Après gonflement et comptage, les œufs sont mis dans les dispositifs d'incubation.



Figure 5 : Récolte des ovules et du liquide cœlomique d'une femelle et de la laitance d'un mâle

Ce protocole est appliqué sur l'ensemble des reproducteurs de première génération enfermés des piscicultures de Castels, Pont Crouzet et Cauterets. Le site de Bergerac (dont le cheptel de géniteurs sauvages est plus restreint) procède différemment. Chaque femelle est croisée par une dizaine de mâles.

1.4.2 Pontes sur le site de Pont Crouzet

1.4.2.1 Cheptel

Les pontes réalisées à Pont Crouzet lors de l'hiver 2021-2022 ont permis la production de plus de 65 000 œufs verts à partir de 109 femelles et 48 mâles issus d'œufs provenant de Bergerac. Ces géniteurs appartiennent à la cohortes 2019. Au total, 6 journées de ponte ont été effectuées entre le 22 novembre 2021 et le 4 janvier 2022. L'ensemble des œufs a été mis en incubation dans les structures du circuit fermé de Pont Crouzet.

Pour compenser les mortalités survenues sur les géniteurs après les pontes, une livraison de 150 saumons de 1^{ere} génération enfermée de souche Garonne Dordogne et d'un poids moyen de 365g (BR19) depuis la pisciculture MIGADO de Castels a été faite le 15 mars 2022. Ces saumons étaient en grande majorité des individus mâles.

1.4.2.2 Taux de survie stade oeillé

Les œufs issus des géniteurs enfermés de Pont Crouzet ont donné 60 000 œufs au stade oeillé (soit un taux de survie moyen de 91,5 % ; min 86,7 % max 97,4 %) entre le stade œufs verts et oeillés (détails en Annexes 6 et 7 et Figure 6). Ce résultat est plutôt bon, il est dans la moyenne de ceux généralement observés sur le site de Pont Crouzet.

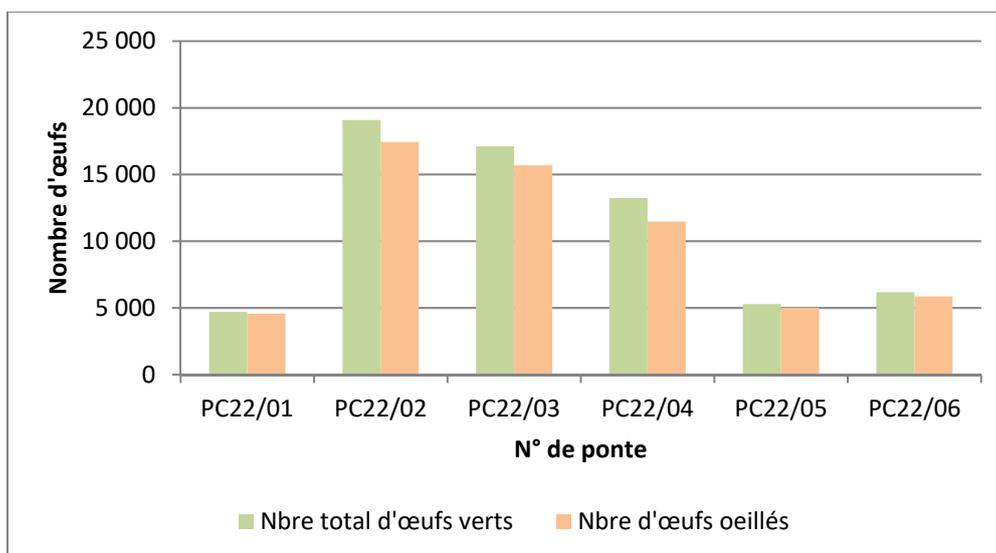


Figure 6 : Nombre d'œufs verts et oeillés produits pour chaque ponte à Pont Crouzet

1.4.3 Cheptel de géniteurs enfermés sur le site de Cauterets

La production par la filière Migado d'œufs de saumon a été sécurisée par la constitution d'un cheptel de géniteurs enfermés de souche Garonne Dordogne à la pisciculture de Cauterets (65). Ce cheptel de saumons atlantiques de souche Garonne Dordogne de la pisciculture de Cauterets était constitué à la date du 4 novembre 2021 de 426 saumons (2 immatures, 122 mâles et 302 femelles) appartenant aux contingents 2015 et 2016. Ce cheptel a pu fournir, en 2022, un total de 647 œufs au stade oeillé répartis en 7 pontes (Tableau 2 et 2).

Stock total	immatures	Males	Femelles	Total
20/12/2018	420	248	108	776
03/01/2020	89	310	360	759
19/11/2020	15	300	354	669
04/11/2021	2	122	302	426

Tableau 1 : Effectifs du cheptel de géniteurs enfermés de souche Garonne de la pisciculture de Cauterets.

Ces œufs ont été livrés sur les piscicultures Migado de Pont Cruzet pour la réalisation du programme de repeuplement sur le bassin de la Garonne. La production réalisée cette saison à Cauterets a été très importante en nombre d'œufs oeillés comparativement à 2021 où des faibles taux de survie avaient été obtenus (50% en moyenne).

La pisciculture de Cauterets joue un rôle primordial dans l'organisation de la filière de production pour le repeuplement mis en place sur le bassin Garonne Dordogne. L'optimisation des méthode de ponte sur ce site a permis une amélioration de la féondation et un augmentation significative des taux de survie (90% en moyenne en 2022).

Pontes Garonne N° lot	Date	Méthode Ponte	Nbre de femelles	% de femelle	Nbre de males	Nbre œufs/l	Nbre œufs verts estimés	Nbre œufs oeillés	Survie estimée	
CT22/01	04/11/2021	MIGADO	71	24%	24	5180	203 500	186 030	91%	
CT22/02	10/11/2021	MIGADO	52	17%	18	5050	146 230	138 000	94%	
CT22/03	18/11/2021	MIGADO	88	29%	30	5050	222 870	192 000	86%	
CT22/04	26/11/2022	MIGADO	37	12%	18	5173	90 015	88000	98%	
CT22/05	02/12/2021	MIGADO	26	9%	12	5025	54 770	43000	79%	
CT22/06	09/12/2021	MIGADO	10	3%	6	5405	17 300	16000	92%	
CT22/07	16/12/2021	MIGADO	4	1%	6	5714	7 430	6000	81%	
TOTAL	-	-	288	98%	114	5228	742 115	669 030	90%	

Tableau 2 : Caractéristiques des pontes réalisées à Cauterets en 2022.



Figure 7 : Tri et mise en caisse de transport des œufs produits à Cauterets

1.4.4 Entrées d'œufs de Bergerac

L'effectif d'œufs provenant de Bergerac ayant servi au programme de restauration du saumon sur le bassin de la Garonne (repeuplement et constitution du cheptel enfermé de Pont Cruzet) a été de 173 700 œufs en 2022. Pour améliorer la traçabilité des lots d'œufs fournis par le centre de Bergerac et optimiser le suivi génétique (Cf. § 3), des œufs appartenant à 3 pontes ont uniquement été livrés sur le site de Pont Cruzet et ont été destinés à la production de juvéniles pour le repeuplement du bassin de la Garonne. Pour la régénération du cheptel de géniteurs enfermés, 4 autres lots d'œufs ont été livrés (total de 3 900 œufs). Ces lots ont été constitués d'œufs provenant d'un maximum de femelles nouvellement présentes à Bergerac afin d'accroître la variabilité génétique des individus futurs reproducteurs sur les sites de multiplication.

Depuis 2010, le centre de Bergerac bénéficie du statut sanitaire « site de quarantaine », ce qui lui permet de livrer des œufs sur l'ensemble du territoire national.

1.5 Bilan de la production pour les stades alevin et pré-estival (contingent 2022)

La pisciculture de Pont Cruzet tient une place centrale dans la production des alevins destinés au bassin de la Garonne. Ce site, avec son annexe de La Mandre, assure l'éclosion, résorption et la phase de grossissement de l'ensemble des juvéniles destinés au repeuplement du bassin de la Garonne.

Les saumons produits aux stades alevins et « pré-estivaux » à Pont Cruzet sont :

- directement destinés au repeuplement de la Garonne, de l'Ariège et de la Neste,
- conservés à la pisciculture de Pont Cruzet pour la production de smolts et de géniteurs enfermés (origine sauvage acclimatée Garonne Dordogne),

L'Annexe 8 présente, par contingent et depuis 2000, le total des saumons produits à Pont Cruzet aux stades « alevins/pré-estival ».

La plus grande partie de la production d'alevins, soit 785 200 individus, est destinée directement au repeuplement aux stades alevin et pré-estival ; le reste étant destiné à la production de smolts et de géniteurs enfermés (3 500 ind.). La production totale d'alevins s'élève donc en 2022 à un total de 788 700 individus.

La production réalisée cette saison figure parmi les plus importantes de la pisciculture de Pont Cruzet. La survie globale entre les stades œuf oeillé et alevin pour les lots produits à Bergerac Cauterets et à Pont Cruzet a quant à elle été très bonne soit 89,5% de survie.

Sur l'ensemble des 3 500 individus 0+, 3 100 ont été conservés à la pisciculture pour le renouvellement des géniteurs enfermés. Parmi eux 250 seront réservés, lorsqu'ils seront au stade de smolt, pour des expérimentations qui seront réalisées au printemps 2023 par le Pôle Eco Hydraulique sur l'Ariège (tests d'innocuité).

1.6 Bilan de la production pour les stades tacons et smolts

1.6.1 Tacons et smolts des contingent 2021

Le bilan 2022 de la production de Pont Cruzet pour les stades plus avancés de tacons et de smolts (contingent 2021) figure en Annexe 11.

Au total, 680 smolts 1+, ont été produits. Ces smolts étaient initialement destinés pour des tests d'innocuité au niveau de centrales hydroélectriques de l'Ariège. Les tests n'ayant pas pu être effectués, ces smolts ont été libéré en aval du barrage de Carbonne sur la Garonne.

Seulement 36 saumons futurs géniteurs du contingent 2021 ont pu être sauvés de l'acte de vandalisme qui a eu lieu en 2022 sur le site de La Mandre.

1.6.2 Tacons du contingent 2022 disponibles pour la campagne 2023

Le lot de saumons du contingent 2022 conservé à la pisciculture de Pont Cruzet pour la production de smolts (printemps 2023) était constitué au 15/12/22 de 3 100 tacons 0+ de souche sauvage (BR21, issus des pontes réalisées à Bergerac). La sélection des futurs géniteurs sera faite parmi eux au printemps 2023.

A retenir :

- la production totale disponible en 2022 avec plus de 880 000 œufs oeillés a permis d'atteindre l'objectif fixé par le programme de restauration.
- La pisciculture de Cauterets a pu produire plus de 669 000 œufs oeillés dont la majorité, 647 000 a bénéficié au programme Garonne. Le reste a été mis en incubateur de terrain sur la Dordogne. Ce site s'avère primordial pour assurer le maintien d'un niveau maximum de production pour le bassin Garonne Dordogne.
- La production totale d'alevins s'élève en 2022 à près de 788 700 individus. Cette production est la plus importante réalisée à la pisciculture de Pont Cruzet depuis le début du programme.

2 LE SUIVI GENETIQUE

2.1 Principe de l'étude

Cette étude a pour objectif l'évaluation de l'efficacité du programme de repeuplement en saumon atlantique réalisé sur le Bassin Garonne Dordogne. La technique d'assignation parentale, basée sur l'ADN des poissons a été utilisée pour connaître l'origine des saumons remontant sur le Bassin.

Les bénéfices attendus sont multiples. Ce suivi génétique doit permettre de connaître la contribution des actions de repeuplement et la part de la reproduction naturelle dans la population de saumons de retour.

Dans un second temps et selon les résultats obtenus, ce travail doit permettre une optimisation des stratégies de repeuplement et une amélioration des pratiques dans les piscicultures.

La technique d'assignation parentale utilisée demande plusieurs étapes :

- Le prélèvement d'ADN sur l'ensemble des géniteurs et l'enregistrement des croisements réalisés lors des pontes dans les piscicultures produisant les œufs de saumon destinés aux opérations de repeuplement du Bassin Garonne Dordogne.
 - Le prélèvement d'ADN sur un échantillon représentatif des saumons adultes entrant dans le bassin Garonne Dordogne afin de s'y reproduire.
 - Le génotypage de tous les prélèvements d'ADN réalisés et l'utilisation du logiciel d'assignation pour retrouver la filiation de chaque saumon échantillonné en montaison.
- L'interprétation des résultats n'est possible que si la traçabilité des différents lots de saumon repeuplés aux différents stade est bien respectée.

Cette étude a débuté en 2008. Des échantillons de tissus sont prélevés sur tous les géniteurs de saumons participant à la production de juvéniles destinés au repeuplement du bassin Garonne et Dordogne. L'empreinte génétique de chaque poisson ayant permis de produire les œufs, alevins, tacons et smolts destinés au repeuplement est ainsi connue. Il est nécessaire de conduire en parallèle ce suivi sur les deux bassins car, bien que le saumon ait un homing strict, le phénomène d'égarement est possible entre les deux axes. Si l'étude avait eu lieu sur un seul bassin, les saumons égarés de leur rivière d'origine auraient pu être classés comme issus de la reproduction naturelle car non assignés et donc conduire à une sous-estimation de la contribution des poissons de repeuplement dans la population naturelle.

Depuis 2010, des prélèvements de cellules (cavité branchiale, bout de nageoire) et d'écaillés sont réalisés sur les saumons adultes de retour capturés au niveau des pièges de Tuilières sur la Dordogne, Golfech et Carbonne sur la Garonne. Les tests d'assignation parentale, effectués à partir de ces saumons, permettent de connaître leur origine : naturelle ou issue de repeuplement (niveau 1 de l'assignation, Figure 8) mais aussi, grâce à la traçabilité des lots élevés et déversés dans le milieu naturel, de savoir s'ils proviennent du cheptel dit F0 de Bergerac ou d'un site multiplicateur de niveau 2, poisson dit « F1 » et de niveau 3 pour les poissons dit « F2 ». Enfin, pour les poissons issus de repeuplement il est possible de déterminer la rivière dans laquelle ils ont été lâchés (niveau 4). Les premières assignations sont possibles à partir des remontées des saumons ayant passé un hiver en mer en 2010.

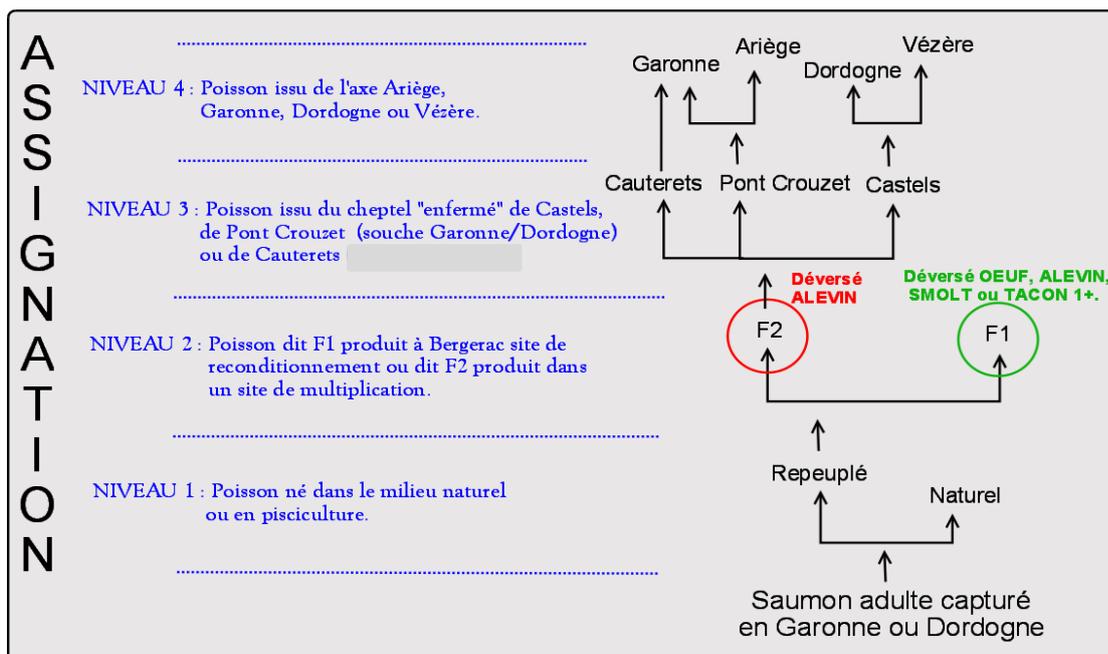


Figure 8 : Niveau d'assignation possible à partir d'un saumon adulte capturé sur le bassin Garonne Dordogne

C'est la première fois, en France, qu'une étude, utilisant les dernières innovations en matière de génie génétique, est mise en œuvre dans un plan de restauration d'espèce piscicole migratrice.

2.2 Partenariat

Trois autres structures spécialisées dans les techniques de génie génétique participent avec MIGADO à cette étude :

- Le SYSAAF (Syndicat des Sélectionneurs Avicoles et Aquacoles Français) qui gère l'interface avec les généticiens pour la mise en place des protocoles ;
- L'INRA de Jouy-en-Josas qui apporte des compétences scientifiques en matière d'analyse des données génétiques ;
- Le laboratoire LABOGENA qui réalise toute la partie technique en matière de génie-génétique.

Migado assure toute la partie échantillonnage en pisciculture et/ou sur le terrain et participe à l'analyse et à la restitution des résultats.

2.3 Analyses génétiques

2.3.1 Prélèvements sur les géniteurs en pisciculture

Lors des pontes, les échantillons de tissus prélevés sur les géniteurs sont classés, étiquetés et enregistrés dans une base de données. Au total, depuis 2008, plus de 5 860 géniteurs ont fait l'objet de prélèvements sur les sites de Pont Crouzet et Cauterets (prélèvements réalisés par ablation d'un bout de nageoire). Lors de ces opérations, chaque géniteur est marqué à l'aide d'un transpondeur (Figure 9) et les croisements effectués sont répertoriés dans la base de données. Les prélèvements sont ensuite expédiés au laboratoire de génie génétique LABOGENA pour la réalisation du génotypage de chaque individu.



Figure 9 : Marquage par pose sous-cutanée d'un transpondeur.

2.3.2 Traçabilité de la production

Chaque lot de juvéniles déversés sur le bassin de la Garonne est identifié par un code. Ce code permet une traçabilité précise depuis la mise en incubation des œufs jusqu'aux secteurs de déversement des juvéniles. Ainsi, pour connaître la provenance de chaque adulte contrôlé à la remontée, les œufs produits par chaque femelle sont regroupés sous un même code de lot et sont élevés dans les mêmes structures d'élevage (incubateur, auge, bassin). Les saumons issus d'un même lot sont déversés sur un même secteur géographique.

2.3.3 Analyse génétique de la descendance

Sur le bassin Garonne Dordogne, la majorité des jeunes saumons dévalent au bout de 1 et 2 ans et restent en eau salée de 1 à 3 années. Les premiers prélèvements d'échantillons réalisés sur les sites de piégeage en montaison pour retrouver les saumons adultes dont les parents ont participé aux reproductions artificielles suivies par cette étude ont débuté en 2010.

Depuis 2010, un prélèvement d'écaillés (pour connaître l'âge) et de cellules épithéliales sous l'opercule ou d'un bout de nageoire pour le génotypage est systématiquement effectué sur les adultes piégés à Tuilières, Golfech et Carbonne.

Sur la Garonne, 735 saumons adultes et 197 juvéniles ont pu être prélevés au total depuis 2010 au niveau des pièges et puits de Golfech, Carbonne, Camon (Tableau 3) et par pêches électriques sur la Pique et l'Ariège. Depuis 2019, suite à la réorientation du programme de restauration du saumon sur la Garonne, l'objectif est désormais de piéger et transférer un maximum d'adulte depuis le piège de Golfech sur les secteurs de reproduction de l'Ariège (100 saumons en 2019).

Au total pour 2022, 123 saumons à Golfech ont pu être prélevés pour le suivi génétique en cours.

Site de piégeage / année	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Adultes Golfech	20	32	21	8	52	85	46	35	15	114	34	66	123
Adultes Carbonne	-	16	4	1	4	20	16	5	0	2	11	-	4
Adulte Camon (dévalaison)	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tacons Ariège	-					30	47	16	6	19	4	16	18

Tableau 3 : Nombre de saumons adultes en migration sur le bassin de la Garonne et de tacons sur l'Ariège prélevés pour des tests d'assignation.

De plus, plusieurs échantillonnages sur des juvéniles ont été effectués :

- 1 lot de 30 smolts lors de la dévalaison 2011 au niveau des puits de Golfech ;
- 2 lots de 4 tacons en 2012 et 7 tacons en 2013 capturés sur la Pique à l'occasion des pêches électriques sur les secteurs de reproduction naturelle ;
- 1 lot de 18 tacons capturés sur l'Ariège en 2022 à l'occasion des pêches électriques sur les secteurs de reproduction naturelle de l'Ariège.

La répartition des prélèvements dans la migration annuelle 2022 réalisée à Golfech est représentée sur la Figure 10.

En 2018, un contrôle et une validation de l'ensemble des tests d'assignation des différentes années de suivi ont été réalisés par les généticiens de l'INRA et de LABOGENA. Une première synthèse de l'ensemble des résultats de l'étude, compris entre 2010 et 2016, a fait l'objet d'un premier document rédigé fin 2018 et paru en 2019.

En 2020, cet important travail de synthèse a été poursuivi, par les techniciens de Migado en collaboration avec les généticiens du SYSAAF et de l'INRAE, avec un stagiaire (étudiant en fin d'étude Ingénieur Agro) puis par un technicien (CDD). Ce travail a permis d'aller plus loin dans le traitement des données. Les nombreux résultats obtenus dans cette étude seront présentés dans un nouveau document de synthèse courant 2023. Ces résultats ont déjà fait l'objet d'une publication (article scientifique) paru en 2021 (annexe 10).

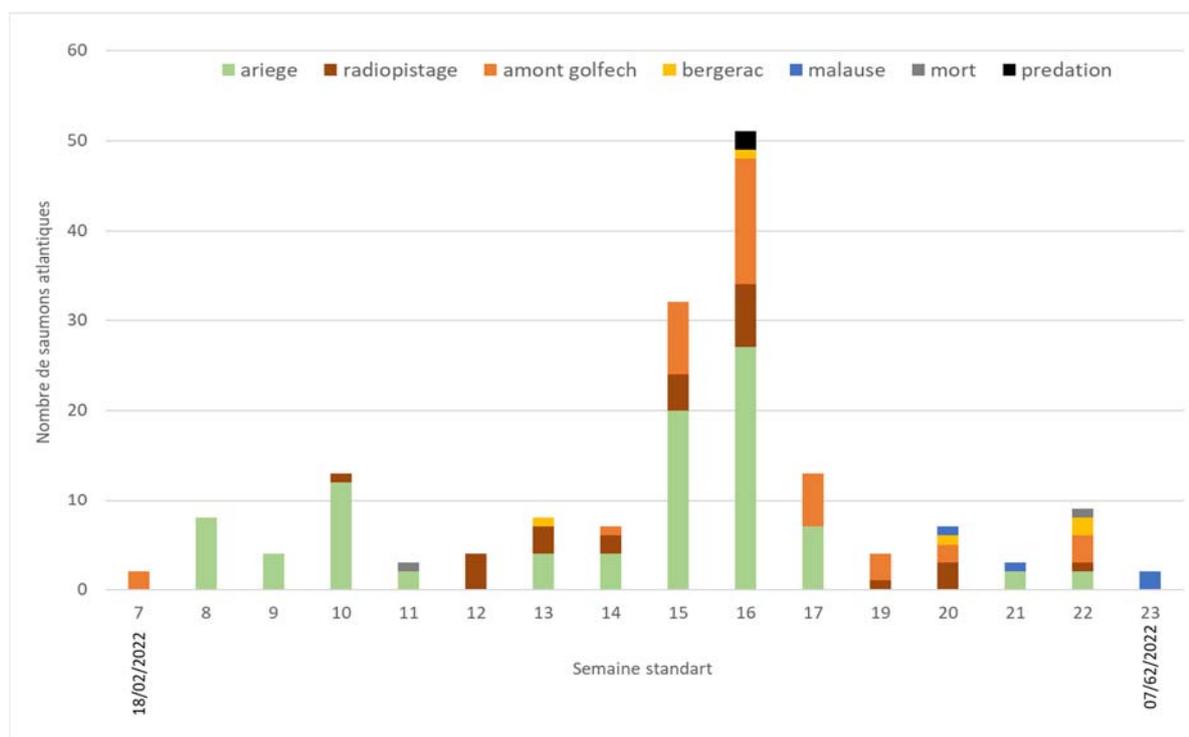


Figure 10 : Passage hebdomadaire et devenir des saumons contrôlés à Golfech en 2022. Les prélèvements d’ADN ont été effectués sur les saumons piégés et transférés sur l’Ariège, à Bergerac et utilisés pour le radio pistage.

A retenir :

- Le suivi génétique par assignation parentale des saumons du Bassin Garonne Dordogne s’est poursuivi en 2022. Une synthèse globale des résultats a été faite en 2020 et un premier article scientifique a été publié en 2021.
-
- Au total, pour 2022, les assignations de parenté pourront être réalisées sur 127 saumons adultes prélevés lors de leur migration de montaison sur la Garonne.
- Ce suivi permet en outre de contrôler l’origine (sauvage/repeuplement) de 18 tacons capturés sur les secteurs de reproduction naturelle de l’Ariège.
- Un document de synthèse des résultats obtenus pour l’ensemble du bassin Garonne Dordogne sera rédigé courant 2023.

3 LES OPERATIONS DE REPEUPLEMENT 2022

3.1 Capacités d'accueil en juvéniles du bassin de la Garonne

Le travail entrepris dans le cadre des opérations de repeuplement réalisées depuis 1999, à partir des études de détermination des potentialités d'accueil en juvéniles de saumon et selon les priorités définies dans le cadre du premier document d'objectifs du programme de restauration (SAGA 2000), des Plans de Gestion des Poissons Migrateurs pour les périodes 2008-2014 et 2015-2021 et aujourd'hui du PLAGEPOMI 2022-2027, a permis une mise à jour du potentiel du bassin de la Garonne avec la validation de certains secteurs et une estimation plus fine pour d'autres non « exploités » à l'heure actuelle.

Axes	Cours d'eau	Secteurs	Surface utile (ha)	Surface utilisée (ha) en 2022	% surface utilisée en 2022
Garonne amont	Garonne	Plan d'Arem-Arlos	7		
		Arlos-Caubous	4		
		Caubous-Pointis	35,5	29,05	82%
	Neste	Amont Rebouc	17,5	0	0%
		Aval Rebouc	23	15,6	68 %
	Pique	Amont Cierp	9	0	0%
		Total Garonne amont	96	44,65	46,5%
Ariège et Garonne aval	Ariège	Ferrière-Labarre	10,6		
		Labarre-BgePébernat	35,4	8,1	23%
		BgePébernat-Saverdun	32	14,9	46,5%
		Saverdun Auterive			
	Garonne	Aval Carbonne-Muret	20	0	0%
		Total Ariège et Gar. aval	98	23	23,5%
	TOTAL	194	67,65	34,8%	

Tableau 4 : Répartition du potentiel d'accueil des juvéniles de saumon sur le bassin de la Garonne

La capacité d'accueil des habitats du bassin de la Garonne en amont de Toulouse devrait permettre d'atteindre au total une production de près de 120 000 smolts (le niveau de production moyen est estimé à 600 smolt/ha). Mais seulement un peu plus d'un tiers (34,8%) de ces surfaces ont fait l'objet de repeuplement en 2022 (Tableau 4).

Deux axes principaux sont utilisés pour le repeuplement : la Garonne amont et l'Ariège.

Il s'agit d'un potentiel utile validé et fonctionnel avec pour la partie Garonne amont et la Neste, une dévalaison rendue possible par le piégeage transport. Sur l'axe Ariège, la dévalaison se fait de façon naturelle avec des équipements présents sur les aménagements hydroélectriques de l'Ariège (améliorations réalisées lors de la récente opération coordonnée de rénovation des dispositifs de franchissement). On notera tout de même une absence de dispositifs de dévalaison sur la partie aval du cours d'eau Garonne au niveau des centrales du Ramier, du Bazacle et de Golfech.

- La Garonne amont comprend les habitats bénéficiant du piégeage transport à la

dévalaison. Il s'agit du cours d'eau Garonne depuis l'aval de la centrale de Caubous jusqu'à la station de Pointis et de la Neste d'Aure en aval de l'usine hydroélectrique de Rebouc jusqu'à la confluence avec la Garonne. En 2013, suite à la mise en place de dispositifs de franchissement à la dévalaison au niveau des aménagements hydroélectriques de Rebouc et Beyrède/Areau, des repeuplements en saumon ont pu être effectués pour la première fois sur la partie amont de la Neste (aval centrale de Cadéac),

- L'Ariège est utilisée dans sa partie située à l'aval du barrage de Labarre et jusqu'à l'amont de Cintegabelle et plus précisément dans le tronçon situé entre le barrage de Guilhot et l'amont de la confluence avec l'Hers. Ce secteur a fait l'objet d'une mise à jour cartographique pendant les étés 2019 et 2020. Les résultats de ce travail sont présentés dans le rapport Migado de suivi des habitats saumons Garonne 2020.

Les habitats repeuplés en 2022 représentent un total de 67,65 ha, avec 29,05 ha pour la Garonne, 15,6 ha pour la Neste et 23 ha pour l'Ariège. Les habitats permettant le grossissement des jeunes saumons de l'Ariège situés entre le barrage de Labarre et le barrage de Guillot (amont Pamiers) ne sont plus repeuplés depuis 2015 et sont destinés à accueillir les saumons adultes transférés depuis Golfech et Carbonne directement sur l'Ariège.

Les principaux secteurs de la Garonne amont (entre Caubous et Pointis) et la Neste en aval de Rebouc sont utilisés au maximum de leur capacité biologique (respectivement 82 % et 68 % de leur capacité théorique). Sur l'axe Ariège en aval du barrage de Guillot jusqu'au barrage de Pébernat, on peut estimer que les habitats sont exploités à 33,3 % de leur capacité et 18,7% de leur capacité dans la partie Barrage de Pébernat – Auterive.

Depuis 2000, des secteurs supplémentaires ont été prospectés et parfois même testés et validés. Ils laissent pressentir une bonne capacité d'accueil du milieu aussi bien en termes de qualité de l'habitat que de qualité de l'eau, mais peuvent présenter des contraintes en termes d'acceptation locale du programme (gestionnaire de la pêche) et des problèmes de mortalités lors de la dévalaison.

Les secteurs de la Garonne en aval de Carbonne et de l'Ariège en aval de Cintegabelle ont été testés de 2005 à 2011. Ces habitats présentent, d'après les résultats obtenus par pêches de contrôle, des densités toujours inférieures aux secteurs amont.

Le secteur de l'Ariège amont compris entre Labarre et Ferrière possède un fort potentiel (18,7 ha) et une bonne qualité d'habitat. Seule ombre au tableau : les mortalités engendrées par la centrale de Labarre (mortalités moyennes de 10,5 %). Le choix de l'utilisation de ce secteur sans qu'il y ait de dispositif de franchissement à la dévalaison pourrait peut-être être envisagé, les simulations de production de smolts sur ce secteur donnant des résultats proches du secteur Ariège aval Labarre.

Les secteurs de la Garonne en amont de Caubous sont légèrement plus pénalisés que ceux de la Garonne en aval de Caubous (présence de centrales). La partie Arlos – Plan d'Arem est un tronçon court circuité. Ce secteur est d'autre part un lieu privilégié pour les pêcheurs de truite.

La Pique a été utilisée jusqu'en 2018 uniquement pour le transfert des saumons de montaison depuis le piège de Carbonne (évaluation possible par pêche du recrutement). Ce cours d'eau possède un potentiel non négligeable (9,2 ha) avec une eau de très bonne qualité. L'utilisation de ce secteur est directement liée aux mortalités engendrées par la centrale de Cierp lors de la dévalaison. Depuis 2019 et la réorientation du programme de restauration du saumon sur le bassin de la Garonne, les saumons adultes capturés à Carbonne sur la Garonne

sont désormais transférés sur l’Ariège avec ceux remontés depuis Golfech.

La Neste, en amont de Rebouc, représente une superficie d’accueil importante pour les juvéniles (près de 20 ha). Ce secteur a pu être repeuplé pour la première fois en 2013 du fait de l’équipement tardif des centrales de Rebouc et Beyrède en dispositifs de dévalaison.

3.2 Organisation, calendrier des opérations et moyens mis en œuvre

Les moyens mis en œuvre lors des opérations de repeuplement résultent d’une coordination établie conjointement entre MIGADO, l’Office Français de la Biodiversité, OFB anciennement AFB et ONEMA, (Délégation Régionale et Services Départementaux), les Fédérations départementales et les AAPPMA concernées. Les opérations de déversement sont réalisées par le personnel de MIGADO.

Les opérations de repeuplement en saumons dans le milieu naturel se sont déroulées du 25 mars au 30 juin 2022 (Tableau 6).

Elles ont été réparties sur 29 journées de transport et principalement en 3 grandes phases :

- Le 25 mars : déversements des smolts 1+ sur la Garonne en aval de Carbonne.
- du 31 mars au 30 mai : déversements du stade alevin sur l’Ariège, la Garonne et la Neste,
- du 2 juin au 30 juin : déversements du stade pré-estival sur la Garonne, la Neste et l’Ariège.

On notera en 2022, l’achat d’un nouveau véhicule de type pick-up 4x4, pour le transport des poissons depuis la pisciculture de Pont Cruzet.



3.3 Répartition par stade et origine des saumons déversés

La production 2022 de juvéniles de saumons pour le repeuplement est constituée de sujets appartenant aux contingents 2021 et 2022 correspondant à des lâchers réalisés à différents stades (alevins, pré-estivaux nés en 2022, smolts 1+ nés en 2021).

La répartition des différents stades des saumons déversés en 2022 est la suivante (Tableau 5) :

- 608 250 alevins nourris (77,4 %),
- 176 950 pré-estivaux (22,5 %),
- 680 smolts 1+ (0,1 %).

Parmi l'ensemble des poissons déversés, 17,9% sont issus de géniteurs capturés dans le milieu naturel et conservés à Bergerac et 82,1 % sont issus de géniteurs enfermés de souche Garonne Dordogne avec 72,2 % de l'effectif total provenant de Cauterets et 9,8% de Pont Crouzet (Figure 11).

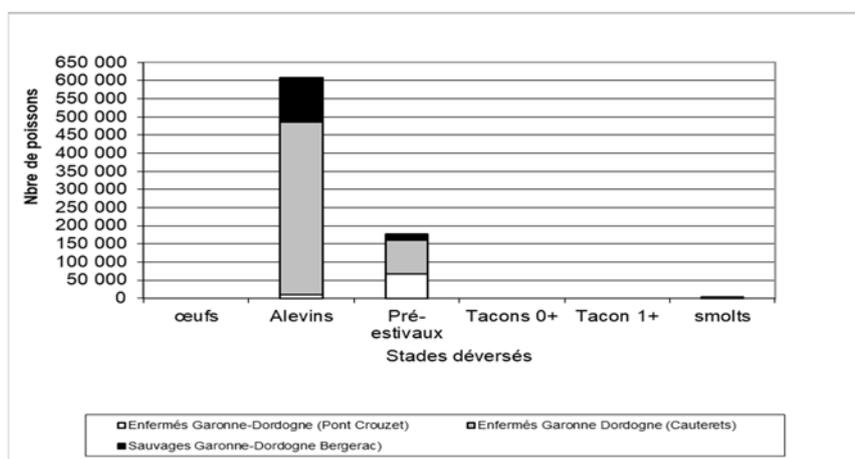


Figure 11 : Répartition par stade et par provenance des individus déversés en 2022

3.4 Répartition géographique

Les habitats de grossissement des juvéniles, où doivent être déversés les plus jeunes stades (alevins, pré estivaux et tacons), correspondent aux faciès radier, rapide et plat courant. Sur le bassin de la Garonne, ces habitats ont été identifiés, mesurés et cartographiés. Ils représentent une superficie totale de l'ordre de 200 ha et se situent, au regard des exigences biologiques de l'espèce, en amont de Toulouse.

Stades	Bassin Garonne amont		Ariège	Garonne aval Carbonne	Garonne aval Golfech	Tests d'innocuité Ariège	Total
	Garonne	Neste					
Oeufs	-	-	-				0
Alevins	285 800	112 150	210 300	-	-		608 250
Pré-estivaux	66 050	40 950	69 950	-	-		176 950
Tacons 0+	-	-	-	-	-		0
Tacons 1+	-	-	-	-	-		0
Pré-smolts	-	-	-	680	-		680
Total	351 850	153 100	280 250	680	0	0	785 880

Tableau 5 : Répartition des déversements 2022 sur le bassin de la Garonne

Les secteurs actuellement retenus pour les opérations de repeuplement sont ceux qui figurent parmi les moins impactés lors de la dévalaison par les ouvrages hydro-électriques et qui offrent, d'après les suivis biologiques réalisés depuis plusieurs années, une bonne fonctionnalité pour le grossissement des juvéniles. Il s'agit (Figure 12) :

- des secteurs de la Garonne amont de Caubous à Pointis et de la Neste qui ne présentent pas de problèmes majeurs de dévalaison et qui bénéficient du piégeage transport à partir des stations de Pointis et Camon, soit une superficie totale de 58,5 ha (35,5 ha sur la Garonne et 23 ha sur la Neste),

- des secteurs de l'Ariège situés en aval de Labarre jusqu'à Auterive (67,5 ha dont 35,4 ha entre Labarre et Pébernat et 32,1 ha entre Pébernat et Auterive). Sur ces secteurs, les saumons sont susceptibles d'accomplir librement la totalité de leur cycle biologique.

Les opérations de repeuplement doivent être réalisées de manière à optimiser la survie des individus en procédant à une mise en charge maîtrisée des secteurs repeuplés. La connaissance des superficies des faciès repeuplés permet d'adapter les densités de mise en charge en fonction du stade utilisé pour chaque secteur. Les densités utilisées en 2022 (Annexes 11, 12 et 13) ont été en moyenne suivant les axes de 119 à 127 ind/100m² pour le stade alevin et 61 à 99 ind./100 m² pour le stade pré-estival.

Les secteurs de repeuplement se répartissent en 46 points de déversement sur l'Ariège, 31 sur la Garonne et 23 sur la Neste. Le Tableau 5, la Figure 12 et les Annexes 11, 11 et 13 précisent les quantités, dates et lieux de répartition des effectifs des différents lots déversés sur le bassin de la Garonne.

En 2022, l'ensemble des sous bassins a reçu le même type de repeuplement (alevins et pré-estivaux).

Sur l'Ariège, 210 300 alevins et 69 950 pré-estivaux ont été déversés entre St Jean du Falga (aval de la centrale hydroélectrique Guillot) et l'aval de Saverdun.

La Garonne amont a fait l'objet d'un repeuplement à hauteur des potentialités d'accueil du milieu sur les secteurs situés en amont des stations de piégeage transport de Pointis et Camon. En 2022, 285 800 alevins et 66 050 pré-estivaux ont été introduits entre Marignac et

Ausson.

Sur la Neste, entre l’aval de Rebouc et la confluence avec la Garonne, 112 150 alevins et 40 950 pré-estivaux ont été libérés entre mai et juillet (secteurs situés en amont des stations de piégeage transport de Pointis et Camon).

La Garonne à l’aval de Carbonne a bénéficié d’un déversement de 680 smolts. Ce secteur ne fait plus l’objet de repeuplement avec les plus jeunes stades (alevin et pré-estivaux) depuis 2012. Ces smolts auraient dû être libérés sur l’Ariège pour des tests d’innocuité des exutoires de dévalaison (opérations menées par le Pole Eco Hydraulique, OFB et annulées en 2022).

Lors de la dévalaison printanière de 2022, plus de 17 000 smolts piégés sur la Garonne à Pointis et Camon (saumons déversés en 2020 et 2021 et qui ont grossi sur le haut bassin de la Garonne) ont été libérés directement en aval de la centrale de Carbonne (Cf. rapport Migado Opérations de piégeage-transfert des smolts en dévalaison sur la Garonne à Camon et Pointis, année 2022).

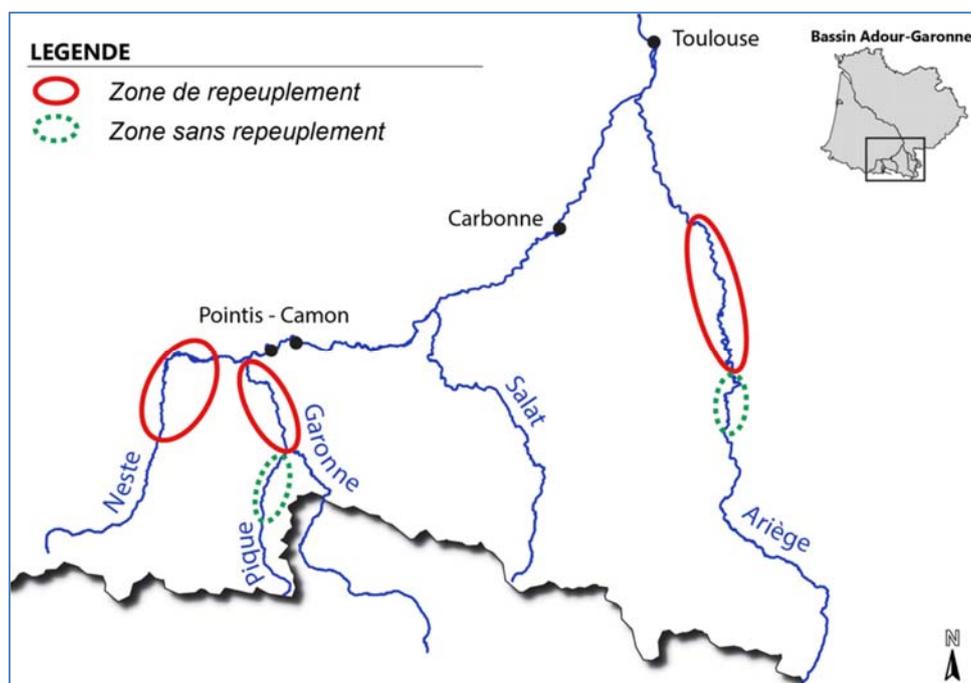


Figure 12 : Bassin de la Garonne en amont de Toulouse, secteurs de repeuplement 2022 en juvéniles de saumons

Tableau 6 : Bilan des déversements en saumons sur le bassin de la Garonne, campagne 2022

N° Bon de Livraison	Date déversement ou livraison	Lieu de déversement	Codes des lots déversés	Poids (g)	Poids moyen (g)	Souche	Etablissement producteur	Marques	Cœufs	Alevins	Pré-estivaux	Tacons 0+	Tacons 1+	Smolts 1+	Smolts 2+	Hommes /jours	T° cours d'eau en °C	T° cuve en °C	Débit en m3/s								
1	25-mars-22	Carbonne	CT 21/05	11 800	30,025	GD1GE	Pont-Crouzet								393		1	10,7	8,0	112							
			BR 21	8 800	30,241	SGD										291											
2	31-mars-22	Ariège	CT 22/02	9 000	0,262	GD1GE	Pont-Crouzet			34331							1	8,8	8,7	62,4							
3	1-avr-22	Garonne	CT 22/01	8 440	0,263	GD1GE	Pont-Crouzet			32 100							1	6,0	5,8	37							
4	5-avr-22	Garonne	CT 22/01	9050	0,266	GD1GE	Pont-Crouzet			34 061							1	4,7	4,85	29,3							
5	6-avr-22	Ariège	CT 22/02	8 600	0,252	GD1GE	Pont-Crouzet			34 123							1	6,3	7,3	35,9							
6	7-avr-22	Ariège	CT 22/02	9 260	0,291	GD1GE	Pont-Crouzet			31 796							1	6,9	8,6	32,3							
7	8-avr-22	Garonne	CT 22/01	9 750	0,290	GD1GE	Pont-Crouzet			33 617							1	7,8	10,8	33,1							
8	12-avr-22	Garonne	CT 22/03	7 940	0,249	GD1GE	Pont-Crouzet			31 918							1	9,3	11,0	41,7							
9	13-avr-22	Garonne	CT 22/03	7 920	0,238	GD1GE	Pont-Crouzet			33 298							1	8,4	10,1	60,5							
10	15-avr-22	Garonne	CT 22/03	8 430	0,268	GD1GE	Pont-Crouzet			31 417							1	7,9	9,9	50,3							
			CT 22/01	6 890	0,325						21 182																
11	20-avr-22	Garonne	CT 22/03	1 300	0,295	GD1GE	Pont-Crouzet			4 407							1	6,5	8,8	61,4							
			PC 22/01	1 350	0,303						4 455																
12	22-avr-22	Garonne	CT 22/03	10 069	0,282	GD1GE	Pont-Crouzet			35 712							1	7,3	9,2	45,1							
13	26-avr-22	Neste	CT 22/04	7 075	0,218	GD1GE	Pont-Crouzet			32 386							1	8,8	9,6	20							
14	27-avr-22	Ariège	CT 22/05	6 570	0,222	GD1GE	Pont-Crouzet			29 658							1	10,1	10,3	51							
15	28-avr-22	Neste	CT 22/04	5 790	0,261	GD1GE	Pont-Crouzet			22200							1	9,2	10,1	20							
16	6-mai-22	Garonne	CT 22/03	10 788	0,457	GD1GE	Pont-Crouzet			23619							1	8,7	9,9	53							
17	12-mai-22	Ariège	CT 22/05	3 130	0,345	GD1GE	Pont-Crouzet			9 072							1	12,1	13,9	69,1							
			BR 22/07	4 620	0,312	SGD					14 824																
18	13-mai-22	Neste	BR 22/06	10 372	0,315	SGD	Pont-Crouzet			32909							1	10,8	14,4	30							
19	18-mai-22	Ariège	BR 22/07	11 224	0,365	SGD	Pont-Crouzet			30 780							1	14,3	15,3	59,2							
			BR 22/06	4 830	0,474						10 194																
20	24-mai-22	Neste	BR 22/11	3 220	0,223	SGD	Pont-Crouzet			14 446							1	9,9	13,8	26							
			BR 22/07	8 885	0,448	SGD					19 821																
21	30-mai-22	Ariège	PC 22/06	2 200	0,375	GD1GE	Pont-Crouzet			5 867							1	13,9	12,5	35,5							
			BR 22/06	11 525	0,653	SGD					17 650																
22	2-juin-22	Neste	PC 22/05	2 620	0,577	GD1GE	Pont-Crouzet										1	13,7	15,8	15,4							
			PC 22/04	5 590	0,563	GD1GE					9 921																
23	8-juin-22	Ariège	PC 22/03	9 391	0,579	GD1GE	Pont-Crouzet			16 209							1	14,2	14,7	29,7							
			CT 22/01	14 695	0,947	GD1GE					15 516																
24	14-juin-22	Garonne	CT 22/03	4 730	0,591	GD1GE	Pont-Crouzet			7 997							1	12,6	15,4	31,6							
			PC 22/02	13 626	0,814	GD1GE					16 730																
25	15-juin-22	Ariège	CT 22/02	4 722	1,008	GD1GE	Pont-Crouzet			4 684							1	16,2	15,6	29,9							
			CT 22/01	18 314	0,983	GD1GE					18 631																
26	21-juin-22	Garonne	CT 22/03	4 451	1,066	GD1GE	Pont-Crouzet			4 175							1	15,4	15,5	24,2							
			CT 22/03	10 956	1,131	GD1GE					9 685																
27	23-juin-22	Garonne	CT 22/01	12 496	1,244	GD1GE	Pont-Crouzet			10 045							1	14,9	14,8	22,9							
			PC 22/02	23 940	1,251	GD1GE					19 137																
28	28-juin-22	Ariège	CT 22/02	3 730	1,145	GD1GE	Pont-Crouzet			3 259							1	15,5	14,5	20,8							
			CT 22/04	24 077	1,283	GD1GE					18 759																
29	30-juin-22	Neste	CT 22/04	24 077	1,283	GD1GE	Pont-Crouzet			18 759							1	13,6	14,5	9							
Poids total produit à Pt Crouzet				362 166																							
Code lots : indique l'établissement producteur des œufs, l'année du contingent et le n° de ponte pour cet établissement PC10P1 PC : Pont Crouzet (BR : Bergerac, CS Castels et CT Causerets) 10 : 2010 P1 : ponte n°1 Souche : SGD parents Garonne Dordogne "sauvage" (capturés dans le milieu naturel) GD1GE : issus de parents Garonne Dordogne 1ere génération enfermée A1GE ou AF2 : issus de parents Adour 1ère Génération Enfermée Marquage : -A : Ablation Adipeuse P rose : marque pigment Fluo rouge, Pit - tag : transpondeurs								Total produits par stade		Contingent 22	-	608 193	176 939	0									28	Total H/J			
										Contingent 21	-	-	-	-	0	684	-	-									
										Contingent 20	-	-	-	-	-	-	-	-									
Total produits à Pont Crouzet										785 816																	
Total Neste										112 135	40 950																
Total Garonne amont										285 786	66 049																
Total Amont Pointis Camon										397 921	106 999																
Total Ariège										210 272	69 940				0												
Total Garonne aval Carbonne															684												
Total Garonne aval Golfech																											
Total déversés dans le milieu par stade										0	608 193	176 939	0	0	684	0	785 132	684									
Total déversés dans le milieu										0																	

3.5 Comparaison interannuelle de l'effort de repeuplement

L'effort de repeuplement réalisé en 2022 est le plus important effectué sur le Bassin de la Garonne en nombre d'individus déversés. Il est supérieur à la moyenne de 534 000 poissons/an déversés sur le bassin entre 2000 et 2021 (Figure 13). Au total, pour l'année 2022, 785 880 jeunes saumons ont été libérés sur le bassin de la Garonne.

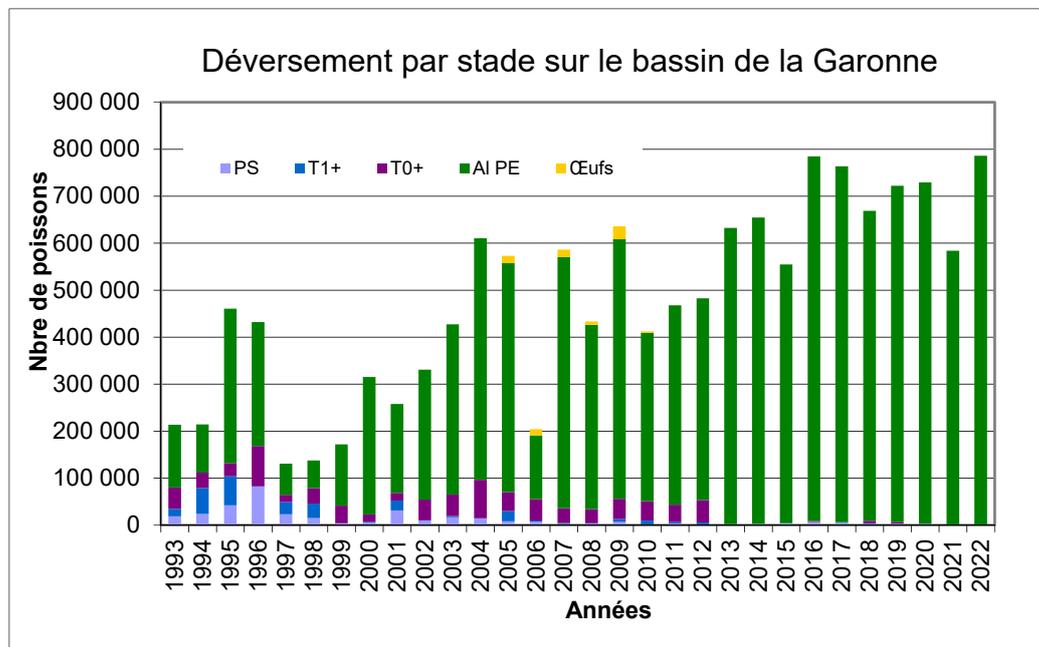


Figure 13 : Déversements par stade des jeunes saumons sur le bassin de la Garonne de 1993 à 2022

3.6 Communication autour du programme de production et de repeuplement

MIGADO a développé des matériels d'incubation pour répondre aux besoins d'une nouvelle action pédagogique. L'objectif était de mettre à disposition des établissements scolaires des incubateurs d'œufs de saumons pouvant servir en classe d'outil pédagogique aux professeurs. Les enfants peuvent ainsi élever des saumons et appréhender les enjeux du maintien de la biodiversité à l'échelle du bassin de la Garonne.

En 2022, une douzaine d'établissements scolaires ont participé à cette opération. Une centaine d'œufs de saumon de souche Garonne produits par Migado à la pisciculture de Pont Crouzet ont été déposés dans chaque aquarium. En parallèle des interventions dans les classes, des visites du piège de Camon et de la passe à poisson du Bazacle ont été organisées avec les professeurs. Pour les écoles proches des secteurs de repeuplement, les élèves ont déversé eux même les alevins dans le milieu naturel. A cette occasion, un diplôme leur a été remis.



A retenir :

- Les opérations de repeuplement 2022 ont fait l'objet de 29 transports depuis la pisciculture de Pont Cruzet. Les jeunes saumons ont été répartis sur 46 points de déversement sur l'Ariège, 31 sur la Garonne et 23 sur la Neste.
- Avec plus de 785 800 jeunes saumons, tous stades confondus, l'effort de repeuplement réalisé en 2022 est le plus important effectué sur le Bassin de la Garonne depuis le début du programme.

CONCLUSION

Les pontes réalisées à Pont Crouzet ont permis de réaliser une production de 60 000 œufs oeillés. Cette production a été complétée par des apports complémentaires d'œufs de souche Garonne Dordogne des piscicultures de Cauterets (647 000 œufs) et Bergerac (173 700 œufs) pour un total de plus de **880 700 œufs au stade oeillé** dédiés au programme.

Le suivi génétique par assignation parentale de l'ensemble des saumons déversés sur le bassin Garonne Dordogne, qui avait débuté en 2008, a été poursuivi en 2022. Les prélèvements de tissus réalisés sur les géniteurs lors des pontes vont permettre de retrouver l'origine des saumons adultes de retour. Le suivi génétique va servir à évaluer quelle peut être la contribution de la reproduction naturelle dans les effectifs de géniteurs migrants mais aussi à retrouver l'origine des saumons issus de repeuplements (site de production et/ou secteur de déversement). Une synthèse globale des résultats a été faite en 2020 et un article scientifique issu de ces travaux a été publié en 2021. Une nouvelle synthèse avec les derniers résultats sera rédigée en 2023.

Ces résultats devraient permettre d'envisager de nouvelles perspectives pour les programmes de restauration du saumon sur le bassin Garonne Dordogne. Conforme au Plan français de mise en œuvre des recommandations de l'OCSAN (Organisation de Conservation du Saumon Atlantique Nord), cette étude inscrit MIGADO en précurseur au niveau national en matière de suivi génétique des populations de poissons migrateurs.

En 2022, le repeuplement en saumons atlantiques sur le bassin de la Garonne représente au total **785 200 alevins et pré-estivaux** répartis sur les trois principaux secteurs du bassin amont (Garonne, Neste et Ariège). Les smolts 1+ produits initialement pour des opérations de tests (marquage recapture, test d'innocuité...) ont été déversés sur l'Ariège sur la Garonne en aval de Carbonne. Ils ne représentent que 680 individus.

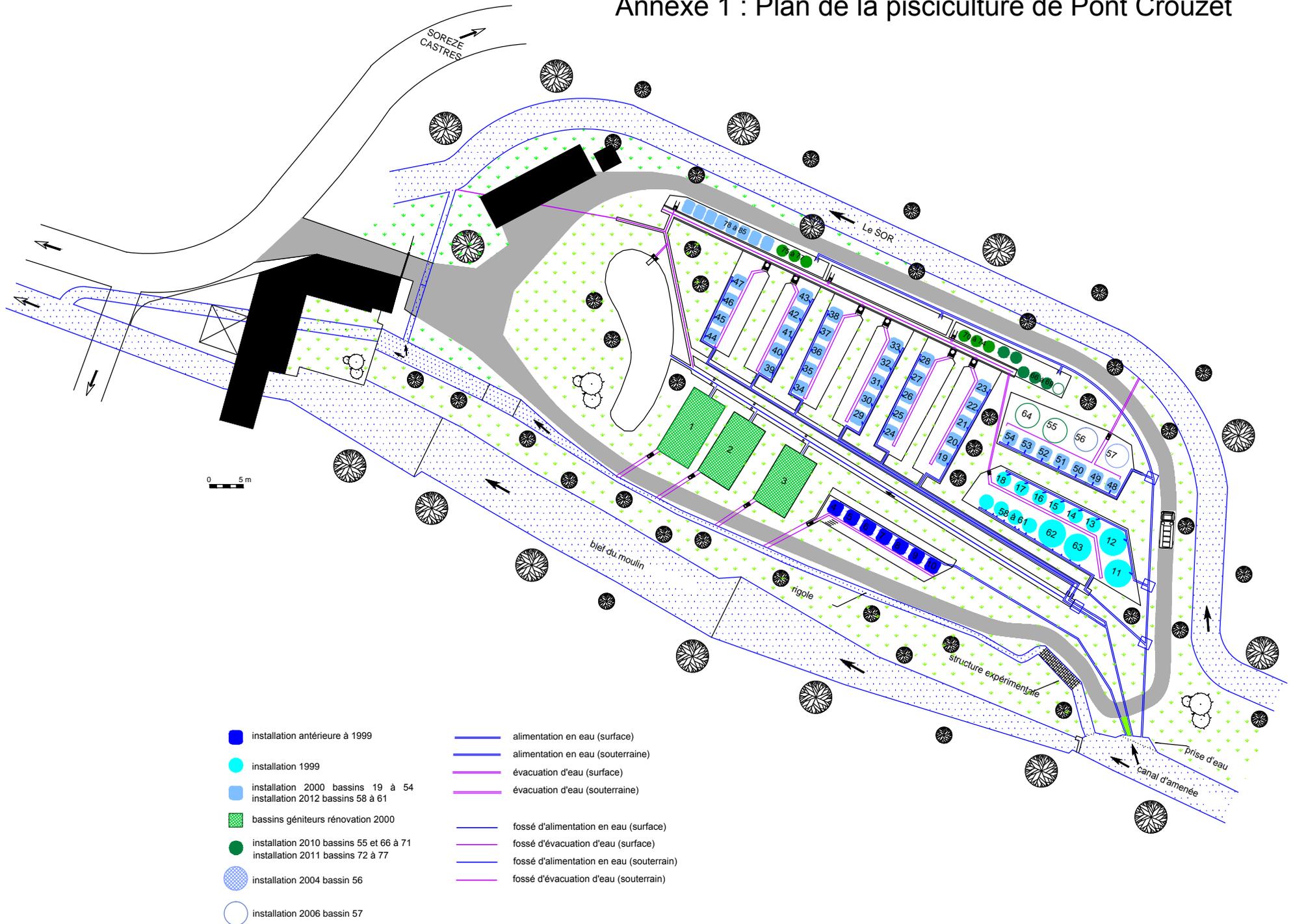
Ces effectifs de jeunes saumons ont permis de repeupler à hauteur des habitats utilisables les secteurs de la Garonne amont et de la Neste qui bénéficient du piégeage transport à la dévalaison et de poursuivre l'effort de repeuplement réalisé sur l'axe Ariège.

Avec un total de près de 786 000 jeunes saumons, tous stades confondus, le repeuplement 2022 est le plus important réalisé sur le Bassin de la Garonne.

Cependant, cet effort de repeuplement réalisé reste très inférieur au potentiel total que possède le bassin de la Garonne pour le grossissement des jeunes saumons (60 ha utilisés sur un peu moins de 200 ha recensés).

ANNEXES

Annexe 1 : Plan de la pisciculture de Pont Cruzet



Annexe 2 : Caractéristiques des structures d'élevage de la pisciculture de Pont Cruzet et de La Mandre en 2021

Structure d'élevage de Pt Cruzet	Bouteille de Zug circuit fermé	Bouteille de Zug circuit fermé	Incubateur circuit fermé	Incubateur circuit fermé	Clayettes circuit fermé	Bassin béton 1	Bassin béton 2	Bassin béton 3	Bassins subcarrés 4 à 10 , 19 à 47 et 48 à 54, 58 à 61	Bassins circulaires 11 et 12	Bassins circulaires 13 à 18	Bassin circulaire 64, 56 et 57	Bassin circulaire 55	Bassin circulaire 66 à 77	Bassin subcarré 78 à 85	Bassins circulaires 62-63	
Dimension l*L ou diam (m)	-	-	-	-	-	5,5 * 10,5	5,5 * 10	5,5 * 9	2*2	4	2	3,5	3	1,5	1,5	3,5	
Hauteur d'eau (m)	-	-	-	-	-	0,25	0,3	0,35	0,25	0,45	0,25	0,6	0,6	0,25	0,25	0,47	
Revanche (m)	-	-	-	-	-	0,5	0,45	0,4	0,4	0,35	0,25	0,6	0,6	0,25	0,25	0,33	
Surface (m²)	-	-	-	-	-	57,75	55	49,5	4	12,5	3,14	9,6	7,1	1,8	1,8	12,5	
Volume m ³ ou l	10	15	50	66	-	<u>14,44</u>	<u>16,50</u>	<u>17,33</u>	<u>1,00</u>	<u>5,63</u>	<u>0,79</u>	<u>5,77</u>	<u>4,24</u>	<u>0,44</u>	<u>0,44</u>	<u>5,88</u>	
Débit alimentation l/s	circuit fermé	circuit fermé	circuit fermé	circuit fermé	circuit fermé	8	8	8	0,25	3	0,25	3	3	0,25	0,25	3	
Débit alimentation m ³ /h	-	-	-	-	-	28,8	28,8	28,8	0,9	10,8	0,9	10,8	10,8	0,9	0,9	10,8	
Taux de renouvel/h	-	-	-	-	-	1,99	1,75	1,66	0,90	1,92	1,15	1,87	2,55	2,04	2,04	1,84	total
Nombre d'unités	2	4	4	1	58	1	1	1	47	2	6	3	1	12	8	2	84
Débit total m ³ /h	-	-	-	-	-	28,8	28,8	28,8	42,3	21,6	5,4	32,4	10,8	10,8	7,2	21,6	152,1 m ³ /h
Débit total l/s						8	8	8	11,75	6	1,5	9	3	3	2	6	42,25 l/s
									Bassins béton non utilisés			le numéros 65 n'est pas attribué				soit 3 638 l/jour	
Structure d'élevage de La Mandre	Auges en béton La Mandre A1 à A12	Auges en Résine La Mandre A13 à A24	Bassins subcarrés B1 à B4	Bassin circulaire B5	Bassins subcarrés B6 à B8	Bassin circulaire B9											
Dimension l*L ou diam	0,5 * 2,5	0,6 * 2,2	2*2	3	2*2	1											
hauteur d'eau	0,2	0,16	0,25	0,83	0,4	0,25											
Revanche	0,3	0,2	0,15	0,37	0,25	0,15											
Surface (m²)	1,25	1,32	4	7,1	4	0,8											
Volume m ³ ou l	0,25	0,21	1,00	5,86	1,60	0,20											
Débit alimentation l/s	0,25	0,25	0,25	2	0,6	0,3											
Débit alimentation m ³ /h	0,9	0,9	0,9	7,2	2,16	1,08											
Taux de renouvel/h	3,60	4,26	0,90	1,23	1,35	5,50	total										
Nombre d'unité	12	12	4	1	3	1	33										
Débit total m ³ /h	10,8	10,8	3,6	7,2	6,48	1,08	39,96 m ³ /h										
Débit total l/s	3	3	1	2	1,8	0,3	11,1 l/s										



Annexe 3 : ALIMENTATION 2022 - Pisciculture de Pont Cruzet et La Mandre

Stades	Longueur poisson mm	Poids Poisson gr	Référence	Lipides	Protides	Taille Granulés	condition nement kg	Stock restant 2021	Stock restant	Commande 1	Stock restant	Commande 2	Stock restant	Commande 3	Stock restant	Commande 4	Stock restant	Commande 5	Stock restant	Total commandé en 2022	Total consommé en 2022							
								Date	31/12/2021	14/01/2022	14/01/2022	03/05/2022	03/05/2022	17/08/2022	17/08/2022													
								qtité kg	qtité kg	qtité kg	qtité kg	qtité kg	qtité kg	qtité kg	qtité kg	qtité kg	qtité kg	qtité kg	qtité kg	qtité kg	qtité kg	qtité kg	qtité kg	qtité kg	qtité kg	qtité kg	qtité kg	qtité kg
démarrage		0-0,1	Néo supra AL 0	13	58	0	10			20	10										20	20						
démarrage		0,1-0,3	Néo supra AL 1 miette			0	10	50	50	70	10	60	20								130	180						
démarrage	30	0-0,4	Néo supra AL 1 granulé	13	58	0	10														0	0						
Alevins	35	0,5-1,5	Néo supra AL 2	13	58	1	10			40	10	40	20								80	80						
Alevins	55	1-2,5	Néo supra AL 3	13	58	1	10	5													0	5						
Tacons	55	2 à 5	Néo supra AL 4	13	58	1	20														0	0						
Tacons	65	2 à 7	B- nature pré grower coul 1	17	45	1,0	20														0	0						
Smolts 1+	100	5 - 15	B- nature pré grower coul 2	15	47	2,0	20	15						60						30	60	45						
Repro 1+	130	15-40	B- nature pré grower coul 3	15	47	3	20	50	50		30		20							10	0	40						
Repro 2+	200	40-100	B- nature grower coul 4	17	45	4	20	50	50	40	60		50							50	40	40						
Repro 2+	250	100-500	B méga 5	28	40	5	25														0	0						
Repro 2+	250	100-500	B-EXTRA 19 astx 25 semi F 5	28	40	5	25	40	30	40	20	60	20	60						45	160	155						
Repro 2+	270	100-500	B- nature Grower coul 5	17	45	5	20														0	0						
Repro 3+	360	500-1000	B-EXTRA 20-coul 7	27	36	7	25														0	0						
Repro 3+	360	500-1000	B nature grower coul 7	17	45	7	20														0	0						
Repro 3+	420	600-1000	B extra 20 Y 7semi flo axta	26	38	7	20														0	0						
Repro 2+	360	500-1000	B-NATURE Grower 25-Axta coul 7	28	40	7	25														0	0						
Repro 3+		500-1000	B - Repro 32 ASTX semi F 7	11	50	7,5	20	40			20			60						45	60	55						
Repro 3+	420	1 000	B - Repro 32 ASTX semi F 9	11	50	9,5	20														0	0						
								250	180	210	160	160	130	180	0	0	0	0	180	550	620							

PRELEVEMENTS

 Virologie Bactériologie Parasitologie Autre :

Laboratoire agréé : LD 34

Réf. Vet'Eau :

N° de lot	1	2	3
Nbre d'animaux	10	10	10
Espèce	<u>Salmo salar</u>	<u>Salmo salar</u>	Salmo salar
N° de bassin	A / Pont Crouzet	B / Cauterets	C / Bergerac
Taille ou âge	Alevins / PC22/01	Alevins / CT22/04	Alevins / BR220506
Résultats PCR SHV NHI	Négatif		
Ref rapport	220331 002366 02		

COMPTE RENDU D'INSPECTION

Nature de l'eau: Source Rivière Forage Etang Mer Lac Température de l'eau : 9 °CProtection contre : Inondations Prédateurs Intrusions

Tenue des registres d'élevages : Oui Certificats sanitaires de transport : Présents

Suspicion de rhabdovirose : Non Autre pathologie suspectée :

Traitement en cours : Non

OBSERVATIONS

Généralités

- Pisciculture par dérivation de rivière, Le Sor.
- Densité : 130 géniteurs dans 6 m³ de PM 200g.
- Bassins extérieurs en résine, circulaires et couverts
- La génération F0 de Saumon Atlantique, *Salmo salar*, sont capturés dans le milieu naturel et conservés pour la reproduction au centre de Bergerac.
Le site de la Pisciculture de pont Crouzet réceptionne les œufs de génération F1, 3 000 œufs sont conservés afin de renouveler le stock de géniteurs, le reste des œufs est utilisé pour le repeuplement. La pisciculture peut également recevoir des œufs F2 en provenance de la pisciculture de Cauterets et de Bergerac.
Les générations F1 et F2 élevés sur la pisciculture de Pont Crouzet sont uniquement destinés au repeuplement.
- Pourcentage de survie après lâché :
 - Stade 3 mois – stade smolt : 10%
 - Stade smolt – adulte : 1 à 0.5%

Pathologies:

- Depuis quelques années l'élevage subit de nombreuses pertes liées à un problème de saprolégniose clinique. Ce problème touche les géniteurs et les futurs géniteurs. Après de lourdes pertes à l'automne, des pertes de l'ordre d'un tiers de la population de certains bassins sont encore à déplorer au début du printemps. L'évolution de ce phénomène et sont aggravation peut être lié à de nombreuses causes dont environnementales et dans la gestion du nettoyage/désinfection/prophylaxie.
- Aujourd'hui, nous conseillons de continuer le traitement mis en place lors d'épisodes cliniques, de maintenir et renforcer les procédures de nettoyage et désinfection du matériel et des bassins, de renforcer l'immunité non-spécifique des poissons par l'utilisation de compléments alimentaires comme le YANG et le Mélange Vitalité.
- Il est conseillé d'isoler les individus visiblement atteints de saprolégniose, pour limiter la pression de contamination sur les autres individus, et afin de cibler le traitement de manière plus efficace.
- Aux vues de la baisse de débit d'eau et de l'augmentation il est conseillé de vérifier régulièrement la teneur en oxygène des bassins et envisager la mise en place d'aérateurs (présents sur site) lorsqu'une valeur seuil est atteinte.

Biosécurité :

- Site entièrement clos.
- Aliment (Le Gouessant Bio) stocké à l'abris.
- Les mesures de base sont en place.
- Il est recommandé de désinfecter les roues des camions de transports des poissons au moment de la désinfection des cuves.
- Pas de non-conformité notée lors de la visite.

Administratif :

- La pisciculture obtient le statut de qualification indemne en juin 2021 et rentre maintenant dans un programme de maintien de ce statut avec une visite et 30 prélèvements par an.
- Le registre d'élevage est signé.

Dr Debuhren Alexis (27340)

Eleveur



Direction générale adjointe
Développement économie territoriale, insertion, environnement
Pôle environnement et prévention sanitaire

Laboratoire départemental vétérinaire

306 rue Croix de Las Cazes
CS 69013
34967 Montpellier cedex 2
Tel : 04.67.67.51.40
Email : ldv34@herault.fr

DETIE30100

ASS MIGADO
PISCICULTURE DE PONT CROUZET
81540 SORÈZE

Réception le : 31/03/2022
Préleveur (IC) : Docteur De Buhren
Remarque (IC) :

Pisciculteur (IC) : Migado
Commune (IC) : Sorèze

Site (IC) : Pont Crouzet
Date de prélèvement (IC) : 29/03/2022

Rapport d'analyse du dossier N°220331 002366 02

Type d'analyse : Analyse virologique agrément

Date d'analyse : 31/03/2022

N° de lot	Nature du prélèvement (IC)	Espèce (IC)	Catégorie (IC)	Bassin n° (IC)	Nombre analysés (IC)	NPI	NHI	SHV
1	Poissons	SAT	Alevins	A	10	Négatif	Négatif	Négatif
2	Poissons	SAT	Alevins	B	10	Négatif	Négatif	Négatif
3	Poissons	SAT	Alevins	C	10	Négatif	Négatif	Négatif

OBL = Ombre Chevalier - SAT = Saumon Atlantique - TAC = Truite Arc en Ciel - SdF = Saumon de Fontaine - TRF = Truite Fario
OBR = Ombre commun - CYP = Cyprinidé - ANG = Anguille - ECP = Effet Cyto-Pathogène

Observations :

Description des analyses :

- NPI Nécrose Pancréatique Infectieuse / Isolement sur cellules et ident. par SN (NF U 47-222)
- NHI Nécrose Hématopoïétique Infectieuse / Isolement sur cellules et ident. par IF (NF U 47-221)
- SHV Septicémie Hémorragique Virale / Isolement sur cellules et ident. par IF (NF U 47-220)

Résultat obtenu après deux passages sur cultures cellulaires sensibles

Montpellier, le 15/04/2022

Le directeur



Nicolas Keck



SELARL du Dr Alain Le Breton
Cabinet vétérinaire aquacole
Immatriculation à l'ordre des vétérinaires n°503094

1289 rue des Pyrénées - ZA EcoSud - BP 50031
31330 Grenade sur Garonne - FRANCE
Tel : +33 (0)5 62 790 780 - E-mail : contact@veteau.com

Dr Alain Le Breton (n°10160)
Dr Thomas Dumond (n°30790)
Dr Jérôme Blanc (n°30554)
Dr Alexis Debuhren (n°27340)

COMPTE RENDU DE VISITE SANITAIRE : VS2022

EXPLOITATION

VETERINAIRE

Personnel présent : Mr Stéphane Bosc
Site: Association Migado
Ecloserie de La Mandre
81540 Sorèze
N° de Siret : 39161049000065
N° d'AZS : FR 81 288 001 CE

Nom: Dr Debuhren Alexis (27340)
Adresse : Vet'eau - Selarl du Dr. Le Breton
1289 rue des Pyrénées - ZA EcoSud
BP 50031 - 31330 Grenade sur Garonne

Date de la visite : 29 mars 2022

DESCRIPTIF EXPLOITATION

Nature de l'exploitation : Absence de géniteurs Présence d'espèces sensibles
Statut de l'exploitation : Catégorie I
Espèces(s) élevée(s) : Saumon Atlantique *Salmo salar*
Origine : Géniteurs à Pont Crouzet
Programme de qualification pour obtention du statut indemne en cours : Oui Durée du programme : NA
Niveau de risque : Elevé Type de surveillance : Passive

➤ Fréquence des inspections sanitaires : 1 visite par an

MOTIF DE LA VISITE

- Visite de maintien d'agrément zoosanitaire
 Rédaction du bilan sanitaire d'élevage et du Protocole de soins
 Autre :

Visite liée à l'obtention ou au maintien du statut « indemne de maladie » :

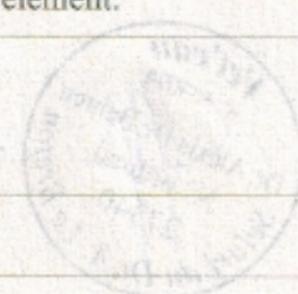
MAINTIEN DU STATUT « INDEMNÉ » :

Inspection clinique : Choisissez un élément. Prélèvements : Choisissez un élément.

OBTENTION DU STATUT « INDEMNÉ » :

Inspection clinique : Visite annuelle

Prélèvements : 1ère prélèvement annuel 30 poissons



PRELEVEMENTS

Virologie

Bactériologie

Parasitologie

Autre :

Laboratoire agréé : LD 34

Réf. Vet'Eau :

N° de lot	1	2	3
Nbre d'animaux	10	10	10
Espèce	Salmo salar	Salmo salar	Salmo salar
N° de bassin	Auge 3 /PC 2206	Auge 4 / BR2211	B1 / CT2202
Taille ou âge	Alevin	Alevin	Alevin
Résultat PCR SHV NHI	Négatif		
Ref rapport	220331 002366 01		

COMPTE RENDU D'INSPECTION

Nature de l'eau: Source Rivière Forage Etang Mer Lac Température de l'eau : 7°C

Protection contre : Inondations Prédateurs Intrusions

Tenue des registres d'élevages : Oui Certifiants sanitaires de transport : Présents

Suspicion de rhabdovirose : Non Autre pathologie suspectée :

Traitement en cours : Non

OBSERVATIONS

➤ Pathologies :

- Sur site, lors de la visite : absence de mortalité et de morbidité lors de la visite

➤ Biosécurité :

Les mesures de base sont en place, notamment en ce qui concerne le nettoyage, la désinfection.

Aliment stocké à Pont Cruzet ; uniquement la quantité nécessaire pour l'alimentation par nourrisseurs à tapis est stocké sur place.

Pas de non-conformité notée lors de la visite.

➤ Administratif :

Le registre d'élevage est signé.

Dr Debühren Alexis (27340)

Eleveur



Direction générale adjointe
Développement économie territoriale, insertion, environnement
Pôle environnement et prévention sanitaire

Laboratoire départemental vétérinaire

306 rue Croix de Las Cazès
CS 69013
34967 Montpellier cedex 2
Tel : 04.67.67.51.40
Email : ldv34@herault.fr

DETIE30100

ASS MIGADO
PISCICULTURE DE PONT CROUZET
81540 SORÈZE

Réception le : 31/03/2022

Pisciculteur (IC) : Migado

Site (IC) : La Mandre

Préleveur (IC) : Docteur De Buhren

Commune (IC) : Sorèze

Date de prélèvement (IC) : 29/03/2022

Remarque (IC) :

Rapport d'analyse du dossier N°220331 002366 01

Type d'analyse : Analyse virologique agrément

Date d'analyse : 31/03/2022

N° de lot	Nature du prélèvement (IC)	Espèce (IC)	Catégorie (IC)	Bassin n° (IC)	Nombre analysés (IC)	NPI	NHI	SHV	
1	Poissons	SAT	Alevins	3	10	Négatif	Négatif	Négatif	
2	Poissons	SAT	Alevins	4	10	Négatif	Négatif	Négatif	
3	Poissons	SAT	Alevins	B1	10	Négatif	Négatif	Négatif	

OBL = Ombie Chevalier ~ SAT = Saumon Atlantique ~ TAC = Truite Arc en Ciel ~ SdF = Saumon de Fontaine ~ TRF = Truite Fario

OBR = Ombre commun ~ CYP = Cyprinidé ~ ANG = Anguille ~ ECP = Effet Cyto-Pathogène

Observations :

Description des analyses :

NPI Nécrose Pancréatique Infectieuse / Isolement sur cellules et ident. par SN (NF U 47-222)

NHI Nécrose Hématopoïétique Infectieuse / Isolement sur cellules et ident. par IF (NF U 47-221)

SHV Septicémie Hémorragique Virale / Isolement sur cellules et ident. par IF (NF U 47-220)

Résultat obtenu après deux passages sur cultures cellulaires sensibles

Montpellier, le 14/04/2022

Le directeur

Nicolas Keck

Secteur: HYDROLOGIE

courriel : hydro@tarn.fr

PISCICULTURE MIGADO
35 AVENUE DE LA MARQUEILLE

31650 SAINT ORENS

Client : 13 881

Nom : PISCICULTURE MIGADO

Commune : SAINT ORENS

ANALYSES EAU PROPRE

DOSSIER : 220414 009343 01

N° Travail : 362553

Réceptionné le : 14/04/2022 à 15:06

validé le : 02/05/22

par : FLAVIEN PLAT

Point de prélèvement : AMONT PONT CROUZET

Préleveur : BOISSIERE NICOLAS (Public Labos 81) Date de prélèvement : 14/04/2022 Heure de prélèvement : 10:30

Remarques : Néant

RAPPORT D'ESSAI DU 02/05/2022 09:13:34

Paramètres	Résultats	Unités	Critères*	Méthodes	Date analyse
Mesures in situ					
<u>EQUILIBRE CALCO CARBONIQUE</u>					
☑ pH	7.4	UI		NF EN ISO 10523	14/04/22
<u>OXYGENE ET MATIERES ORGANIQUES</u>					
☑ Oxygène dissous	10.30	mg/L		NF ISO 17289	14/04/22
<u>Autres</u>					
Volume d'effluent mesuré	-	m3			14/04/22
Durée de la mesure	24	Heures			14/04/22
Asservissement	TEMPS				14/04/22
☑ Prélèvement Eaux Résiduaires	-			FD T 90-523-2	14/04/22
Analyse physico-chimique					
<u>PARAMETRES AZOTES ET PHOSPHORES</u>					
☑ Ammonium	0.09	mg(NH4)/L		NF T90-015:2	14/04/22
Ammonium exprimé en N	0.072	mg(N)/L		calculé	14/04/22
☑ Nitrites	0.019	mg(NO2)/L		NF EN ISO 10304:1	15/04/22
Nitrites exprimés en N	0.006	mg(N)/L		calculé	15/04/22
☑ Orthophosphates	0.06	mg(PO4)/L		NF EN ISO 6878	27/04/22
<u>OXYGENE ET MATIERES ORGANIQUES</u>					
☑ Matières en suspension	3.3	mg/L		NF EN 872	15/04/22
☑ Demande biochimique en oxygène en 5 jours	1.2	mg(O2)/L		NF EN 1899-2	15/04/22

☑ = paramètre accrédité (ec) = en cours d'analyse NM = non mesuré

Commentaires :

La filtration des MES a été réalisée sur filtre en fibre de verre de marque ProWeigh dans les 2 jours.

La DBO a été réalisée après 5 jours d'incubation avec suppression de la nitrification.

DOSSIER : 220414 009343 01

Réceptionné le : 14/04/2022 à 15:06

N° Travail : 362553

RAPPORT D'ESSAI DU 02/05/2022 09:13:34

Paramètres	Résultats	Unités	Critères*	Méthodes	Date analyse
------------	-----------	--------	-----------	----------	--------------

L'accréditation par le Cofrac atteste de la compétence du laboratoire pour les seuls essais couverts par l'accréditation, repérés par la marque . Les résultats mentionnés ne sont applicables qu'aux échantillons soumis à l'analyse, tels qu'ils sont définis dans le présent document. Les incertitudes de mesures sont disponibles au laboratoire pour les paramètres accrédités. Les décisions de conformité des analyses ne prennent pas en compte les incertitudes de mesure. Les conditions d'utilisation des rapports sont sur le site du laboratoire

Flavien PLAT	
Chef du service chimie	

La reproduction de ce rapport d'essai n'est autorisée que sous la forme d'un facsimilé photographique intégral. Il comporte 2 pages et 0 annexe(s).

Secteur: HYDROLOGIE

courriel : hydro@tarn.fr

PISCICULTURE MIGADO
35 AVENUE DE LA MARQUEILLE

31650 SAINT ORENS

Client : 13 881

Nom : PISCICULTURE MIGADO

Commune : SAINT ORENS

ANALYSES EAU PROPRE

DOSSIER : 220414 009343 01

N° Travail : 362554

Réceptionné le : 14/04/2022 à 15:06

validé le : 02/05/22

par : FLAVIEN PLAT

Point de prélèvement : AVAL PONT CROUZET

Préleveur : BOISSIERE NICOLAS (Public Labos 81) Date de prélèvement : 14/04/2022 Heure de prélèvement : 11:00

Remarques : Néant

RAPPORT D'ESSAI DU 02/05/2022 09:13:34

Paramètres	Résultats	Unités	Critères*	Méthodes	Date analyse
Mesures in situ					
<u>EQUILIBRE CALCO CARBONIQUE</u>					
☑ pH	7.6	UI		NF EN ISO 10523	14/04/22
<u>OXYGENE ET MATIERES ORGANIQUES</u>					
☑ Oxygène dissous	10.20	mg/L		NF ISO 17289	14/04/22
<u>Autres</u>					
Volume d'effluent mesuré	-	m3			14/04/22
Durée de la mesure	24	Heures			14/04/22
Asservissement	TEMPS				14/04/22
☑ Prélèvement Eaux Résiduaires	-			FD T 90-523-2	14/04/22
Analyse physico-chimique					
<u>PARAMETRES AZOTES ET PHOSPHORES</u>					
☑ Ammonium	0.03	mg(NH4)/L		NF T90-015:2	14/04/22
Ammonium exprimé en N	0.024	mg(N)/L		calculé	14/04/22
☑ Nitrites	0.018	mg(NO2)/L		NF EN ISO 10304:1	15/04/22
Nitrites exprimés en N	0.005	mg(N)/L		calculé	15/04/22
☑ Orthophosphates	<0.02	mg(PO4)/L		NF EN ISO 6878	27/04/22
<u>OXYGENE ET MATIERES ORGANIQUES</u>					
☑ Matières en suspension	4.0	mg/L		NF EN 872	15/04/22
☑ Demande biochimique en oxygène en 5 jours	0.8	mg(O2)/L		NF EN 1899-2	15/04/22

☑ = paramètre accrédité (ec) = en cours d'analyse NM = non mesuré

Commentaires :

La filtration des MES a été réalisée sur filtre en fibre de verre de marque ProWeigh dans les 2 jours.

La DBO a été réalisée après 5 jours d'incubation avec suppression de la nitrification.

DOSSIER : **220414 009343 01**
 Réceptionné le : 14/04/2022 à 15:06

N° Travail : 362554

RAPPORT D'ESSAI DU 02/05/2022 09:13:34

Paramètres	Résultats	Unités	Critères*	Méthodes	Date analyse
------------	-----------	--------	-----------	----------	--------------

L'accréditation par le Cofrac atteste de la compétence du laboratoire pour les seuls essais couverts par l'accréditation, repérés par la marque . Les résultats mentionnés ne sont applicables qu'aux échantillons soumis à l'analyse, tels qu'ils sont définis dans le présent document. Les incertitudes de mesures sont disponibles au laboratoire pour les paramètres accrédités. Les décisions de conformité des analyses ne prennent pas en compte les incertitudes de mesure. Les conditions d'utilisation des rapports sont sur le site du laboratoire

Flavien PLAT	
Chef du service chimie	

La reproduction de ce rapport d'essai n'est autorisée que sous la forme d'un facsimilé photographique intégral. Il comporte 2 pages et 0 annexe(s).

Secteur: HYDROLOGIE

courriel : hydro@tarn.fr

PISCICULTURE MIGADO
35 AVENUE DE LA MARQUEILLE

31650 SAINT ORENS

Client : 13 881

Nom : PISCICULTURE MIGADO

Commune : SAINT ORENS

ANALYSES EAU PROPRE

DOSSIER : 220414 009343 01

N° Travail : 362555

Réceptionné le : 14/04/2022 à 15:06

validé le : 02/05/22

par : FLAVIEN PLAT

Point de prélèvement : AMONT LA MANDRE

Préleveur : BOISSIERE NICOLAS (Public Labos 81) Date de prélèvement : 14/04/2022 Heure de prélèvement : 11:30

Remarques : Néant

RAPPORT D'ESSAI DU 02/05/2022 09:13:34

Paramètres	Résultats	Unités	Critères*	Méthodes	Date analyse
Mesures in situ					
<u>EQUILIBRE CALCO CARBONIQUE</u>					
☑ pH	7.5	UI		NF EN ISO 10523	14/04/22
<u>OXYGENE ET MATIERES ORGANIQUES</u>					
☑ Oxygène dissous	10.20	mg/L		NF ISO 17289	14/04/22
<u>Autres</u>					
Volume d'effluent mesuré	-	m3			14/04/22
Durée de la mesure	24	Heures			14/04/22
Asservissement	TEMPS				14/04/22
☑ Prélèvement Eaux Résiduaires	-			FD T 90-523-2	14/04/22
Analyse physico-chimique					
<u>PARAMETRES AZOTES ET PHOSPHORES</u>					
☑ Ammonium	<0.01	mg(NH4)/L		NF T90-015:2	14/04/22
Ammonium exprimé en N	<0.000	mg(N)/L		calculé	14/04/22
☑ Nitrites	0.003	mg(NO2)/L		NF EN ISO 10304:1	15/04/22
Nitrites exprimés en N	<0.001	mg(N)/L		calculé	15/04/22
☑ Orthophosphates	0.04	mg(PO4)/L		NF EN ISO 6878	27/04/22
<u>OXYGENE ET MATIERES ORGANIQUES</u>					
☑ Matières en suspension	<2.0	mg/L		NF EN 872	15/04/22
☑ Demande biochimique en oxygène en 5 jours	1.4	mg(O2)/L		NF EN 1899-2	15/04/22

☑ = paramètre accrédité (ec) = en cours d'analyse NM = non mesuré

Commentaires :

La filtration des MES a été réalisée sur filtre en fibre de verre de marque ProWeigh dans les 2 jours.

La DBO a été réalisée après 5 jours d'incubation avec suppression de la nitrification.

DOSSIER : 220414 009343 01

N° Travail : 362555

Réceptionné le : 14/04/2022 à 15:06

RAPPORT D'ESSAI DU 02/05/2022 09:13:34

Paramètres	Résultats	Unités	Critères*	Méthodes	Date analyse
------------	-----------	--------	-----------	----------	--------------

L'accréditation par le Cofrac atteste de la compétence du laboratoire pour les seuls essais couverts par l'accréditation, repérés par la marque . Les résultats mentionnés ne sont applicables qu'aux échantillons soumis à l'analyse, tels qu'ils sont définis dans le présent document. Les incertitudes de mesures sont disponibles au laboratoire pour les paramètres accrédités. Les décisions de conformité des analyses ne prennent pas en compte les incertitudes de mesure. Les conditions d'utilisation des rapports sont sur le site du laboratoire

Flavien PLAT	
Chef du service chimie	

La reproduction de ce rapport d'essai n'est autorisée que sous la forme d'un facsimilé photographique intégral. Il comporte 2 pages et 0 annexe(s).

Secteur: HYDROLOGIE

courriel : hydro@tarn.fr

PISCICULTURE MIGADO
35 AVENUE DE LA MARQUEILLE

31650 SAINT ORENS

Client : 13 881

Nom : PISCICULTURE MIGADO

Commune : SAINT ORENS

ANALYSES EAU PROPRE

DOSSIER : 220414 009343 01

N° Travail : 362556

Réceptionné le : 14/04/2022 à 15:06

validé le : 02/05/22

par : FLAVIEN PLAT

Point de prélèvement : AVAL LA MANDRE

Préleveur : BOISSIERE NICOLAS (Public Labos 81) Date de prélèvement : 14/04/2022 Heure de prélèvement : 11:50

Remarques : Néant

RAPPORT D'ESSAI DU 02/05/2022 09:13:34

Paramètres	Résultats	Unités	Critères*	Méthodes	Date analyse
Mesures in situ					
<u>EQUILIBRE CALCO CARBONIQUE</u>					
☑ pH	7.6	UI		NF EN ISO 10523	14/04/22
<u>OXYGENE ET MATIERES ORGANIQUES</u>					
☑ Oxygène dissous	10.60	mg/L		NF ISO 17289	14/04/22
<u>Autres</u>					
Volume d'effluent mesuré	-	m3			14/04/22
Durée de la mesure	24	Heures			14/04/22
Asservissement	TEMPS				14/04/22
☑ Prélèvement Eaux Résiduaires	-			FD T 90-523-2	14/04/22
Analyse physico-chimique					
<u>PARAMETRES AZOTES ET PHOSPHORES</u>					
☑ Ammonium	<0.01	mg(NH4)/L		NF T90-015:2	14/04/22
Ammonium exprimé en N	<0.000	mg(N)/L		calculé	14/04/22
☑ Nitrites	0.004	mg(NO2)/L		NF EN ISO 10304:1	15/04/22
Nitrites exprimés en N	0.001	mg(N)/L		calculé	15/04/22
☑ Orthophosphates	<0.02	mg(PO4)/L		NF EN ISO 6878	27/04/22
<u>OXYGENE ET MATIERES ORGANIQUES</u>					
☑ Matières en suspension	<2.0	mg/L		NF EN 872	15/04/22
☑ Demande biochimique en oxygène en 5 jours	0.8	mg(O2)/L		NF EN 1899-2	15/04/22

☑ = paramètre accrédité (ec) = en cours d'analyse NM = non mesuré

Commentaires :

La filtration des MES a été réalisée sur filtre en fibre de verre de marque ProWeigh dans les 2 jours.

La DBO a été réalisée après 5 jours d'incubation avec suppression de la nitrification.

DOSSIER : 220414 009343 01
Réceptionné le : 14/04/2022 à 15:06

N° Travail : 362556

RAPPORT D'ESSAI DU 02/05/2022 09:13:34

Paramètres	Résultats	Unités	Critères*	Méthodes	Date analyse
------------	-----------	--------	-----------	----------	--------------

L'accréditation par le Cofrac atteste de la compétence du laboratoire pour les seuls essais couverts par l'accréditation, repérés par la marque . Les résultats mentionnés ne sont applicables qu'aux échantillons soumis à l'analyse, tels qu'ils sont définis dans le présent document. Les incertitudes de mesures sont disponibles au laboratoire pour les paramètres accrédités. Les décisions de conformité des analyses ne prennent pas en compte les incertitudes de mesure. Les conditions d'utilisation des rapports sont sur le site du laboratoire

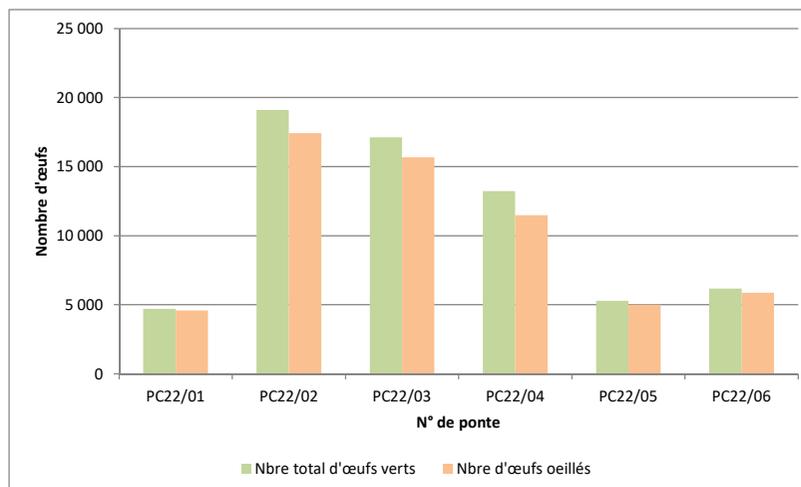
Flavien PLAT	
Chef du service chimie	

La reproduction de ce rapport d'essai n'est autorisée que sous la forme d'un facsimilé photographique intégral. Il comporte 2 pages et 0 annexe(s).



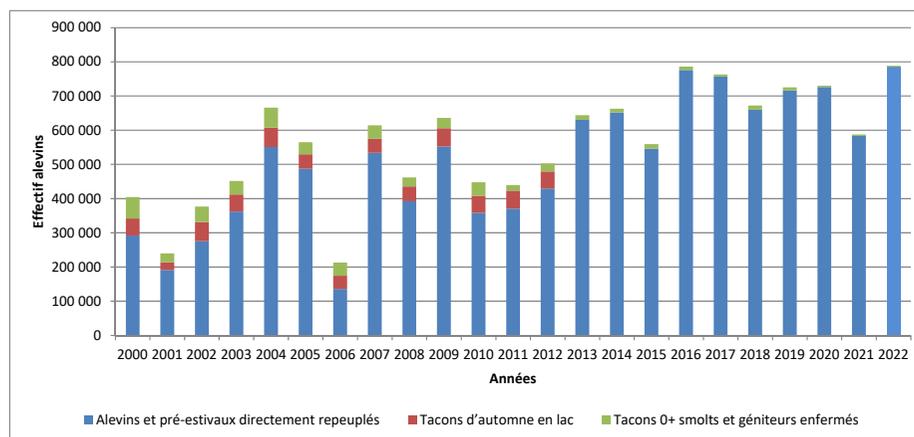
ANNEXE 6 : BILAN DES PONTES 2021-2022 DES GENITEURS PRESENTS A PONT CROUZET

Date	Code Lot Femelle	Nbre de femelles	Code Lot Mâle	Nbre de mâles	Nbre de mâles réutilisés	Nbre œufs / femelle	Lot oeufs n°	Nbre total d'œufs verts	Nbre d'œufs oeillés	Taux de survie vert-oeillé
22/11/2021	BR19	9	BR19	6	0	522	PC22/01	4 701	4 577	97,4%
29/11/2021	BR19	32	BR20	12	0	596	PC22/02	19 086	17 429	91,3%
07/12/2021	BR19	28	BR20	12	0	611	PC22/03	17 110	15 684	91,7%
14/12/2021	BR19	20	BR20	6	0	662	PC22/04	13 235	11 476	86,7%
22/12/2021	BR19	10	BR20	6	0	529	PC22/05	5 294	5 000	94,4%
04/01/2022	BR19	10	BR20	6	0	618	PC22/06	6 176	5 858	94,9%
BILAN		109		48		590		65 602	60 024	91,5%



Annexe 8 : Nombre d'alevins destinés au repeuplement et aux autres productions depuis 2000

Nombre d'alevins/pré-estivaux produits par année à la pisciculture de Pont Cruzet																							
Filières d'utilisation des alevins produits	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Alevins et pré-estivaux directement repeuplés	292 300	191 300	275 550	362 400	550 980	487 260	135 846	534 150	392 550	552 200	358 350	371 000	429 400	630 630	652 000	546 475	776 150	757 140	660 000	716 150	726 660	583 340	785 200
Tacons d'automne en lac	50 000	23 000	56 200	50 000	56 820	42 400	38 732	40 690	43 000	53 800	50 050	52 400	50 237	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tacons 0+ smolts et géniteurs enfermés	62 440	25 700	45 130	39 200	58 600	35 570	38 814	39 790	26 640	30 000	39 400	16 000	23 360	13 500	10 820	12 835	9 890	6 100	12 220	9 310	3 540	4 476	3 500
Total	▼ 398 300	▼ 240 000	▼ 376 880	▲ 451 600	▲ 666 400	▲ 565 230	▼ 213 392	▲ 614 630	▲ 462 190	▲ 636 000	▲ 447 800	▲ 439 400	▲ 502 997	▲ 644 130	▲ 662 820	▲ 559 310	▲ 786 040	▲ 763 240	▲ 672 220	▲ 725 460	▲ 730 200	▼ 587 816	▲ 788 700



Annexe 9 : Bilan de la production réalisée pour le repeuplement à la pisciculture de Pont Cruzet depuis 2000 pour les stades tacon et smolt

Stades produits	Nombre par année																						
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Smolts 2+	0	0	0	0	466	167	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Smolts 1+	6 465	15 560	9 260	16 410	14 100	8 610	9 772	3 120	4 410	7 330	2 200	4 614	1 938	1 880	2 440	5 600	6 546	5 379	3 020	2 930	2 432	702	680
Tacons 1+	2 216	20 840	11 916	2 816	0	21 980	2 342	2 000	1 030	5 960	8 060	3 310	4 280	970	480	118	0	909	960	0	0	0	0
Tacons 0+	0	0	18 920	24 776	26 304	18 655	27 026	21 465	11 270	12 160	26 115	6 940	18 285	6 665	6 240	8 220	2 060	0	5 460	3 060	0	0	0
Total	8 681	36 400	40 100	44 000	40 870	48 502	39 140	26 585	16 710	25 450	36 375	14 864	24 503	9 515	9 160	13 938	8 606	6 288	9 440	5 990	2 432	702	680

Can we identify wild-born salmon from parentage assignment data? A case study in the Garonne-Dordogne rivers salmon restoration programme in France

Marc Vandeputte^{1,2,*}, Anastasia Bestin³, Louarn Fauchet^{3,5}, Jean-Michel Allamellou⁴, Stéphane Bosc⁵, Olivier Menchi⁵ and Pierrick Haffray³

¹ Université Paris-Saclay, INRAE, AgroParisTech, GABI, 78350 Jouy-en-Josas, France

² MARBEC, Univ. Montpellier, CNRS, Ifremer, IRD, 34250 Palavas-les-Flots, France

³ SYSAAF Section Aquacole, INRAE LPGP, Campus de Beaulieu, 32042 Rennes, France

⁴ Labogena-DNA, Domaine de Vilvert, 78352 Jouy-en-Josas, France

⁵ Association Migado, 18ter rue de la Garonne, 47520 Le Passage d'Agen, France

Received 25 November 2020 / Accepted 8 March 2021

Handling Editor: Carlos Saavedra

Abstract – Parentage assignment with genomic markers provides an opportunity to monitor salmon restocking programs. Most of the time, it is used to study the fate of hatchery-born fish in those programs, as well as the genetic impacts of restocking. In such analyses, only fish that are assigned to their parents are considered. In the Garonne-Dordogne river basin in France, native salmon have disappeared, and supportive breeding is being used to try to reinstate a self-sustained population. It is therefore of primary importance to assess the numbers of wild-born returning salmon, which could appear as wrongly assigned or not assigned, depending on the power of the marker set and on the size of the mating plan. We used the genotypes at nine microsatellites of the 5800 hatchery broodstock which were used from 2008 to 2014, and of 884 upstream migrating fish collected from 2008 to 2016, to assess our ability to identify wild-born salmon. We simulated genotypes of hatchery fish and wild-born fish and assessed how they were identified by the parentage assignment software Accurassign. We showed that 98.7% of the fish assigned within the recorded mating plan could be considered hatchery fish, while 93.3% of the fish in other assignment categories (assigned out of the mating plan, assigned to several parent pairs, not assigned) could be considered wild-born. Using a Bayesian approach, we showed that 31.3% of the 457 upstream migrating fish sampled from 2014 to 2016 were wild-born. This approach is thus efficient to identify wild-born fish in a restoration program. It remains dependent on the quality of the recording of the mating plan, which we showed was rather good (<5% mistakes) in this program. To limit this potential dependence, an increase in the number of markers genotyped (17 instead of 9) is now being implemented.

Keywords: Parentage assignment / restocking / fisheries

1 Introduction

The ability to identify the parents of an individual fish using multilocus genotypes has been a game changer in the management of both fisheries and aquaculture stocks (Vandeputte and Haffray, 2014; Steele et al., 2019). In aquaculture breeding, it enabled the use of pedigree information without investment in numerous family tanks,

strongly improving the precision of estimated breeding values and the possibility to control inbreeding. In fisheries management and stock enhancement programs, tracing an individual's origin back to its parents, combined with traceability on where and when the offspring of those parents was released, gives opportunities to assess the efficiency of releasing fish in the wild at various sites and life stages for supplementation (McGinnity et al., 2003; Aykanat et al., 2014; Steele et al., 2019). Provided the set of markers used has sufficient assignment power (*sensu* Vandeputte, 2012, i.e. taking into account the number of potential parents), all the

*Corresponding author: marc.vandeputte@inrae.fr

Table 1. Types of assignments and errors in parentage assignment with genomic markers, depending on the availability of parental genotypes.

Assignment software result:	True parents' genotypes available?	
	Yes	No
Assigned	True positive: assigned to the true parent pair	False positive (Type I error): assigned to a wrong parent pair
Not assigned	False negative (Type II error): not assigned although true parents present	True negative: not assigned as true parents absent

offspring of genotyped broodstock fish can be considered genetically “tagged”, as their parents can be identified with a very low error rate (Beacham et al., 2019). The advantages of genetical tagging over physical tagging are 1) that genetically tagged fish are intrinsically tagged, while physical tagging requires a minimum size at tagging and thus at release, and 2) that it is easier to genotype the majority of the broodstock than to individually tag a large proportion of the fish released, thus reducing the necessary sampling and tagging efforts (Steele et al., 2019).

One of the key requirements to identify the parents of an individual is that the genotype of the parents for the markers genotyped in the offspring are available. When parental genotypes are missing, there are two types of consequences. First, the immediate effect of missing parental genotypes is that the parents of the tested individual cannot be readily identified. Second, if either only one of the true parents, or some relatives of the parents, are present in the set of genotyped parents, it is likely that, in a significant proportion of cases, there may be a wrong identification of parents (false assignment) due to similarities between the genotype of the unknown true parent(s) and the genotype of the available parents (Griot et al., 2020). This is especially true if the assignment power of the marker set used is not very high. If assignment power is not high enough, it is also likely that the true parent pair may not be discriminated from other parents with relatively similar genotypes, leading to poly-assigned (potentially assigned to several parent pairs) offspring, which in the end has the same result: the true parents cannot be assigned with reasonable certainty.

The different cases are summarized in Table 1.

In most applications, the main aim is to maximize the rate of true positives while controlling the amount of false positives, so that the animals declared as “assigned” by the software are as reliably assigned as possible. Assignment software often gives the possibility to control Type I error *a priori* like CERVUS (Kalinowski et al., 2007) or APIS (Griot et al., 2020), which set a reliability threshold for assignments, or *a posteriori* like COLONY which associates a probability to each parent pair (Wang, 2012). Controlling Type II error is essentially necessary for cost reasons, because a high type II error implies a higher genotyping effort to achieve the same number of usable records. In general, in all applications, there is little interest for true negatives, and the way to avoid them is to ensure collecting DNA samples and genotyping of all potential parents. In the context of salmon restoration programs, hatchery juveniles released in the river are generally adipose fin clipped or tagged with a coded wire tag, and unclipped/untagged individuals are considered wild-born

(Hess et al., 2012; Evans et al., 2015). Alternatively, in a few programs, all individuals are trapped at dams and sampled for DNA before being allowed to move to the spawning grounds, so that all parents of the wild-born individuals are also known (Araki et al., 2009), and thus wild-born individuals can be assigned as true positives. However, this obviously requires a large investment and depends on site equipment and morphology, and then cannot be applied in all programs. Moreover, some precocious male parr may mature and contribute to reproduction, escaping sampling if sampling is, as usually done, focused on migrating fish, thus further limiting the completeness of this approach (Aykanat et al., 2014).

The number of true negatives can be a key issue in the case of the genetic monitoring of a restoration programme where the wild population to be restored has been heavily depleted, or has even disappeared. In such programs, the final aim is to re-establish a self-sustaining population, and it is thus of primary importance to assess the proportion of fish that derive from natural reproduction, and hence from parents which are not hatchery broodstock. Indeed, there may be, in many cases, a positive relationship between fitness and population size, known as the Allee effect, which implies that a minimum population size is necessary for a population to be self-sustainable (Stephens and Sutherland, 1999; Kuparinen et al., 2014).

In France, Atlantic Salmon disappeared from the Garonne-Dordogne basin during the late 19th – early 20th century, due to the building of hydropower dams (Thibault, 1994). Following the establishment of fish passes, the first attempts to reintroduce Atlantic salmon in this river system date back to the 1980's, first with fish from Canada, Scotland and Norway, then in a second phase with fish from French origin (Loire-Allier and Adour), which resulted in the return of limited numbers of potentially spawning adults. Since 1995, a captive broodstock has been established by Association Migado, which manages the restoration programme. Each year, migrating adults (F0) are captured in the Garonne and Dordogne rivers, kept in a breeding center in Bergerac, then stripped to produce F1 offspring by artificial fertilization. The F1 fish are (1) released at different points of the two basins for direct restocking and (2) sent to multiplication hatcheries where they are grown to the broodstock stage to produce F2 offspring, which are then released in the wild at different stages (5% as eyed eggs, 90% as first-feeding fry, 3% as smolts and 2% as 1+ parr). Since 2008, all F0 migrants kept in Bergerac, and all F1 broodstock in the multiplication hatcheries have been genotyped for nine microsatellite markers. In addition, all crosses performed to produce the F1 and F2 families have been

Table 2. Variability and assignment power of the nine microsatellite markers estimated from the F0 salmon broodstock present in Bergerac hatchery from 2010 to 2014 (156 individuals).

Marker	N _A	Ho	He	Exclusion probability unrelated parents (Q ₃)	Exclusion probability one parent known (Q ₁)
SSOSL311 ^a	19	0.865	0.843	0.876	0.702
SSOSL85 ^a	12	0.877	0.867	0.895	0.735
SSspG7 ^b	14	0.858	0.819	0.839	0.655
SSsp1605 ^b	8	0.729	0.743	0.728	0.534
SSsp2201 ^b	21	0.942	0.898	0.937	0.798
SSsp2210 ^b	12	0.742	0.796	0.811	0.620
SSsp2213 ^b	19*	0.787	0.900	0.937	0.800
SSsp2215 ^b	13	0.858	0.873	0.904	0.747
SSSp2216 ^b	14	0.852	0.865	0.894	0.733
All nine markers combined				0.999999957	0.99998683

NA=number of alleles per locus, Ho=observed heterozygosity, He=expected heterozygosity, Q₃=exclusion probability for an unrelated parent pair, Q₁=exclusion probability for one parent when the other parent is known (Jamieson, 1965).

*Including one null allele at $p=0.10$.

^aSlettan et al. (1995).

^bPaterson et al. (2004).

recorded. As hatchery fish are often released at very young stages (eyed eggs or first feeding fry), they cannot be tagged by adipose fin clipping or Coded Wire Tag. In addition, only a limited proportion of fish are sampled in the fish passes. Thus, the genotypes of potential wild parents are unknown.

We investigated the possibility to use parentage assignment data to qualify “wild-born” individuals, when only hatchery parents are genotyped, and hatchery offspring are not tagged. To this end, using real parental genotypes, we simulated the genotypes of F1 and F2 offspring from hatchery or non-hatchery parents, and examined how they were discriminated by the parentage assignment software Accurassign (Boichard et al., 2014) used to monitor the Garonne-Dordogne Atlantic salmon program. Using a Bayesian approach, we used these results to estimate the proportion of wild-born individuals among the 2014–2016 upstream migrating adults, and to assess the reliability of assigning a “hatchery” or “wild-born” origin to an individual, conditional on its qualification by the parentage assignment software.

2 Material and methods

2.1 Base data

The base data were the genotypes at nine microsatellites of a total of 5800 F0 and F1 hatchery broodstock used from 2008 to 2014, and of 884 upstream migrating fish collected from 2008 to 2016. The nine microsatellite markers used were SSOSL85 and SSOSL311 (Slettan et al., 1995), SSspG7, SSsp1605, SSsp2201, SSsp2210, SSsp2213, SSsp2215 and SSSp2216 (Paterson et al., 2004). Basic statistics and exclusion power of these markers are given in Table 2. Using combined Q₃ and Q₁ exclusion probabilities from Table 2, we inferred, following formula (7) in Vandeputte (2012), that the exclusion power of the marker set was 0.902 in a design with 3500 potential female parents and 2000 potential male parents, which is representative of what has to be resolved in this

restoration programme (see below). The mating plans were recorded for all F0 and F1 hatchery crosses performed from 2008 to 2014.

2.2 Simulation process

The aim of the simulation process was to generate genotypes which are representative of the salmon run of a given year, with a similar age structure, in order to assess how parents can be identified by the parentage assignment software.

In a given salmon run, there is a mixture of one sea-winter (1SW), two sea-winter (2SW) and three sea-winter (3SW) individuals. Reproduction happens in winter (December year N-1 to January year N), juveniles (parr) stay in the river and then migrate to the sea as smolts, generally in the spring of year N+1, but up to year N+3 for a small proportion of them. Migration back to the river happens in summer of year N+2 for 1SW salmon, and spring of years N+3 and N+4 for 2SW and 3SW salmon, respectively. Thus, in the 2014 salmon run, 1SW salmon are mostly from the 2012 winter reproduction season, 2SW from 2011 and 3SW from 2010. A small proportion of animals, having spent 2 or 3 year in the river, might be from the 2008 and 2009 reproduction seasons. Thus, parentage of individuals from the 2014 salmon run thus has to be tested on all hatchery broodstock used in the 2008–2012 reproduction seasons.

For every salmon run, there is a specific proportion of 1SW, 2SW and 3SW fish. The proportions for the 2014–2016 runs are given in Appendix A.

For each of those three run years, we simulated potential offspring genotypes from four different origins:

- F1 fish from F0 parents, from Bergerac hatchery
- F2 fish from F1 parents born in Bergerac, from Castels hatchery
- F2 fish from F1 parents born in Bergerac, from Pont-Crouzet-Cauterêts hatchery

Table 3. Mating plans used to simulate salmon offspring from years of birth 2010–2014 in the Garonne-Dordogne basin restocking program.

Origin	Year of birth	Number of factorials mating plans	N males per factorial	N females per factorial	Total males	Total females
Bergerac	2010	79	11.4 (2–20)	1.7 (1–15)	24 F0	68 F0
	2011	88	12.5 (1–20)	1.7 (1–13)	34 F0	75 F0
	2012	89	9.6 (1–16)	1.7 (1–16)	29 F0	79 F0
	2013	85	8.2 (1–16)	1.7 (1–11)	23 F0	72 F0
	2014	75	10.6 (1–17)	1.7 (1–14)	27 F0	63 F0
Castels	2010	54	6.3 (5–12)	12.4 (7–27)	338 F1	656 F1
	2011	41	6.3 (4–8)	14.7 (5–24)	243 F1	603 F1
	2012	47	6.0 (2–8)	12.8 (1–29)	271 F1	587 F1
	2013	31	7.4 (6–12)	27.0 (12–38)	229 F1	609 F1
	2014	40	6.1 (3–19)	15.7 (6–109)	244 F1	625 F1
Pont –Crouzet-Cauterets	2010	36	6.4 (3–16)	12.1 (3–23)	232 F1	435 F1
	2011	19	5.6 (2–7)	8.8 (1–14)	106 F1	168 F1
	2012	42	5.9 (5–6)	11.4 (7–15)	251 F1	488 F1
	2013	55	6.1 (5–11)	13.7 (2–17)	330 F1	753 F1
	2014	70	5.4 (1–6)	12.2 (2–22)	261 F1	853 F1
Wild	2010	1	3	2	3 F0	2 F0
	2011	1	18	17	18 F0	18 F0
	2012	1	13	12	13 F0	12 F0
	2013	1	15	16	15 F0	16 F0
	2014	1	26	26	26 F0	26 F0

Number of males and females per factorial mating plan given as mean (minimum–maximum). Mating plans for hatchery fish represent the real, recorded mating plans, while for wild-born fish they are hypothetical panmictic factorial designs.

- Wild-born individuals from F0 parents sampled in fish traps but not collected to renew the F0 stock of Bergerac.

We considered that, as the vast majority of young salmon migrate to the sea at 1 year, only the mating plans of years N-2, N-3 and N-4 would be used to generate offspring. In all hatcheries, the typical mating plan is a series of small factorial designs, each performed on a given day. Statistics on the mating plans are given in Table 3. In a given year, in general females are used in two factorial designs in Bergerac, and in one factorial design in F1 hatcheries, while males are used on average in 30 factorials in Bergerac, and in only one factorial in F1 hatcheries.

For each salmon run, 1000 individuals were simulated from each hatchery, using an in-house VBA script in Microsoft Excel (provided as Supplementary Material 1). For each individual from that hatchery, the simulation process was the following: (1) a year of birth was assigned to the individual following the distributions of 1SW, 2SW and 3SW fish corresponding to that salmon run year (Appendix A) (2) a factorial cross was randomly chosen among the ones performed that year in that hatchery, (3) a male and a female were randomly chosen among the ones in that factorial and (4) for each locus, one allele from the male and one allele from the female were randomly chosen to obtain the offspring's genotype. The real mating plans described in Table 3 were used as the basis for these simulations.

For wild-born individuals, the process was the same, with 1000 offspring generated, except that the “broodstock” of year

N was composed of wild individuals sampled at fish traps in year N-1, that were genotyped but released to the river after sampling and thus not used to renew the Bergerac F0 broodstock. We considered panmixia, thus the mating plan was one factorial design with all males and females from a given brood year. As the sex of trapped and released fish was unknown, a random arbitrary sex was assigned to each of them to achieve a balanced sex ratio.

2.3 Parentage assignment

All 4000 simulated individuals from a given salmon run (1000 wild-born and 1000 per hatchery) were assigned using Accurassign, a likelihood-based parentage assignment software (Boichard et al., 2014), with 10.000 simulations to set up assignment thresholds. Missing genotype rate was set to 1%, close to the observed value of 1.16% in the genotypes database, and genotyping error rate was set to 1%. According to Boichard et al. (2014), genotyping error rate is not a key parameter in their algorithm, and has to be low enough to penalize mismatches, but not too low to avoid exclusion based on a single marker incompatibility, and 1% is the default value. For the salmon run in year N, potential parents against which individual genotypes were tested included all hatchery broodstock used in years N-2 to N-6. This was done to have the same mating plan as the one used to analyse real returning salmon, for which the possibility that a juvenile may stay up to three years in fresh water is considered. However, simulated genotypes were only from parents in years N-2 to N-4, as the vast majority of salmon is expected to stay only one year in

freshwater. To mimic reality, the genotypes of the parents of the simulated wild-born offspring were not included in the parent genotype database. The total number of potential parents was 5093 (3274 ♀, 1819 ♂) for the 2014 run, 5584 (3532 ♀, 2052 ♂) for the 2015 run and 5796 (3643 ♀, 2153 ♂) for the 2016 run.

Only offspring and parents which had a minimum of six properly genotyped loci out of the nine were included in the analysis, the other were qualified as non-compliant (NC).

Fish were assigned to their parents solely based on their genotype, and mating plan information was used only *a posteriori* to classify assignments as follows:

- Assigned within mating plan (AssW) when the software assigned the individual to a single parental pair, which was part of the recorded mating plan
- Assigned out of mating plan (AssO) when the software assigned the individual to a single parental pair, which was out of the recorded mating plan
- Polyassigned (Poly) when two or more parent pairs were compatible with the offspring, but likelihood differences did not permit to rank them with sufficient confidence
- Not assigned (Nass) when no parent pair was compatible with the offspring.

Given that the true parent pair was known for all simulated hatchery offspring, all assignments could be qualified as true or false.

Parentage assignment was also carried out for all returning individuals sampled at fish traps in 2014 to 2016 salmon runs following same approach (i.e. using the same parental genotype data set and the same mating plans).

Finally, in order to assess the reliability of the recorded mating plans, F1 individuals from the F1 hatcheries were assigned to their F0 parents from Bergerac, from years of birth 2008 to 2014.

2.4 Statistical analysis

Our aim was to estimate the true number of wild-born individuals among returning fish in a given salmon run, using assignment results from both the returning and simulated individuals, as well as to evaluate the reliability of assigning an individual fish to a “hatchery” or “wild-born” origin, depending on parentage assignment results.

Parentage assignment results from simulated offspring were summarized as proportion of individuals assigned within the mating plan $P(\text{AssW})$ and proportion of individuals with other assignment results $P(\text{other})$, which included all results (AssO, Poly, Nass) other than AssW.

From simulated hatchery fish, we could estimate $P(\text{other})$, conditional on the fact that animals were from hatchery origin, which was noted $P(\text{other}|\text{hatch})$. Similarly, from simulated wild-born fish, we could estimate $P(\text{other}|\text{wild})$. This was done for each simulated salmon run from 2014 to 2016.

The proportion of individuals with other assignment results in real data $P(\text{other})$ was estimated from the returning individuals of each salmon run from 2014 to 2016. Using Bayes’ theorem, we could derive the probability of being wild for a returning individual, conditional on being assigned

as “other”:

$$P(\text{wild}|\text{other}) = \frac{P(\text{other}|\text{wild})P(\text{wild})}{P(\text{other})} \quad (1)$$

Similarly, we could derive the probability of being from hatchery origin, conditional on being assigned as “other”:

$$P(\text{hatch}|\text{other}) = \frac{P(\text{other}|\text{hatch})P(\text{hatch})}{P(\text{other})} \quad (2)$$

Similar formulae were derived for:

$$P(\text{wild}|\text{AssW}) = \frac{P(\text{AssW}|\text{wild})P(\text{wild})}{P(\text{AssW})} \quad (3)$$

$$P(\text{hatch}|\text{AssW}) = \frac{P(\text{AssW}|\text{hatch})P(\text{hatch})}{P(\text{AssW})} \quad (4)$$

Since

$$P(\text{hatch}|\text{other}) + P(\text{wild}|\text{other}) = 1 \quad (5)$$

and

$$P(\text{hatch}) + P(\text{wild}) = 1 \quad (6)$$

Equations (1), (2), (5) and (6) can be combined to obtain an estimate of the proportion of wild-born individuals in a given salmon run:

$$P(\text{wild}) = \frac{P(\text{other}) - P(\text{other}|\text{hatch})}{P(\text{other}|\text{wild}) - P(\text{other}|\text{hatch})} \quad (7)$$

This proportion $P(\text{wild})$ of wild-born returning salmon was estimated for the 2014 to 2016 salmon runs. This estimate may be modified if non-compliant parents are excluded from the analysis because they have only six or less loci genotyped (or have not been sampled). If $P(\text{NC})$ is the proportion of non-compliant hatchery parents, a reasonable hypothesis is that a proportion $P(\text{NC})$ of the hatchery offspring will be identified as wild (i.e. from unknown parents). If $P'(\text{wild})$ and $P'(\text{hatch})$ are the proportions of wild-born and hatchery fish taking into account the fact this proportion of non-compliant parents, then

$$P'(\text{wild}) = P(\text{wild}) - P(\text{NC})P'(\text{hatch}) \quad (8)$$

As $P'(\text{hatch}) + P'(\text{wild}) = 1$ (Eq. (7)) and thus $P'(\text{hatch}) = 1 - P'(\text{wild})$, equation (6) can be re-arranged as:

$$P'(\text{wild}) = \frac{P(\text{wild}) - P(\text{NC})}{1 - P(\text{NC})} \quad (9)$$

3 Results

Globally, the parentage assignment procedure was very accurate in all simulated salmon runs (Tab. 4). These formulae are implemented in the spreadsheet provided as

Table 4. Parentage assignment of Atlantic salmon offspring with simulated genotypes at 9 microsatellite markers, for three salmon run years (2014–2016) in the Garonne-Dordogne Basin.

Year	Origin	<i>N</i>	Assigned within mating plan (AssW %)	Assigned out of mating plan (AssO %)	Poly assigned (Poly %)	Not assigned (Nass %)	Other than AssW (%)	% True couple found among AssW (%)
2014	BG sim	1000	97.1	0.2	2.7	0.0	2.9	99.8
	CS sim	1000	93.9	0.3	5.8	0.0	6.1	100.0
	PCC sim	1000	97.9	0.2	1.9	0.0	2.1	100.0
	<i>Average hatchery sim</i>	3000	96.3	0.2	3.5	0.0	3.7	99.9
	Wild sim	1000	2.2	22.6	57.6	17.6	97.8	–
	Real captured	144	63.2	17.4%	11.8	7.6	36.8	–
2015	BG sim	1000	94.6	0.5	4.9	0.0	5.4	99.8
	CS sim	1000	95.5	0.1	4.4	0.0	4.5	100.0
	PCC sim	1000	98.3	0.0	1.7	0.0	1.7	100.0
	<i>Average hatchery sim</i>	3000	96.1	0.2	3.7	0.0	3.9	99.9%
	Wild sim	1000	3.3	21.0	58.6	17.1	96.7	–
	Real captured	189	67.2	9.5	21.7	1.6	32.8	–
2016	BG sim	1000	96.7	0.7	2.6	0.0	3.3	100.0%
	CS sim	1000	98.0	0.0	2.0	0.0	2.0	100.0
	PCC sim	1000	98.3	0.1	1.6	0.0	1.7	100.0
	<i>Average hatchery sim</i>	3000	97.7	0.3	2.1	0.0	2.3	100.0
	Wild sim	1000	2.7	25.0	58.7	13.6	97.3	–
	Real captured	124	69.4	16.1	10.5	4.0	30.6%	–
	Total hatchery sim	9000	96.7	0.2	3.1	0.0	3.3	99.9
	Total wild sim	3000	2.7	22.9	58.3	16.1	97.3%	–

Three hatchery origins were simulated, Bergerac (BG) with F0 parents, Castels (CS) and Pont-Crouzet-Cauterêts (PCC) from F1 parents, using the real genotypes of hatchery parents and the recorded mating plans. Wild-born individuals were simulated from non-hatchery parents. Real captured returning individuals from each salmon run were assigned with the same set of potential parents.

Table 5. Probabilities associated to the 2014–2016 salmon runs (real data) in the Garonne-Dordogne basin.

Probability	Equation	Year of salmon run			
		2014 (%)	2015 (%)	2016 (%)	Average (%)
$P(\text{wild})$	[7]	35.2	31.2	29.8	32.1
$P(\text{wild} \text{other})$	[1]	93.5	91.9	94.7	93.3
$P(\text{hatch} \text{AssW})$	[4]	98.8	98.5	98.8	98.7
$P(\text{NC})$		1.8	1.7	2.2	1.9
$P'(\text{wild})$	[9]	34.0	30.0	28.3	30.7

$P(\text{wild})$ is the estimated proportion of wild-born fish, $P(\text{wild}|\text{other})$ is the probability that a given animal is wild-born if it is assigned as “other” than AssW, $P(\text{hatchery}|\text{AssW})$ is the probability that a given animal is hatchery-born if it is assigned within the mating plan (AssW), $P(\text{NC})$ is the proportion of non-compliant parents in the reference hatchery mating plan for a given run year, and $P'(\text{wild})$ is the estimated proportion of wild-born fish taking into account the proportion of non-compliant parents.

Supplementary Material 1. The vast majority of hatchery-born simulated offspring was assigned within the mating plan (96.7%), contrary to wild-born simulated offspring (2.7%). However, assignment success was not symmetrical for non-assigned fish, which were 0% of the hatchery simulated offspring, but only 16.1% of the wild-born simulated offspring. Indeed, the most represented category among wild-born simulated offspring was poly-assigned fish (58.3%) followed by fish assigned out of the mating plan (22.9%). When assignment results were grouped in the “other than assigned within the mating plan” category, there was a clear differentiation between hatchery and wild-born simulated

fish, with 3.3% of hatchery fish and 97.3% of wild-born fish classified as “other”.

Real returning salmon were assigned in significant numbers both to the AssW category (typical of hatchery simulated salmon) and to the “other than AssW” category (typical of wild-born simulated salmon), showing that these returning fish were a mixture of wild-born and hatchery salmon. Using equation (7), we could estimate the proportion of wild salmon in the 2014, 2015 and 2016 salmon runs (Tab. 5), which was 32.1% on average. Taking into account the proportion of non-compliant parents in the reference mating plans for the different runs, which was 1.8% for 2014, 1.7% for

Table 6. Assignment of F1 salmon broodstock to their F0 parents.

Year of birth	N F0 parents			NC F1 (%)	F1 offspring assignment types			
	N	Males	Females		AssW (%)	AssO (%)	Poly (%)	NAss (%)
2008	601	20	40	0.8	98.5	0.5	0.7	0.3
2009	1154	32	60	1.2	95.9	2.4	0.3	1.5
2010	1296	24	68	0.4	95.0	0.2	1.0	3.9
2011	831	34	75	0.2	96.3	0.4	0.4	3.1
2012	414	29	79	0.5	92.5	0.5	0.5	6.5
2013	1922	23	72	0.5	87.4	4.7	0.8	7.1
2014	809	27	63	0.5	92.0	4.3	0.6	3.0
2008–2014 average		27	65	0.6	93.9	1.9	0.6	3.6

NC F1: proportion of non-compliant genotypes (<7 markers) in F1 offspring. Assignment rates are given for compliant offspring. AssW: assigned within mating plan; AssO: assigned out of mating plan; Poly: assigned to several parent pairs; NAss: not assigned.

2016 and 2.2% for 2016, the corrected proportion was 30.7% wild-born fish on average.

The probability that a given individual was from hatchery origin if it was assigned within the mating plan (AssW) was very high, 98.7% on average. The probability that a given individual was wild-born if assigned as “other” (AssO, Poly, NAss) was also very high (93.3% on average).

Assignment rates of F1 hatchery individuals to their F0 parents were high, 95.8% on average, with 93.9% assigned within the mating plan and 1.9% assigned out of the mating plan (Tab. 6). Assignment out of the mating plan was rather variable, 0.5% or lower in four years, 2.4% in 2009, 4.7% in 2013 and 4.3% in 2014. Poly assignments were more stable across years, around 0.6%. Unassigned offspring were 3.6% on average.

4 Discussion

We showed that the parentage tracing system (9 microsatellites, analysed with Accurassign) used to monitor the Garonne-Dordogne Atlantic salmon restocking program was highly efficient, as 96.7% of the simulated hatchery fish could be traced back to a single parental pair belonging to the mating plan, and among those, the right parent pair was identified in 99.9% of cases (Tab. 4). This was true, despite the very large number of potential parents tested, which was higher than 5000 in all cases. For the 2016 salmon run, there were 5796 parents (3643 ♀, 2153 ♂) which corresponds to 7843379 potential families, considering the fact that the mating plan was not used in the assignment procedure *per se*, but only *a posteriori* to differentiate animals that were assigned within or outside of the mating plan. This is an excellent result, which is in line with those obtained in other salmonid restocking programmes (Steele et al., 2019). For example, 91.6–94.8% assignment rates were obtained by Beacham et al. (2019) in the coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*) program of British Columbia with 304 SNPs genotyped. Interestingly, in the present study, the observed assignment rate (96.7%) was higher than the theoretical exclusion power (90.2%) that we estimated in Material and Methods for the marker set used, in a design with 5500 potential parents (3500 ♀, 2000 ♂), using the formula from Vandeputte (2012). This is most likely due to the fact that

Accurassign uses a maximum likelihood algorithm, which is more efficient than simple exclusion (Boichard et al., 2014).

Not unexpectedly, we showed that data were at first sight more difficult to interpret for wild-born simulated animals. By construction, the parents of those wild-born fish were not present among the potential parents. Despite this, 25.6% of these wild-born fish were assigned to a single parental pair, 58.3% were assigned to multiple parental pairs, and only 16.1% were declared unassigned. It is not surprising that among the several millions of possible parental pairs, some present a likelihood to be compatible with the offspring that may cheat the assignment software. However, we could see that those wild-born individuals which were assigned to a single pair were spread across the full factorial mating scheme with all possible male-female combinations, and only a small proportion of them was within the effectively performed mating scheme. Only 2.7% of the wild fish were assigned to a single pair within the real mating scheme, and 22.9% were assigned out of the mating scheme. Thus, 89.4% of the wild fish that were assigned to a single pair were assigned to families that were not supposed to exist. This gave a rather efficient solution to identify these animals as not being of hatchery origin, especially as only 0.2% of the real hatchery fish were assigned to those “out of plan” families. Indeed, the real mating plan used to analyse the 2016 salmon run was composed of 28430 families out of a theoretical total of 7843379 in 2016 (thus 0.4% of the total number of families). If families of the wrongly assigned wild fish were really randomly spread all across the full factorial mating plan, we would expect that 99.6% of them would be assigned as “out of plan” instead of 89.4%. It is probably due to the fact that many of the returning salmon used as parents for the wild simulated individuals are from hatchery origin, and therefore have genotypes that are closer to those of effectively used families than random crosses. Nevertheless, the classification remains highly efficient for discriminating wild-born from hatchery individuals (Tab. 5), and enabled us to estimate that an average 32.1% of the returning fish were wild-born in the three salmon runs studied. This estimate could be refined by taking into account the proportion of parental fish with missing genotype, which was 1.9% on average. The potential offspring of those fish could not be assigned to their parents, and thus were

considered wild-born. When this issue was accounted for, the proportion of wild-born fish reduced to 30.7%. With this level of missing data, the consequences are limited, however this highlights the necessity to collect parental DNA with particular care, as it can lead to very high numbers of unassigned fish when parents sampling is incomplete (Araki et al., 2009). One more potential issue here is the fact that we assigned individuals as “wild-born” (implicitly from reproduction events in the Garonne-Dordogne river system) when they could not be assigned to Migado hatchery broodstock. An alternative explanation may be that those individuals were straying from other river systems. Indeed, it was shown in Southern France that up to 12–23% of returning salmon in the river Nivelle were from the nearby Bidasoa river population (Valiente et al., 2010). However, the distance between Nivelle and Bidasoa estuaries is very short (10 km), while in the case of Garonne-Dordogne, the closest salmon rivers are Loire (210 km to the North) and Adour (230 km to the South), which makes straying much more unlikely. Indeed, proven examples of recolonization by straying individuals from other river systems mostly imply nearby rivers: 7 km in Vasemägi et al. (2001) and Grandjean et al. (2009), mostly less than 60 km in Jonsson et al. (2003), but distant straying (>100 km), although less frequent, can also happen (Jonsson et al., 2003; Perrier et al., 2009). It is also suggested that straying salmon tend to stray more in unoccupied habitats than in rivers with an existing population (Vasemägi et al., 2001). Taken together, these observations suggest that while straying from other river systems cannot be ruled out, it is unlikely to represent the majority of the “wild-born” salmon identified here.

The efficiency of our approach to identify wild-born fish is also very much dependent on the exactness of the mating plan, which allowed to classify as “wild-born” those individuals which were assigned by the software to a parent pair that was not in hatchery records. However, if the mating plan was poorly recorded, individuals from families that were not recorded would have appeared as “assigned out of plan”, and thus as wild-born. We did not have data to evaluate the exactness of the mating plan of F2 individuals, but could do it for the F1. “Out of plan” assignments were 1.9% on average, showing that the recording system put in place was globally efficient in the Bergerac hatchery, and is thus likely to be equally efficient in the other hatcheries. We could see that “out of plan” assignments were very low (0.5% or less) in four of the years studied, corresponding to the expected values obtained in simulated offspring, for which the mating plan is exact by nature (BG sim in Tab. 4). However, these “out of plan” assignments reached significant values (2.4–4.7%) in three years. This is indicative that some mistakes happen in the recording of mating plans, albeit at low levels. Specifically, in 2013, 85 of the 90 “out of plan” offspring came from a single male, which was thus most probably participating, but was not recorded as such. In addition, we could see that unassigned individuals were more numerous (3.6% on average) than expected by simulation (0.0%, see BG sim in Tab. 4). This is likely due to the fact that F1 individuals from several years may coexist in F1 hatchery tanks, and that their DNA is sampled at the time of first reproduction, year of birth being assessed based on their size and maturity status. In a given year of DNA collection, it is thus likely that a few individuals are

not from the alleged year of birth, which leads to their parents not being considered as potential parents in the analysis, and then to lack of assignment. However, this is not the case for the mating plans used to analyse migrants, where all potential parents are recorded. Nevertheless, if the power of the marker set was higher, the reliance on the mating plan could be minimized, as we would expect to see much less “assigned” (and polyassigned) individuals among wild-born ones, and many more “unassigned” ones. Therefore, since 2015, all individuals are genotyped for 17 microsatellite markers, but it will take several years before all potential parents of a given run have genotypes at 17 markers, thus the present approach remains useful, especially since we expect that even with more markers, the proportion of assigned and polyassigned fish within the wild ones will be strongly reduced but may not fall to zero.

5 Conclusion

We showed that in the context of the Garonne-Dordogne Atlantic salmon restocking programme, parentage tracing with microsatellite markers was efficient to discriminate hatchery-born from wild-born individuals when DNA samples of wild-born parents are not available. Practically speaking, we showed that individuals assigned within the known mating plan were from hatchery origin with 98.7% certainty. As traceability of the age and place of release of all mating plans is implemented in the recording system, this will enable the study of the most suitable sites and stages for restocking, including very young stages (eyed eggs, fry) at which physical tagging is not possible. In addition to those classical approaches, identifying wild-born animals, also with a high level of certainty (93.3%), will pave the way to studies on the abundance of those wild reproduction events, and on possible divergence between the wild-born and the hatchery individuals. It is of special importance to properly identify wild-born fish in such a restoration program, as establishing a self-sustained population is the final aim of the program. In this program, as the choice was made to stock mostly first-feeding fry, for logistic reasons, it is not possible to use adipose fin-clipping or coded wire tags to identify hatchery-born fish, and then, by difference, wild-born ones. Thus, demonstrating that they may be identified using genetic tagging, as we did in this study, is a key step to an efficient monitoring of the progress of the Migado program towards its objectives. A second potential benefit of the ability to identify wild-born individuals would be to use them (instead of randomly sampled migrants, most of which are presently of direct hatchery origin) as F0 parents in the Bergerac breeding center. This could be an interesting option to increase genetic diversity and counteract domestication selection in Migado hatcheries.

6 Data availability

Genotypes and mating plans available as: Vandeputte, Marc; Bestin, Anastasia; Fauchet, Louarn; Allamellou, Jean-Michel; Bosc, Stéphane; Menchi, Olivier; Haffray, Pierrick, 2020, “data for “Can we identify wild-born salmon from

parentage assignment data? A case study in the Garonne-Dordogne rivers salmon restoration programme in France.””, <https://doi.org/10.15454/VXSILB>, Portail Data INRAE.

Supplementary Material

Workbook with macros to simulate salmon offspring genotypes and estimate the proportion of wild-born salmon.

The Supplementary Material is available at <https://www.alr-journal.org/10.1051/alr/2021008/olm>.

Acknowledgements. We wish to thank the personnel of the Migado hatcheries in Bergerac, Castels and Pont Crouzet and of the hatchery of the Fishermens’ Federation of Hautes Pyrénées in Cauterêts for efficient management and data collection. We also thank Matthieu Chanseau from Office Français de la Biodiversité, Patrick Chèvre and René Guyomard from INRAE, for their initial contribution to the project. This work was financed by the “Programme général de restauration du saumon en Nouvelle Aquitaine” (European Union FEDER programme grant n° 2019–8015210, Agence de l’Eau Adour Garonne grant n°240.24.2120, Région Nouvelle Aquitaine grant n°EL8949220) and the “Programme de restauration des migrateurs du bassin de la Garonne en Occitanie” (European Union FEDER programme grant n° MP0025359, Agence de l’Eau Adour Garonne grant n°240.31.2335) as well as by Office Français de la Biodiversité.

Appendix A

Proportion of one sea winter, two sea winters and three sea winters salmon recorded in the 2014–2016 salmon runs in the Garonne-Dordogne river system.

	Sea age of salmon for each run		
	1SW (%)	2SW (%)	3SW (%)
2016 run	43	53	3
2015 run	16	78	6
2014 run	9	87	4

References

Araki H, Cooper B, Blouin MS. 2009. Carry-over effect of captive breeding reduces reproductive fitness of wild-born descendants in the wild. *Biol Lett* 5: 621–624.

Aykanat T, Johnston SE, Cotter D, Cross TF, Poole R, Prodöhl PA, Reed T, Rogan G, McGinnity P, Primmer CR. 2014. Molecular pedigree reconstruction and estimation of evolutionary parameters in a wild Atlantic salmon river system with incomplete sampling: a power analysis. *BMC Evol Biol* 14: 68.

Beacham TD, Wallace C, Jonsen K, McIntosh B, Candy JR, Willis D, Lynch C, Moore J-S., Bernatchez L, Withler RE. 2019. Comparison of coded-wire tagging with parentage-based tagging and genetic stock identification in a large-scale coho salmon fisheries application in British Columbia, Canada. *Evol Appl* 12: 230–254.

Boichard D, Barbotte L, Genestout L. 2014. AccurAssign, software for accurate maximum-likelihood parentage assignment, in: Proceedings of the 10th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, p. 397.

Evans ML, Johnson MA, Jacobson D, Wang J, Hogansen M, O’Malley KG. 2015. Evaluating a multi-generational reintroduction program for threatened salmon using genetic parentage analysis. *Can J Fish Aquat Sci* 73: 844–852.

Grandjean F, Verne S, Cherbonnel C, Richard A. 2009. Fine-scale genetic structure of Atlantic salmon (*Salmo salar*) using microsatellite markers: effects of restocking and natural recolonization. *Freshw Biol* 54: 417–433.

Griot R, Allal F, Brard-Fudulea S, Morvezen R, Haffray P, Phocas F, Vandeputte M. 2020. APIS: An auto-adaptive parentage inference software that tolerates missing parents. *Mol Ecol Resour* 20: 579–590.

Hess MA, Rabe CD, Vogel JL, Stephenson JJ, Nelson DD, Narum SR. 2012. Supportive breeding boosts natural population abundance with minimal negative impacts on fitness of a wild population of Chinook salmon. *Mol Ecol* 21: 5236–5250.

Jamieson A. 1965. The genetics of transferrins in cattle. *Heredity* 20: 419–441.

Jonsson B, Jonsson N, Hansen LP. 2003. Atlantic salmon straying from the River Imsa. *J Fish Biol* 62: 641–657.

Kalinowski ST, Taper ML, Marshall TC. 2007. Revising how the computer program cervus accommodates genotyping error increases success in paternity assignment. *Mol Ecol* 16: 1099–1106.

Kuparinen A, Keith DM, Hutchings JA. 2014. Allee effect and the uncertainty of population recovery. *Conserv Biol* 28: 790–798.

McGinnity P, Prodöhl P, Ferguson A, Hynes R, O’Maoileidigh N, Baker N, Cotter D, O’Hea B, Cooke D, Rogan G, Taggart J, Cross T. 2003. Fitness reduction and potential extinction of wild populations of Atlantic salmon, *Salmo salar*, as a result of interactions with escaped farm salmon. *Proc R Soc B Biol Sci* 270: 2443–2450.

Paterson S, Piertney SB, Knox D, Gilbey J, Verspoor E. 2004. Characterization and PCR multiplexing of novel highly variable tetranucleotide Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) microsatellites. *Mol Ecol Notes* 4: 160–162.

Perrier CP, Evanno GE, Belliard JB, Guyomard RG, Baglinière J-LB-L. 2009. Natural recolonization of the Seine River by Atlantic salmon (*Salmo salar*) of multiple origins. *Can J Fish Aquat Sci* 67: 1–4.

Slettan A, Olsaker I, Lie Ø. 1995. Atlantic salmon, *Salmo salar*, microsatellites at the SSOSL25, SSOSL85, SSOSL311, SSOSL417 loci. *Anim Genet* 26: 281–282.

Steele CA, Hess M, Narum S, Campbell M. 2019. Parentage-based tagging: reviewing the implementation of a new tool for an old problem. *Fisheries* 44: 412–422.

Stephens PA, Sutherland WJ. 1999. Consequences of the Allee effect for behaviour, ecology and conservation. *Trends Ecol Evol* 14: 401–405.

Thibault M. 1994. Aperçu historique sur l’évolution des captures et des stocks. In: Le Saumon Atlantique, Biologie et Gestion de La Ressource. Guegen, J.C. & Prouzet, P., Plouzané, Ifremer, pp. 173–183.

- Valiente AG, Beall E, Garcia-Vazquez E. 2010. Population genetics of south European Atlantic salmon under global change. *Global Change Biol* 16: 36–47.
- Vandeputte M. 2012. An accurate formula to calculate exclusion power of marker sets in parentage assignment. *Genet Sel Evol* 44: 36.
- Vandeputte M, Haffray P. 2014. Parentage assignment with genomic markers: a major advance for understanding and exploiting genetic variation of quantitative traits in farmed aquatic animals. *Front Genet* 5: 432.
- Vasemägi A, Gross R, Paaver T, Kangur M, Nilsson J, Eriksson L-O. 2001. Identification of the origin of an Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) population in a recently recolonized river in the Baltic Sea. *Mol Ecol* 10: 2877–2882.
- Wang J. 2012. Computationally efficient sibship and parentage assignment from multilocus marker data. *Genetics* 191: 183–194.

Cite this article as: Vandeputte M, Bestin A, Fauchet L, Allamellou J-M, Bosc S, Menchi O, Haffray P. 2021. Can we identify wild-born salmon from parentage assignment data? A case study in the Garonne-Dordogne rivers salmon restoration programme in France. *Aquat. Living Resour.* 34: 7

**ANNEXE 11 : DEVERSEMENT DE SAUMONS ATLANTIQUES
ARIEGE CAMPAGNE 2022**

Contrôle PE	Station				Déversement											
	nouveau N°	Ancien N° Accès	Intitulé	Surface	Densité/U P	Nb alevin	Cuve	Poids moyen	Poids	Poids terrain	Nombre réel	Densité réelle	N° de Lot	Souche	Observations	Date déversement
	6	111	Pont bénague TCC Guilhot	2 954	100	2 954	1	0,852	2 517	2 520	2 958	100	PC 22/02 CT22/02	DG1GE	Pré estivaux	15/06/2022
OUI	7	114	Monnié accès RG (aval Benagues)	4 708	70	3 296	1	0,852	2 808	2 808	3 296	70	PC 22/02 CT22/02	DG1GE	Pré estivaux	15/06/2022
	8	122-123	Aval Hospital Chemin Tardibail	3 942	120	4 730	1	0,573	2 711	2 720	4 747	120	PC22/03 PC22/04	DG1GE	Pré estivaux	08/06/2022
	10	127-128	Aval calam	4 753	120	5 704	1	0,573	3 268	3 272	5 710	120	PC22/03 PC22/04	DG1GE	Pré estivaux	08/06/2022
	11	130-133	Aval Calam fond chemin Tardibail	6 584	120	7 901	1	0,573	4 527	4 530	7 906	120	PC22/03 PC22/04	DG1GE	Pré estivaux	08/06/2022
	11	130-133	Aval Calam fond chemin Tardibail	6 584	120	7 901	1	0,573	4 527	4 316	7 532	114	PC22/03 PC22/04	DG1GE	Pré estivaux	08/06/2022
OUI	12	136	BRASSACOU	4 149	70	2 904	1	0,852	2 474	2 475	2 905	70	PC 22/02 CT22/02	DG1GE	Pré estivaux	15/06/2022
	14	-	Font Rouge RD acces par limite propriété maison	7 221	100	7 221	1	1,236	8 925	8 937	7 231	100	CT22/02	DG1GE	Pré estivaux	28/06/2022
	16	-	Font Rouge RD acces par limite propriété maison	1 786	100	1 786	1	1,236	2 207	2 217	1 794	100	CT22/02	DG1GE	Pré estivaux	28/06/2022
	20	186	Pont amont Pamiers	1 400	100	1 400	1	1,236	1 730	1 734	1 403	100	CT22/02	DG1GE	Pré estivaux	28/06/2022
	22	654-658	RG usine, maison N°40	15066	75	11 300	1	0,852	9 627	930	1 092	7	PC 22/02 CT22/02	DG1GE	Alevins	28/06/2022
	23	197	Amont pont RD parking entrepot mairie	8 306	100	8 306	1	0,852	7 077	7 070	8 298	100	PC 22/02 CT22/02	DG1GE	Alevins	15/06/2022
OUI	24	194	Camping Pamiers	1 960	70	1 372	1	0,852	1 169	1 170	1 373	70	PC 22/02 CT22/02	DG1GE	Pré estivaux	15/06/2022
	27	204-205	Aval camping Pamiers	11 594	140	16 232	1	0,290	4 707	4 400	15 172	131	CT22/02	DG1GE	Alevins	07/04/2022
	42	251-252	La monge	5 391	135	7 278	1	0,252	1 834	1 837	7 290	135	CT22/02	DG 1 GE	Alevins	06/04/2022
	43	253	La monge	1 815	130	2 360	1	0,290	684	685	2 362	130	CT22/02	DG1GE	Alevins	07/04/2022
	47	263-264-265	amont Bonnac	6 038	130	7 849	1	0,252	1 978	1 980	7 857	130	CT22/02	DG 1 GE	Alevins	06/04/2022
OUI	49	271	Pont Bonnac	1 601	130	2 081	1	0,252	524	498	1 976	123	CT22/02	DG 1 GE	Alevins	06/04/2022
	50	272	Bouchède	5 598	135	7 557	1	0,252	1 904	1 914	7 595	136	CT22/02	DG 1 GE	Alevins	06/04/2022
	52	281	TCC Perbemat amont restitution	2 210	135	4 609	1	0,252	1 161	1 163	4 615	135	CT22/02	DG 1 GE	Alevins	06/04/2022
		282		1 204												
	53	282	TCC Perbemat amont restitution	1 910	135	4 128	1	0,252	1 040	1 040	4 127	135	CT22/02	DG 1 GE	Alevins	06/04/2022
		282		789												
		282		359												
	54	283	aval centrale Pébemat	3 417	130	4 442	1	0,290	1 288	1 290	4 448	130	CT22/02	DG 1 GE	Alevins	07/04/2022
	55	287	aval centrale Pébemat	747	130	971	1	0,290	282	280	966	129	CT22/02	DG 1 GE	Alevins	07/04/2022
	57	297	Amont Pont Vernet 09	953	140	2 239	1	0,290	649	650	2 241	140	CT22/02	DG 1 GE	Alevins	07/04/2022
		295		646									CT22/02			07/04/2022
	58	299	Amont Pont Vernet 09	1 654	140	2 316	1	0,290	672	670	2 310	140	CT22/02	DG 1 GE	Alevins	07/04/2022
	59	299	Aval Pont Vernet 09 RG	2 060	140	2 884	1	0,290	836	835	2 879	140	CT22/02	DG 1 GE	Alevins	07/04/2022
	61	305	Le Château	801												non fait
		307		387												
	69	327	La Borde grande par Vigné haut RG	5 288	120	6 346	1	0,262	1 663	1 666	6 359	120	CT22/02	DG 1 GE	Alevins	31/03/2022
	70	330	La Borde grande par Vigné haut RD	7 769	120	16 996	1	0,262	4 453	4 458	17 015	120	CT22/02	DG 1 GE	Alevins	31/03/2022
		331		6 394				0,262					CT22/02			
	71	342	Ilots du Vigné	828	120	2 387	1	0,262	625	632	2 412	121	CT22/02	DG 1 GE	Alevins	31/03/2022
		342		1 024				0,262								
		342		137				0,262								
	72	337	Ilots du Vigné	696	120	1 656	1	0,262	434	439	1 676	121	CT22/02	DG 1 GE	Alevins	31/03/2022
		338		308				0,262								
		339		262				0,262								
		341		114				0,262								
	73	346	Crosetfont charbonnière	3 604	120	4 325	1	0,262	1 133	1 150	4 389	122	CT22/02	DG 1 GE	Alevins	31/03/2022
	74	350	Les Nauzes RD	415	120	1 146	1	0,262	300	0	0	0	CT22/02	DG 1 GE	Alevins	31/03/2022
		350		540				0,262								
	75	356	sainte Colombe	2 443	120	2 932	1	0,262	768	590	2 252	92	CT22/02	DG 1 GE	Alevins	31/03/2022
	80	386-387	Le Moulinadou radier	4 033	130	5 243	1	0,222	1 164	1 167	5 257	130	CT 22/05	DG1GE	Alevins	27/04/2022
	82	392-393	Amont Baulias dessus plat courant	6 893	130	8 961	1	0,222	1 989	1 990	8 964	130	CT 22/05	DG1GE	Alevins	27/04/2022
	85	395-398	Baulias dessous	8 708	130	11 320	1	0,222	2 513	2 155	9 707	111	CT 22/05	DG1GE	Alevins	27/04/2022
	88	410	La Piche	4 207	130	5 469	1	0,222	1 214	1 217	5 482	130	CT 22/05	DG1GE	Alevins	27/04/2022
	89	411	La Piche	3 697	130	4 806	1	0,324	1 557	380	1 173	32	BR22/07 CT22/05	DG1GE	Alevins	12/05/2022
	91	416	La Piche	1 462	130	1 901	1	0,324	616	623	1 923	132	BR22/07 CT22/05	DG1GE	Alevins	12/05/2022
	92	419 à 421	Château Ampouillac	15 625	130	20 313	1	0,324	6 581	6 586	20 327	130	BR22/07 CT22/05	DG1GE	Alevins	12/05/2022
	96	434-435	Le Faynat	6 351	140	8 891	1	0,432	3 841	3 800	8 796	139	BR22/07	DG1GE		30/05/2022
	97	437	La Borde Migère aval 96	4 275	140	5 985	1	0,432	2 586	2 590	5 995	140	BR22/07	DG1GE		30/05/2022
	100	451-452	Amont Pont Cintegabelle	4 391	140	6 147	1	0,432	2 656	2 660	6 157	140	BR22/07	DG1GE		30/05/2022
	101	459	Aval Pont Cintegabelle	478	140	669	1	0,432	289	300	694	145	BR22/07	DG1GE		30/05/2022
	102	463	Aurède amont chemin déchèterie	10 552	140	14 773	1	0,365	5 392	5 400	14 795	140	BR22/07	DG1GE		18/05/2022
	103	464-466	Aurède amont chemin déchèterie	12 325	130	16 023	1	0,365	5 848	5 670	15 534	126	BR22/07	DG1GE		18/05/2022

**ANNEXE 12 : DEVERSEMENT DE SAUMONS ATLANTIQUES
GARONNE CAMPAGNE 2022**

Station				Déversement											
Contrôle PE + rive accès	N°	Intitulé	Surface	Densité/JP	Nb alevin	Cuve	Poids moyen	Poids	Poids terrain	Nombre réel	Densité réelle	N° de Lot	Souche	Observations	Date déversement
	G1	Huos	7 500	80	6 000	1	1,189	7 132	7 150	6 015	80	CT22/01 CT22/03	GD 1GE	Pré estivaux	23/06/2022
oui RD	G2	Gourdan-P	8 450	70	5 915	1	0,998	5 903	2 216	2 220	26	CT22/01 CT22/03	GD 1GE	Pré estivaux	21/06/2022
			8 450	44	3 718	1	1,189	4 419	4 450	3 744	44	CT22/01 CT22/03	GD 1GE	Pré estivaux	23/06/2022
	G3	Gourdan-P	2 756	80	2 205	1	1,189	2 621	2 600	2 187	79	CT22/01 CT22/03	GD 1GE	Pré estivaux	23/06/2022
	G5	Boucoulan	11 897	130	15 466	1	0,263	4 068	4 080	15 513	130	CT 22/01	GD 1GE	Alevin	01/04/2022
	G6	Cap des Aribas	12 703	130	16 514	1	0,263	4 343	4 430	16 844	133	CT 22/01	GD 1GE	Alevin	01/04/2022
	G7	virage Benjouy	5 660	130	7 358	1	0,249	1 832	1 830	7 349	130	CT22/03	GD 1GE	Alevin	12/04/2022
	G8	JAUNAC	11 199	100	11 199		0,457	5 115	5 100	11 166	100	CT22/03	GD 1GE	Alevins	06/05/2022
	G9	Tourelles	11 199	70	7 839	1	1,189	9 318	9 180	7 723	69	CT22/01 CT22/03	GD 1GE	Pré estivaux	23/06/22
oui RG	G10	Moulin Capitou	15 277	70	10 694	1	0,998	10 673	10 674	10 695	70	CT22/01 CT22/03	GD 1GE	Pré estivaux	21/06/2022
	G11	aval ruisseau BernissaRD	3 838									plus d'accès			
	G12	Moulin des moines	2 525	100	2 525		0,457	1 153	1 155	2 529	100	CT22/03	GD 1GE	Alevins	06/05/2022
	G13	amont Pont sncf Loures	10 184	100	10 184		0,457	4 652	4 050	8 867	87	CT22/03	GD 1GE	Alevins	06/05/2022
Oui RD	G14	Parcour de santé lac	12 083	70	8 458	1	0,998	8 441	8 446	8 463	70	CT22/01 CT22/03	GD 1GE	Pré estivaux	21/06/2022
	G15	aval pont de Loures	6 318	130	8 213	1	0,249	2 045	2 020	8 112	128	CT22/03	GD 1GE	Alevin	12/04/2022
	G16	Loures Barousse	6 100	130	7 930	1	0,249	1 975	1 780	7 149	117	CT22/03	GD 1GE	Alevin	12/04/2022
	G17	aval Ourse	4 772	130	6 204	1	0,249	1 545	1 550	6 225	130	CT22/03	GD 1GE	Alevin	12/04/2022
		amont Ourse	2 016	130	2 621	1	0,249	653	650	2 610	129	CT22/03	GD 1GE	Alevin	12/04/2022
	G18bis	Aval pont de Luscan	20 000	130	26 000	1	0,238	6 188	6 192	26 017	130	CT22/03	GD 1GE	Alevin	13/04/2022
	G18	Pont de Luscan	6 556	130	8 523	1	0,238	2 028	1 983	8 332	127	CT22/03	GD 1GE	Alevin	13/04/2022
Oui RD accès par rive	G19	ancienne aire Galié	11 802	70	8 261	1	0,899	7 427	7 000	7 786	66	CT22/01 CT22/03	GD 1GE	Pré estivaux	14/06/2022
Oui bras RD	G19bis	ancienne aire Galié	2 000	70	1 400	1	0,899	1 259	1 300	1 446	72	CT22/01 CT22/03	GD 1GE	Pré estivaux	14/06/2022
	G20	aval pont de Galié	10 206	130	13 268	1	0,268	3 556	3 560	13 284	130	CT22/03	GD 1GE	Alevin	15/04/2022
	G21	amont pont Galié	29 051	120	34 861	1	0,282	9 831	9 500	33 688	116	CT 22/03	GD 1GE	Alevin	22/04/2022
	G22	Ores	10731	130	13 950	1	0,290	4 046	4 100	14 138	132	CT22/01	GD 1GE	Alevin	08/04/2022
	G23bis	Aval et amont pont de Saléchan	15 000	130	19 500	1	0,268	5 226	4 650	17 351	116	CT22/03	GD 1GE	Alevin	15/04/2022
	G23	gravière Saléchan	21 840	130	28 392	1	0,321	9 114	9 400	29 283	CT 22/01 03 PC 22		GD 1GE	Alevins	20/04/2022
Oui RG	G24	amont aire rafting Fronsac	5 522	70	3 865	1	0,899	3 475	3 600	4 004	73	CT22/01 CT22/03	GD 1GE	Pré estivaux	14/06/2022
	G25	aire rafting Fronsac avl	3 632	130	4 722	1	0,290	1 369	1 350	4 655	128	CT22/01	GD 1GE	Alevin	08/04/2022
	G26	aval pont de Chaum	20 857	130	27 114	1	0,266	7 212	7 200	27 068	130	CT22/01	GD 1GE	Alevin	05/04/2022
	G27	amont pont de Chaum	5 014	130	6 518	1	0,266	1 734	1 740	6 541	130	CT22/01	GD 1GE	Alevin	05/04/2022
	G28	aval Rouzier	10 500	130	13 650	1	0,290	3 959	3 780	13 034	124	CT22/01	GD 1GE	Alevin	08/04/2022
Oui RG	G29	Rouzier	9 150	70	6 405	1	0,899	5 758	5 900	6 563	72	CT22/01 CT22/03	GD 1GE	Pré estivaux	14/06/2022
Oui RG	G30	Pont sncf Marignac	2 537	70	1 776	1	0,899	1 597	1 970	2 191	86	CT22/01 CT22/03	GD 1GE	Pré estivaux	14/06/2022

Les données figurant dans ce document ne pourront être exploitées de quelque manière que ce soit, sans l'autorisation écrite préalable de MI.GA.DO. et de ses partenaires financiers.

Opération financée par :



Autres partenaires :



Association MIGADO

18 ter rue de la Garonne - 47520 LE PASSAGE D'AGEN - Tel : 05 53 87 72 42 - mail : contact@migado.fr

www.migado.fr

