

OCTOBRE 2016



Rapport d'activité du PROGRAMME DE RECHERCHES APPLIQUEES EN FAVEUR DES POISSONS MIGRATEURS du 01/01/15 au 31/12/15

Volet scientifique : Suivis biologiques
des populations de poissons grands
migrateurs, ANNEE 2015



L'Europe c'est ici.
L'Europe c'est maintenant.



Établissement public du ministère
chargé du développement durable



Jean-Michel BACH, Timothé PAROUTY, Cédric LEON, Angéline SENEAL, Pierre PORTAFAIX, Thomas CLOASTRE, Yannick JEGO, Juliette KORDEK, Leny RIMBERT & Aurore BAISEZ

Et la participation de :

Xavier DINDART, Antoine DUPERRAY, Groupe d'étudiants ENSAT,

Remerciements pour leur contribution :

Marion LEGRAND & Timothée BESSE

Association LOGRAMI

Antenne Allier

8 rue de la Ronde

03500 Saint-Pourçain-sur-Sioule
logrami.allier@logrami.fr

Antenne Vienne

112 Faubourg de la Cueilie
Mirebalaise
86000 Poitiers
logrami.vienne@logrami.fr

PLAN LOIRE
Grandeur Nature

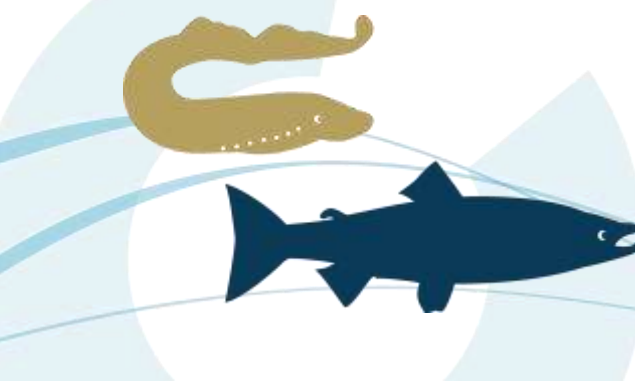
Cette action est cofinancée par l'Union Européenne.
L'Europe s'engage dans le bassin de la Loire avec le Fonds
européen de développement régional.

Citation

Jean-Michel BACH, Timothé PAROUTY, Cédric LEON, Angéline SENEAL, Pierre PORTAFAIX, Thomas CLOASTRE, Yannick JEGO, Juliette KORDEK, Leny RIMBERT & Aurore BAISEZ, 2016. Volet scientifique : Suivis biologiques des populations de poissons grands migrateurs, ANNEE 2015. Rapport d'activité du PROGRAMME DE RECHERCHES APPLIQUEES EN FAVEUR DES POISSONS MIGRATEURS, Association LOGRAMI, 376p.

SOMMAIRE

1. La caractérisation des habitats favorables	22
1.1. La détermination des potentialités d'habitats et de leur fonctionnalité actuelle	22
1.2. Action 1 : Quantification des habitats potentiels	23
1.2.1. Habitats potentiels pour la reproduction de l'aloise et de la lamproie marine sur le bassin de la Maine	23
1.2.2. Habitats potentiels pour l'aloise et la lamproie marine : bilan à l'échelle du bassin Loire 30	
1.2.3. Habitats potentiels pour le saumon atlantique	32
1.3. Action 2 : Qualification des habitats potentiels actuels	61
1.3.1. Survie sous-graviers sur la Dore et la Sioule en 2015	61
1.3.2. Caractérisation des frayères de saumon atlantique	74
1.3.3. Capacité productive d'alevins de saumon	82
1.4. Conclusion sur la caractérisation des habitats favorables	89
2. Le suivi de la continuité écologique et de l'accessibilité des habitats	92
2.1. Conditions environnementales de l'année 2015	93
2.1.1. Les débits	93
2.1.2. Les températures de l'eau	99
2.2. Action 3 : Conditions de migration à la montaison	109
2.2.1. Objectifs	110
2.2.2. Conditions actuelles	110
2.2.3. Suivi du rétablissement de la continuité	114
2.3. Action 4 : Front de colonisation des poissons migrateurs : habitats réels utilisés	115
2.3.1. Le front de colonisation des aloses	115
2.3.2. Le front de colonisation de la lamproie marine	117
2.3.3. Le front de colonisation du saumon atlantique	124
2.3.4. Evaluation des retards migratoires	143
2.3.5. Evaluation des mortalités par secteurs sur l'Allier	145



2.4. Conclusion	146
3. La dynamique de population	149
3.1. Action 5 : Relation entre le nombre de géniteurs migrants et les comptages de nids	149
3.1.1. Effectifs des migrants aux stations de comptage	149
3.1.2. Estimation du nombre de géniteurs d'aloses	174
3.1.3. Relation géniteurs en migrations - frayères pour le saumon	181
3.1.4. Hypothèses de survie estivale des saumons	183
3.1.5. Conclusion	194
3.2. Action 6 : Relation entre le nombre de nids et l'abondance et la distribution des juvéniles	197
3.2.1. Recherche au printemps d'alevins issus de production naturelle de saumons sur le bassin de la Gartempe	197
3.2.2. Etude du Béal de l'Alagnon	200
3.2.3. Conclusion	201
3.3. Action 7 : Abondance et croissance des alevins de saumons	202
3.3.1. Sur le bassin de l'Allier	202
3.4. Action 8 : Incrémentation annuelle du modèle de dynamique de population du saumon Loire Allier	221
3.4.1. Contexte	221
3.4.2. Mise en œuvre	224
4. Les traits de vie	227
4.1. Contexte de l'étude	227
4.2. Action 9 : Structure en âge des saumons atlantiques	227
4.2.1. Sur le bassin Creuse-Gartempe	227
4.2.2. Sur le bassin de la Loire amont	230
4.2.3. Sur le bassin de l'Allier	231
4.2.4. Conclusion	234
4.3. Action 10 : Dimorphisme sexuel	235
4.3.1. Détermination du sexe chez le saumon atlantique sur le bassin de l'Allier	236
4.3.2. Conclusion	238
4.4. Action 11 : Amplitude de la période de reproduction	239
4.4.1. Période de reproduction des aloses	239
4.4.2. Période de reproduction des lamproies marines	242
4.4.3. Période de reproduction des saumons atlantiques	242
4.4.4. Conclusion	243



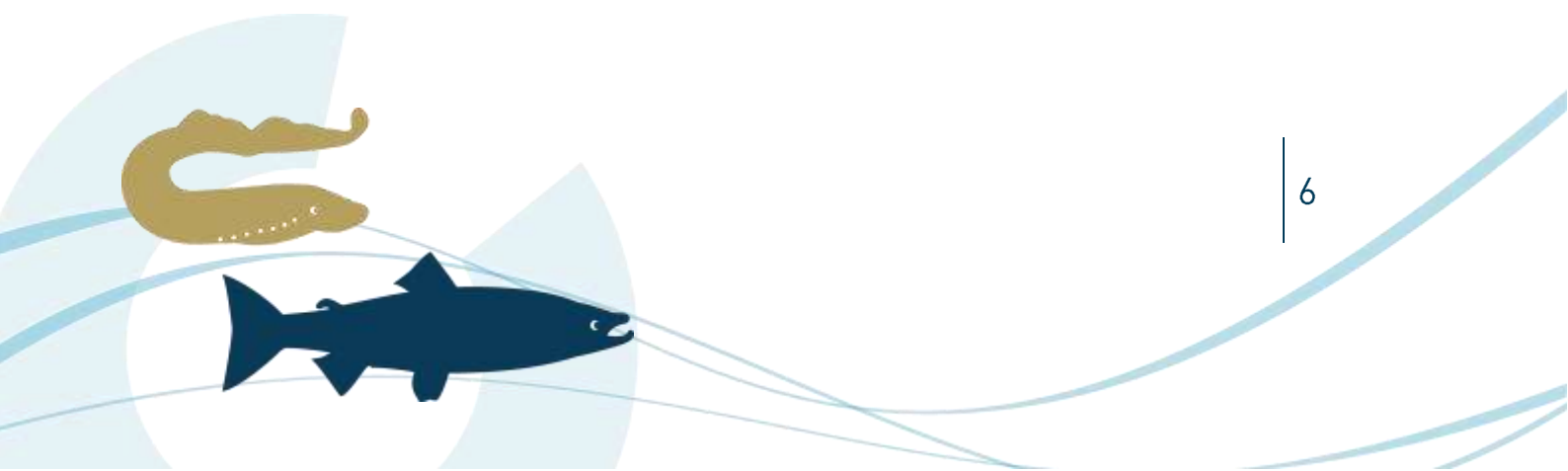
5. Les migrations des poissons migrateurs amphihalins	245
5.1. Contexte de l'étude	245
5.2. Objectifs	245
5.3. Action 12 : Amplitude de la période de migration	246
5.3.1. Amplitudes des migrations annuelles	246
5.3.2. Passages journaliers en 2015	259
5.3.3. Conclusion	267
5.4. Action 13 : Comportement de migration des poissons	269
5.4.1. Rythme horaire de migration des aloses	269
5.4.2. Rythme horaire de migration des lamproies marines	270
5.4.3. Rythme horaire de migration des saumons	270
5.4.4. Rythme horaire de migration des anguilles	271
5.4.5. Conclusion	271
6. La pression de pêche	272
6.1. Action 14 : connaissance des pêcheries et prévention de la pêche illégale, contexte de l'étude	272
6.2. : Objectifs	272
6.3. Prélèvements dans les eaux continentales	273
6.3.1. Captures des lamproies	273
6.3.2. Captures des aloses	274
6.4. Droits de pêches	276
6.4.1. Catégories de pêcheurs	276
6.4.2. Variabilité du statut hydrographique	277
6.4.3. Effectifs de pêcheurs par catégorie	277
6.5. Panneaux d'information et de sensibilisation sur le saumon atlantique	280
6.5.1. Contexte	280
6.5.2. Cibles	281
6.5.3. Mise en œuvre	281
6.6. Information sur le site web de Logrami	282
6.7. Bilan de l'action de sensibilisation	283
7. L'évaluation de l'efficacité des programmes de soutien d'effectifs (saumon atlantique)	284
7.1. Contexte de l'étude	284
7.2. Objectifs	284
7.3. Action 15 : Impact de l'opération de piégeage sur le comportement de la migration des saumons	285
7.4. Action 16 : La production de juvéniles à partir d'incubateurs	286



7.5. Action 17 : Production des tacons d'automne à partir de déversements au stade alevin	292
7.5.1. Implantation des juvéniles déversés sur la Gartempe	293
7.5.2. Qualification des juvéniles de saumons de l'Allier	297
7.5.3. Conclusion sur l'implantation des juvéniles déversés	301
7.6. Action 18 : Taux de retour des individus déversés au stade pré-smolt	301
7.6.1. Sur le bassin Creuse-Gartempe	302
7.6.2. Sur le bassin de l'Allier	306
7.6.3. Sur le bassin de l'Arroux	309
7.6.4. Conclusion	311
7.7. Action 19 : Identification de l'origine des adultes de saumon de retour	312
7.7.1. Effort de piégeage	313
7.7.2. Représentativité de l'échantillon	315
7.7.3. Etat sanitaire de l'échantillon	319
7.7.4. Bilan de l'étude d'assignation (rappel des résultats de l'INRA)	322
7.7.5. Conclusion	323
7.8. Action 20 : La dynamique migratoire génésique selon l'origine des saumons	324
7.8.1. Dynamique migratoire des saumons issus des déversements au stade alevins	324
7.8.2. Dynamique migratoire des saumons issus des déversements au stade pré-smolt	327
7.8.3. Conclusion sur la dynamique migratoire des saumons issus des déversements	331
8. Valorisation des connaissances et sensibilisation des acteurs à la gestion des poissons migrateurs, Action 21	332
8.1. Valorisation des données et résultats par Logrami	332
8.1.1. Valorisation internationale et nationale	332
8.1.2. Valorisation régionale	334
8.2. Information pour le grand public	336
8.2.1. Présentation de la plaquette Actions phares	342
8.2.2. L'exposition itinérante	343
8.2.3. Les « posters espèces »	351
8.2.4. Les « posters stations de comptages »	352
8.3. Conclusion et perspectives	355
9. Conclusion générale	356
9.1. La caractérisation des habitats favorables	356
9.1.1. Quantification des habitats	356
9.1.2. Qualification des habitats	357
9.1.3. Accessibilité et colonisation des axes	358



9.2. La dynamique de population	359
9.2.1. Effectif en migration	359
9.2.2. Succès post reproduction	360
9.2.3. Production globale en tacons	361
9.3. Les traits de vie	361
9.3.1. Structure en âge	362
9.3.2. Sex-ratio	362
9.3.3. Phénologie	362
9.4. Les migrations des poissons migrateurs amphihalins	363
9.4.1. Conditions de migrations du saumon	363
9.4.2. Conditions de migrations des aloses et lamproies marines	363
9.4.3. Rythme nyctéméral	364
9.5. La pression de pêche	364
9.6. L'évaluation de l'efficacité des programmes de soutien d'effectifs (saumon atlantique)	365
9.6.1. Impact du piégeage	365
9.6.2. Production de l'incubateur du Renaison	366
9.6.3. Taux d'implantation	366
9.6.4. Taux de retour des smolts déversés	366
9.6.5. Identification des saumons de retour	367
9.6.6. Dynamique migratoire	367
9.7. Les informations et sensibilisations	368
10. Bibliographie	369
11. Annexes	373
Annexe 1 : Condition de débits lors des pêches « Indice d'Abondance tacons » réalisées en 2015 sur le bassin de l'Allier	373
Annexe 2 : Condition de débits lors des pêches « Indice d'Abondance tacons » réalisées en 2015 sur le bassin de la Gartempe	376



LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Sites étudiés pour leur potentialités vis-à-vis de la reproduction de l'aloise et de la lamproie marine sur le bassin de la Maine dans le Maine-et-Loire (Source : Rautureau, 2015)	24
Figure 2 : Représentation d'un levé bathymétrique type réalisé sur le Loir (source : RAUTUREAU, 2015)	27
Figure 3 : Superficies et pourcentages d'habitats lotiques récupérés en fonction des scénarii étudiés (source : RAUTUREAU, 2015)	28
Figure 4 : Zones d'études des potentialités pour les aloses des cours d'eau du bassin de la Loire réalisées (Sources : LOGRAMI)	30
Figure 5 : Répartition des frayères potentielles d'aloses sur le bassin de la Loire (Source : LOGRAMI)	31
Figure 6 : Répartition des frayères potentielles de lamproie marine sur le bassin de la Vienne et la Loire moyenne (Source : LOGRAMI)	32
Figure 7 : Zones d'étude des potentialités pour les saumons atlantiques sur les Couzes (Sources : LOGRAMI)	33
Figure 8 : Débits spécifiques de la Couze Pavin (Bleu), la Couze Chambon (rouge) et la Couze d'Ardes (vert) suivant les mois de l'année. (Données calculées respectivement sur les années 1946-2016, 1961-2016 et 1997-2016) (source : BanqueHydro)	34
Figure 9 : Interface Plat/radier (© LOGRAMI)	35
Figure 10 : Mesure de faciès sur la Couze (© LOGRAMI)	37
Figure 11 : Profil topographique et dénivelé naturel de la Couze d'Ardes	39
Figure 12 : La Couze d'Ardes dans sa partie aval (© LOGRAMI)	40
Figure 13 : Profil topographique et dénivelé naturel de la Couze Pavin	40
Figure 14 : La Couze Pavin (© LOGRAMI)	40
Figure 15 : Profil topographique et dénivelé naturel de la Couze Chambon	41
Figure 16 : La Couze Chambon en amont de Neschers (zone amont - © LOGRAMI)	41
Figure 17 : Impact des ouvrages sur les Couzes	42
Figure 18 : Etagement des Couzes par rapport à la position de chaque obstacle à l'écoulement	43
Figure 19 : ROE4009 à Issoire sur la Couze Pavin (© LOGRAMI)	44
Figure 20 : Voie de passage alternative au franchissement du ROE4009 (© LOGRAMI)	45
Figure 21 : ROE7719 à Neschers sur la Couze Chambon (© LOGRAMI)	45
Figure 22 : Voie de passage alternative au franchissement du ROE7719 (© LOGRAMI)	46
Figure 23 : ROE7724 à Neschers sur la Couze Chambon (© LOGRAMI)	46
Figure 24 : Potentiel des surfaces inventoriées sur les Couzes	47
Figure 25 : Smolt de Saumon atlantique (© LOGRAMI)	48
Figure 26 : Potentiel de production et productivité des Couzes	48
Figure 27 : Répartition des faciès d'écoulement	49
Figure 28 : Potentiel des surfaces inventoriées sur la Couze d'Ardes	50
Figure 29 : Potentiel de production de la Couze d'Ardes en smolts	50
Figure 30 : Cartographie du potentiel des secteurs inventoriés sur la Couze d'Ardes	51
Figure 31 : Répartition longitudinale des faciès par tronçon et gain cumulé en ERR de la Couze d'Ardes	51
Figure 32 : Potentiel des surfaces inventoriées sur la Couze Pavin	53
Figure 33 : Potentiel de production en smolts de la Couze Pavin	54
Figure 34 : Cartographie du potentiel des secteurs inventoriés sur la Couze Pavin	54



Figure 35 : Répartition longitudinale des faciès par tronçon et gain cumulé en ERR de la Couze Pavin	55
Figure 36 : Potentiel des surfaces inventoriées sur la Couze Chambon	56
Figure 37 : Potentiel de production et productivité de la Couze Chambon en smolts.....	57
Figure 38 : Cartographie du potentiel des secteurs inventoriés sur la Couze Chambon	57
Figure 39 : Répartition longitudinale des faciès par tronçon et gain cumulé en ERR de la Couze Chambon	58
Figure 40 : Comparaison du potentiel de production de chaque cours d'eau étudié à l'échelle du potentiel cumulé total (source : Minster & Bomassi, 1999 et LOGRAMI).....	59
Figure 41 : Comparaison du linéaire de chaque cours d'eau étudié à l'échelle du linéaire cumulé total	60
Figure 42 : Localisation des cours d'eau concernés par l'étude survie sous graviers 2015-2016	62
Figure 43 : Localisation des frayères artificielles sur le bassin de la Sioule et de la Dore	63
Figure 44 : Création de la frayère artificielle des Tressots sur le bassin de la Sioule le 17 novembre 2015	64
Figure 45 : Schématisation du positionnement des capsules sur la frayère artificielle	64
Figure 46 : Evolution du nombre de degrés-jour en fonction de la date pour les différents sites de survie sous graviers	66
Figure 47 : Débits de la Sioule aux stations d'Ebreuil et de St Pourçain sur Sioule durant l'opération de survie sous graviers 2015-2016 jusqu'au stade éclosion	67
Figure 48 : Débits de la Dore aux stations d'Ambert et de Dorat durant l'opération de survie sous graviers 2015-2016 jusqu'au stade éclosion.....	68
Figure 49 : Relève et lecture des œufs au stade éclosion.....	68
Figure 50 : Box plot des taux de survie des œufs de saumons au stade éclosion sur chaque frayère en fonction du mode de remplissage des capsules	70
Figure 51 : Mortalité accrue des œufs dans la partie supérieure d'une capsule remplie à moitié de billes de verre.....	71
Figure 52 : Box plot des taux de survie des œufs de saumons au stade éclosion sur la Sioule et la Dore en 2015.....	72
Figure 53 : Photographie illustrant la mesure du temps d'infiltration de l'eau dans le piézomètre (source PTUT, ENSAT).....	77
Figure 54 : Photographie d'un piège à sédiments (Source PTUT ENSAT).....	78
Figure 55 : Localisation des stations de pêche électrique de suivi d'abondance de juvéniles de saumons atlantique natifs sur le bassin de l'Allier en 2015.....	85
Figure 56 : Indices d'abondance tacons 0+ sur l'Allier en 2015 selon la localisation des stations dans les différents secteurs de la zone refuge.....	86
Figure 57 : Indices d'abondance tacons des stations échantillonnées sur la zone refuge de l'Allier en 2015 selon leur succession amont/aval.....	86
Figure 58 : Evolution de l'indice d'abondance tacons 0+ moyen dans et hors zone refuge de l'Allier depuis la mise en place de la zone refuge (20 stations)	87
Figure 59 : Nombre de tacons échantillonnés en 5 minutes des pêches électrique sur les sites du Béal de 2013 à 2015	88
Figure 60 : Comparaison des indices d'abondance tacons des stations échantillonnées sur la Sioule en juin et septembre 2015 selon leur succession amont/aval.....	89
Figure 61 : Schéma d'altération, de disparition des habitats et de réduction de la connectivité longitudinale et latérale (Sources : C. Le Pichon, G. Gorges, J. Baudry, T. Faure et H. Boussard, 2006)	92
Figure 62 : Localisation des stations hydrométriques de référence sur le bassin de la Loire.....	94
Figure 63 : Débits journaliers et mensuels de la Loire à Montjean-sur-Loire en 2015 (Données hydro : DREAL Pays-de-Loire /Hydro – MEDD/DE).....	95
Figure 64 : Evolution des débits journaliers et mensuels de la Vienne à Ingrandes-sur-Vienne en 2015 (Données hydro : SPC VCA- Centre de Poitiers/Hydro – MEDD/DE).....	95



Figure 65 : Evolution des débits journaliers et mensuels de la Creuse à Leugny en 2015 (Données hydro : SPC VCA - Centre de Poitiers / Hydro - MEDD/DE)	96
Figure 66 : Débits journaliers et mensuels de la Loire à Blois en 2015 (Données hydro : DREAL Centre / Hydro - MEDD/DE)	97
Figure 67 : Débits journaliers et mensuels de la Loire à Nevers en 2015 (Données hydro : DREAL Centre / Hydro - MEDD/DE)	98
Figure 68 : Débits journaliers et mensuels de l'Allier à Saint-Yorre en 2015 (Données hydro : DREAL Centre / Hydro - MEDD/DE)	98
Figure 69 : Débits journaliers et mensuels de l'Allier à Prades en 2015 (Données hydro : DREAL Centre / Hydro - MEDD/DE)	99
Figure 70 : Localisation des sondes températures utilisées pour caractériser l'année 2016 sur le bassin de la Loire	100
Figure 71 : Amplitude des températures de 2015 sur les différentes stations de mesure utilisées sur le bassin de la Loire	102
Figure 72 : Evolution des températures de l'eau journalières et mensuelles de la Loire à Roanne en 2015	104
Figure 73 : Evolution des températures de l'eau journalières et mensuelles de la Vienne à Châtelleraut en 2015	104
Figure 74 : Evolution des températures de l'eau journalières et mensuelles de l'Allier à Vichy en 2015 et comparaison avec les données mensuelles historiques (1998-2014)	106
Figure 75 : Evolution des températures de l'eau journalières et mensuelles de l'Allier à Poutès en 2015	106
Figure 76 : Evolution des températures de l'eau journalières et mensuelles de Loire à Decize en 2015 et comparaison avec les données mensuelles historiques (2010-2014)	107
Figure 77 : Evolution des températures de l'eau journalières et mensuelles de la Loire à Roanne en 2015	108
Figure 78 : Carte des obstacles à l'écoulement sur le bassin de la Loire (Source : ROE/ONEMA)	111
Figure 79 : Cours d'eau classés en Liste 2 (L.214-17) et franchissabilité des ouvrages sur cours d'eau pour les aloses sur le bassin Vienne-Creuse	112
Figure 80 : Cours d'eau classés en Liste 2 (L.214-17) et franchissabilité des ouvrages sur cours d'eau pour les aloses sur le bassin Loire amont-Allier	114
Figure 81 : Cours d'eau du bassin de la Loire colonisés par les aloses en 2015	117
Figure 82 : Cours d'eau du bassin de la Loire colonisés par la lamproie marine en 2015	118
Figure 83 : Evolution des conditions hydrométriques sur la Vienne, la Creuse et la Gartempe durant le suivi de la reproduction des lamproies marines en 2015 (Source : LOGRAMI et SPCVCA - Centre de Poitiers / Hydro - MEDD/DE)	119
Figure 84 : Carte de colonisation de la lamproie marine sur le bassin de la Vienne en 2015	121
Figure 85 : Evolution des linéaires colonisable et colonisé par la lamproie marine sur l'axe Vienne depuis 1998	122
Figure 86 : Relation entre le front de colonisation de la lamproie marine sur la Creuse et le débit moyen de mars à juin à la station de Leugny, depuis l'aménagement du barrage de Descartes en 2007 (Source : LOGRAMI et SPCVCA - Centre de Poitiers / Hydro - MEDD/DE)	123
Figure 87 : Evolution des débits de la Gartempe d'octobre à décembre 2015 à Saint Bonnet de Bellac (Données hydro : DREAL LIMOUSIN / HYDRO-MEDD/DE)	126
Figure 88 : Carte de localisation des prospections et des frayères de saumons en 2016 sur le bassin Creuse Gartempe	127
Figure 89 : Répartition des frayères de saumons sur le bassin de l'Allier lorsque tous les axes ont pu être suivis depuis 2001	129



Figure 90 : Débit et température de l'Alagnon à la station de Lempdes sur Alagnon du 1er octobre au 31 décembre 2015 (Données hydro : DREAL Auvergne / HYDRO-MEDD/DE).	129
Figure 91 : Répartition kilométrique des frayères de saumon atlantique sur l'Alagnon en 2015 et principaux obstacles à la migration (Source : LOGRAMI pour les frayères et ONEMA adapté pour la franchissabilité).....	130
Figure 92 : Cartographie des densités de frayères de saumons atlantique sur l'Alagnon en 2015 et principaux obstacles.....	131
Figure 93 : Evolution interannuelle du nombre de frayères de saumon comptabilisés sur les différents secteurs du bassin de l'Alagnon d'aval vers amont depuis la confluence avec l'Allier.	132
Figure 94 : Débit de l'Allier à la station de Prades du 1er octobre au 31 décembre 2015 (Données hydro : DREAL Auvergne / HYDRO-MEDD/DE).	132
Figure 95 : Répartition kilométrique des frayères de saumon atlantique sur l'Allier en 2015 et principaux obstacles à la migration (Source : LOGRAMI pour les frayères et ONEMA adapté pour la franchissabilité).....	133
Figure 96 : Cartographie des densités de frayères de saumons atlantique sur l'Allier en 2015 et principaux obstacles.....	134
Figure 97 : Densités de frayères de saumon observées en 2015 par hectares de surfaces productives sur les 5 secteurs de l'Allier	135
Figure 98 : Evolution du nombre de frayères de saumon comptabilisées sur les 5 secteurs de l'Allier depuis la mise en place du suivi en 2000.....	136
Figure 99 : Evolution de la répartition de frayères de saumon comptabilisées selon les 5 secteurs de l'Allier depuis la mise en place du suivi en 2000	136
Figure 100 : Relation part des frayères comptabilisées sur le secteur S5/Q moyen journalier de l'Allier à Vieille-Brioude sur la période octobre-novembre-décembre de l'année du comptage. Puis par stratégie de déversement.....	137
Figure 101 : Relation part des frayères comptabilisées en amont du barrage de Poutès /Q moyen journalier de l'Allier à sur la période octobre-novembre-décembre de l'année du comptage.....	138
Figure 102 : Débit de la Dore à la station de Dorat du 1er octobre au 31 décembre 2015 (Données hydro : DREAL Auvergne / HYDRO-MEDD/DE).	138
Figure 103 : Débit de la Sioule à la station de St Pourçain sur Sioule du 1er octobre au 31 décembre 2015 (Données hydro : DREAL Auvergne / HYDRO-MEDD/DE).	139
Figure 104 : Cartographie des densités de frayères de saumons atlantique sur la Sioule en 2015 et principaux obstacles.....	140
Figure 105 : Répartition kilométrique des frayères de saumon atlantique sur la Sioule en 2015 et principaux obstacles à la migration (Source : LOGRAMI pour les frayères et LOGRAMI-ONEMA adapté pour la franchissabilité).....	141
Figure 106 : Evolution du nombre de frayères de saumon comptabilisées sur les 3 secteurs de la Sioule depuis la mise en place du suivi en 2001.....	141
Figure 107 : Température moyenne journalière de la Sioule sur la période juin-août sur 3 stations depuis 2012.....	142
Figure 108 : Cours d'eau du bassin de la Loire colonisés par le saumon atlantique sur le bassin de la Loire en 2015.....	143
Figure 109 : Evaluation de la franchissabilité des obstacles en fonction du succès de franchissement et des temps de retard induits en 2009 sur l'axe Alagnon Allier (Source Logrami).	144
Figure 110 : Mortalité des saumons durant l'été selon la localisation de leur arrêt estival en 2009 (Sources LOGRAMI).....	145
Figure 111 : Répartition des stations de comptage sur le bassin de la Loire en 2015.....	150
Figure 112: Chronologie de la création des stations de comptage sur le bassin de la Loire (Source : LOGRAMI)	151
Figure 113 : Détérioration de la vitre de la station de comptage de l'usine hydroélectrique du barrage de Langeac (Source : LOGRAMI)	152

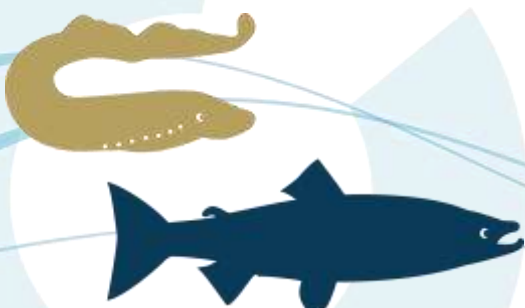


Figure 114 : Etapes de réhabilitation de la station de l'usine hydroélectrique du barrage de Langeac (Source : LOGRAMI).....	153
Figure 115 : Répartition des effectifs d'aloses aux stations de comptage du bassin de la Loire en 2015	159
Figure 116 : Bilan des passages d'aloses à la station de comptage de Descartes depuis 2007.....	159
Figure 117 : Bilan des passages d'aloses à la station de comptage de Châtellerault depuis 2004.....	160
Figure 118 : Bilan des passages d'aloses à la station de comptage de Decize depuis 1998.....	160
Figure 119 : Bilan des passages d'aloses à la station de comptage de Gueugnon depuis 2006.....	161
Figure 120 : Bilan des passages d'aloses à la station de comptage de Vichy depuis 1997	161
Figure 121 : Répartition des effectifs de lamproies marines aux stations de comptage du bassin de la Loire en 2015.....	162
Figure 122 : Bilan des passages de lamproies marines à la station de comptage de Descartes depuis 2007.....	163
Figure 123 : Bilan des passages de lamproies marines à la station de comptage de Châtellerault depuis 2004.....	163
Figure 124 : Bilan des passages de lamproies marines à la station de comptage de Decize depuis 1998	164
Figure 125 : Bilan des passages de lamproies marines à la station de comptage de Gueugnon depuis 2006.....	164
Figure 126 : Bilan des passages de lamproies marines à la station de comptage de Vichy depuis 1997	165
Figure 127 : Répartition des effectifs de saumons aux stations de comptage du bassin de la Loire en 2015.....	166
Figure 128 : Bilan des passages de saumons à la station de comptage de Descartes depuis 2007	166
Figure 129 : Bilan des passages de saumons à la station de comptage de Châtellerault depuis 2005.....	167
Figure 130 : Bilan des passages de saumons à la station de comptage de Decize depuis 1998	168
Figure 131 : Bilan des passages de saumons à la station de comptage de Gueugnon depuis 2006	168
Figure 132 : Bilan des passages de saumons à la station de comptage de Vichy depuis 1997.....	168
Figure 133 : Bilan des passages de saumons à la station de comptage de Poutès depuis 1997.....	169
Figure 134 : Evolution des pourcentages de passages de saumons entre Vichy et Poutès depuis 1997	169
Figure 135 : Bilan des passages d'anguilles à la station de comptage de Châtellerault depuis 2004 ..	171
Figure 136 : Bilan des passages d'anguilles à la station de comptage de Decize depuis 2009	171
Figure 137 : Bilan des passages d'anguilles à la station de comptage de Gueugnon depuis 2006	172
Figure 138 : Bilan des passages d'anguilles à la station de comptage de Vichy depuis 1997.....	172
Figure 139 : Bilan des passages d'anguilles à la station de comptage de Poutès depuis 1986.....	173
Figure 140 : Bilan des passages d'anguilles à la station de comptage de Roanne depuis 2012.....	173
Figure 141 : Carte de localisation des frayères références d'aloses sur le bassin de la Loire amont et de l'Allier	176
Figure 142 : Température de la Loire à Decize et débit de la Loire à Nevers pendant le suivi de la reproduction de l'alose sur le secteur aval Decize en 2015.....	178
Figure 143 : Température de l'Allier à Vichy et débit de la L'Allier à St Yorre pendant le suivi de la reproduction de l'alose sur le secteur aval Vichy en 2015	179
Figure 144 : Température de l'Allier à Moulins et débit de l'Allier à Moulins pendant le suivi de la reproduction de l'alose sur le secteur aval Pont de Régemortes en 2015.....	179
Figure 145 : Evolution du rapport « frayères/géniteurs potentiels » en amont de Vichy depuis 2000 avec : frayères=frayères Alagnon+frayères Allier sauf 2000 où juste Allier et 2013 où juste Allier+Béal et géniteurs potentiels = comptage Vichy avec captures pour pisciculture CNSS déduites	181



Figure 146 : Evolution du rapport « frayères/géniteurs potentiels » en amont de Poutès depuis 2000	182
Figure 147 : Relation frayères-géniteurs potentiels en amont de Poutès depuis 2000 (années 2004, 2009 et 2012 retirées pour surcomptage)	183
Figure 148 : Localisation des enregistreurs thermiques sur le bassin de la Loire.....	184
Figure 149 : box-plot des températures de chaque station sur les mois de juin, juillet et août (Kruskal-Wallis p-value < 2,2e-16, a=0.05 ; les moyennes sont représentés par « * »)	185
Figure 150 : Nombres de jours supérieurs à 25 et 27,5°C pour les différentes stations de mesure durant l'été 2015	187
Figure 151 : Nombres d'heures supérieures à 25 et 27,5°C pour les différentes stations de mesure durant l'été 2015	187
Figure 152 : Box plot des températures des mois de juin à août de la station de Puy guillaume sur la période 2012-2015 (Kruskal-Wallis p-value < 2.2e-16)	190
Figure 153 : Box plot des températures des mois de juin à août de la station de Châteauneuf les bains sur la période 2012-2015 (Kruskal-Wallis p-value = 2.277e-07).....	191
Figure 154 : Box plot des températures des mois de juin à août de la station de Vichy sur la période 1999-2015, excepté 2011 (Kruskal-Wallis p-value<2,2e-16)	192
Figure 155 : Localisation des stations échantillonnées par pêches électriques pour la recherche de juvéniles de saumon sur le bassin de la Gartempe en mai 2015.....	198
Figure 156 : Nombre de tacons échantillonnés en 5 minutes des pêche électrique sur les sites de l'Alagnon de 2013 à 2015.....	200
Figure 157 : Nombre de tacons échantillonnés en 5 minutes de pêche électrique sur les sites de l'Alagnon de 2013 à 2015 en fonction du nombre de frayères dénombrées	201
Figure 158 : Localisation des stations de pêche électrique de suivi d'abondance de juvéniles de saumon atlantique sur le bassin de l'Allier en 2015	203
Figure 159 : Evolution du nombre de stations échantillonnées par pêche à l'électricité selon le protocole des indices d'abondance sur les différents cours d'eau du bassin de l'Allier	204
Figure 160 : Indices d'abondance tacons 0+ sur l'Alagnon, l'Allier, la Dore, la Sioule et sur l'ensemble du bassin de l'Allier en 2015 (82 stations)	206
Figure 161 : Indices d'abondance tacons des stations échantillonnées sur l'Alagnon et le Béal en 2015 selon leur succession amont/aval et correspondance avec leur classe d'abondance.....	207
Figure 162 : Evolution sur la période 2004-2015 de l'indice d'abondance moyen sur le cours principal de l'Alagnon.....	208
Figure 163 : Indices d'abondance tacons 0+ sur l'Allier en 2015 selon la localisation des stations dans les différents secteurs.....	209
Figure 164 : Indices d'abondance tacons des stations échantillonnées sur l'Allier en 2015 selon leur succession amont/aval	210
Figure 165 : Evolution sur la période 2000-2015 de l'indice d'abondance moyen calculé pour 20 stations échantillonnées sur l'Allier	211
Figure 166 : Evolution de l'indice d'abondance tacons 0+ moyen pour chaque secteur de l'Allier depuis le changement de stratégie d'alevinage en 2008 (20 stations)	212
Figure 167 : Comparaison de l'indice d'abondance moyen observé en 2015 pour chaque secteur de l'Allier avec les indices moyens observés pour les périodes 2000-2006, 2007 et 2008-2014 (20 stations)	213
Figure 168 : Indices d'abondance tacons des stations échantillonnées sur la Dore en 2015 selon leur succession amont/aval	213
Figure 169 : Evolution sur la période 2009-2015 de l'indice d'abondance moyen de 3 stations échantillonnées sur la Dore	214
Figure 170 : Indices d'abondance tacons des stations échantillonnées sur la Sioule en 2015 selon leur succession amont/aval	215
Figure 171 : Evolution sur la période 2000-2015 de l'indice d'abondance moyen de 6 stations échantillonnées sur la Sioule.....	216

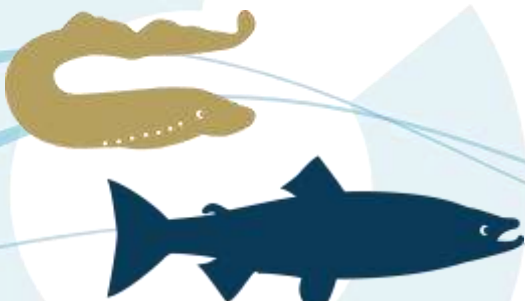


Figure 172 : Température moyenne journalière de la Sioule sur la période juin-août sur trois stations de données temparture depuis 2012	216
Figure 173 : Taille des tacons 0+ capturés en septembre 2015 sur l'ensemble des cours d'eau échantillonnés sur le bassin de l'Allier	217
Figure 174 : Longueur totale des tacons 0+ capturés en 2015 sur les différents secteurs de l'Allier (début septembre uniquement)	218
Figure 175 : Longueur totale moyenne et indice d'abondance tacons 0+ par station échantillonnée début septembre 2015 sur les 5 secteurs de l'Allier	219
Figure 176 : Longueur totale des tacons 0+ capturés sur les secteurs S2 et S3 de l'Allier lors des 2 sessions réalisées en 2015.....	220
Figure 177 : Longueur totale des tacons 0+ capturés sur les stations échantillonnées à 2 reprises en 2015 sur l'Allier et l'Alagnon	221
Figure 178 : Directed Acyclic Graph (DAG) of the model used to the average annual 0+ juvenile densities at macro and micro scales. Squares represent fixed quantities. All observed quantities are greyed. Arrows represent the parent-child dependencies between the different nodes: plain arrows represent probabilistic relationship between the parent(s) and child nodes, dashed arrows indicate deterministic relationship. The frames represent a repetition of structure over years, river sections and sites. Nodes outside the frame are unknown parameters constant across sites. Refers to either successive removal data or 5 minutes index of abundance. The link between this data and the 0+ juvenile densities is made with the calibration relationship. (Sources : Guillaume Dauphin & Etienne Prévost, INRA, in press 2014).	222
Figure 179 : Relation actuelle entre la pêche par échantillonnage ponctuel et la pêche par déplétion (Sources LOGRAMI).....	223
Figure 180 : Analyse de la relation entre la pêche par échantillonnage ponctuel et la pêche par déplétion (Sources LOGRAMI).....	223
Figure 181 : Photographies de la mise en œuvre opérationnelle de la pêche par déplétion (Sources LOGRAMI)	225
Figure 182 : Relation entre le nombre d'individus capturés en 5 min (IA) et la densité de tacons 0+. Les boxplots indiquent les quantiles à 2.5, 25, médiane, 75 et 97.5 : en gris les 9 points historiques (rivière Allier), en noir les 3 nouveaux points réalisés dans la rivière Allier et en bleu le nouveau point réalisé dans la rivière Alagnon. Les traits pleins et pointillés représentent respectivement la médiane et les quantiles 2.5 et 97.5 : en rouge pour la relation prenant en compte les anciens points plus les 4 nouveaux (soit 13 points) et en gris la relation qui ne prend en compte que les 9 points historiques.....	226
Figure 183 : Distribution en classes de taille des effectifs de saumon atlantique comptabilisés dans la passe à poissons de Descartes sur la Creuse en 2015 (n=204)	228
Figure 184 : Effectifs des retours de saumons par classe d'âge suivant leur année de dévalaison à Descartes (n=757)	229
Figure 185 : Effectifs des retours de saumons par classe d'âge suivant leur année de dévalaison à Châtelleraut (n=98)	229
Figure 186 : Evolution de la répartition des classes d'âges de saumons à la station de comptage de Decize depuis 2009.....	230
Figure 187 : Evolution de la répartition des classes d'âges de saumons à la station de comptage de Gueugnon depuis 2006.....	231
Figure 188 : Répartition des classes de taille de saumons à la station de comptage de Vichy en 2015	231
Figure 189 : Evolution de la répartition des classes d'âges de saumons à la station de comptage de Vichy depuis 1997.....	232
Figure 190 : Effectifs de retours de saumons par classe d'âge suivant leur année de dévalaison à Vichy	232



Figure 191 : Répartition des classes de taille de saumons à la station de comptage de Poutès en 2015	233
Figure 192 : Evolution de la répartition des classes d'âges de saumons à la station de comptage de Poutès depuis 1986	233
Figure 193 : Comparaison de l'évolution de la répartition des classes d'âges de saumons à la station de comptage de Vichy (V) et Poutès (P) depuis 1997	234
Figure 194 : Relation entre la longueur fourche (LF) et la longueur de la mâchoire supérieure (LM) en fonction du sexe des individus	237
Figure 195 : Activité de reproduction en fonction des conditions environnementales (Données hydro : SPC VCA - Centre de Poitiers / HYDRO-MEDD/DE)	240
Figure 196 : Variation du début supposé de la période de reproduction sur la Vienne à Châtellerault de 2004 à 2015	240
Figure 197 : Répartition horaire de l'activité de reproduction sur la frayère de Châtellerault en 2015 (n=3 891)	241
Figure 198 : Décalage de l'activité de reproduction des aloses au cours de la saison sur la frayère de Châtellerault en 2015	241
Figure 199 : Dynamique de la reproduction des saumons atlantiques dans le Béal à Lempdes sur Alagnon (Source LOGRAMI)	243
Figure 200 : Comparaison des périodes de passages des aloses aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire	247
Figure 201 : Comparaison des rythmes de migration des aloses en 2015 aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire	247
Figure 202 : Comparaison des périodes de passages des aloses à Descartes depuis 2007	248
Figure 203 : Comparaison des périodes de passages des aloses à Châtellerault depuis 2004	248
Figure 204 : Comparaison des périodes de passages des aloses à Decize depuis 1998	249
Figure 205 : Comparaison des périodes de passages des aloses à Vichy depuis 1998	249
Figure 206 : Comparaison des périodes de passages des lamproies marines aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire	250
Figure 207 : Comparaison des rythmes de migration de lamproies marines en 2015 aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire	250
Figure 208 : Comparaison des périodes de passages des lamproies marines à Descartes depuis 2007	251
Figure 209 : Comparaison des périodes de passages des lamproies marines à Châtellerault depuis 2004	252
Figure 210 : Comparaison des périodes de passages des lamproies marines à Decize depuis 1998	252
Figure 211 : Comparaison des périodes de passages des lamproies marines à Vichy depuis 1997	252
Figure 212 : Nombre d'heures mensuelles où la température est optimale pour la migration du saumon à Vichy et à Descartes	253
Figure 213 : Comparaison des périodes de passages des saumons atlantiques aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire	254
Figure 214 : Comparaison des rythmes de migration de saumons en 2015 aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire	255
Figure 215 : Comparaison des périodes de passages de saumons à Descartes depuis 2007	255
Figure 216 : Comparaison des périodes de passages de saumons à Vichy depuis 1997	256
Figure 217 : Comparaison des périodes de passages de saumons à Poutès depuis 1986	256
Figure 218 : Comparaison des périodes de passages de saumons à Decize depuis 2009	257
Figure 219 : Répartition des classes d'âge des saumons ayant franchi le barrage de Descartes depuis 2007 sur une année (n=819)	257
Figure 220 : Répartition des classes d'âge des saumons ayant franchi le barrage de Vichy depuis 1997 sur une année (n=11967)	258
Figure 221 : Comparaison des périodes de passages des anguilles à Châtellerault depuis 2004	259



Figure 222 : Passages journaliers d'aloses à Descartes en relation avec la température de l'eau et des débits de la Creuse à Leugny en 2015 (n=749) (Source hydro : SPCVCA – Centre de Poitiers / Hydro – MEDD/DE).....	260
Figure 223 : Passages journaliers d'aloses à Châtellerauld en relation avec la température de l'eau et des débits de la Vienne à Ingrandes-sur-Vienne en 2015 (n=325) (Source hydro : SPCVCA – Centre de Poitiers / Hydro – MEDD/DE).....	260
Figure 224 : Passages journaliers d'aloses à Decize en relation avec la température de l'eau et des débits de la Loire amont à Nevers en 2015	261
Figure 225 : Passages journaliers d'aloses à Vichy en relation avec la température de l'eau et des débits de l'Allier à St Yorre en 2015.....	261
Figure 226 : Passages journaliers de lamproies marines à Descartes en relation avec la température de l'eau et des débits de la Creuse à Leugny en 2015 (n=27 340) (Source hydro : SPCVCA – Centre de Poitiers / Hydro – MEDD/DE).....	262
Figure 227 : Passages journaliers de lamproies marines à Châtellerauld en relation avec la température de l'eau et des débits de la Vienne à Ingrandes-sur-Vienne en 2015 (n=33 138) (Source hydro : SPCVCA – Centre de Poitiers / Hydro – MEDD/DE)	263
Figure 228 : Passages journaliers de lamproies à Decize en relation avec la température de l'eau et des débits de la Loire amont à Nevers en 2015	263
Figure 229 : Passages journaliers de saumons à Descartes en relation avec la température de l'eau et des débits de la Creuse à Leugny en 2015 (n=204) (Source hydro : SPCVCA – Centre de Poitiers / Hydro – MEDD/DE).....	264
Figure 230 : Passages journaliers de saumons à Decize en relation avec la température de l'eau et des débits de la Loire amont à Nevers en 2015	265
Figure 231 : Passages journaliers de saumons à Vichy en relation avec la température de l'eau et des débits de l'Allier à St Yorre en 2015.....	266
Figure 232 : Passages journaliers de saumons à Poutès en relation avec la température de l'eau et des débits de l'Allier à Prades en 2015.....	266
Figure 233 : Passages journaliers d'anguilles à Châtellerauld en relation avec la température de l'eau et des débits de la Vienne à Ingrandes-sur-Vienne en 2015 (n=296) (Source hydro : SPCVCA – Centre de Poitiers / Hydro – MEDD/DE).....	267
Figure 234 : Passages horaires des aloses aux stations de comptage du bassin de la Loire (n= 119 844)	269
Figure 235 : Passages horaires des lamproies marines aux stations de comptage du bassin de la Loire (n=490 608)	270
Figure 236 : Passages horaires des saumons aux stations de comptage du bassin de la Loire (n=12 817)	270
Figure 237 : Passages horaires des anguilles à la station de comptage de Châtellerauld (n=20 141) ..	271
Figure 238 : Captures par unité d'effort de lamproies par les pêcheurs amateurs (Sources CSP, 2004)	273
Figure 239 : Captures par unité d'effort de lamproies par les pêcheurs professionnels (Sources CSP, 2004).....	274
Figure 240 : Captures par unité d'effort d'aloses par les pêcheurs amateurs (Sources CSP, 2004) ...	274
Figure 241 : Captures par unité d'effort d'aloses par les pêcheurs amateurs (Sources CSP, 2004) ...	275
Figure 242 : Effectifs de pêcheurs amateurs aux engins (Source : LOGRAMI d'après données FNADAPAEF)	278
Figure 243 : Nombre de pêcheurs amateurs aux lignes dans le bassin de la Loire de 2005 à 2014 (Source : LOGRAMI et FDPPMA du bassin)	279
Figure 244 : Récupération d'un émetteur rejeté à l'eau par un braconnier (Source LOGRAMI).....	281



Figure 245 : Panneaux d'information sur la différenciation des truites et des saumons mis en place sur le bassin de la Loire (Source LOGRAMI et FDPPMA 36)	282
Figure 246 : Départements d'implantation des panneaux d'information et de sensibilisation au saumon sur la période 2014-2015.....	283
Figure 247 : Comportement des saumons après leur première visualisation à la station de comptage rive droite de Vichy en fonction de la mise en œuvre ou non du piège de 2009 à 2014 et en 2015 (Source LOGRAMI)	285
Figure 248 : Localisation d'ensemble de l'incubateur à saumons de Riorges (42) sur le Renaison et des 3 stations de pêche à l'électricité échantillonnées en 2015.....	286
Figure 249 : Localisation précise de l'incubateur à saumons de Riorges (42) sur le Renaison et des 3 stations de pêche à l'électricité échantillonnées en 2015.....	287
Figure 250 : Indices d'abondance tacons et truitelles des stations échantillonnées sur le Renaison le 01/06/2015 selon leur succession amont/aval et correspondance avec leur classe d'abondance.	288
Figure 251 : Indices d'abondance tacons et truitelles des stations échantillonnées sur le Renaison le 09/10/2015 selon leur succession amont/aval et correspondance avec leur classe d'abondance.	288
Figure 252 : Répartition par classe de taille des tacons 0+ capturés sur la station « Aval barrage Beaulieu » sur le Renaison le 09/10/2015.....	290
Figure 253 : Répartition par classe de taille des tacons 0+ capturés sur la station « Aval patinoire » sur le Renaison le 09/10/2015	290
Figure 254 : Longueur totale des tacons 0+ capturés sur le Renaison et la Sioule au printemps 2015	291
Figure 255 : Longueur totale des tacons 0+ capturés sur le Renaison et l'Allier en octobre 2015.	292
Figure 256 : Taux d'implantation des juvéniles de saumon sur les stations alevinées de la Gartempe en 2015.....	294
Figure 257 : Boxplot des taux d'implantation moyens des juvéniles de saumon 0+ (basés sur les surfaces de radiers-rapides dans un rayon de 500 m autour du pont déversé/pêché) sur les stations de références alevinées du bassin de la Gartempe de 1999 à 2015 (Source : LOGRAMI – ONEMA).....	295
Figure 258 : Boxplot des tailles des tacons 0+ pêchés sur les stations alevinées du bassin de la Gartempe les 25,26 et 27 août et le 01 octobre 2015.....	296
Figure 259 : Boxplot des facteurs de condition des tacons 0+ pêchés sur les stations alevinées du bassin de la Gartempe en 2015 les 25,26 et 27 août et le 01 octobre 2015.....	296
Figure 260 : Relation taille-poids des tacons 0+ pêchés sur les stations déversées de la Gartempe en 2015.....	297
Figure 261 : Densité d'alevins déversés (EPL-CNSS, 2015) par surface d'équivalents Radier-Rapide et par surface d'habitats favorables non pondérée (MALAVOI, 1999) sur les stations échantillonnées du bassin de l'Allier en 2015.....	298
Figure 262 : Densité d'alevins déversée, densité de tacons 0+ à l'automne et taux d'implantation résultant pour chaque station alevinée du bassin de l'Allier échantillonnée en 2015.	299
Figure 263 : Taux d'implantation moyen sur le bassin de l'Allier depuis 2009	299
Figure 264 : Prise de masse journalière moyenne des tacons 0+ entre le déversement et l'échantillonnage automnal sur les stations alevinées du bassin de l'Allier en fonction de l'indice d'abondance des tacons en automne.....	300
Figure 265 : Différence des profils de saumons au vidéo-comptage en fonction de la présence ou non de nageoire adipeuse.....	301
Figure 266 : Origines des saumons comptabilisés sur le bassin de la Loire en 2015.....	302
Figure 267 : Evolution des déversements de smolts marqués sur la Gartempe depuis 2009 (Données : EPL / CNSS).....	303
Figure 268 : Localisation des déversements de smolts (de 2009 à 2015) et des microcentrales en activité (en 2015) sur la Gartempe (Données : EPL / CNSS et LOGRAMI)	303
Figure 269 : Indice hydrologique de 2009 à 2015 durant la période de dévalaison des smolts à Montmorillon sur la Gartempe (Données hydro : SPC VCA- Centre de Poitiers/Hydro – MEDD/DE)....	304
Figure 270 : Origines des saumons par classe d'âge comptabilisés en 2015 à Descartes	304

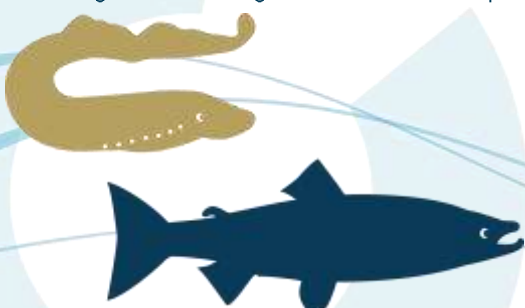
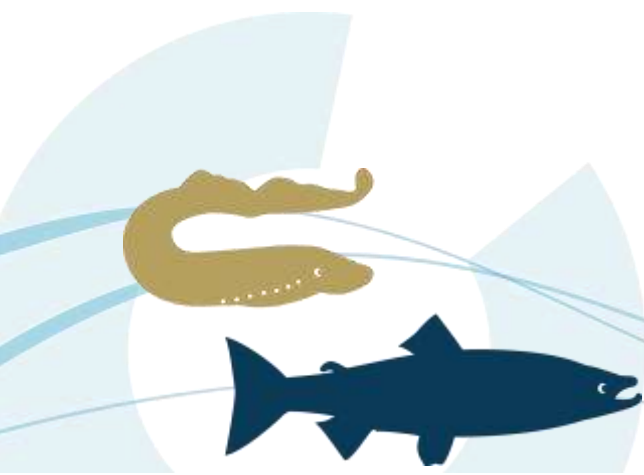


Figure 271 : Retours de saumons à Descartes suivant leurs années de dévalaison.....	305
Figure 272 : Evolution des déversements de smolts marqués sur le bassin de l'Allier depuis 2003 (Données : EPL/CNSS).....	306
Figure 273 : Evolution de la composition de la population de saumons atlantiques à la station de comptage de Vichy depuis 2006.....	307
Figure 274 : Origines des saumons par classe d'âge comptabilisés en 2015 à Vichy	307
Figure 275 : Indice hydrologique de 2003 à 2012 durant la période de dévalaison des smolts à Prades sur l'Allier (Données hydro : SPC VCA- Centre de Poitiers/Hydro – MEDD/DE).....	309
Figure 276 : Bilan des déversements d'alevins et de smolts sur le bassin de l'Arroux depuis 1998 (Données : EPL / CNSS).....	310
Figure 277 : Comparaison des taux de retours de smolts entre sous-bassins pour les dévalaisons de 2009 à 2012.....	311
Figure 278 : Décomposition des retours en sous-cohortes par année de reproduction et identification des génotypes (Sources : Modifié d'après DREAL de Bassin).....	313
Figure 279 : Dynamique migratoire moyenne à Vichy sur la période 1997 – 2014.....	314
Figure 280: Histogramme des captures de saumons (LOGRAMI et CNSS) et débit de l'Allier.....	315
Figure 281 : Effectifs de saumons piégés et migrant sur la période de migration (début mars à fin juin) observée à Vichy en 2015.....	316
Figure 282 : Comparaison du rythme migratoire et des captures de saumons atlantiques à Vichy en 2015	317
Figure 283 : Comparaison de la répartition des classes de tailles des saumons migrants observés à Vichy en 2015 avec les individus piégés.....	318
Figure 284 : Comparaison de la répartition des classes de tailles des saumons sans adipeuse (AD) observés à Vichy en 2015 avec les individus piégés.....	319
Figure 285 : Etat sanitaire des saumons capturés	320
Figure 286 : Photographies des saumons capturés	321
Figure 287 : Décomposition des retours en sous-cohortes pour la reproduction 2008 et identification des génotypes (Sources : Modifié d'après DREAL de Bassin).....	322
Figure 288 : Décomposition des retours en sous-cohortes pour les reproductions de 2008 à 2011 et identification des génotypes par année de retour (Sources : Modifié d'après DREAL de Bassin).....	324
Figure 289 : Evolution de la part de saumons issus des déversements au stade alevins par semaine de piégeage à la station de Vichy en 2014	325
Figure 290 : Comparaison des rythmes de migration à la station de comptage de Vichy entre les saumons issus des déversements au stade alevins et ceux d'origine naturelle en 2014	326
Figure 291 : Comparaison des rythmes de migration à la station de comptage de Vichy entre les saumons issus des déversements au stade alevin et ceux issus de la reproduction naturelle en 2014.	327
Figure 292 : Comparaison des rythmes de migration à la station de comptage de Descartes entre les saumons issus des déversements au stade smolt (sans adipeuse) et ceux d'une origine différente (avec adipeuse) en 2015	328
Figure 293 : Comparaison des rythmes de migration à la station de comptage de Vichy entre les saumons issus des déversements au stade smolt (sans adipeuse) et ceux d'une origine différente (avec adipeuse) en 2015.	329
Figure 294 : Comparaison des rythmes de migration à la station de comptage de Vichy entre les saumons issus des déversements au stade smolt (sans adipeuse) et ceux d'une origine différente (avec adipeuse) pour la période 2005-2015 (2 ans de mer) / 2006-2015 (3 ans de mer).....	330
Figure 295 : Comparaison des rythmes de migration à la station de comptage de Vichy entre la migration 2015 et les données historiques (2005-2014) pour les saumons de 2 ans de mer avec et sans adipeuse	331



Figure 296 : Comparaison des rythmes de migration à la station de comptage de Vichy entre la migration 2015 et les données historiques (2005-2014) pour les saumons de 3 ans de mer avec et sans adipeuse	331
Figure 297 : Cartographie des réseaux de stations de comptages portés par les Associations Migrateurs (Sources : Logrami d'après Associations Migrateurs)	334
Figure 298 : Proportions des publics concernés par les informations diffusées dans le cadre du programme de recherche appliquées (Sources Logrami)	335
Figure 299 : Nombre de restitution en termes de journée complète par mois et par agent de LOGRAMI concernés par les informations diffusées dans le cadre du programme de recherche appliquées (Sources Logrami).....	336
Figure 300 : Copie d'écran de la page station du site de LOGRAMI (Source : LOGRAMI, 2015)	339
Figure 301 : Statistiques du nombre de visites du site de LOGRAMI de 2009 à 2015 (Source : LOGRAMI, 2015).....	340
Figure 302 : Statistiques du pourcentage de visites par région du site de LOGRAMI en 2015 (Source : LOGRAMI, 2015).....	340
Figure 303 : Pourcentage de visites par rubriques du site de LOGRAMI en 2015 (Source : LOGRAMI, 2015)	341
Figure 304 : Nombre de téléchargements par rubrique du site de LOGRAMI en 2015 (Source : LOGRAMI, 2015).....	341
Figure 305 : Visuel de la plaquette Actions phares 2014	342
Figure 306 : Aperçu panoramique des 14 visuels de l'exposition « Grands Migrateurs de Loire »	344
Figure 307 : Nombre de jours d'emprunt et d'exposition au public des deux jeux d'exposition « Grands Migrateurs de Loire » en 2015	345
Figure 308 : Durée d'exposition au public et nombre d'emprunts de « Grands Migrateurs de Loire » de 2010 à 2015 (deux jeux d'exposition à partir de 2013).....	345
Figure 309 : Localisation des lieux et départements de l'exposition « Grands Migrateurs de Loire » de 2010 à 2015	347
Figure 310 : Répartition des durées d'exposition « Grands Migrateurs de Loire » en 2015, en nombre d'emprunts (à gauche) et en nombre de jours d'exposition au public (à droite).....	348
Figure 311 : Evolution du nombre d'emprunts de l'exposition « Grands Migrateurs de Loire » par classe de durée de 2010 à 2015.	348
Figure 312 : Types de manifestations pour lesquelles l'exposition « Grands Migrateurs de Loire » a été empruntée en 2015, en nombre de manifestations (à gauche) et en nombre de jours d'exposition au public (à droite)	349
Figure 313 : Exposition « Grands Migrateurs de Loire » à la Direction Départementale des Territoires de la Vienne en juin 2015 (Source : DDT 86)	350
Figure 314 : Posters présentant deux migrateurs potamotoques, le Saumon atlantique et la Lamproie fluviatile présents dans le bassin de la Loire.....	352
Figure 315 : Posters présentant deux migrateurs thalassotoques, l'Anguille européenne et le Flet commun présents dans le bassin de la Loire	352
Figure 316 : Poster présentant une station de comptage (Sources LOGRAMI)	354



LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Caractéristiques des sites étudiés en 2015 pour le potentiel de reproduction de l'aloise et de la lamproie marine sur la Mayenne, la Sarthe et le loir en Maine-et-Loire (source : RAUTUREAU, 2015)	25
Tableau 2 : Zones retenues pour la réalisation du levé bathymétrique et leurs caractéristiques (source : RAUTUREAU, 2015)	26
Tableau 3 : Différents scenarii d'aménagement d'ouvrages simulés sur les zones étudiées par bathymétrie sur le Loir (source : RAUTUREAU, 2015)	27
Tableau 4 : Récapitulatif du nombre de frayères potentielles de lamproie marine sur le bassin de la Vienne et la Loire moyenne (Source : LOGRAMI)	31
Tableau 5 : Bilan des prospections de terrain sur les Couzes	38
Tableau 6 : Liste des ouvrages hydrauliques sur le linéaire étudié	44
Tableau 7 : Comparaison des gabarits des 3 Couzes étudiées	47
Tableau 8 : Comparaison des gabarits des tronçons de la Couze d'Ardes	49
Tableau 9 : Comparaison des gabarits des tronçons de la Couze Pavin	52
Tableau 10 : Comparaison des gabarits des tronçons de la Couze Chambon	55
Tableau 11 : Enregistrement des températures à l'aide d'une sonde thermique sur les différents sites (Source LOGRAMI)	65
Tableau 12 : Résultats du taux de survie des œufs de saumons au stade éclosion sur chaque frayère en fonction du mode remplissage des capsules (Source : LOGRAMI)	69
Tableau 13 : Résultats des tests de Mann Whitney sur la comparaison des taux de survie des œufs en fonction du mode de remplissage des capsules pour les différentes frayères (Source : LOGRAMI)	70
Tableau 14 : Résultats globaux du taux de survie des œufs de saumons au stade éclosion sur chaque frayère (Source : LOGRAMI)	71
Tableau 15 : Comparaison des taux de survie des œufs de saumons au stade éclosion entre les différentes campagnes d'étude sur le bassin de la Sioule (Source : LOGRAMI)	72
Tableau 16 : Taux de survie moyens à l'éclosion obtenus lors des différentes études menées sur le bassin de la Loire depuis 2009	73
Tableau 17 : Synthèse des ouvrages potentiellement polluants en amont de la frayère « La Jonchère » (Sioule) (Sources : Corine Land Cover et Dreal Auvergne)	79
Tableau 18 : Tableau de synthèse des résultats : qualification du colmatage de la frayère expérimentale selon la classification de DATRY et DONON, 2011	79
Tableau 19 : Fonctionnement du réseau d'enregistreurs thermiques en 2015 (sources LOGRAMI)	102
Tableau 20 : Ecart (°C) entre les valeurs moyennes mensuelles 2015 et les valeurs moyennes mensuelles 2012-2014 par mois sur les stations de mesures du réseau. (Sources LOGRAMI)	103
Tableau 21 : Récapitulatif du déroulement des prospections de comptage de frayères de saumon sur l'ensemble du bassin de l'Allier en 2015 (Source : LOGRAMI)	128
Tableau 22 : Nombre d'heures où la température de la Sioule a dépassé 25°C sur la période juin-août depuis 2012	142
Tableau 23 : Impacts des temps de retard printaniers sur la mortalité estivale et estimation des mortalités en absence d'obstacles en 2009 (Sources LOGRAMI)	145
Tableau 24 : Récapitulatif de la période de fonctionnement des passes à poissons du bassin de la Loire en 2015 (Sources : LOGRAMI)	154
Tableau 25 : Récapitulatif de la période de fonctionnement des stations de comptage du bassin de la Loire en 2015 (Sources : LOGRAMI)	156



Tableau 26 : Comparaison inter annuelle du suivi de la reproduction des aloses sur la frayère de Châtelleraut.....	175
Tableau 27 : Bilan du nombre de bulls observés sur les différents secteurs suivis et géniteurs aux stations de comptage.....	180
Tableau 28 : Estimation du nombre de géniteurs observés sur la frayère d'Avril sur Loire depuis 2012	180
Tableau 29: Résultats du test post hoc de comparaison des températures moyennes des stations étudiées (Sources LOGRAMI)	185
Tableau 30 : Résultats du test post hoc de comparaison des températures moyennes des stations étudiées (Sources LOGRAMI)	186
Tableau 31 : Matrice de corrélation (R^2) des températures des mois de juin à août des différentes stations du bassin de la Loire (Sources LOGRAMI).....	189
Tableau 32 : Matrice de corrélation (R^2) des températures des mois de juin à août des différentes stations du bassin de la Loire (Sources LOGRAMI).....	189
Tableau 33 : Résultats (p-values) du test post hoc de comparaison multiple des moyennes estivales des années 2012 à 2015 pour la station de Puy Guillaume (Sources LOGRAMI)	190
Tableau 34 : Résultats (p-values) du test post hoc de comparaison multiple des moyennes estivales des années 2012 à 2015 pour la station de Châteauneuf les bains (Sources LOGRAMI)	191
Tableau 35 : Résultats (p-values) du test post hoc de comparaison multiple des moyennes estivales des années 1999 à 2015 pour la station de Vichy (Sources LOGRAMI)	192
Tableau 36 : Résultats (p-values) du test post hoc de comparaison multiple des moyennes estivales des années 1999 à 2015 pour la station de Vichy (Sources LOGRAMI)	192
Tableau 37 : Débits journaliers (20 et 21 mai 2015) et débits moyens du mois de mai sur la Gartempe et l'Ardour (Source : DREAL LIMOUSIN/HYDRO-MEDD/DE).....	199
Tableau 38 : Nombre de juvéniles de saumon atlantique capturés lors des pêches d'échantillonnage de printemps sur le bassin de la Gartempe en mai 2015 (Source : LOGRAMI)	199
Tableau 39 : Secteurs de l'Allier et nombre de stations imparties en 2015.....	204
Tableau 40 : Répartition des stations échantillonnées en 2015 sur le bassin de l'Allier selon leur situation	205
Tableau 41 : Indices d'abondance tacons 0+moyens et médians des cours d'eau échantillonnées en 2015 sur le bassin de l'Allier	206
Tableau 42 : Température de l'Alagnon à Lempdes sur Alagnon de juin à août sur la période 2011-2015	208
Tableau 43 : Résultats du test post hoc de comparaison multiple entre les tailles des tacons 0+ des différents cours d'eau échantillonnées sur le bassin de l'Allier en 2015 (P value ajustement method : bonferroni) (en rouge : différence statistiquement significative).....	218
Tableau 44 : Résultats du test post hoc de comparaison multiple entre les tailles des tacons 0+ des différents secteurs de l'allier échantillonnés en 2015 (P value ajustement method : bonferroni) (en rouge : différence statistiquement significative).....	219
Tableau 45 : Croissances constatées sur les secteurs de l'Allier S2 et S3 depuis 2013.....	220
Tableau 46 : Calcul de l'équation moyenne de séparation entre les individus mâles et femelles	237
Tableau 47 : Taux d'erreur de l'abaque en fonction de l'âge de mer des saumons	237
Tableau 48 : Sex-ratio de la population de saumons à Vichy en 2014	238
Tableau 49 : Composition de la population de saumon à Vichy en fonction du sexe des individus en 2014	238
Tableau 50 : Prélèvements par pêche en eaux continentales (Sources: 1 : La pêche du saumon en France en 2011 et 2012 ONEMA ; 2 : PLAGEPOMI des Cours d'eau bretons 2013-2017 ; 3 : PLAGEPOMI Bassin Loire, Sèvre niortaise et côtiers vendéens 2014-2019 ; 4 : Surveillance halieutique de l'estuaire de la Gironde Suivi des captures 2012 M. Girardin et G. Castelnau 2013 ; 5 : PLAGEPOMI Adour et cours d'eau côtiers 2008-2012) in M.Mao, 2015.....	275
Tableau 51 : Caractéristiques morphologiques des tacons capturés sur le Renaison en 2015	289

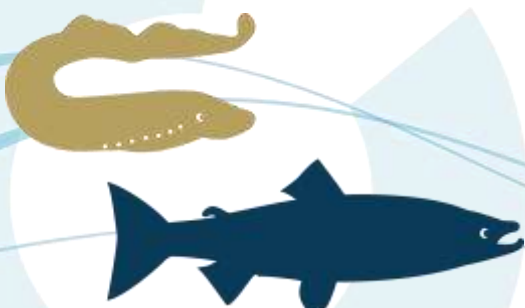


Tableau 52 : Résultats du test post hoc de comparaison multiple entre les tailles des tacons 0+ des différents secteurs de l'Allier et du Renaison échantillonnés en 2015 (P value ajustement method : bonferroni) (en rouge : différence statistiquement significative).....	291
Tableau 53 : Poids moyens par lots des alevins 0+ déversés sur la Gartempe en 2015 (Source : CNSS).....	295
Tableau 54 : Taux de retour des smolts déversés sur le bassin Creuse - Gartempe de 2009 à 2012 (Sources : LOGRAMI).....	305
Tableau 55 : Taux de retour des smolts déversés sur le bassin de l'Allier en 2012 (Sources : LOGRAMI et CNSS).....	308
Tableau 56 : Taux de retour des smolts déversés sur le bassin de l'Allier de 2003 à 2012	308
Tableau 57 : Taux de retour des smolts déversés sur le bassin de l'Arroux en 2012 (Sources : LOGRAMI et CNSS).....	310
Tableau 58 : Taux de retour des smolts déversés sur le bassin de l'Arroux de 2009 à 2012.....	311
Tableau 59 : Comparatif de l'effort d'échantillonnage entre les campagnes 2014 et 2015 (Sources : LOGRAMI)	314
Tableau 60 : Effectifs de saumons capturés en fonction des semaines et de sa représentativité (Source : LOGRAMI)	317
Tableau 61 : Comparaison des effectifs des classes de tailles des saumons migrants observés à Vichy en 2014 avec les individus piégés (Source LOGRAMI).....	317
Tableau 62 : Comparaison des effectifs par classes de tailles des saumons sans adipeuse (AD) observés à Vichy en 2015 avec les individus piégés (Source LOGRAMI)	319
Tableau 63 : Proportions d'individus issus de pisciculture (déversement stade alevin) comparativement aux individus assignés (Sources INRA).....	322



1. La caractérisation des habitats favorables

1.1. La détermination des potentialités d'habitats et de leur fonctionnalité actuelle

Les poissons grands migrants, de par leur cycle de vie, intègrent les différents éléments structurants de l'écosystème. Ils révèlent la qualité, tant physique que chimique, des habitats qu'ils exploitent mais également les conditions de leur accessibilité. Nous entendons par habitat, un ensemble d'éléments physico-chimiques et biologiques offrant les ressources suffisantes pour permettre à une population d'une espèce de vivre et de se reproduire normalement sur ce territoire. Les modifications anthropiques du paysage ont imposé à de nombreuses espèces de vivre dans des habitats dits « sous-optimaux » ou de substitution dans lesquels elles peuvent survivre un certain temps, et avec un taux de reproduction ou une durée de vie diminuée.

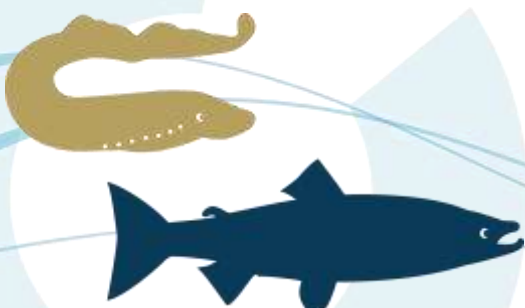
Ainsi, il est essentiel de définir l'habitat non pas en terme de présence de l'espèce mais en sa qualité intrinsèque. L'ensemble des descripteurs de l'environnement (climatique, morpho-dynamique, physico-chimique, biologique...) permet de définir **les capacités d'accueil réelles ou potentielles**. Il est indispensable de connaître l'état de la ressource pour savoir, d'une part si elle est appropriée aux conditions de l'environnement : niveau typologique, capacité biogénique et d'autre part si elle peut être améliorée en agissant à la fois sur son environnement et sa gestion.

La conservation des habitats est l'enjeu central de la conservation de la Nature. Ils doivent subsister en nombre et taille acceptables, avec une connectivité écologique suffisante et pertinente, dans le cas des mosaïques ou réseaux d'habitats. Leur intégrité écologique est également importante, alors qu'ils sont de plus en plus fragmentés.

C'est pourquoi déterminer d'une part **l'habitat potentiel total** (qui peut contenir également les habitats situés au-dessus des obstacles infranchissables) et d'autre part mesurer la fonctionnalité des habitats est fondamental pour mieux comprendre et donc mieux gérer les populations de poissons grands migrants.

De plus, la détermination des **habitats potentiels actuels** (en dessous des obstacles infranchissables) permet de connaître les surfaces aujourd'hui disponibles pour l'espèce. Couplée avec la mesure de la fonctionnalité des habitats, elle permet de déterminer la capacité d'accueil du milieu pour une espèce donnée et donc le nombre maximum attendus d'individus que peut accueillir le milieu aujourd'hui. En comparant cette capacité d'accueil avec les suivis spécifiques sur les poissons (front de colonisation, suivi de reproduction) nous obtenons un indicateur pertinent de l'état de la population cible.

Historiquement présents en grand nombre dans le bassin de la Loire, les populations de poissons grands migrants sont aujourd'hui dans une situation nettement moins favorable, autant au niveau de leurs abondances que de l'étendue de leurs aires de répartition. Néanmoins, les efforts dans le domaine de la libre circulation se poursuivent et il est primordial de **connaître les surfaces potentiellement intéressantes pour ces espèces en amont de leur aire actuelle de répartition ou d'ouvrage aujourd'hui bloquant ou retardant leur migration**. Afin de définir le statut des axes et les mesures



opérationnelles pour maximiser les gains biologiques, il est nécessaire d'évaluer les capacités productives des axes.

Les actions réalisées consistent donc en une **quantification et qualification des habitats potentiels actuels** selon les critères particuliers du domaine de vie des migrateurs spécifiques à chaque espèce et au stade de vie considéré.

1.2. Action 1 : Quantification des habitats potentiels

1.2.1. Habitats potentiels pour la reproduction de l'aloise et de la lamproie marine sur le bassin de la Maine

En 2015, une étude des potentialités de la Mayenne, de la Sarthe et du Loir dans le Maine-et-Loire pour l'aloise et la lamproie marine a été réalisée par la Fédération du Maine-et-Loire pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique. L'étude a été menée dans le cadre d'un stage de Master 2 spécialité IMACOF (Ecole polytechnique de l'Université François Rabelais de Tours) encadré par la Fédération avec le soutien technique de LOGRAMI¹. Les analyses et résultats ci-après sont extraits ou résumés de cette étude.

Avec une superficie de 22 314 km², le bassin de la Maine est le premier grand bassin versant rencontré par les poissons migrateurs en montaison sur la Loire. La Maine, d'une longueur de 11 km, en est l'exutoire recevant au nord d'Angers les eaux de la Mayenne et de la Sarthe (dont le Loir est le principal affluent). Après avoir traversé Angers, la Maine se jette en rive droite de la Loire sur la commune de Bouchemaine, soit à environ 140 km de l'embouchure à Saint-Nazaire.

Historiquement fréquentés par les poissons migrateurs (MILLET, 1828 ; AIME DE SOLAND et al, 1869), les cours d'eau du bassin de la Maine ont été fortement aménagés par des écluses pour permettre la navigation. Ce cloisonnement rend aujourd'hui difficile voire impossible l'accès aux habitats de reproduction historiques. Il a aussi un impact important en termes d'homogénéisation des habitats, de réchauffement des eaux, de perte de biodiversité...

1.2.1.1 Recherche d'habitats potentiels en écoulement libre

La recherche d'habitats potentiels de reproduction pour l'aloise et la lamproie marine a été basée sur la connaissance de terrain acquise auparavant. Ainsi, 7 sites ont été préalablement retenus pour la

¹ Rautureau C., 2015. Etude des potentialités du bassin de la Maine pour les poissons migrateurs. Rapport de stage Master 2 IMACOF. – Fédération de Maine-et-Loire pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique. 56 p.



détermination d'habitats favorables : 6 boires et un bras de décharge lié à une ancienne minoterie (Figure 1).

Leurs caractéristiques ont été relevées par prospection à pieds en période de basses eaux (23 et 24 juillet 2015). Ont été consignées la profondeur, la vitesse de courant à mi-hauteur et les granulométries dominante et accessoire. Ces deux dernières caractéristiques permettant de discriminer les habitats favorables des habitats non favorables à la reproduction des espèces cibles.

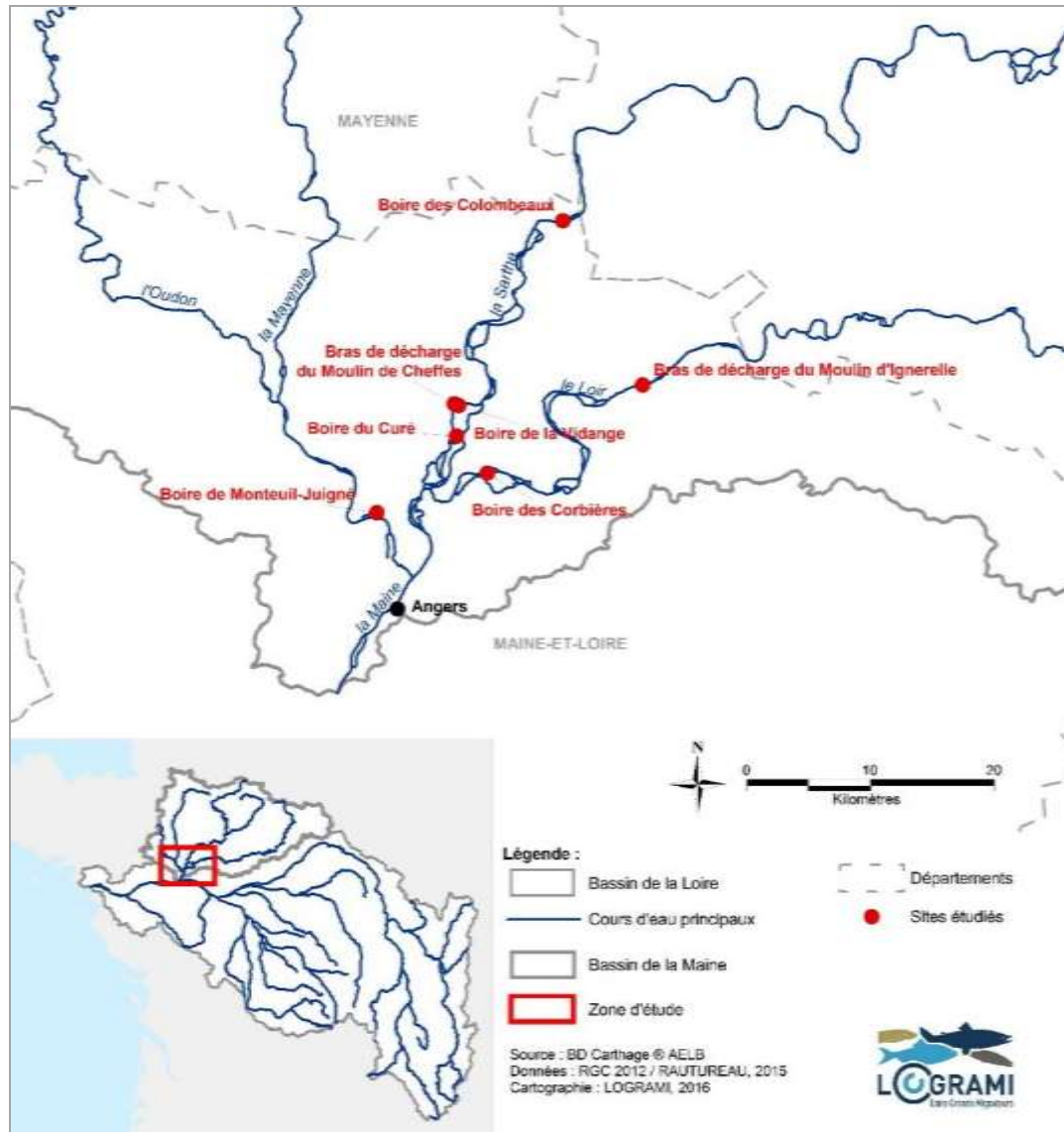
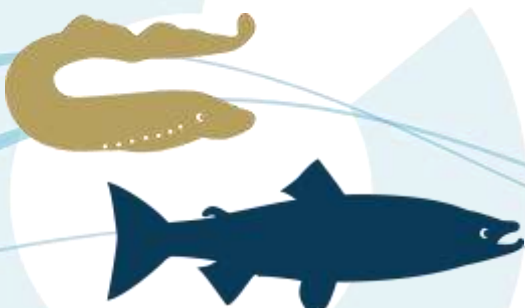


Figure 1 : Sites étudiés pour leur potentialités vis-à-vis de la reproduction de l'aloise et de la lamproie marine sur le bassin de la Maine dans le Maine-et-Loire (Source : Rautureau, 2015)

- Les faciès lotiques (radier, plat courant) ont été identifiés selon la classification de MALAVOI et SOUCHON, (2001).
- Les profils de vitesses sont mesurés à l'aide d'un courantomètre de type (FLO-MATE 2000) suivant le protocole Carhyce (ONEMA). En accord avec la bibliographie utilisée, seules les vitesses à mi-hauteur seront retenues et moyennées pour la détermination des habitats favorables.



- Les granulométries principales et secondaires sont identifiées selon la classification élaborée par WENTWORTH (1922), modifiée par MALAVOI et SOUCHON (2001). Pour faciliter la détermination sur le terrain, cette grille a été simplifiée par classe (RAUTUREAU, 2015).

Enfin, la largeur et la longueur de chaque habitat ont été mesurées afin de déterminer leur superficie (Tableau 1). Les données récoltées ont ensuite été reprises et cartographiées sous logiciel SIG (MapInfo).

Tableau 1 : Caractéristiques des sites étudiés en 2015 pour le potentiel de reproduction de l'alse et de la lamproie marine sur la Mayenne, la Sarthe et le loir en Maine-et-Loire (source : RAUTUREAU, 2015)

Cours d'eau	Site	Débit (m ³ /s) ²	Profondeur moyenne (m)	Vitesse d'écoulement à mi-profondeur (m/s)	Granulométrie	Superficie (m ²)
Mayenne	Boire de Montreuil-Juigné	5	0,12	0,058	Argile et roche mère (100%)	/
Sarthe	Boire des Colombeaux	15	0,24	0,198	Sables (50%) Limons (40%) Pierres (10%)	/
	Boire du Curé	15	0,18	0,197	Limons (95%) Graviers (4%) Cailloux (1%)	/
	Boire de la Vidange	15	0,52	0,551	Cailloux (60%) Graviers (30%) Pierres (10%)	9346
	Bras de décharge du moulin de Cheffes	15	0,54	0,263	Graviers (40%) Cailloux (40%) Pierres (10%) Sables (10%)	595
Loir	Boire des Corbières	6,83	0,40	0,923	Pierres (70%) Blocs (30%)	32
	Bras de décharge du moulin d'Ignerelle	6,83	0,43	0,346	Cailloux (80%) Pierres (10%) Graviers (10%)	1024

Résultats pour l'alse

Concernant l'alse, sur les 7 sites prospectés, « seule la boire de la Vidange d'une superficie de 9346 m², possède les caractéristiques typiques de frayères à aloses. Les vitesses d'écoulement constatées s'étendent de 0,06 à 0,95 m/s. Il faudra, toutefois, majorer ces vitesses car la prospection de terrain n'a pas pu se faire durant la période de reproduction de l'alse (avril-juin) là où les débits sont plus importants. Sur cette frayère, la granulométrie rencontrée constituée de graviers, cailloux et

² Débit relevé au niveau des stations hydrométriques de Chambellay [49], Beffes [72] et Durtal [49] implantées respectivement sur la Mayenne, la Sarthe et le Loir



pierres correspond aux exigences de l'espèce. Nous retrouvons également une rupture de pente marquée par un plat courant suivi d'un radier » (RAUTUREAU, 2015).

Deux autres sites, les bras de décharge du moulin de Cheffes et du moulin d'Ignerelle, présentent une granulométrie grossière non colmatée favorable à la reproduction et surtout à l'incubation des œufs d'aloses. Cependant, une largeur réduite (12 m) et l'absence de radier aval créant une séquence plat courant-radier typique des frayères aloses n'ont pas permis de retenir ces sites comme favorables.

Résultats pour la lamproie marine

Parmi les 7 sites étudiés, 3 sont retenus comme potentiellement favorables à la reproduction de la lamproie marine formant une superficie totale de 3846 m² : ce sont la boire de la Vidange et le bras de décharge du moulin de Cheffes sur la Sarthe ainsi que le bras de décharge du moulin d'Ignerelle sur le Loir.

Parmi les 4 sites restants, « 3 ne correspondent pas aux faciès d'écoulement recherchés. Sur la boire de Montreuil-Juigné, la boire des Colombeaux et la boire du Curé, l'absence d'une granulométrie grossière ainsi qu'une vitesse de courant assez faible ont été généralement constatées » (RAUTUREAU, 2015).

Le dernier, la boire des Corbières (Loir), est constitué de deux radiers présentant des caractéristiques intéressantes. Ils ont cependant une très faible superficie (32 m²) et une granulométrie peu mobile. Ce site n'a donc pas été retenu comme favorable.

1.2.1.2 Habitats potentiels envoyés pour l'alse et la lamproie marine : approche par levé bathymétrique sur le Loir

Protocole d'étude des habitats envoyés

Une étude sur la restauration de la continuité écologique sur le Loir a été engagée par le Département du Maine-et-Loire. L'objectif de restauration pouvant se traduire par l'arasement ou l'effacement de certains ouvrages, l'abaissement de la ligne d'eau sur certains biefs pourrait permettre la mise à jour d'habitats lotiques favorables à la reproduction de l'alse et de la lamproie marine.

Afin d'estimer la récupération possible d'habitats, une étude bathymétrique a été réalisée sur plusieurs biefs du Loir. Une identification des zones les plus intéressantes a été préalablement faite à partir de relevés topographiques par transects issus d'une étude menée par l'Etablissement Public Loire en 2006 (EPL, 2006). Quatre secteurs du Loir cumulant un linéaire total de bief de 13 900 m ont été étudiés grâce à une étude bathymétrique détaillée du fond du Loir (Tableau 2).

Tableau 2 : Zones retenues pour la réalisation du levé bathymétrique et leurs caractéristiques (source : RAUTUREAU, 2015)

	Transect	limites amont -> aval	Linéaire (m)	Surface (m ²)
Zone 1	N°3	Villevêque - > Pont	4 500	169 538
Zone 2	N°8	Prigné -> Vaux	4 900	255 256
Zone 3	N°11	Moulin Neuf - > Prigné	3 400	156 610
Zone 4	N°13	Chaufour - > Ignerelle	1 100	62 985



Les relevés bathymétriques ont été réalisés sur les zones identifiées à l'aide d'un sondeur mono faisceau (200 kHz à une cadence de 6Hz, précision à 0,2 % de la profondeur pour la hauteur d'eau, GPS à une fréquence de 10 Hz et précision < 60 cm). Deux types de profils ont été effectués :

- « Une succession de profils transversaux distants de 15 à 20 m et perpendiculaires à l'écoulement,
- Une série de 3 profils longitudinaux. 2 en bordure des rives et la 3ème au centre du lit.» (RAUTUREAU, 2015) (Figure 2).

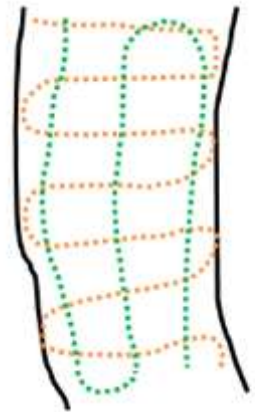


Figure 2 : Représentation d'un levé bathymétrique type réalisé sur le Loir (source : RAUTUREAU, 2015)

La création d'un Modèle Numérique de Terrain (MNT) selon un modèle régulier triangulé (TIN) a permis le traitement des données de terrain. Ensuite, plusieurs scénarii ont été envisagés en diminuant la cote de la ligne d'eau (simulation d'arasement complet d'un ou plusieurs ouvrages aval) pour juger du potentiel d'habitats lotiques récupérables par rapport à la situation actuelle (Tableau 3). Les valeurs utilisées pour la réalisation des différents scénarii correspondent aux chutes d'eau théoriques en étiages provenant de la base de données ROE.

Tableau 3 : Différents scénarii d'aménagement d'ouvrages simulés sur les zones étudiées par bathymétrie sur le Loir (source : RAUTUREAU, 2015)

Bief	Scénarii	Arasement de :	Diminution de la ligne d'eau (m)
Villevêque-Pont	Sc	Pont	-1,80
Prigné-Vaux	Sc	Vaux	-0,6
Moulin Neuf-Prigné	Sc 1	Prigné	-0,88
	Sc 2	Prigné et Vaux	-1,48
Chaufour-Ignerelle	Sc 1	Ignerelle	-1,3
	Sc 2	Ignerelle et Moulin Neuf	-1,8
	Sc 3	Ignerelle, Moulin Neuf et Prigné	-2,68

Résultats

Le travail effectué confirme qu'actuellement aucune zone lotique n'est effectivement présente sur la zone d'étude.



Il est à noter que la précision du sondeur utilisé en termes de positionnement en x, y est < 60 cm. Ce paramètre crée une imprécision sur l'analyse qui en découle. Pour autant, les relevés effectués montrent une récupération d'habitats lotiques possible non négligeable dans le contexte du Loir.

Selon les biefs et les scénarii étudiés (arasement ou effacement d'un à trois ouvrages par zone) (Tableau 3), la récupération de faciès lotiques s'élève de 321 m² jusqu'à 100 000 m² sur le bief de Villevêque-Pont (Figure 3).

Récupération d'habitats lotiques à l'échelle du bief

Villevêque-Pont (169 538 m²)

côte ligne d'eau	Sc 1 : H-1,8m	
écoulement libre (ml)	4 500	
Surface	m²	%
RAD (<0,6)	18023	11
0,6 à 1,65 m	82667	48

Prigné -Vaux (255 258 m²)

côte ligne d'eau	Sc : H-0,6m	
écoulement libre (ml)	4 900	
Surface	m²	%
RAD (<0,6)	0	0
0,6 à 1,65 m	321	0.1

Moulin neuf-Prigné (156 610 m²)

côte ligne d'eau	Sc 1 : H-0,88m		Sc 2 : H-1,48m	
écoulement libre (ml)	3 400		8 300	
Surface	m²	%	m²	%
RAD (<0,6)	0	0	1412	1
0,6 à 1,65 m	2365	2	12105	8

Récupération d'habitats lotiques à l'échelle multi-biefs

Moulin neuf-Montreuil-sur-Loir

côte ligne d'eau	Sc 2 : H-1,48m	
distance du bief (ml)	10 100	
écoulement libre (ml)	8 300	
Surface RAD (<0,6 m)	1412	
Surface 0,6 à 1,65 m	12426	

Chaufour-Ignerelle (62 985 m²)

côte ligne d'eau	Sc 1 : H-1,3m		Sc 2 : H-1,8m		Sc 3 : H-2,68m	
écoulement libre (ml)	1 100		2 300		5 700	
Surface	m²	%	m²	%	m²	%
RAD (<0,6)	1419	2	1905	3	2638	4
0,6 à 1,65 m	2307	4	2936	5	29368	47

Chaufour-Vaux

côte ligne d'eau	Sc 1 : H-2,68m	
distance du bief (ml)	10 600	
écoulement libre (ml)	5 700	
Surface RAD (<0,6 m)	2638	
Surface 0,6 à 1,65 m	31733	

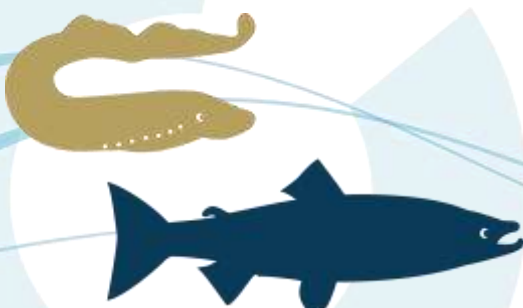
Figure 3 : Superficies et pourcentages d'habitats lotiques récupérés en fonction des scénarii étudiés (source : RAUTUREAU, 2015)

« Le bief de Villevêque-Pont, situé à l'aval du bassin, correspond au secteur où la récupération de faciès lotiques est la plus importante. En effet, la suppression d'un ouvrage permet l'abaissement de la ligne d'eau de 1,80 m. Ainsi, 18 023 m² de radier potentiel, représentant 11% de la surface du bief, pourraient être récupérés. Si l'on ajoute les secteurs situés entre 0,6 et 1,65 mètre de profondeur, le pourcentage d'habitats favorables s'élève à 60% soit 100 690 m² » (RAUTUREAU, 2015).

Ensuite, sur la zone la plus amont, seul le scénario prévoyant l'arasement complet des barrages d'Ignerelle, de Moulin neuf et de Prigné, permettrait de retrouver une surface potentielle d'habitats lotiques importante (34 371 m² sur un linéaire de 5,7 km).

1.2.1.3 Bilan

Cette étude a permis d'éclairer le contexte poissons migrateurs sur le bassin de la Maine au travers de la quantification d'habitats actuellement disponibles sur la partie aval du bassin située en Maine-et-Loire. Elle permet aussi une approche de la connaissance d'habitats lotiques ennoyés sous les lignes d'eau, habitats potentiels pour la reproduction des aloses et lamproie marine.



Les habitats potentiels actuels sont peu nombreux dans la partie aval du bassin de la Maine, l'artificialisation des cours d'eau ayant considérablement modifié les faciès d'écoulement. Sur la zone étudiée restreinte à la partie du bassin située dans le Maine-et-Loire, 3 sites sont clairement identifiés comme favorables à la reproduction de l'alose et/ou de la lamproie marine répartis sur la Sarthe et le Loir.

Concernant les habitats potentiels actuellement inaccessibles pour les poissons migrateurs, l'étude par approche bathymétrique sur le Loir a permis d'identifier des habitats potentiels favorables sous les niveaux d'eau induits par les ouvrages. Sans préjuger des options d'aménagement qui pourraient être retenues, elle révèle jusqu'à 100 000 m² d'habitats favorables récupérables par la suppression d'un seul ouvrage. D'autres options comme des abaissements partiels de la ligne d'eau ont été étudiées.



1.2.2. Habitats potentiels pour l'aloise et la lamproie marine : bilan à l'échelle du bassin Loire

L'inventaire réalisé sur les habitats potentiels du bassin Maine en Maine-et-Loire vient compléter les estimations de capacité d'accueil sur l'ensemble du bassin Loire. A termes, la capacité d'accueil du bassin pourra être dressée sur l'ensemble des axes et permettra de situer les enjeux mais également les territoires concernés peu valorisés jusqu'alors.

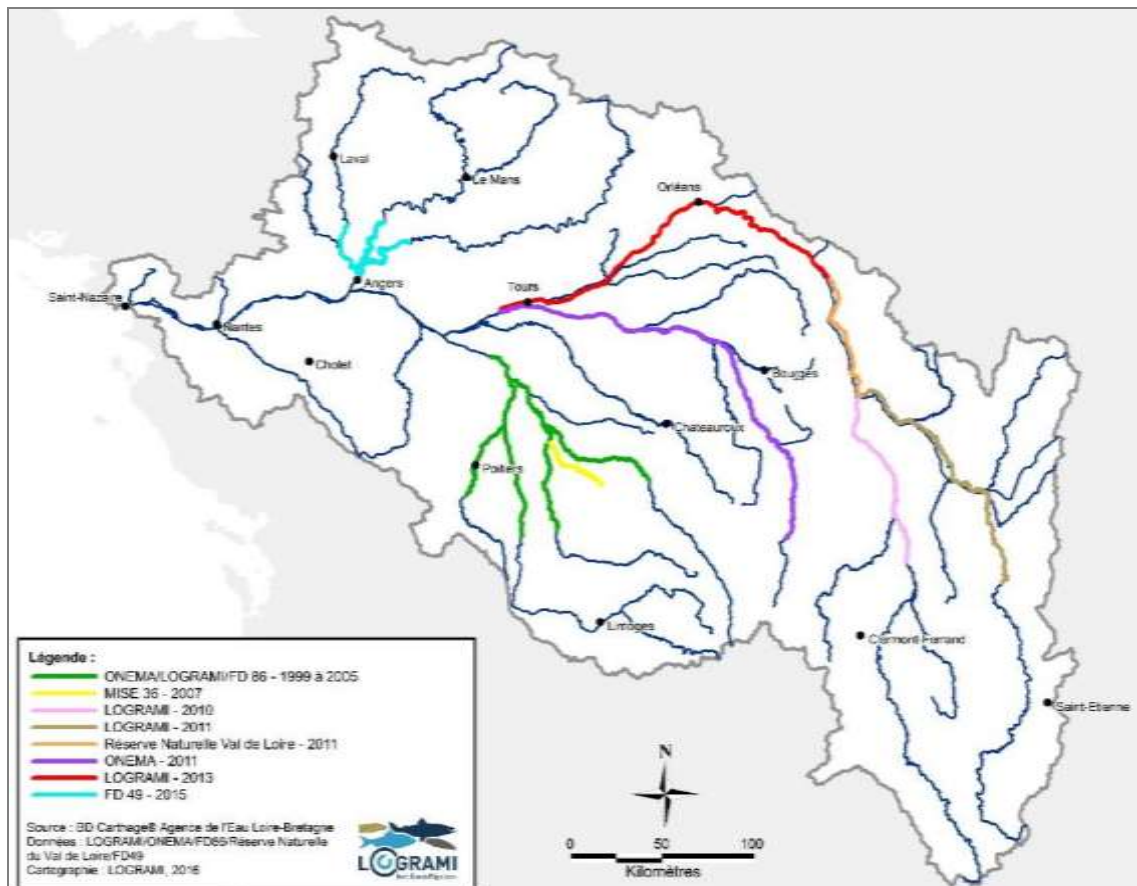
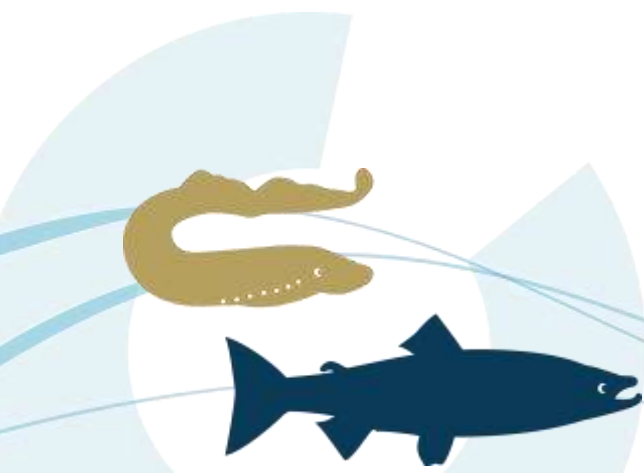


Figure 4 : Zones d'études des potentialités pour les aloses des cours d'eau du bassin de la Loire réalisées (Sources : LOGRAMI).

1.2.2.1 Capacité d'accueil des aloses et lamproies

Au regard de la capacité d'accueil du bassin Loire, les zones prospectées représentent un nombre restreint de sites.



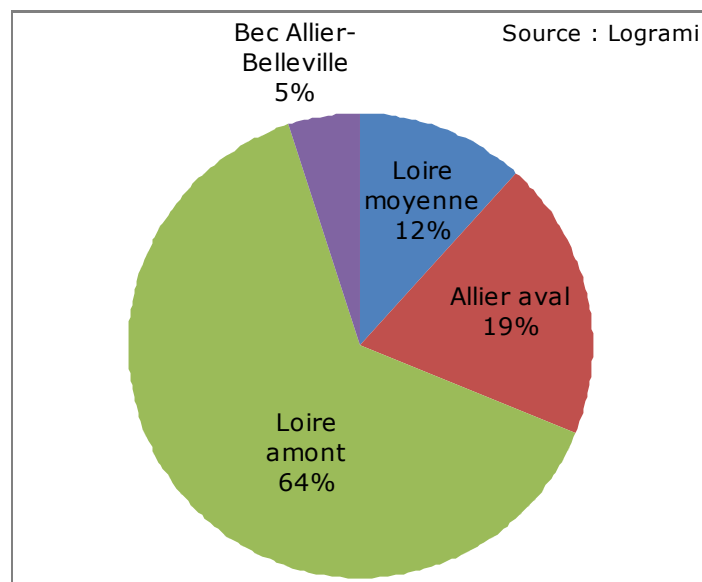


Figure 5 : Répartition des frayères potentielles d'aloses sur le bassin de la Loire (Source : LOGRAMI)

Tableau 4 : Récapitulatif du nombre de frayères potentielles de lamproie marine sur le bassin de la Vienne et la Loire moyenne (Source : LOGRAMI)

	Nb de frayères potentielles repérées sur le terrain	km parcourus	Densité de site de frayères
Loire moyenne	27	235	1 site tous les 8,7 km
Vienne	80	146	1 site tous les 1,8 km
Creuse	115	124	1 site tous les 1,1 km
Clain	29	60	1 site tous les 2,1 km
Gartempe	107	116	1 site tous les 1,1 km

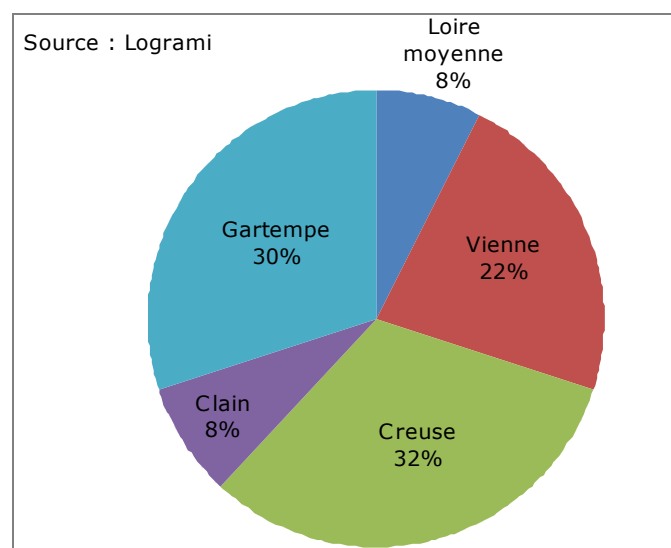


Figure 6 : Répartition des frayères potentielles de lamproie marine sur le bassin de la Vienne et la Loire moyenne (Source : LOGRAMI)

1.2.3. Habitats potentiels pour le saumon atlantique

L'action consiste à poursuivre la détermination des habitats potentiels actuels pour le saumon atlantique (juvéniles, reproduction) dans les cours d'eau non encore prospectés par LOGRAMI ou un autre organisme. En 2015, les zones de prospection (Couze Pavin, Couze Chambon et Couze d'Ardes) ont été étudiées par la méthode des faciès d'écoulement. Cette description permet ensuite de convertir les surfaces en équivalent-radier-rapide (ERR) et de connaître la surface disponible et la sectorisation des zones de production pour la croissance des juvéniles. La description des habitats permet aussi de faire ressortir facilement les zones favorables à la reproduction en analysant les résultats au regard des critères nécessaires à cette phase (SIG).

1.2.3.1 Les affluents concernés

Couze Pavin

D'une longueur totale de 46,7 kilomètres, la Couze Pavin traverse 12 communes sur le département du Puy de Dôme. Son bassin versant mesure 216 km². La Couze Pavin prend sa source sur les pentes du puy de la Perdrix vers 1580 mètres d'altitude et conflue en rive gauche de l'Allier en aval d'Issoire à 370 mètres d'altitude (Figure 7).

Couze Chambon

D'une longueur totale de 39,7 kilomètres, la Couze Chambon traverse 10 communes sur le département du Puy-de-Dôme. Son bassin versant mesure 159 km². La Couze Chambon prend sa source sur les pentes du puy de Cacadoigne vers 1580 mètres d'altitude et se jette en rive gauche de l'allier au niveau de Coudes à 347 mètres d'altitude (Figure 7).

Couze d'Ardes

D'une longueur totale de 39,5 kilomètres, la Couze d'Ardes traverse 13 communes sur le département du Puy-de-Dôme. Son bassin versant mesure 117 km². La Couze d'Ardes prend sa source près du Mont Chamaroux dans le massif du Cézaillier et conflue dans l'Allier au niveau de Breuil sur Couze (Figure 7).



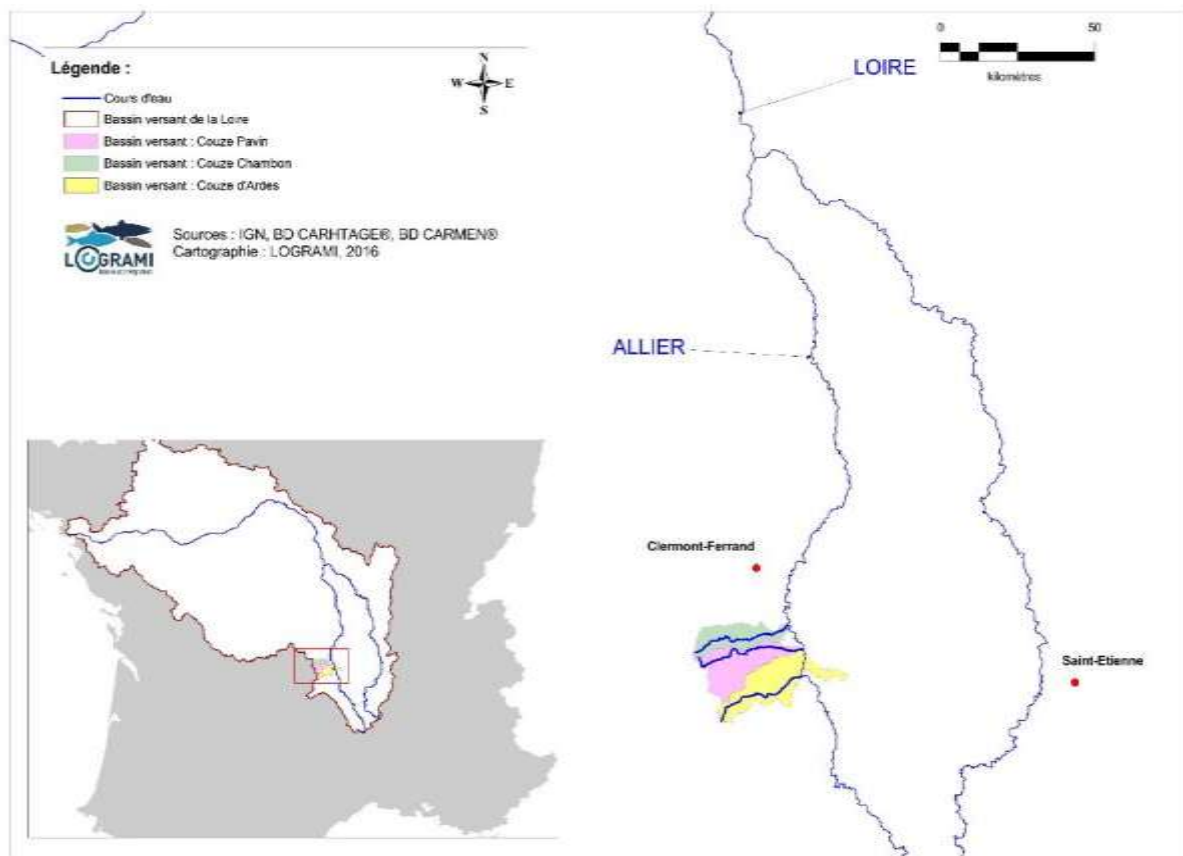


Figure 7 : Zones d'étude des potentialités pour les saumons atlantiques sur les Couzes (Sources : LOGRAMI).

1.2.3.2 Caractéristiques mésologiques

Caractéristiques hydrologiques et géologiques

La distribution unimodale des débits de la Couze Pavin, de la Couze Chambon et de la Couze d'Ardes indique qu'elles ont un régime hydrologique pluvial (Figure 8). Les modules inter annuels des trois Couzes sont respectivement de 4,56, 2,56 et 1,37 m³/s.

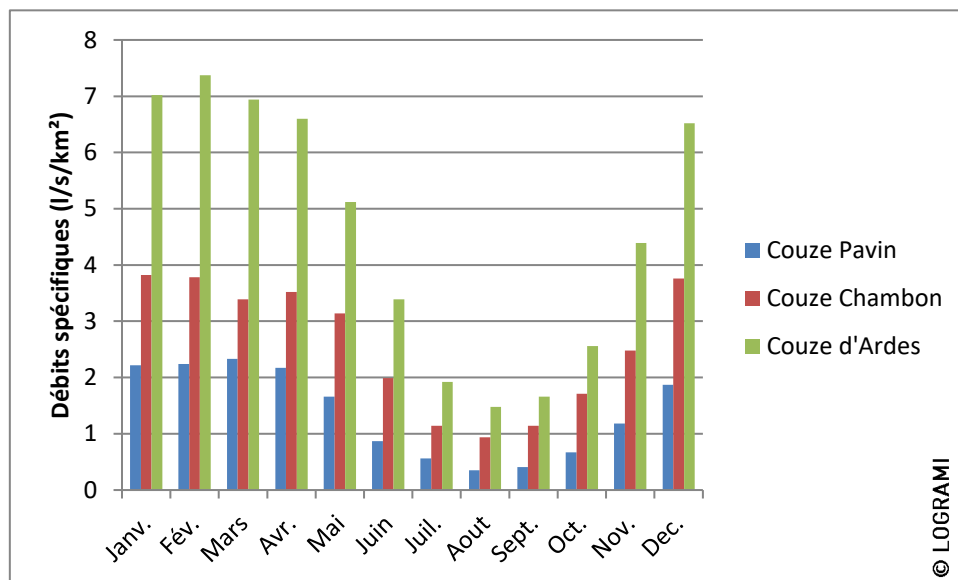


Figure 8 : Débits spécifiques de la Couze Pavin (Bleu), la Couze Chambon (rouge) et la Couze d'Ardes (vert) suivant les mois de l'année. (Données calculées respectivement sur les années 1946-2016, 1961-2016 et 1997-2016) (source : BanqueHydro)

La période de hautes eaux s'étend de novembre à mai et l'étiage estival concerne les mois de juin à octobre.

Ces trois rivières sont alimentées par de nombreux ruisseaux en tête de bassin. Elles s'écoulent en amont sur des terrains constitués de roches magmatiques anciennes parfois recouvertes de roches volcaniques récentes. Elles traversent ensuite des dépôts sédimentaires au niveau de leur confluence avec l'Allier.

Activités humaines et occupation du sol

Les bassins versants étudiés sont dominés par des forêts, des milieux semi naturels et des surfaces agricoles qui occupent plus de 90 % des surfaces totales des bassins (Sandre). Les quelques pourcentages restants sont utilisés par du tissu urbain. La culture céréalière, l'élevage et la foresterie sont les trois activités les plus pratiquées. Les principaux polluants potentiels des trois Couzes seraient donc des composés azotés et ammoniacaux issus des rejets agricoles et domestiques.

Qualité des eaux

Les eaux des trois Couzes sont globalement de bonne qualité (DREAL Auvergne). Les indices biologiques (IBGN, IBM et IBD) indiquent une bonne biodiversité et un faible niveau d'eutrophisation des eaux. Les analyses physico-chimiques confirment la bonne qualité de la Couze Pavin, la Couze Chambon et la Couze d'Ardes.

Peuplements pisciaires

La Couze Pavin, la Couze d'Ardes et la Couze Chambon sont trois rivières de première catégorie piscicole. Les eaux fraîches et bien oxygénées de ces rivières permettent à certaines espèces comme la Truite fario de prospérer. Les Indices Poissons Rivières (IPR) des trois Couzes présentent une variabilité non négligeable. Alors que certains secteurs ont une qualité de peuplement médiocre, d'autres en ont une excellente (FDAAPPMA 63). Dans l'ensemble et pour la majorité des points de mesure les communautés pisciaires indiquent des peuplements de bonne qualité.



1.2.3.3 Matériels et méthodes

La potentialité d'accueil des trois Couzes en saumon atlantique est évaluée au travers des zones potentielles de reproduction des géniteurs et de celles propices au développement des juvéniles.

Description de la zone de reproduction

Le saumon se reproduit préférentiellement dans la zone d'accélération du courant, à l'interface entre les plats (PLA) et les radiers (RAD et RAB) ou les rapides (RAP) selon la classification des faciès de MALAVOI et SOUCHON (2002). Ces faciès se retrouvent généralement sur les parties moyennes à hautes des rivières et des fleuves. Les géniteurs affectionnent des vitesses de courant allant jusqu'à 1,2 m.s⁻¹ mais l'optimum se situe entre 0,4 et 0,7 m.s⁻¹, pour une profondeur comprise entre 0,1 et 0,5 m. La granulométrie du substrat des frayères est grossière et mobilisable, composée principalement de pierres et de cailloux accompagnés de graviers et parfois de blocs (COUROT 1987 dans SOUCHON & VALENTIN 1991 ; KEITH et ALLARDI, 2001 ; BEALL, 1994 dans GUEGUEN & PROUZET, 1994).



Figure 9: Interface Plat/radier (© LOGRAMI)

Estimation du potentiel d'accueil de géniteurs

La méthode utilisée pour quantifier la surface des zones potentielles de reproduction du saumon atlantique consiste à additionner l'ensemble des surfaces des interfaces adaptées à la reproduction. Les interfaces dont la granulométrie principale est inférieure au caillou fin (CF) d'après l'échelle granulométrique de WENTWORTH (1922) modifiée dans MALAVOI (1989) sont écartées car elles ne sont pas propices à la reproduction. Les faciès à priori favorables mais composés de roche mère ou d'un substrat pavé sont également écartés de l'analyse. La détermination de ces caractéristiques se fait à l'œil (roche mère) et en testant les propriétés mécaniques du substrat (pavage). Chaque surface favorable est mesurée in situ et dans la mesure du possible en période de basses eaux. La surface totale minimale potentielle de reproduction est ensuite calculée.

$$S_{\text{mini repro saumon}} = \sum S_{\text{interfaces favorables}}$$



Description des zones de croissance et estimation du potentiel d'accueil en juvéniles saumons

Les juvéniles saumons privilégient les secteurs présentant des vitesses de courant rapide comprises entre 10 et 100 cm.s⁻¹, une hauteur d'eau faible entre 10 et 90 cm et un substrat grossier constitué principalement de graviers, galets et blocs (COURROT 1987 dans SOUCHON & VALENTIN 1991, (HEGGENES et SALTVEIT, 1990) ; (BARDONNET et BAGLINIERE, 2000) ; (HELAND et DUMAS, 1978 ; BAGLINIERE et CHAMPIGNEULLE, 1982). Ces types de substrat forment de nombreux micro habitats refuges (Mc CORMICK et al, 1998). Nous les retrouvons donc généralement sur des faciès de type radiers (RAD), radiers à blocs (RAB), rapides (RAP), chenaux lotiques (CLO) et plats courants (PLA) de la classification de MALAVOI et SOUCHON (2002). Il est admis que la production en juvéniles des plats courants est 5 fois inférieure à celle des radiers et des rapides (BAGLINIERE et CHAMPIGNEULLE, 1982).

La méthode Equivalent Radier Rapide (ERR) de PORCHER & PREVOST (1996) est utilisée pour quantifier la surface productive en juvéniles saumons (S ERR). Cette méthode initialement établie pour calculer les Totaux Autorisés de Captures (TAC) de saumons dans les rivières bretonnes a déjà été utilisée sur le bassin de la Loire (MINSTER et BOMASSI, 1999 ; MESNIER et al, 2012 ; BAISEZ et al, 2013).

$$S\ ERR = S\ crois\ saumon = \sum S\ RAD + \sum S\ CLO + \sum S\ RAP + (1/5 * \sum S\ PLA)$$

Les faciès dont la granulométrie dominante est inférieure aux cailloux fins (CF) ou principalement composée de roche mère présentant une surface homogène (R) d'après l'échelle de WENTWORTH (1922) modifiée dans MALAVOI (1989), ne sont pas pris en compte dans le calcul. En effet, ils n'ont aucun intérêt quant à la croissance des juvéniles de saumons.

Estimation du nombre de smolts dévalants et du nombre de géniteurs sur frayères

Les taux de production de smolts (ou densités), sur le bassin de la Loire, sont compris entre 3,5 et 15 smolts pour 100 m² de surface ERR. La valeur intermédiaire retenue sur le bassin étant 7,5 individus pour 100 m² de surface productive (CARMIE, 1997 – MINSTER & BOMASSI, 1999). Ainsi, trois calculs de production (nb smolts) sont réalisés à partir de la surface ERR précédemment calculée pour chaque taux de production (min, max et moyen). Seule la valeur intermédiaire est retenue pour la réalisation des graphiques et analyses afin d'être comparable avec les études menées sur le reste du bassin :

$$nb\ smolts = \text{taux de production} \times S\ ERR$$

Protocole de prospection terrain

L'ensemble des linéaires de la Couze Pavin, la Couze d'Ardes et de la Couze Chambon ont été parcourus à pieds depuis leur embouchure et jusqu'à ce que le potentiel d'accueil soit jugé négligeable en amont ou jusqu'au premier obstacle naturel infranchissable.

Les données ont été saisies in situ sur le logiciel CartoPocket® de l'ordinateur de poche Gétac® PS236 équipé d'une localisation GPS.

Pour chaque faciès, un point cartographique est édité au niveau de sa limite amont. Différentes données sont ensuite attribuées à ce point :

- les coordonnées X et Y du point de mesure en Lambert 93 ;
- le type de faciès identifié en aval du point selon la classification de Malavoi et Souchon (2002) ;
- les granulométries principales et secondaires de ce faciès selon la classification de Wentworth (1922) modifiées dans Malavoi (1989) ;



- la largeur du faciès mesurée in situ à l'aide d'un télémètre (Figure 10). Sa longueur a été calculée par l'intermédiaire du logiciel de cartographie. Ces deux paramètres permettent d'estimer la surface de chaque faciès (assimilé à un parallélogramme) ;
- les surfaces favorables à la reproduction des poissons grands migrateurs sont estimées in situ à l'œil.

La position géographique des barrages est également relevée sur l'ordinateur de poche. Les données saisies sur le logiciel CartoPocket® sont ensuite transférées sur MapInfo®, logiciel utilisé pour les analyses cartographiques postérieures.



Figure 10 : Mesure de faciès sur la Couze (© LOGRAMI)

Analyse de la répartition des faciès et de la granulométrie

Le logiciel Excel® est utilisé pour réaliser le profil en long de chaque rivière. Par la suite, un découpage du linéaire des rivières en tronçons de pentes homogènes a été effectué. En effet, la pente est un des principaux facteurs expliquant l'hydro-morphologie (Malavoi et Bravard, 2010). Chacun de ces secteurs a été caractérisé selon les faciès et la granulométrie dominante de manière à analyser la répartition des faciès et la taille des granulates suivant les linéaires des trois Couzes.

Cartographie et traitement de données

Les réseaux hydrographiques et les bassins versants des trois rivières ont été digitalisés, par l'intermédiaire des SCAN25 fournis par le Centre Régional Auvergnat de l'Information Géographique (CRAIG), sur le logiciel MapInfo® v.12.

La longueur des tronçons et la longueur des faciès sont calculées par le logiciel MapInfo®. Les analyses physiques (surfaces et comparaison des faciès...) et les analyses biologiques (surfaces ERR, Surfaces totales de reproduction, résultats du model de gestion) sont effectuées sur le logiciel Excel®.

Afin de mieux mettre en évidence l'effet des barrages sur la perte d'habitats disponibles pour les poissons migrateurs ou le gain provoqué par leur traitement, les surfaces potentielles ont été réparties par tronçon inter-ouvrages. Inversement, cette segmentation est utilisée pour mettre en évidence l'effet cumulé qu'aurait l'aménagement ou l'arasement d'une partie ou de l'ensemble des obstacles à la migration.



De plus, ce découpage permet de mettre en évidence la qualité de chaque tronçon en fonction des surfaces favorables qui s'y trouve et d'en apprécier la répartition longitudinale au regard de la présence des obstacles à l'écoulement.

1.2.3.4 Résultats

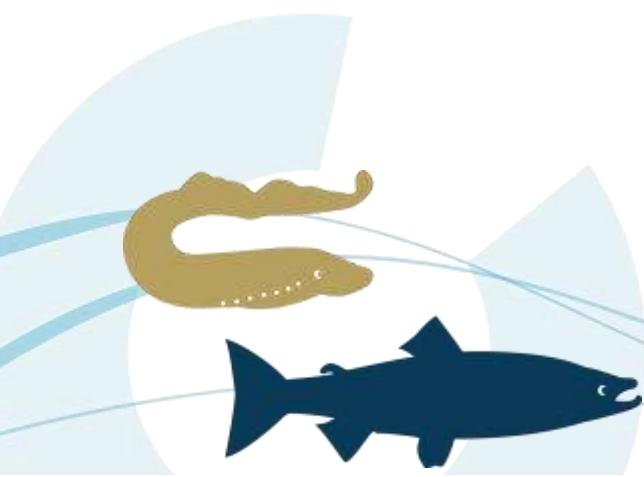
Bilan des prospections

Les prospections sur le terrain ont débutées le 22 juin 2015 et se sont terminées le 21 octobre 2015. Sur cette période, au total 9 journées ont été nécessaires pour prospecter les Couzes d'Ardes, Pavin et Chambon. Ce travail de terrain a été effectué à 90 % dans des conditions estivales favorables (étiage, faible turbidité, forte luminosité).

Plus de **40 km linéaire de cours d'eau ont été inventoriés** pour moyenne de 5,6 km/j sur la Couze d'Ardes, 3,2 km/j sur la Couze Chambon et 5,3 km/j sur la Couze Pavin (Tableau 5). Cette dernière représente plus de la moitié de la distance parcourue (environ 24 km linéaire).

Tableau 5 : Bilan des prospections de terrain sur les Couzes

Cours d'eau	Date	ml parcourus	kml parcourus	moy/j
Ardes	21/08/2015	4974,0	5,0	5,6
	21/10/2015	6136,8	6,1	
		11110,8	11,1	
Pavin	24/06/2015	2489,1	2,5	5,3
	25/06/2015	5365,8	5,4	
	29/06/2015	6014,5	6,0	
	01/07/2015	5170,9	5,2	
	08/07/2015	4859,2	4,9	
		23899,5	23,9	
Chambon	22/06/2015	1828,0	1,8	3,2
	23/06/2015	5790,0	5,8	
	24/06/2015	489,6	0,5	
		8107,6	8,1	



Profil des cours d'eau

Profil topographique

La Couze d'Ardes

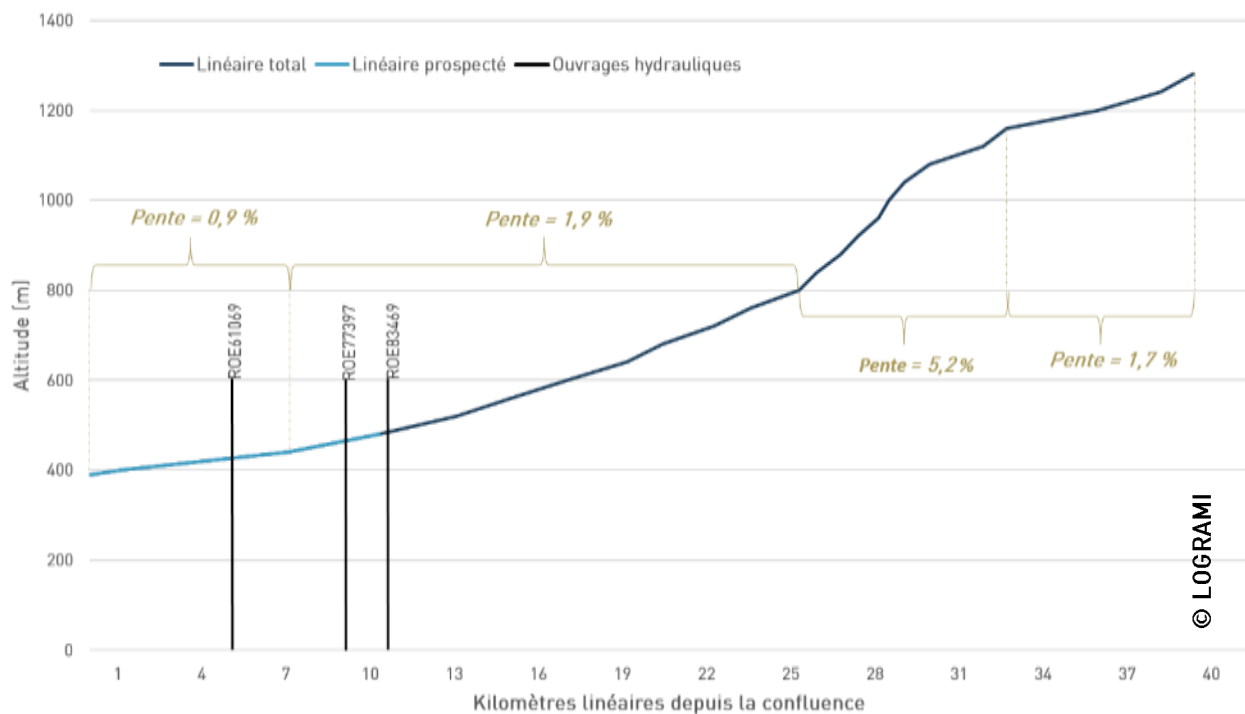


Figure 11 : Profil topographique et dénivelé naturel de la Couze d'Ardes

La Couze d'Ardes présente 4 profils topographiques distincts (Figure 11). La partie aval avec une pente faible (0,9%) (Figure 12), suivie d'une partie d'environ 20 km linéaires à pente plus forte (1,9%) marquant probablement, entre les ROE61069 et ROE77397, un changement notable d'habitat. La pente augmente fortement plus en amont (5,2%) sur une distance d'à peine 10 km linéaires puis diminue vers les sources (1,7%).



Figure 12 : La Couze d'Ardes dans sa partie aval (© LOGRAMI)

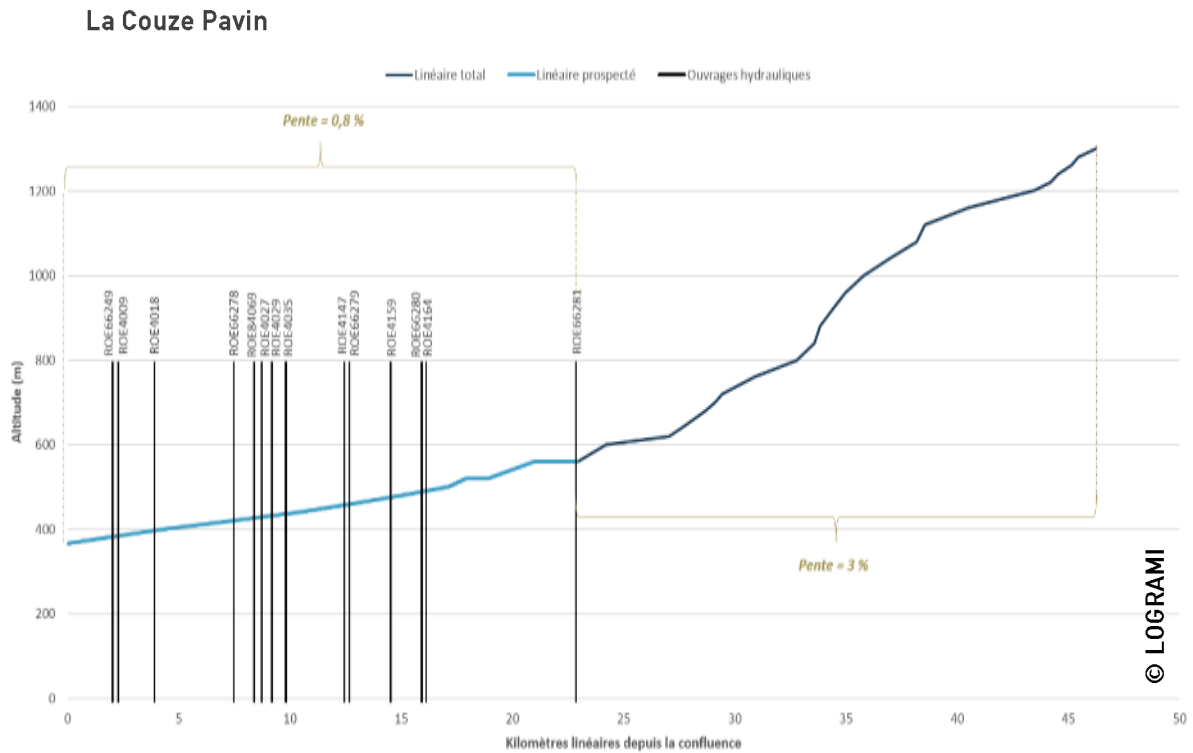


Figure 13 : Profil topographique et dénivelé naturel de la Couze Pavin

La Couze Pavin présente 2 principaux profils topographiques (Figure 13), une moitié aval avec une pente faible (0,8%) (Figure 14) et une moitié amont dont la pente est plus forte (3%). Le changement de pente intervient juste après le ROE66281, marquant également la fin des prospections de terrain. Ce changement de profil topographique qui entraîne une modification de l'habitat le rend incompatible à l'accueil du Saumon atlantique.



Figure 14 : La Couze Pavin (© LOGRAMI)

La Couze Chambon

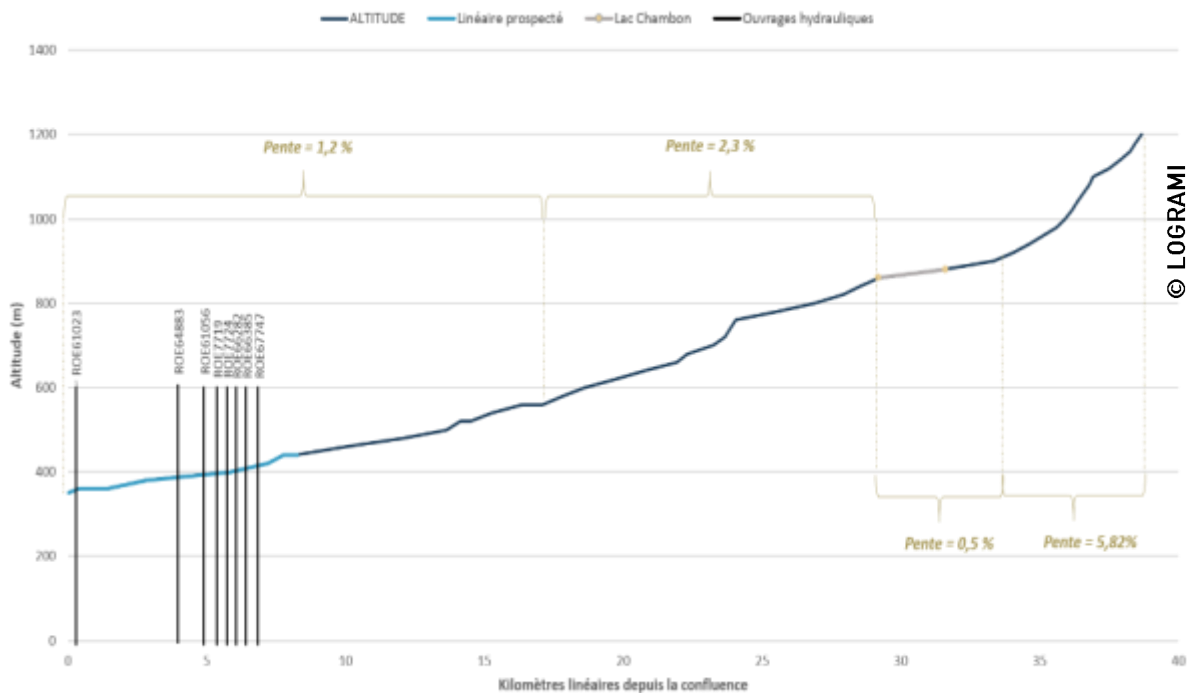


Figure 15 : Profil topographique et dénivelé naturel de la Couze Chambon

La Couze Chambon présente 4 profils topographiques distincts (Figure 15). La partie aval avec une pente faible (1,2%) représente presque la moitié du linéaire du cours d'eau. Elle est suivie d'une partie à pente plus forte (2,3%). La zone à proximité du Lac Chambon retrouve une pente faible (0,5%) puis cette pente augmente à nouveau jusqu'aux sources (5,8%). La fin des prospections ne semble pas s'expliquer par un changement d'habitat global lié à la pente mais à une augmentation localisée de la pente modifiant tout de même les faciès et les conditions de montaison des poissons (présence de chutes naturelles difficilement franchissables) (Figure 16).



Figure 16 : La Couze Chambon en amont de Neschers (zone amont - © LOGRAMI)

Impact des ouvrages hydrauliques

Taux d'étagement

Au total, 3 ouvrages hydrauliques (OH) ont été recensés sur le linéaire prospecté de la Couze d'Ardes à raison de 0,3 OH/km linéaire (Figure 17). 14 ouvrages hydrauliques ont été recensés sur le linéaire prospecté de la Couze Pavin pour 0,6 OH/km linéaire et 8 sur la Couze Chambon pour 1 OH/km linéaire.

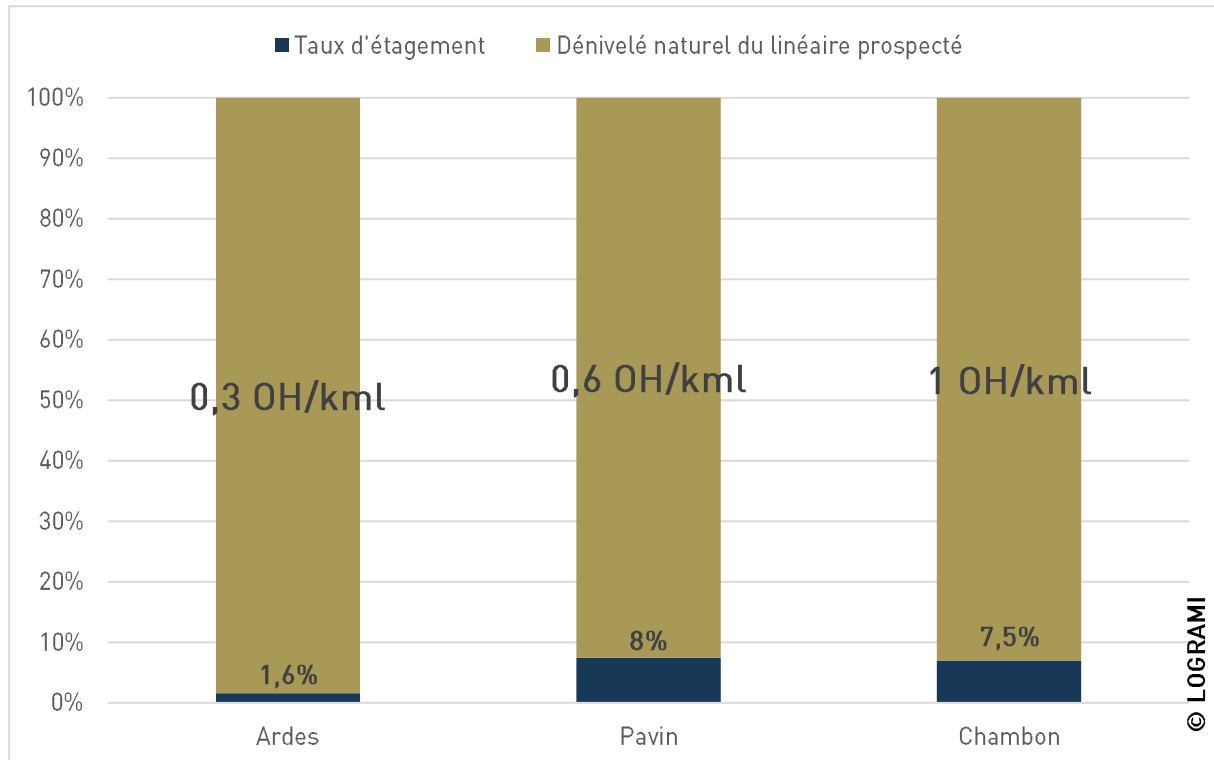
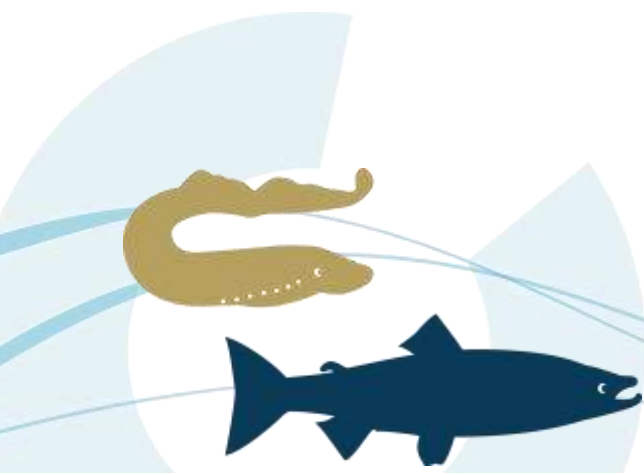


Figure 17 : Impact des ouvrages sur les Couzes

Bien que le nombre d'obstacles à l'écoulement soit non-négligeable, notamment pour la Couze Chambon, la plupart d'entre eux présente une faible hauteur de chute. Sur le linéaire prospecté de chacune des Couzes, cela se traduit par un taux d'étagement relativement faible.

D'après les résultats obtenus, la Couze Chambon et la Couze Pavin semblent les plus impactées par la présence d'obstacles à l'écoulement sur le linéaire étudié (Figure 18). Dans l'ensemble, les ouvrages affectent principalement la continuité écologique et donc l'accès des poissons aux zones amont. En effet, la perte d'habitat engendrée par la présence d'obstacles à l'écoulement est très faible. Les remous induits par les barrages ne représentent que 1% sur la Couze d'Ardes et sur la Couze Pavin et 3 % sur la Couze Chambon.



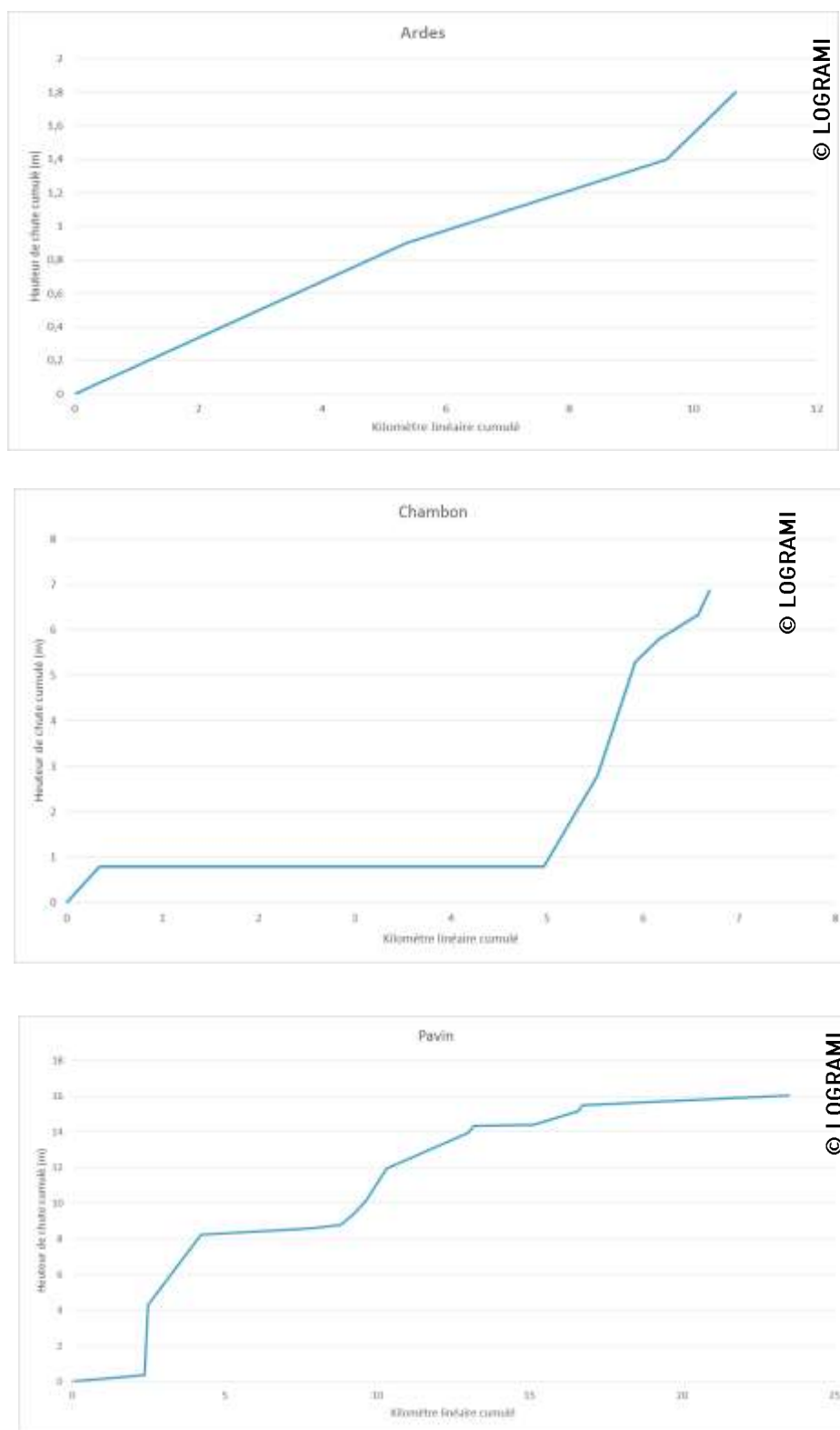


Figure 18 : Etagement des Couzes par rapport à la position de chaque obstacle à l'écoulement



Indice de Continuité Ecologique (ICE)

Tableau 6 : Liste des ouvrages hydrauliques sur le linéaire étudié

Ardes	ROE61069	ROE77397	ROE83469						
Pavin	ROE66249	ROE4009	ROE4018	ROE66278	ROE84069	ROE4027	ROE4029	ROE4035	
	ROE4147	ROE66279	ROE4159	ROE66280	ROE4161	ROE66281			
Chambon	ROE61023	ROE64883	ROE61056	ROE7719	ROE7724	ROE66282	ROE66385	ROE67747	

La plupart des ouvrages rencontrés sur le linéaire étudié des Couzes d'Ardes, Pavin et Chambon n'ont pas fait l'objet de relevés ICE de la part des structures compétentes (Tableau 6). En l'absence de ces informations, il est difficile de statuer sur leur degré de franchissabilité avec précision. Les ouvrages problématiques seront seulement traités « à dire d'expert ».

Ouvrages problématiques

Couze Pavin : ROE4009



Figure 19 : ROE4009 à Issoire sur la Couze Pavin (© LOGRAMI)

Le barrage de l'Hôpital à Issoire présente une hauteur de chute de 3 m 93 [source : <https://geobs.brgm.fr/>]. La hauteur de chute en elle-même est rédhibitoire pour le franchissement des poissons, de plus il n'y a pas de fosse d'appel en pied d'ouvrage (Figure 19). La lame d'eau sur le parement et le plan incliné ne permettent pas la nage des individus.

Il est tout de même à noter la présence d'une voie de franchissement alternative permettant théoriquement de contourner le seuil. Il s'agit d'un petit « bras de contournement » drainant un débit relativement faible passant par des buses puis des chutes en escalier et aboutit au pied de 3 vannes (Figure 20). Son utilisation par des géniteurs en montaison paraît, d'après les observations de terrain, assez difficile.

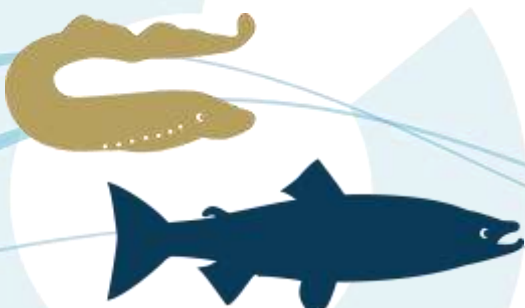




Figure 20 : Voie de passage alternative au franchissement du ROE4009 (© LOGRAMI)

Couze Chambon : ROE7719



Figure 21 : ROE7719 à Neschers sur la Couze Chambon (© LOGRAMI)

Le seuil ROE7719 est situé sur la commune de Neschers, 200 m en aval du pont de la D3. Il présente une hauteur de chute de 2 m [source : <https://geobs.brgm.fr/>] (Figure 21). Il n'est, en l'état, pas franchissable par les géniteurs en montaison. Une voie de passage alternative peut se présenter en rive droite. Il s'agit d'un ancien bras de décharge actuellement alimenté par une faille entre le seuil et le vannage de l'ancien canal d'amenée. D'après les observations réalisées sur le terrain, cette voie de passage apparaît très difficilement franchissable (Figure 22).





Figure 22 : Voie de passage alternative au franchissement du ROE7719 (© LOGRAMI)

Couze Chambon : ROE7724

Le seuil ROE7724 est situé sur la commune de Neschers, 175 m en amont du pont de la D3. Il présente une hauteur de chute de 2,5 m (source : <https://geobs.brgm.fr/>) (Figure 23). Il n'est, en l'état, pas franchissable par les géniteurs en montaison. Il est à noter la présence d'une voie d'écoulement préférentiel en rive droite du seuil mais elle ne présente pas de bonnes conditions de nage et de détection par les individus en migration. D'après les observations réalisées sur le terrain, cette voie de passage reste très difficilement franchissable.



Figure 23 : ROE7724 à Neschers sur la Couze Chambon (© LOGRAMI)

Potentiel et surfaces inventoriées

Equivalent Radier-Rapide (ERR)

A l'issue des prospections de terrain, c'est environ 84 000 m² de faciès qui ont été inventoriés sur la Couze d'Ardes, 250 000 m² sur la Couze Pavin et 80 000 m² sur la Couze Chambon. Ces surfaces représentent l'ensemble des faciès présents sur ces cours d'eau.



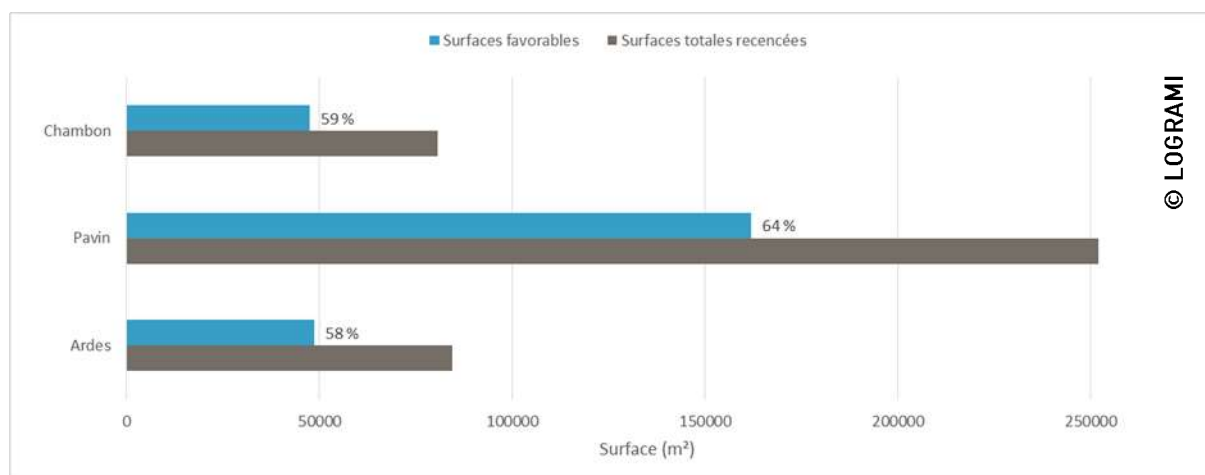


Figure 24 : Potentiel des surfaces inventoriées sur les Couzes

En prenant en compte l'intégralité du linéaire de cours d'eau prospecté, la surface potentielle maximale d'accueil pour le Saumon atlantique est **de 48 762 m² pour la Couze d'Ardes, 161 817 m² sur la Couze Pavin et 47 583 m² sur la Couze Chambon** (Figure 24).

La quantité de surfaces favorables de la Couze Pavin est beaucoup plus élevée que celle des 2 autres Couzes. Cela lui confère indéniablement un meilleur potentiel vis-à-vis du Saumon atlantique. Il faut cependant prendre en compte son gabarit plus important. Le linéaire de cours d'eau prospecté est plus long que sur les deux autres rivières et sa largeur moyenne est également plus grande (Tableau 7).

Représentant en moyenne 60,3% des surfaces inventoriées, la proportion des « Equivalent Radier Rapide » (surfaces favorables) est assez homogène sur les 3 Couzes. Ces proportions sont considérées comme importantes (Figure 24).

Tableau 7 : Comparaison des gabarits des 3 Couzes étudiées

	Longueur étudiée (km)	Largeur moyenne (m)
Ardes	11,1	7,2
Pavin	23,9	10,1
Chambon	8,1	9,3

Potentiel de production



Figure 25 : Smolt de Saumon atlantique (© LOGRAMI)

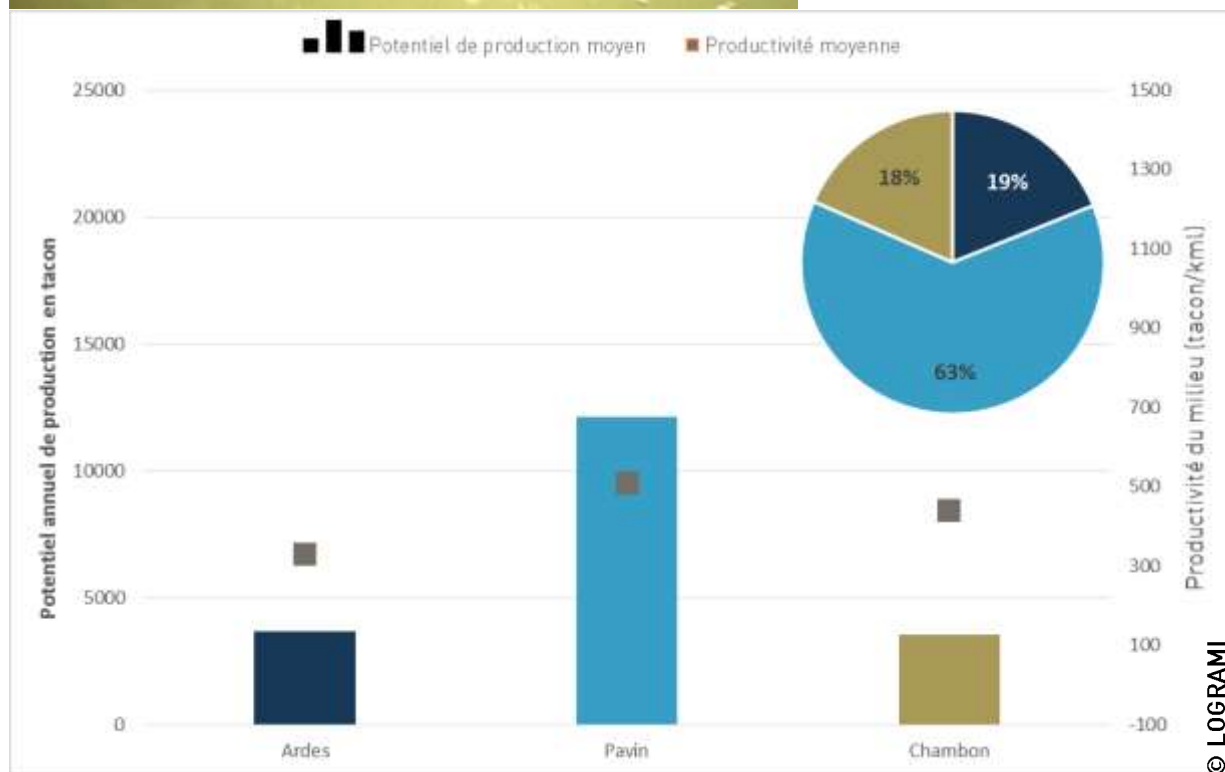


Figure 26 : Potentiel de production et productivité des Couzes

La Couze Pavin a une capacité de production beaucoup plus élevée que les autres (Figure 26). Cela est imputable en grande partie à son gabarit qui est plus grand. Cependant, sa productivité n'est pas très éloignée de celle des Couzes d'Ardes et Chambon. Ce cours d'eau possède néanmoins le meilleur potentiel. Globalement, les 3 Couzes étudiées présentent une qualité correcte vis-à-vis de la production de smolts de Saumon atlantique avec une productivité moyenne allant de **300 à 500 smolts/km linéaire**.

Il est à noter que le potentiel de production de la Couze Chambon est le plus faible mais sa productivité est la seconde plus importante, presque aussi élevée que celle de la Couze Pavin. Cela traduit une plus forte densité de faciès favorables sur son linéaire.

Répartition des faciès

Sur l'ensemble des 3 Couzes étudiées, les faciès les plus représentés sont les radiers (RAD) et les plats courants (PLA), ce qui est très favorable à la présence de Saumon atlantique (Figure 27).

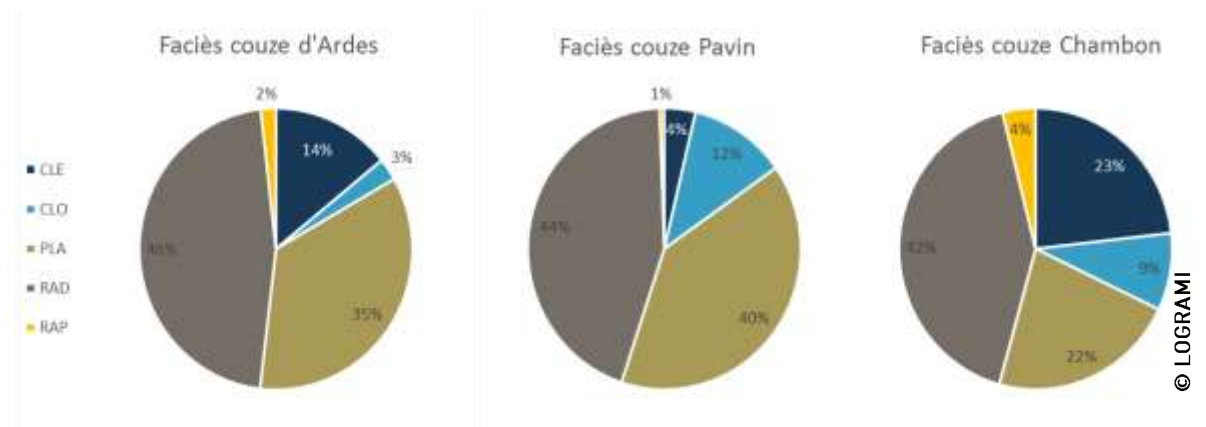


Figure 27 : Répartition des faciès d'écoulement

La présence de CLE (chenal lentique) est notable sur la Couze d'Ardes et la Couze Chambon. Cela semble être dû à des facteurs différents. En effet, la Couze Chambon présente la plus forte densité d'obstacles à l'écoulement et le plus fort taux d'étagement, la forte présence de faciès lentiens tend à attester de la fragmentation du milieu. Ce cours d'eau a le plus fort dénivelé naturel, cela peut expliquer les 4 % de rapides (RAP) observés localement. A l'inverse, la plus faible densité d'obstacles à l'écoulement et le plus faible taux d'étagement ont été observés sur la Couze d'Ardes mais ce cours d'eau présente naturellement une pente plus faible que la Couze Chambon, ce qui peut favoriser la présence de faciès lentiens.

Le linéaire de faciès lentiens induit par des ouvrages hydrauliques (remous) sont faibles. Il ne représente que 0,6 % des surfaces inventoriées sur la Couze d'Ardes, 0,7 % sur la Couze Pavin et 2,5 % sur la Couze Chambon.

Détail des résultats par tronçons

La Couze d'Ardes

Surfaces potentielles et potentiel de production

Tableau 8 : Comparaison des gabarits des tronçons de la Couze d'Ardes

	Longueur étudiée (km)	Largeur moyenne (m)
Tronçon 1	5,4	7,0
Tronçon 2	4,2	7,3
Tronçon 3	1,1	7,4
Tronçon 4	0,4	8,4

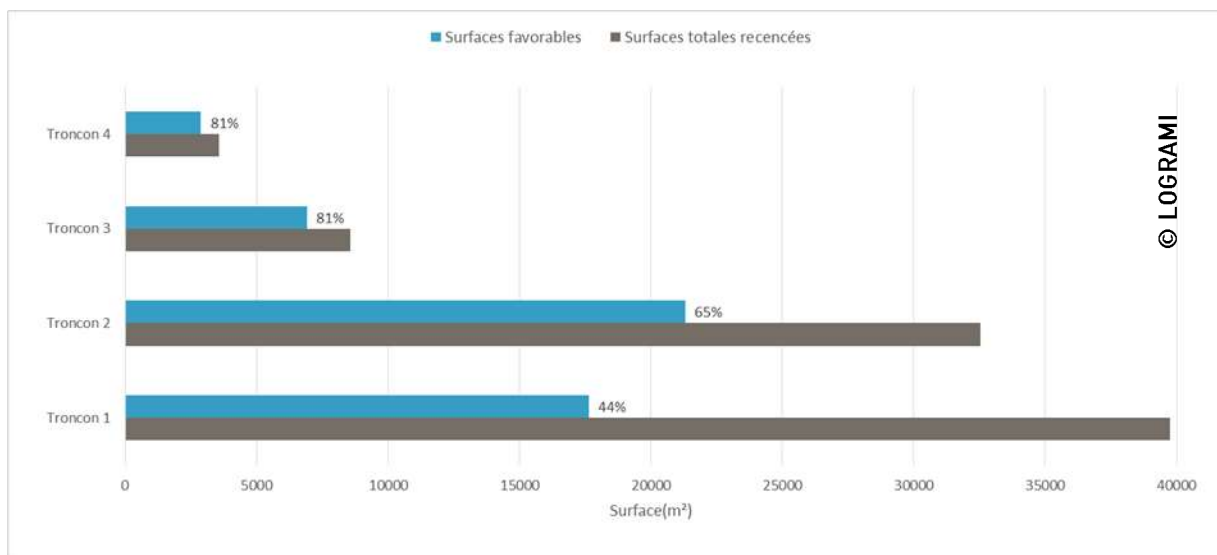


Figure 28 : Potentiel des surfaces inventoriées sur la Couze d'Ardes

La Couze d'Ardes comptabilise sur son linéaire prospecté un total de 84 451 m² de faciès dont 48 762 m² d'Equivalent-Radier-Rapide (58%). La quantité d'ERR est plus importante sur les tronçons 1 et 2 car ils représentent 85 % du linéaire prospecté (Figure 28, Figure 30 et Tableau 8). Cependant, la qualité de l'habitat semble moyenne, notamment sur le tronçon 1 qui présente seulement 44 % de faciès favorables.

Sur la partie amont de la zone prospectée, les tronçons 3 et 4, bien que plus courts avec respectivement 1,1 km et 0,4 km semblent présenter une meilleure qualité d'habitat avec 80 % de faciès favorables. Il semble y avoir une logique de qualité de l'habitat allant en s'améliorant sur un gradient aval/amont au vue de la densité de surfaces favorables sur les derniers tronçons. Cependant, ces tronçons sont très courts, les ERR, bien que fortement présents ne couvrent pas d'importantes surfaces.

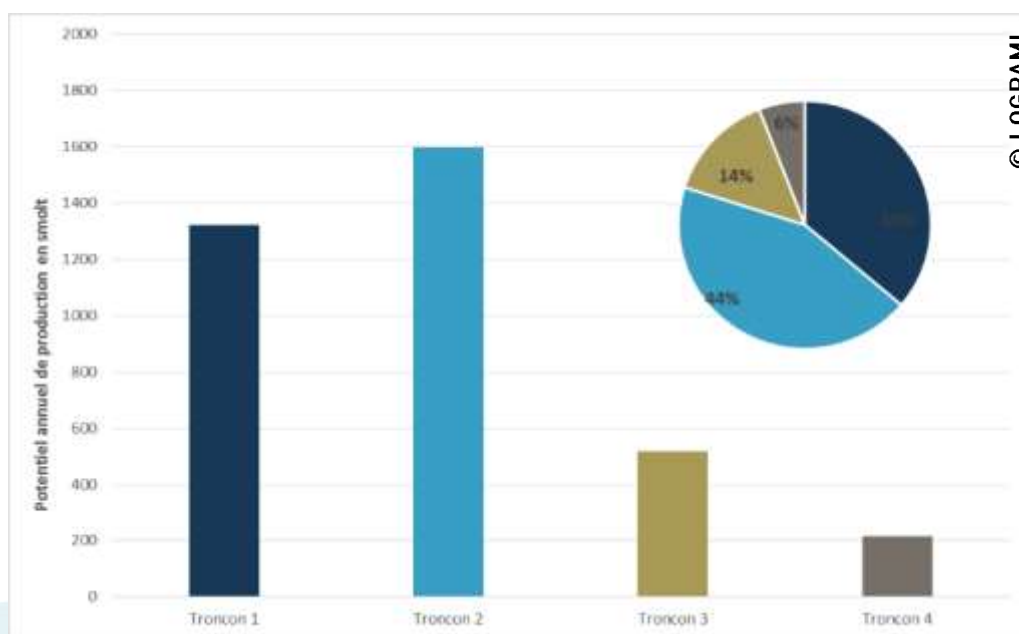
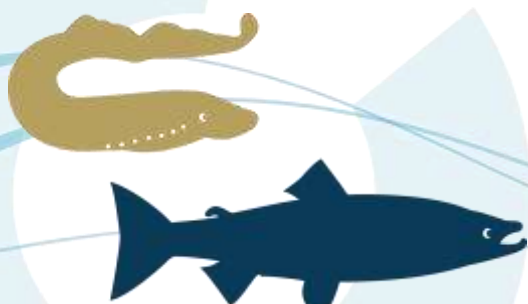


Figure 29 : Potentiel de production de la Couze d'Ardes en smolts



Les tronçons 1 et 2 possèdent 80 % du potentiel de production de la Couze d'Ardes soit 2 922 smolts sur 3 657 au total (Figure 29).

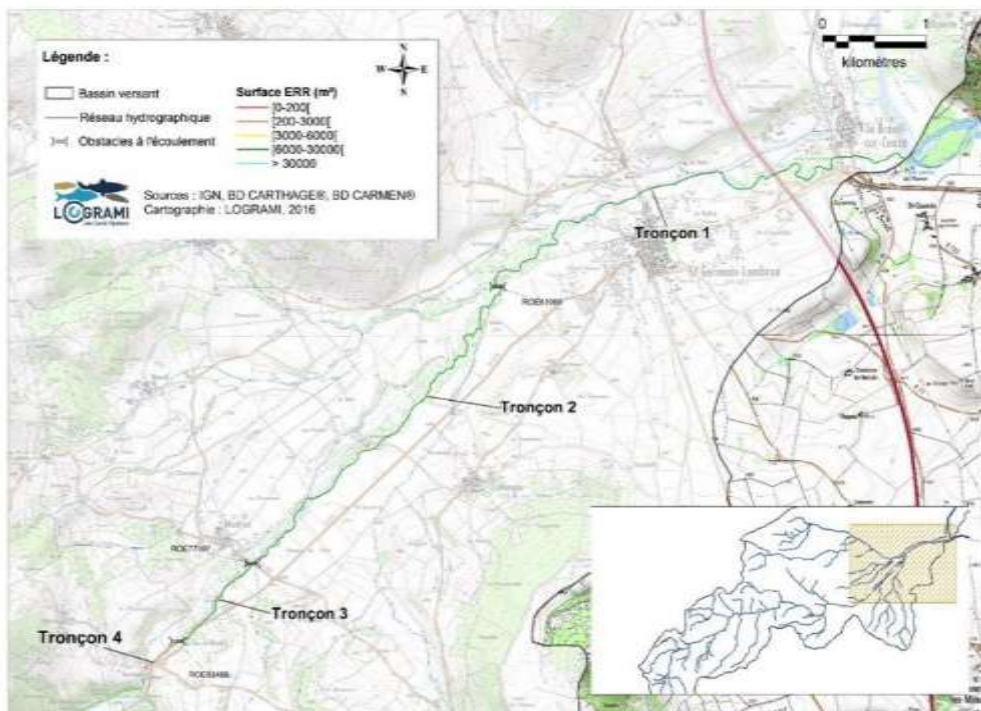


Figure 30 : Cartographie du potentiel des secteurs inventoriés sur la Couze d'Ardes

Répartition des faciès

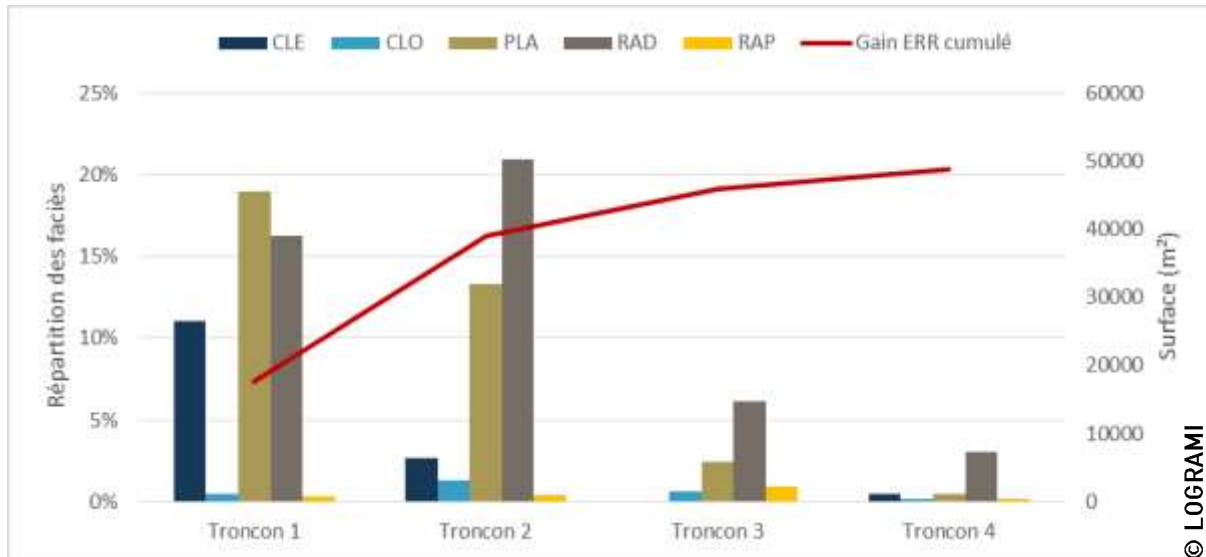


Figure 31 : Répartition longitudinale des faciès par tronçon et gain cumulé en ERR de la Couze d'Ardes



Les plats courants et les radiers représentent la majorité des faciès observés sur la Couze d'Ardes (Figure 31). Le tronçon 1 présente le plus de faciès lenticules (Chenaux Lenticules). Le tronçon 2 comporte la majorité des surfaces favorables à l'accueil du Saumon atlantique. Ce tronçon est celui qui contribue le plus à la qualité du cours d'eau pour l'accueil du Saumon atlantique.

D'après les relevés de terrain et les données ROE (Référentiel des Obstacles à l'Écoulement) de l'ONEMA (source : <https://geobs.brgm.fr/>), il ne semble pas y avoir de contraintes liées à la continuité écologique pour l'accès à ce secteur pour les saumons.

La Couze Pavin

Surfaces potentielles et potentiel de production

Tableau 9 : Comparaison des gabarits des tronçons de la Couze Pavin

Tronçon	Longueur étudiée (km)	Largeur moyenne (m)
Tronçon 1	2,4	11,2
Tronçon 2	0,1	14,9
Tronçon 3	1,7	9,9
Tronçon 4	3,6	9,8
Tronçon 5	1	9,3
Tronçon 6	0,4	10,2
Tronçon 7	0,5	11,6
Tronçon 8	0,7	11,7
Tronçon 9	2,7	9,4
Tronçon 10	0,2	15
Tronçon 11	2	9,5
Tronçon 12	1,5	10,1
Tronçon 13	0,1	13,7
Tronçon 14	6,8	10,2
Tronçon 15	0,4	10,3



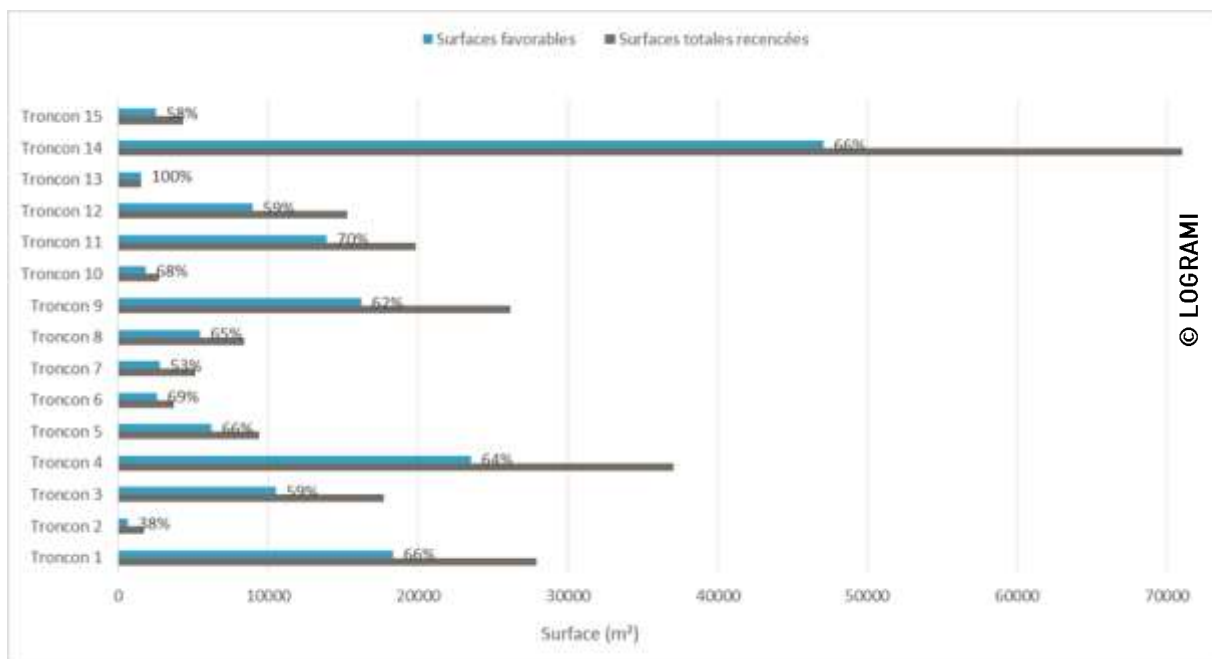


Figure 32 : Potentiel des surfaces inventorquées sur la Couze Pavin

La Couze Pavin comptabilise sur son linéaire prospecté un total de 251 188 m² de faciès dont **161 817 m² d'Equivalent-Radier-Rapide (64%)**.

Il ne semble pas y avoir de gradient amont/aval marqué en ce qui concerne l'évolution de la qualité de l'habitat. En moyenne, 65 % de faciès sont favorables à l'accueil du Saumon atlantique dont la répartition le long du cours d'eau est homogène (Figure 32). Le tronçon 14 présente beaucoup plus de surfaces que les autres car il est beaucoup plus long (près de 7 km) (Tableau 9). Le gabarit des autres tronçons est relativement homogène variant de 500 m à 2 km linéaire.

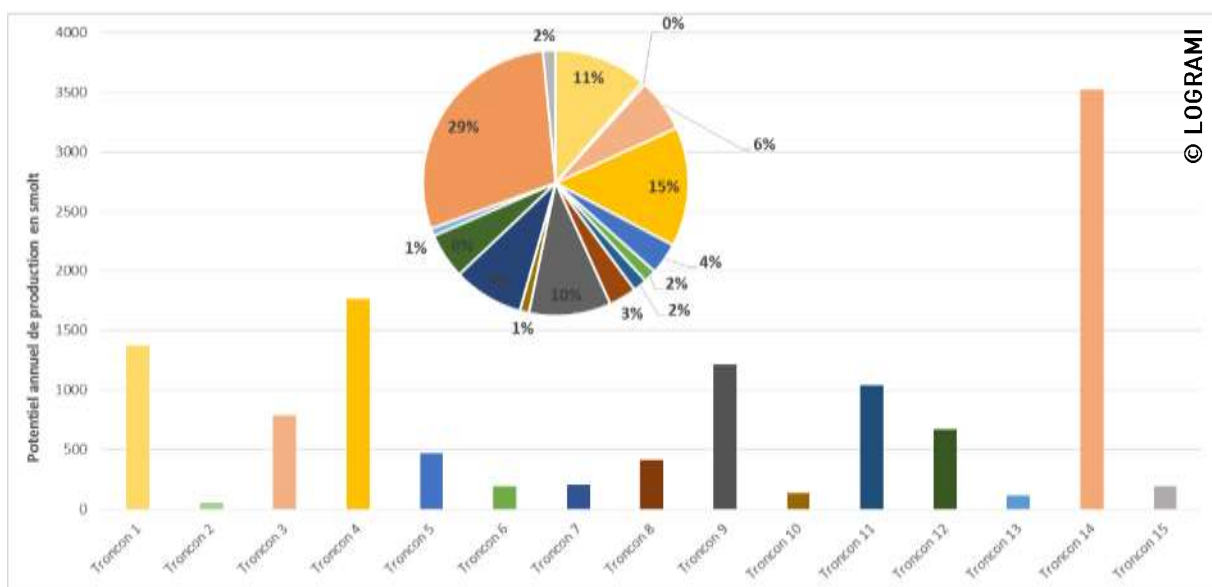


Figure 33 : Potentiel de production en smolts de la Couze Pavin

Le potentiel de la Couze Pavin pour le Saumon atlantique semble être présent sur tout le linéaire étudié, avec notamment les tronçons 1, 3, 4, 9, 11 et 12 présentant un potentiel de production intéressant (Figure 33 et Figure 34). Le tronçon 14 présente la plus fort potentiel (29%) avec 7 km linéaire indemne d'obstacle à l'écoulement hébergeant des zones de production.

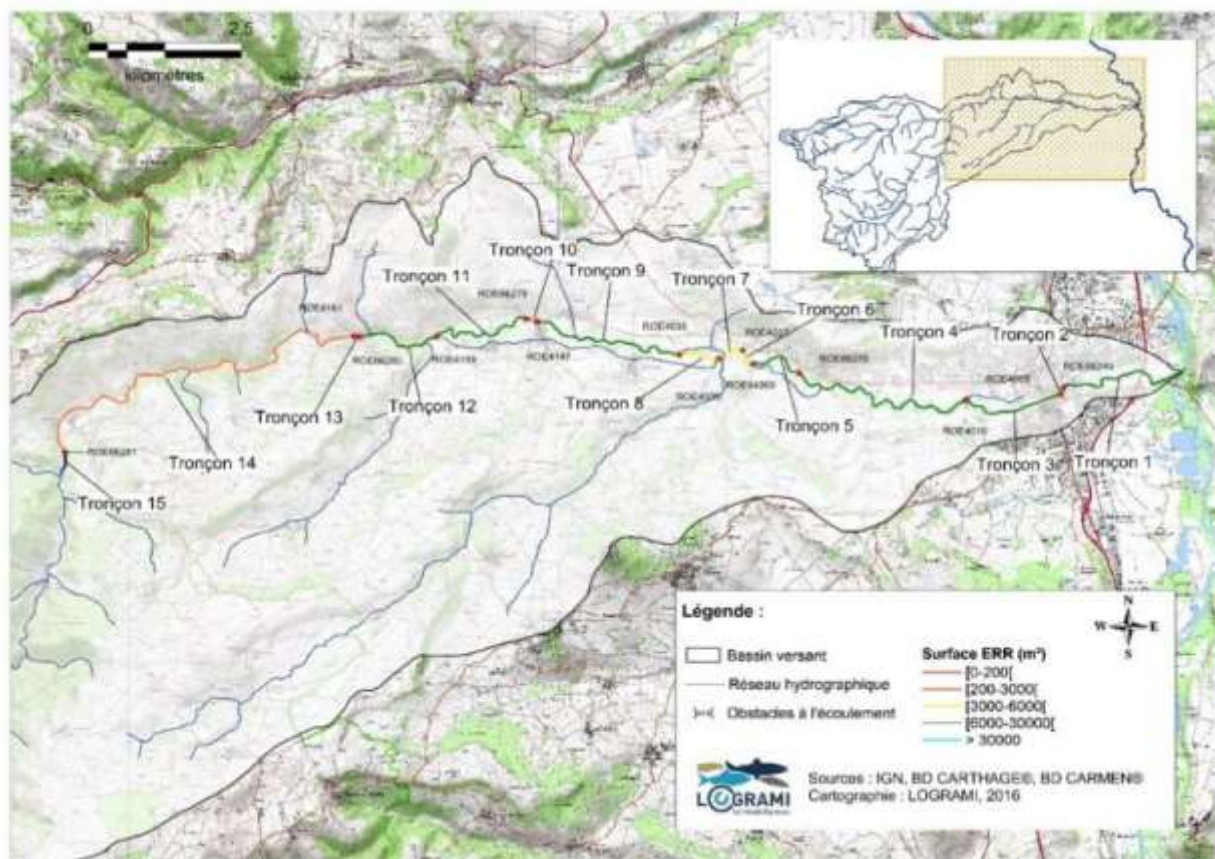


Figure 34 : Cartographie du potentiel des secteurs inventoriés sur la Couze Pavin

Répartition des faciès

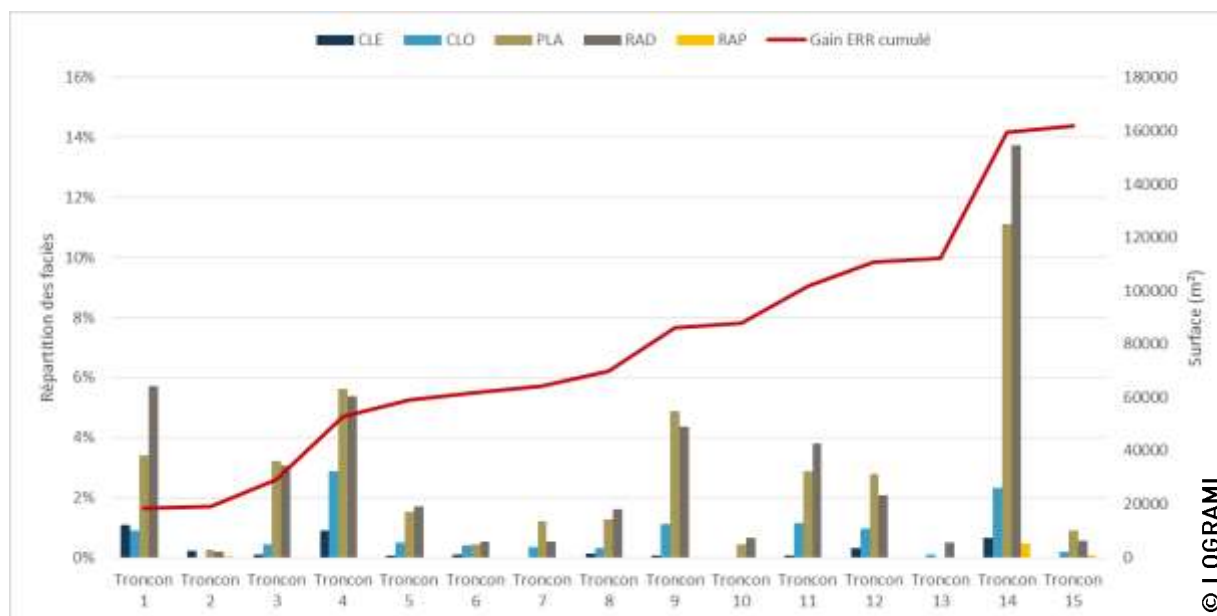


Figure 35 : Répartition longitudinale des faciès par tronçon et gain cumulé en ERR de la Couze Pavin

La Couze Pavin présente majoritairement des faciès rapides, les chenaux lentiques sont faiblement représentés et localisés à l'aval du cours d'eau. Les tronçons 4 et 14 contribuent le plus à la présence de surfaces favorables à l'accueil du Saumon atlantique, il est à noter que ce sont les 2 plus longs tronçons. Cependant la répartition des ERR est relativement homogène le long du cours d'eau (Figure 35).

Le potentiel d'accueil de ce cours d'eau pour le Saumon semble à ce jour difficilement exploitable. En effet, la présence d'un obstacle à l'écoulement à Issoire, le barrage de l'Hôpital (ROE4009), rend l'accès aux zones en amont très difficile. Cet ouvrage se situe à seulement 2,5 km linéaire de la confluence avec l'Allier et marque la fin du tronçon 2. **Dans ce contexte, seulement 10 % du linéaire est correctement colonisable par les géniteurs en montaison.**

La Couze Chambon

Surfaces potentielles et potentiel de production

Tableau 10 : Comparaison des gabarits des tronçons de la Couze Chambon

Tronçon	Longueur étudiée (km)	Largeur moyenne (m)
Tronçon 1	0,3	8,4
Tronçon 2	3,6	9,4
Tronçon 3	1,0	11,2
Tronçon 4	0,6	10,6
Tronçon 5	0,4	10,2
Tronçon 6	0,2	12,0
Tronçon 7	0,4	9,3
Tronçon 8	0,1	12,1
Tronçon 9	1,4	7,9

La Couze Chambon comptabilise sur son linéaire prospecté un total de 80 626 m² de faciès dont 47 583 m² d'Equivalent-Radier-Rapide (59%) (Figure 36).

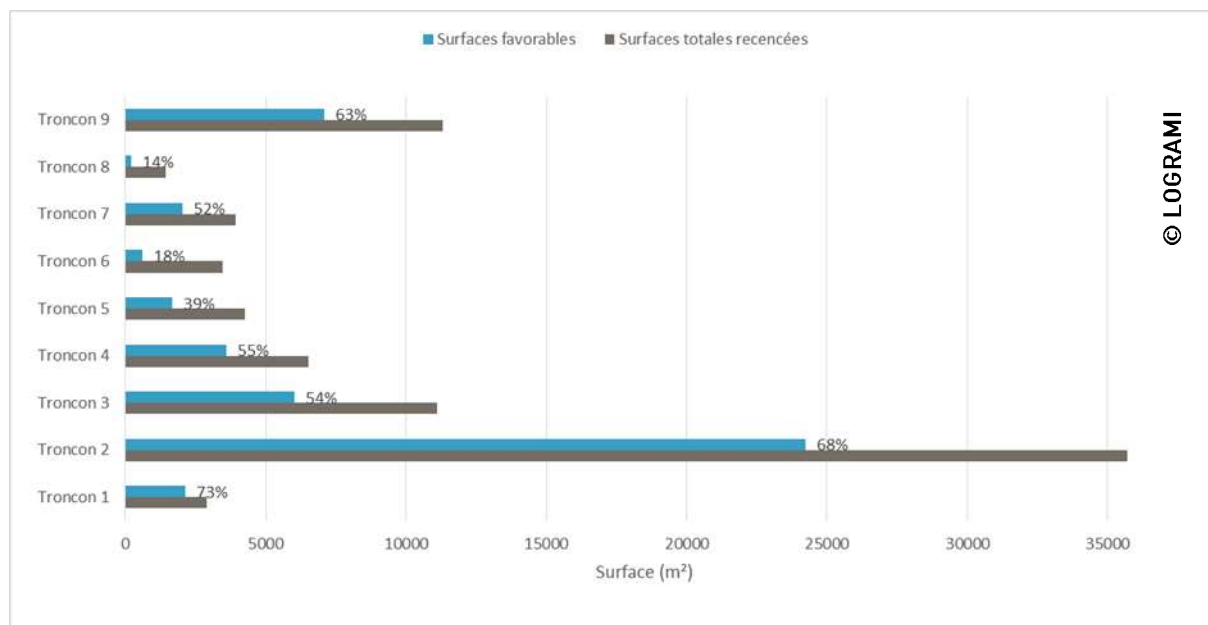
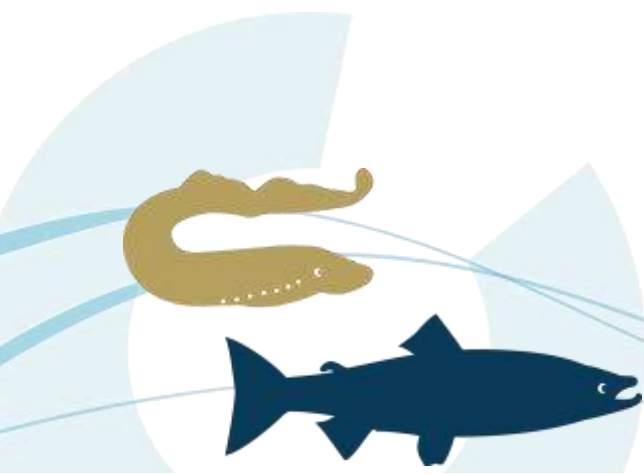


Figure 36 : Potentiel des surfaces inventoriées sur la Couze Chambon

Il semble y avoir une logique de quantité diminuant sur un gradient aval/amont. Le tronçon 2 comporte le plus de surfaces potentielles (Figure 36). Cependant, il faut reporter ces informations dans le contexte de chaque tronçon, notamment par rapport à leur gabarit et leur position réelle sur le linéaire étudié. En effet, le tronçon 2 est plus long que les autres (Tableau 10).

Les tronçons 5, 6, 7 et 8 correspondent à la zone de la ville de Neschers. Cette zone est marquée par 2 obstacles à l'écoulement problématiques avec ROE7719 qui sépare le tronçon 4 et 5 et ROE7724 qui marque la limite amont du tronçon 5. Leur présence impacte les faciès des tronçons 5 et 6. Les proportions d'ERR obtenus sur le tronçon 8 sont très faibles mais la longueur de ce tronçon est également très faible (seulement 100 m). Une augmentation des surfaces favorables sur le dernier tronçon en amont est à souligner.



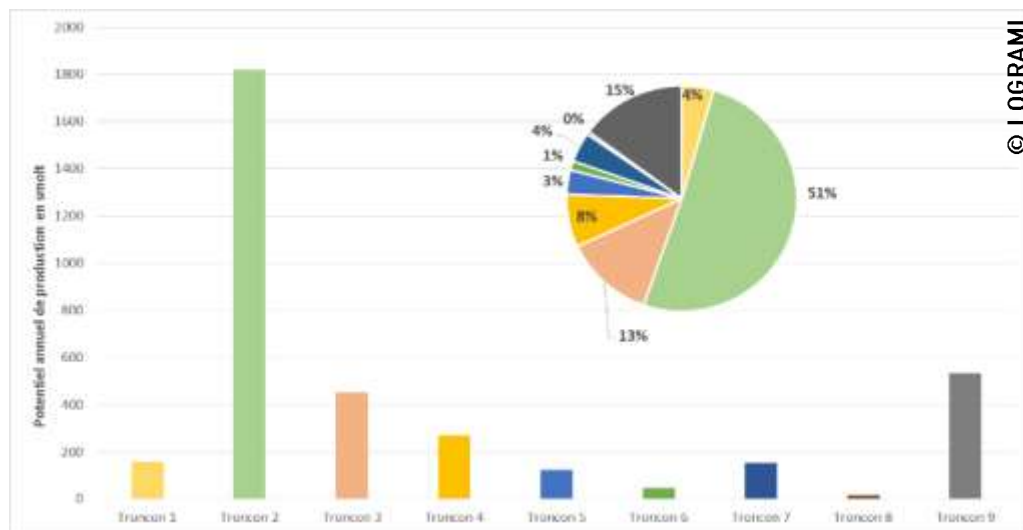


Figure 37 : Potentiel de production et productivité de la Couze Chambon en smolts

Le potentiel de production de la Couze Chambon pour le Saumon atlantique semble se trouver à l'aval du bassin (Figure 37 et Figure 38). L'accès en amont du tronçon 4 pour les géniteurs en montaison semble très difficile.

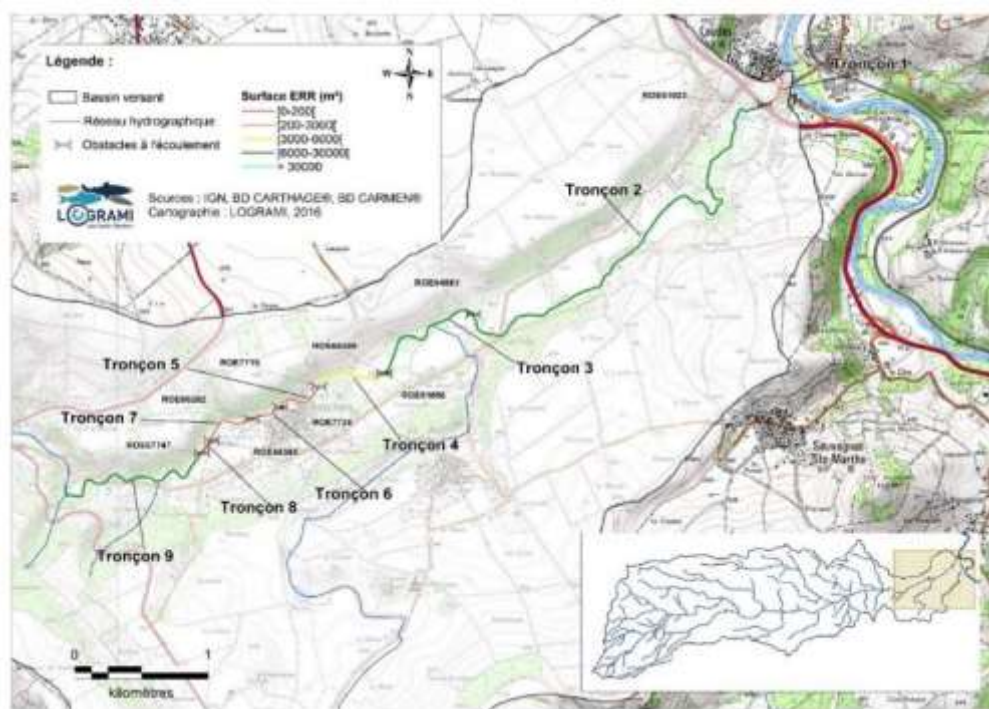


Figure 38 : Cartographie du potentiel des secteurs inventoriés sur la Couze Chambon

Répartition des faciès

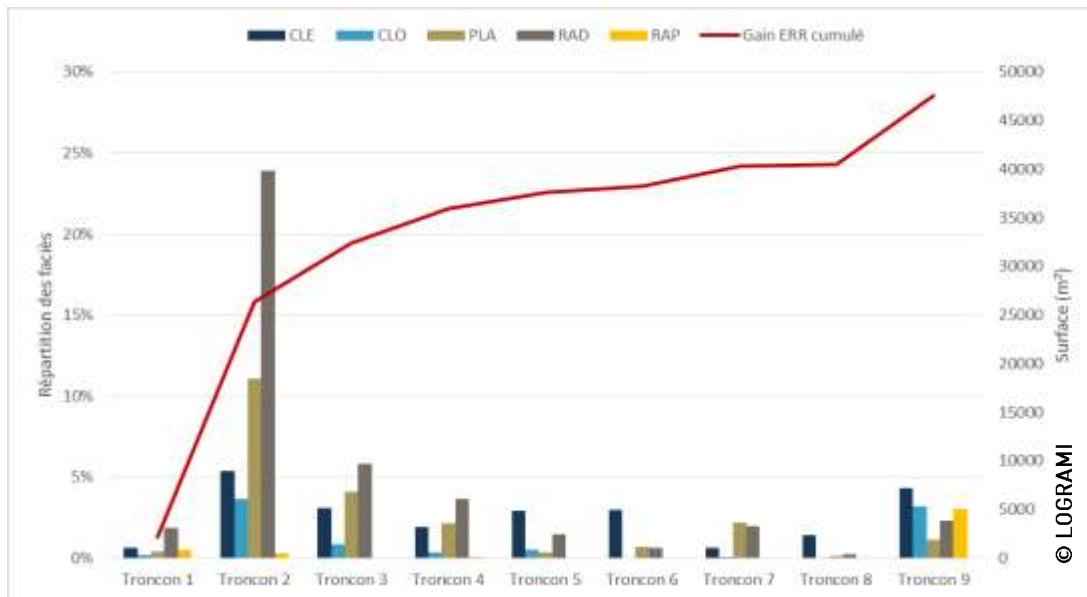
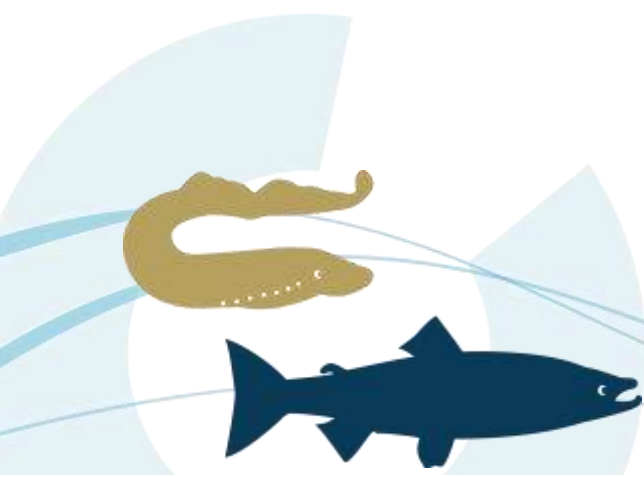


Figure 39 : Répartition longitudinale des faciès par tronçon et gain cumulé en ERR de la Couze Chambon

La Couze Chambon présente majoritairement des faciès rapides (PLA, RAD) (Figure 39). Les chenaux lenticules sont tout de même bien représentés et de manière relativement homogène le long du linéaire de cours d'eau étudié. Le tronçon 2 contribue le plus à la présence de surfaces favorables à l'accueil du Saumon atlantique. En amont de ce tronçon, la répartition des ERR est relativement homogène. Le tronçon 9, le plus en amont, présente une bonne diversité de faciès. Il s'agit d'une zone à plus forte pente et à fort enrochement. Cela se traduit par une succession de cascades/rapides et de mouilles en amont immédiat. La présence relativement faible de plat courant est normale dans ce contexte.



1.2.3.5 Discussions

Le bassin de l'Allier recense plus de 2 500 000 m² d'Equivalent-Radier-Rapide. **Les Couzes d'Ardes, Pavin et Chambon représentent 10 % de ces surfaces favorables** à l'accueil du Saumon atlantique soit 250 000 m² répartis à 2 % sur la Couze d'Ardes, 6 % sur la Couze Pavin et 2 % sur la Couze Chambon (Figure 40). Les 3 Couzes réunies représentent également presque le potentiel de production de la Dore avec plus de 20 000 smolts sur les 190 684 smolts du bassin.

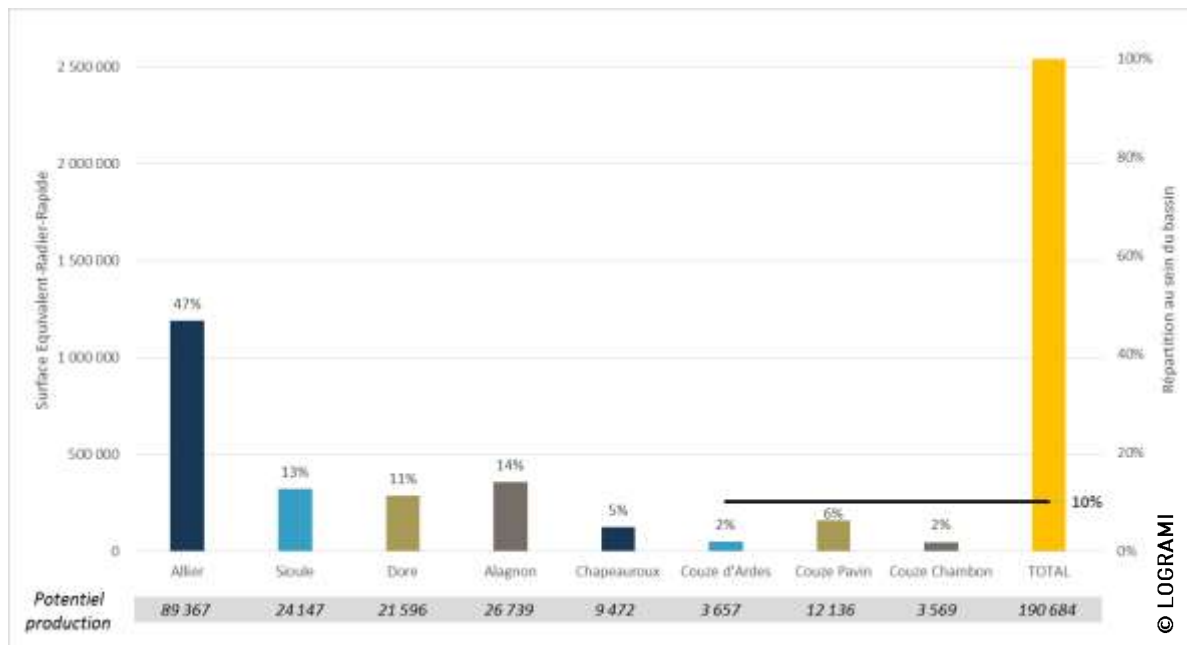
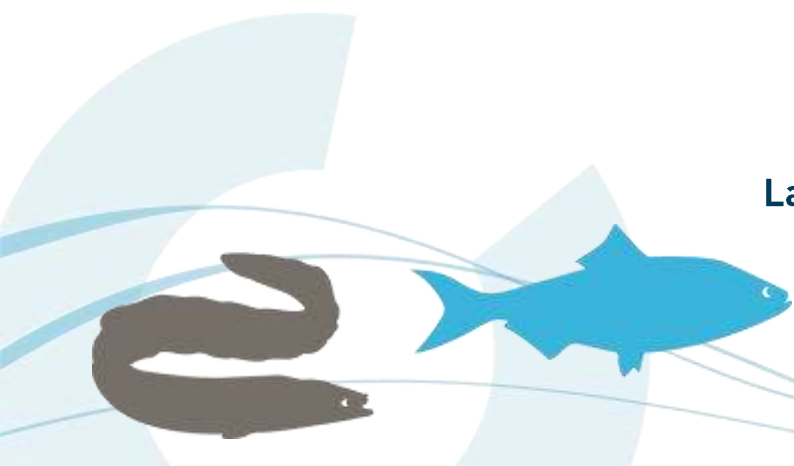


Figure 40 : Comparaison du potentiel de production de chaque cours d'eau étudié à l'échelle du potentiel cumulé total (source : Minster & Bomassi, 1999 et LOGRAMI)

Les Couze d'Ardes, Pavin et Chambon font parties des cours dont la participation aux surfaces d'ERR (10%) est plus élevée que leur part du linéaire total inventorié sur le bassin (9 %). Elles présentent une bonne densité de surfaces favorables à l'accueil du Saumon atlantique.

Bien que présentant une production potentielle brute plus faible que les autres cours d'eau du bassin, elles n'en restent pas moins des zones à fort enjeux pour le Saumon de l'Allier. Leur linéaire étudié est beaucoup plus court mais la qualité (3 Couzes réunies) semble équivalente aux autres affluents majeurs de l'Allier. La Couze Pavin, qui représente le plus fort potentiel est cependant verrouillé par le barrage de l'Hôpital à Issoire (ROE4009). La partie la plus productive de son cours est actuellement très difficilement accessible par les géniteurs en montaison.



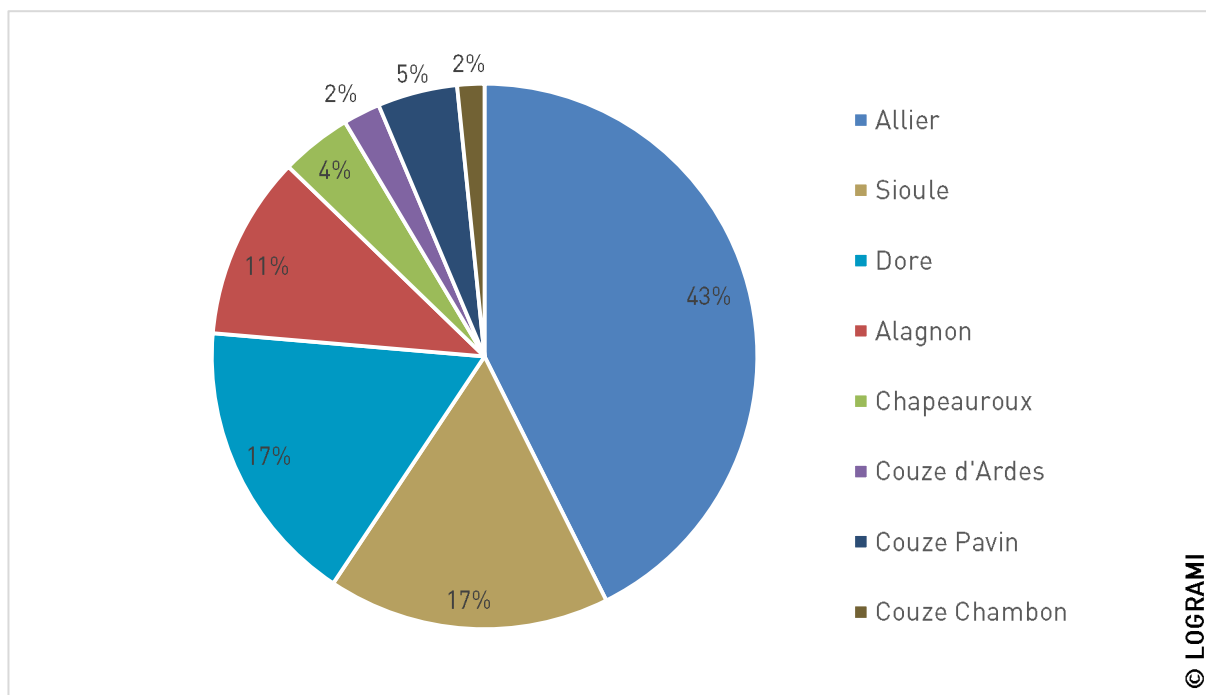


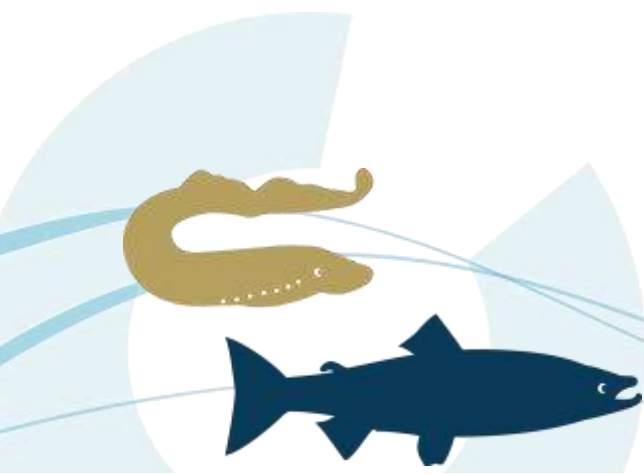
Figure 41 : Comparaison du linéaire de chaque cours d'eau étudié à l'échelle du linéaire cumulé total

L'évaluation de la qualité des Couzes d'Ardes, Pavin et Chambon pour l'accueil et la production de juvéniles de Saumon atlantique à l'aide des relevés de faciès ne permet que de faire des hypothèses. Pour une appréciation plus fine de la qualité de ces cours d'eau il serait nécessaire de disposer des données physico-chimiques et thermiques, qui sont des facteurs majeurs influant sur la vie aquatique. Il serait envisageable de placer des sondes thermique sur les zones étudiées de ces cours d'eau et également des cours qui feront l'objet d'un suivi de ce type à l'avenir.

De plus, l'absence de données sur ces cours d'eau dans le référentiel des obstacles à l'écoulement est impactant pour statuer sur l'état de la continuité écologique de ces rivières au regard des espèces ciblées, des statuts et des normes d'évaluation découlant du code de l'environnement et des documents de cadrages.

En résumé, la Couze d'Ardes, la Couze Pavin et la Couze Chambon, bien que représentant un linéaire moindre que les autres affluents étudiés de l'Allier, suscitent l'intérêt vis-à-vis de l'accueil du Saumon atlantique. La qualité de leurs habitats pour la production de smolts est non-négligeable. Les plus forts enjeux se situent sur la Couze Pavin, mais ce cours d'eau est actuellement inexploitable car verrouillé à 2km de sa confluence par un ouvrage infranchissable.

Il est à noter qu'il n'existe actuellement aucun document de gestion ou de déclinaison des documents de cadrages à l'échelle du bassin pour ces cours d'eau.



1.3. Action 2 : Qualification des habitats potentiels actuels

La survie sous graviers des œufs de saumon vise à réaliser des tests de survie sous graviers afin de comparer les survies observées à la fois sur un même axe et entre plusieurs cours d'eau. La connaissance des zones de plus ou moins bonne survie pour les œufs est une donnée importante dans un cadre de gestion, car elle permet de mettre en évidence les secteurs où la qualité de l'habitat doit être améliorée. C'est également une donnée utile pour dynamiser les actions visant l'amélioration de la libre circulation, afin que les géniteurs accèdent aux zones de meilleure qualité (souvent situées sur la partie amont des cours d'eau).

À l'étape suivante du cycle biologique du saumon, la recherche d'alevins issus de reproduction naturelle par pêches électriques réalisées au printemps avant les déversements est un indicateur de la capacité des habitats à permettre la réalisation de cette phase. La présence d'alevins atteste de l'éclosion et de l'émergence. La bonne qualité des habitats est aussi avérée à la fois par la survie de ces juvéniles de l'éclosion au stade alevins de printemps ainsi que par leurs caractéristiques physiques (poids, facteurs de condition).

1.3.1. Survie sous-graviers sur la Dore et la Sioule en 2015

Le bassin de l'Allier présente un fort potentiel d'accueil pour la reproduction du saumon atlantique. Nous pouvons donc nous interroger sur l'existence d'une différence de fonctionnalité des secteurs sur l'ensemble de la rivière et de ses affluents. Depuis 2009, des études d'évaluation de la survie sous graviers des œufs de saumons sur le bassin de la Loire ont été réalisées et permettent d'obtenir des éléments de réponse.

En décembre 2015, une opération de survie sous graviers a été menée sur plusieurs axes simultanément pour faire l'objet d'une comparaison inter-sous bassins. Les secteurs étudiés sont les bassins de la Sioule et de la Dore. De cette façon, les résultats vont pouvoir être comparés sur les deux axes au cours d'une même période ainsi qu'aux valeurs antérieures obtenues en 2012 sur le bassin de la Sioule. Pour le bassin de la Dore, cette étude représente les premières données de survie à ce stade de développement.

L'indicateur recherché est le taux de survie sous graviers et plus précisément le taux de survie entre la fécondation de l'œuf et son éclosion. Pour cela, des frayères artificielles, mimant des frayères naturelles, sont équipées de capsules d'incubation (tubes cylindriques grillagés de quelques centimètres cubes).

Pour la première fois sur le bassin de la Loire, le protocole a été modifié en concertation avec l'INRA de Rennes de façon à déterminer également le taux de survie jusqu'au **stade émergence**. Cette adaptation a été réalisée afin d'apporter des connaissances sur le potentiel productif de ces cours d'eau pour ce stade de développement. En effet, la Sioule semble avoir une survie entre le stade « l'éclosion » et « tacon » relativement faible.



1.3.1.1 Localisation de l'étude

Au total, 10 frayères artificielles ont été mises en place (Figure 42 et Figure 43). Ces dernières sont réparties sur l'intégralité de la zone de reproduction accessible que présente la Sioule et la Dore :

- ❶ 5 frayères se situent sur la Sioule. Elles se répartissent sur l'intégralité du cours d'eau accessible en aval du barrage de Queuille (barrage infranchissable) qui constitue le front de migration de l'axe (soit 86,8 km de cours d'eau),
- ❷ 5 frayères artificielles ont été mises en place sur la Dore. Elles se répartissent entre l'amont de Marsac en Livradois et la confluence avec l'Allier au niveau du pont de Ris (soit 104 km de cours d'eau),
- ❸ L'espacement des différents sites (+/- 17,3 km sur la Sioule et +/- 22 km sur la Dore) doit permettre l'évaluation de la fonctionnalité des secteurs sur l'ensemble du linéaire de ces axes et permettre une comparaison des deux rivières pour une même année.

Les sites sont localisés sur des zones présentant des caractéristiques d'habitats favorables pour la reproduction du saumon atlantique (granulométrie, faciès...).

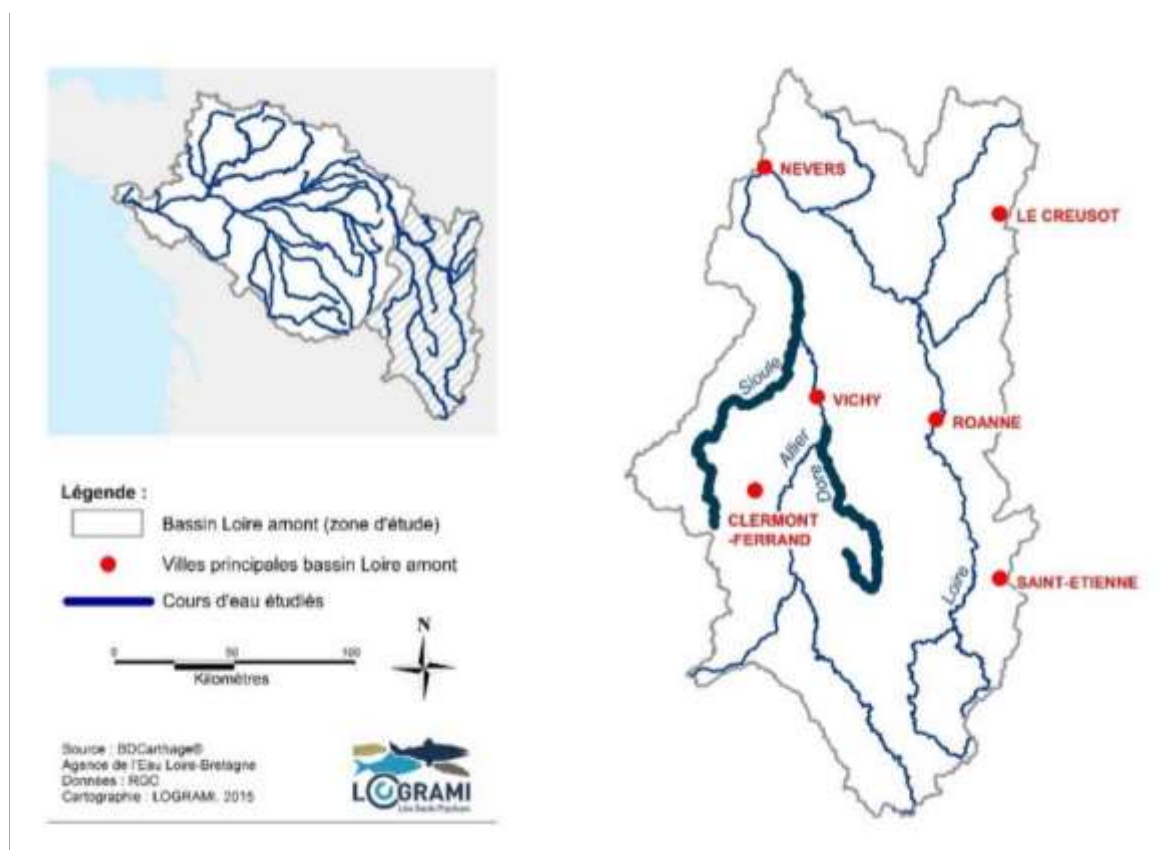


Figure 42 : Localisation des cours d'eau concernés par l'étude survie sous graviers 2015-2016



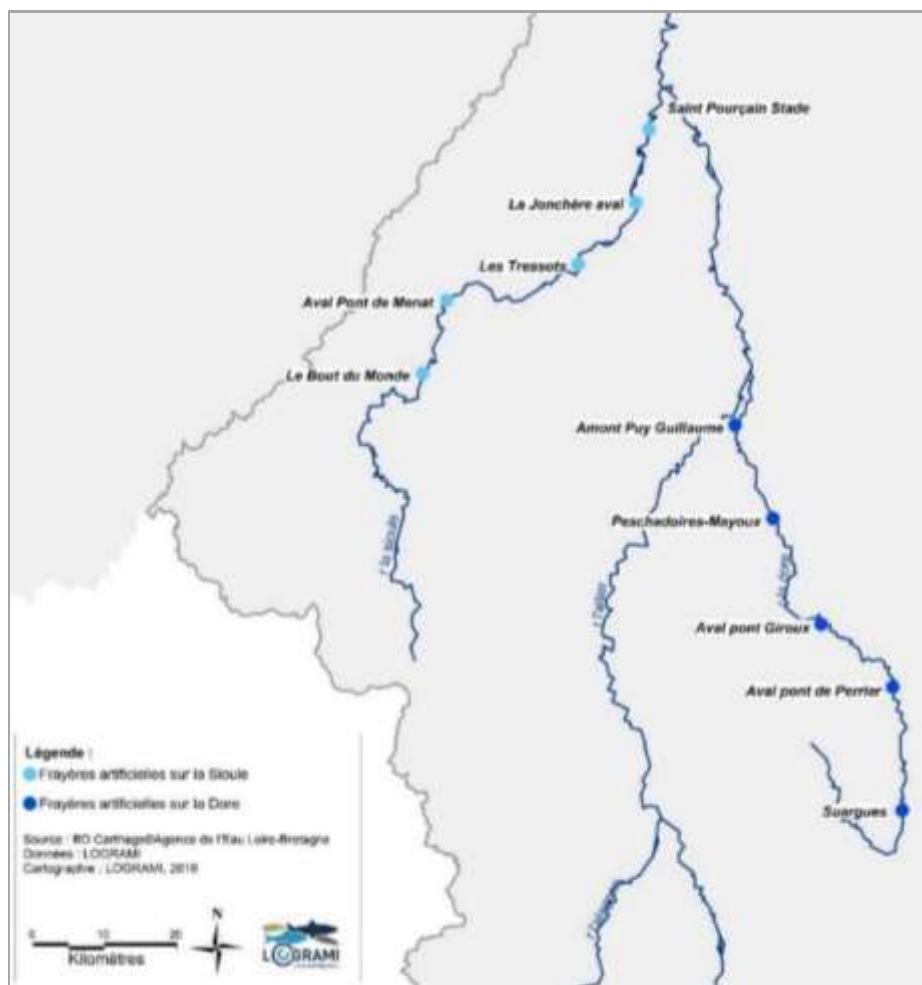


Figure 43 : Localisation des frayères artificielles sur le bassin de la Sioule et de la Dore

1.3.1.2 Installation des capsules

Le protocole de réalisation d'une frayère artificielle et de mise en place des capsules est identique à celui appliqué en 2009 [Bach et al, 2010] (Figure 44).



Figure 44 : Création de la frayère artificielle des Tressots sur le bassin de la Sioule le 17 novembre 2015

Une adaptation du protocole a permis cette année de pouvoir évaluer le taux de survie jusqu'au stade émergence. Pour cela, des capsules d'incubation ont été remplies à moitié avec des billes de verre de manière à permettre l'émergence des alevins dans la partie supérieure de la capsule.

Afin d'évaluer l'influence de ce mode de remplissage sur la survie des œufs, des capsules remplies entièrement de billes de verre sont aussi positionnées au sein de la frayère.

Au total, sur chaque frayère artificielle, 25 capsules contenant 10 œufs sont insérées dans le sédiment (Figure 45) :

- 10 capsules remplies à moitié seront utilisées pour effectuer une lecture des œufs au stade éclosion.
- 5 capsules remplies entièrement seront utilisées pour évaluer si le mode de remplissage a une influence sur le développement des œufs jusqu'au stade éclosion.
- 10 capsules remplies à moitié seront utilisées pour effectuer une lecture des œufs au stade émergence.

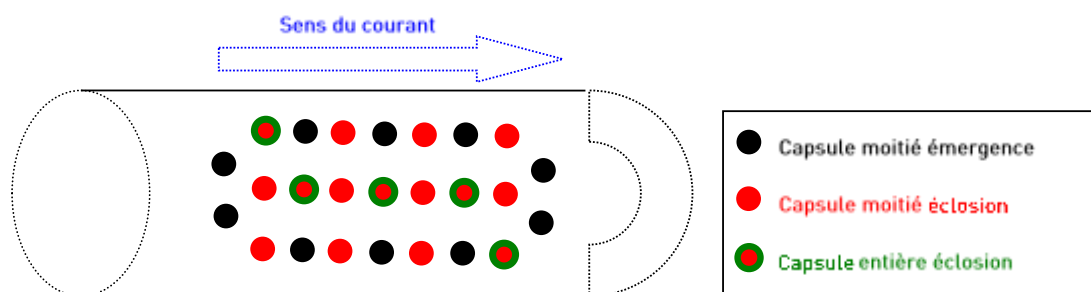


Figure 45 : Schématisation du positionnement des capsules sur la frayère artificielle

Les frayères artificielles ont été préparées les 17, 18, 19, 20 novembre 2015 à raison de 2 à 3 sites par jour.

Les œufs de saumon utilisés pour cette étude proviennent d'une fécondation artificielle de géniteurs enfermés de la salmoniculture de Chanteuges [43]. La fécondation a été réalisée le 1 décembre 2015 en début de matinée à partir de femelles de 3 ans et de mâles sauvages reconditionnés.

Au total, 225 capsules sont positionnées dans la Sioule et la Dore. Seule la frayère « Amont Bout de Monde » n'a pas fait l'objet d'une mise en place de capsules suite à du vandalisme (vol de la totalité du matériel mis en place quelques jours avant l'incubation des œufs).

1.3.1.3 Premiers résultats de l'étude de « survie sous graviers 2015 »

La lecture des œufs au stade émergence devrait aboutir au mois de mai. **Seule, une présentation des premiers résultats obtenus pour la lecture des œufs au stade « éclosion » est réalisée dans le présnet rapport.** Les données seront donc traitées de façon plus détaillée et approfondie dans le prochain rapport d'étude.

Conditions générales d'incubation des œufs jusqu'au stade « éclosion »

La Température

Les différents stades de développement de l'embryon sont caractérisés par un cumul de degrés-jours (somme des moyennes journalières). Ainsi, la température moyenne horaire est enregistrée sur chaque site à l'aide de sondes thermiques directement placées en aval des frayères.

Les capsules d'œufs ont été retirées du cours d'eau avant l'éclosion, après en moyenne 414 degrés jours d'incubation ($\pm 19^\circ\text{C}$) (Tableau 11). Globalement, pour récupérer l'ensemble des capsules mises en place sur les 5 frayères de la Dore espacées entre la plus amont et la plus aval de 95 km, un écart de 31 jours a été nécessaire pour être proche de la date d'éclosion. Pour la Sioule où l'espacement entre les 2 frayères extrêmes est réduit à 72,5 km, l'espace-temps a été réduit à une seule journée.

Les températures moyennes journalières de l'eau rencontrées durant l'incubation sur chaque frayère sont comprises entre 5,6 et 6,1 $^\circ\text{C}$ pour la Sioule et 4 et 5,8 $^\circ\text{C}$ pour la Dore.

Les sites les plus amont sur le bassin de la Dore (Suargues et Aval Pt Perrier) ont les températures les plus fraîches. Les températures maximales n'ont pas dépassé 6,9 $^\circ\text{C}$.

Les températures des sites les plus aval sont les plus élevées avec une moyenne proche de 6 $^\circ\text{C}$ sur les sites de St Pourçain Stade et Amont Puy Guillaume.

Les températures rencontrées sont cependant compatibles avec les exigences de développement des œufs de saumons. En effet, elles oscillent entre 1,8 $^\circ\text{C}$ pour les plus faibles et 9,5 $^\circ\text{C}$ pour les plus élevées.

Tableau 11 : Enregistrement des températures à l'aide d'une sonde thermique sur les différents sites (Source LOGRAMI)

Cours d'eau	Station	Date de début	Date de fin	Nbr jours	Moyenne ($^\circ\text{C}$)	Min ($^\circ\text{C}$)	Max ($^\circ\text{C}$)	Cumul ($^\circ\text{C/j}$)
Sioule	St Pourçain Stade	01/12/2015	08/02/2016	70	6,1	4,2	9,0	427
	La Jonchère Aval	01/12/2015	08/02/2016	70	5,9	4,3	9,3	411
	Les Tressots	01/12/2015	08/02/2016	70	5,7	3,9	9,5	399
	Aval Pt de Menat	01/12/2015	08/02/2016	70	5,6	4,0	9,3	389
	Le Bout du Monde Amont	01/12/2015						
Dore	Amont puy Guillaume	01/12/2015	09/02/2016	71	5,8	3,3	8,0	411
	Peschadoire-Mayoux	01/12/2015	18/02/2016	80	5,4	2,9	7,5	429
	Aval Pt Giroux	01/12/2015	18/02/2016	80	5,1	2,4	7,3	406
	Aval Pt Perrier	01/12/2015	12/03/2016	102	4,4	2,0	6,9	452
	Suargues	01/12/2015	12/03/2016	102	4,0	1,8	6,6	404

L'évolution des degrés jours pendant la période de suivi montre des similitudes thermiques (Figure 46). Ainsi, les sites de la Sioule et le site Amont Puy Guillaume sur la Dore présentent une évolution similaire de la température. En effet, ils présentent une évolution plus rapide, la température moyenne y étant la plus élevée (5,8 $^\circ\text{C}$).

Cependant, les sites les plus en amont sur la Dore présentent une évolution bien plus lente. En effet, les frayères de Suargues et Aval Pt de Perrier sont les sites qui présentent les plus faibles moyennes journalières avec respectivement seulement 4 $^\circ\text{C}$ et 4,4 $^\circ\text{C}$.



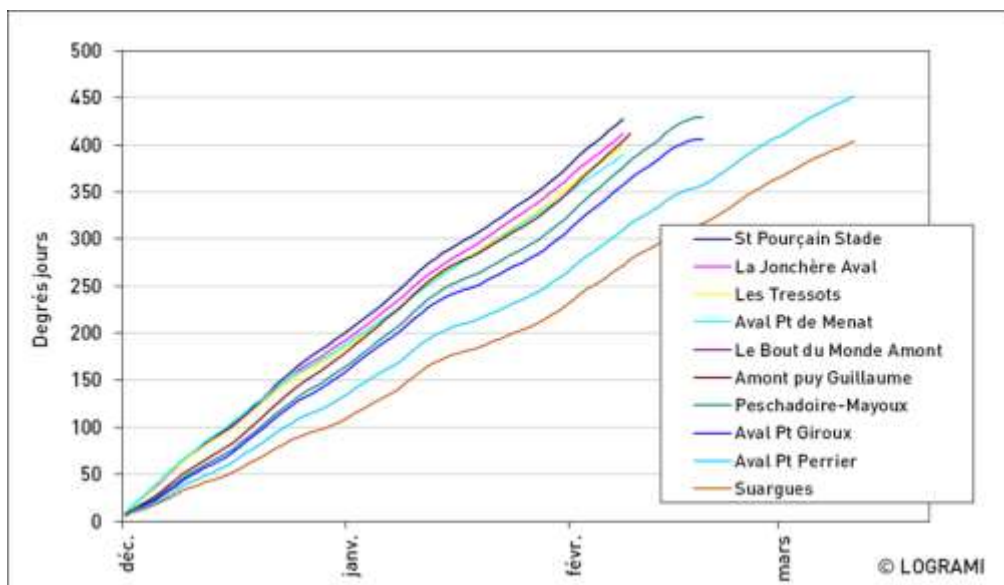


Figure 46 : Evolution du nombre de degrés-jour en fonction de la date pour les différents sites de survie sous graviers

Les températures des deux cours d'eau sont comparées après regroupements des données par cours d'eau. **Les températures varient d'un cours d'eau à l'autre** car il y a une différence significative entre la Sioule et la Dore (Mann Whitney test $p\text{-value} < 0,0001$; $\alpha 0,05$). Sur l'ensemble de la période d'incubation des œufs jusqu'au stade éclosion, **la Dore est plus fraîche que la Sioule**.

Les Débits

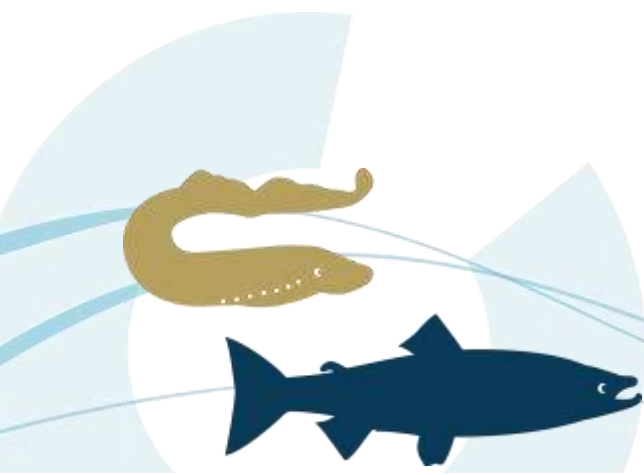
L'hydrologie de la Sioule et de la Dore sur l'ensemble de la période d'incubation des œufs au stade éclosion n'a eu aucun effet sur les équipements des frayères.

Les débits journaliers moyens de la Sioule utilisés pour cette étude sont ceux mesurés (d'amont en aval) aux stations d'Ebreuil et St Pourçain sur Sioule (banque hydro : www.hydro.eaufrance.fr).

Les débits moyens durant l'étude varient entre $21 \text{ m}^3/\text{s}$ pour la station d'Ebreuil et $29,2 \text{ m}^3/\text{s}$ pour la station de St Pourçain sur Sioule, avec des débits maximums pouvant atteindre $108 \text{ m}^3/\text{s}$ à St Pourçain sur Sioule et $55,7 \text{ m}^3/\text{s}$ à Ebreuil (Figure 47).

Les débits journaliers dépassent les débits mensuels de référence à deux reprises sur chacune des stations. L'amplitude des débits à la station de St Pourçain est plus importante sur toute la période de suivi par l'apport de la Bouble (affluent rive gauche de la Sioule en amont de St Pourçain).

- le premier coup d'eau a lieu entre le 12 et le 27 janvier selon les stations, avec des débits pouvant atteindre $39 \text{ m}^3/\text{s}$ (Ebreuil le 20/01/2016) et $53,4 \text{ m}^3/\text{s}$ (St Pourçain sur Sioule le 23/01/2016).
- le second et plus important intervient entre le 9 et le 23 février avec des débits pouvant atteindre $108 \text{ m}^3/\text{s}$ (St Pourçain sur Sioule le 14/02/2016). L'évènement est nettement moins marqué à la station d'Ebreuil où les débits n'atteignent que $55,7 \text{ m}^3/\text{s}$ le 17/02/2016.



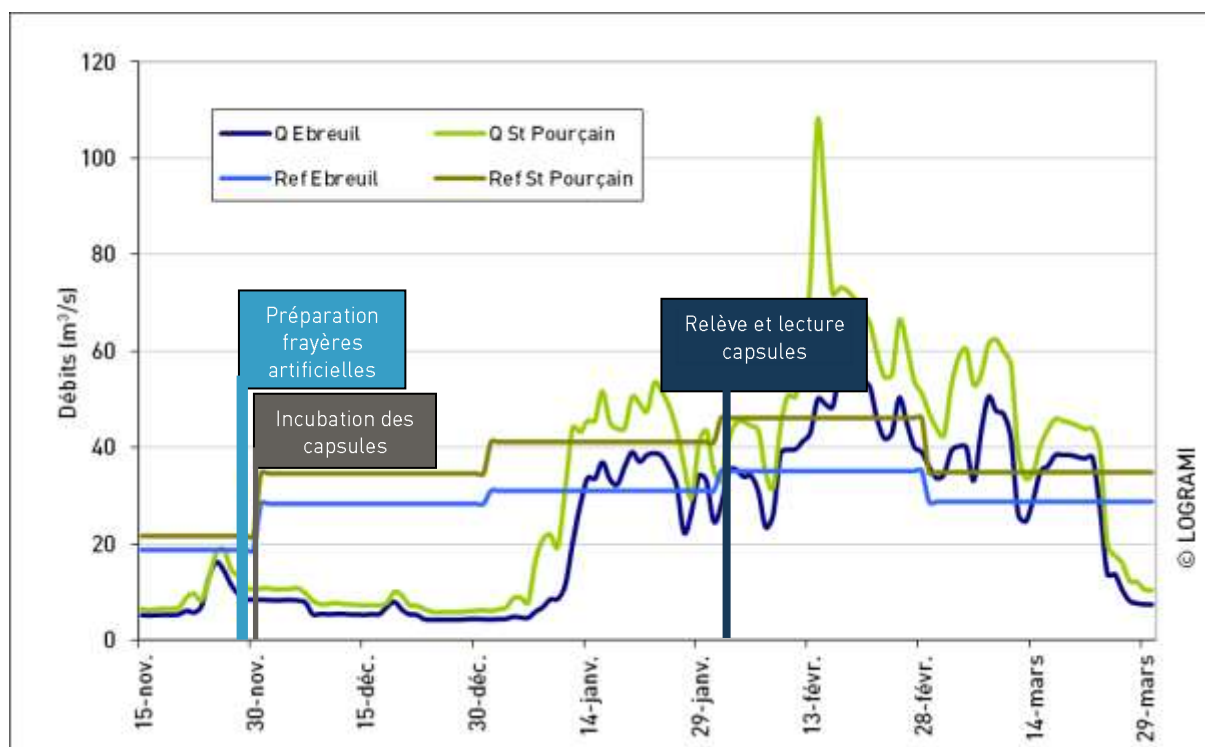


Figure 47 : Débits de la Sioule aux stations d'Ebreuil et de St Pourçain sur Sioule durant l'opération de survie sous graviers 2015-2016 jusqu'au stade éclosion

Les débits journaliers moyens de la Dore utilisés pour cette étude sont ceux mesurés (d'amont en aval) aux stations d'Ambert et Dorat. (banque hydro : www.hydro.eaufrance.fr).

Pour la station de Dorat, le débit moyen durant l'étude est de 16,7 m³/s avec des valeurs qui varient de 2,6 m³/s le 17 novembre à 37,2 m³/s le 12 janvier. Les débits sont beaucoup moins importants sur la station d'Ambert avec un débit moyen de 3,8 m³/s sur l'ensemble de la période d'incubation.

Trois pics de crue de faible intensité ont eu lieu sur l'ensemble de la période d'incubation (Figure 48) :

- 🌀 Le premier survient entre le 25 novembre et le 1 décembre avec des valeurs maximales de 34 m³/s à Dorat et 6,5 m³/s à Ambert ;
- 🌀 Le second intervient entre le 8 janvier et le 18 janvier avec des pics journaliers de 37,2 m³/s à Dorat et 11,4 m³/s à Ambert ;
- 🌀 Le troisième est le moins important. le pic de crue survient fin-février avec 33,3 m³/s à Dorat et 9,8 m³/s à Ambert.



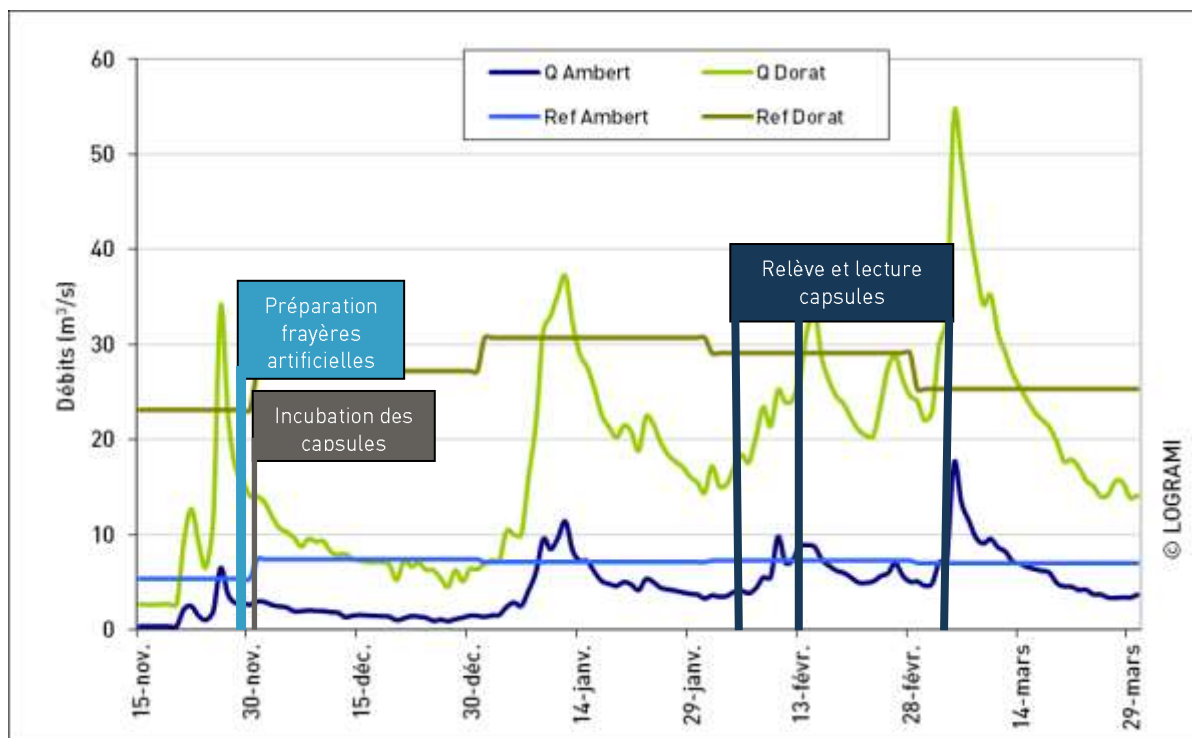


Figure 48 : Débits de la Dore aux stations d'Ambert et de Dorat durant l'opération de survie sous graviers 2015-2016 jusqu'au stade éclosion

Taux de survie

Après extraction, les capsules ont été immédiatement transportées pour effectuer la lecture des œufs (Figure 49).



Figure 49 : Relève et lecture des œufs au stade éclosion

En tenant compte d'un taux de fécondation à 90 %, nous pouvons déterminer le taux de survie des œufs de chacune des capsules implantées dans le substrat pour l'ensemble des sites.

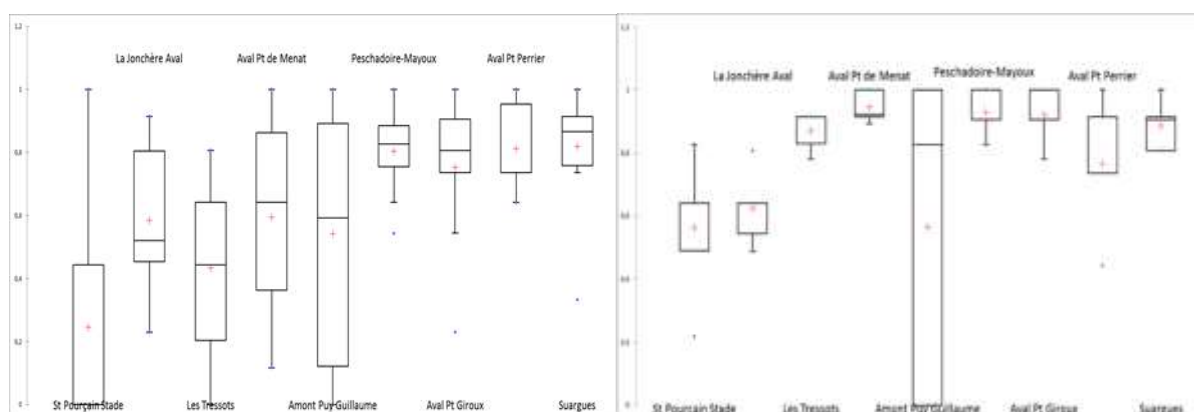
Pour les capsules remplies à moitié de billes de verre, les résultats des taux de survie des œufs varient de 24,3 % à 81,4% pour une moyenne, tous sites confondus, de 61,5 % $\pm$ 16 % [Moy Sioule 45,7 % $\pm$ 12 % / Moy Dore 74,2 % $\pm$ 8 %] (Tableau 12 et Figure 50). Deux frayères ont un taux de survie inférieur à 50 % : St Pourçain Stade et les Tressots sur le bassin de la Sioule.

Pour les capsules remplies entièrement de billes de verre, les résultats des taux de survie des œufs varient de 55,1 % à 94,5 % pour une moyenne, tous sites confondus, de 78 % $\pm$ 14 % (Moy Sioule 74,3 % $\pm$ 16 % / Moy Dore 80,9 % $\pm$ 12 %). Seulement, trois frayères ont un taux de survie inférieur à 75 % : St Pourçain Stade et La Jonchère Aval sur la Sioule et Amont Puy Guillaume sur la Dore.

Tous ces résultats indiquent que les conditions d'incubation sur ces deux bassins sont bonnes, avec des sites où les taux de survie des œufs sont supérieurs aux bonnes conditions d'incubation (80% de survie, Etienne Prévost comm. Pers.).

Tableau 12 : Résultats du taux de survie des œufs de saumons au stade éclosion sur chaque frayère en fonction du mode remplissage des capsules (Source : LOGRAMI)

Cours d'eau	Station	Capsule Moitié (10 casules)	Capsule Entière (5 capsules)
Sioule	St Pourçain Stade	24,3%	55,1%
	La Jonchère Aval	57,6%	60,9%
	Les Tressots	42,3%	86,8%
	Aval Pt de Menat	58,6%	94,5%
	Amont Bout du Monde	Pas de données	
Dore	Amont Puy Guillaume	55,7%	56,6%
	Peschadoires-Mayoux	79,5%	92,4%
	Aval Pt de Giroux	73,8%	91,5%
	Aval Pt de Perrier	80,5%	76,0%
	Suargues	81,4%	87,8%

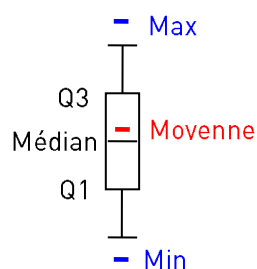


©LOGRAMI

Capsules remplies à moitié (*10)

Capsules remplies entièrement (*5)

Légende :



© LOGRAMI

Figure 50 : Box plot des taux de survie des œufs de saumons au stade éclosion sur chaque frayère en fonction du mode de remplissage des capsules

Pour appuyer les observations graphiques, des traitements statistiques ont été effectués afin de comparer les résultats :

- Des modes de remplissage des capsules ;
- Des frayères entre elles ;
- Des cours d'eau ;
- Des années de suivi (cas de la Sioule déjà étudiée en 2012).

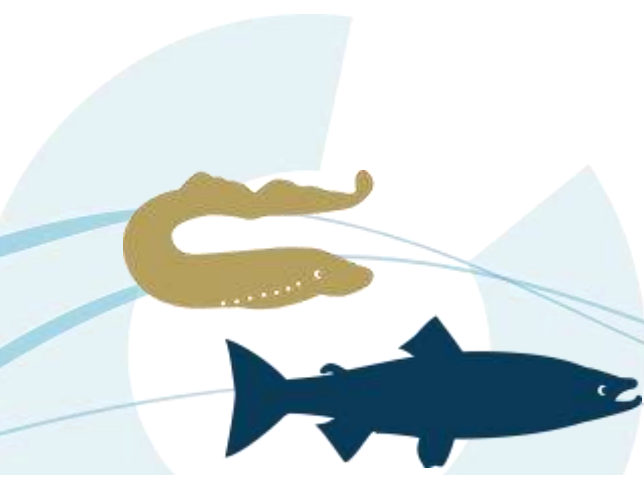
Comparaison des taux de survie des œufs en fonction du mode de remplissage des capsules

Chaque frayère est équipée de 10 capsules remplies à moitié et 5 capsules remplies entièrement de billes de verre. Il semble nécessaire de regarder s'il existe des variabilités de la survie au sein des frayères en fonction du mode de remplissage des capsules. La survie des œufs est identique entre les deux modes de remplissage pour toutes les frayères sauf pour les sites « Les Tressots » et « Aval Pt de Menat » où la survie à l'éclosion est moins importante dans les capsules remplies à moitié (Mann Whitney test) (Tableau 13).

Tableau 13 : Résultats des tests de Mann Whitney sur la comparaison des taux de survie des œufs en fonction du mode de remplissage des capsules pour les différentes frayères (Source : LOGRAMI)

Rivières	Sites	Mann-Whitney (P-value)	Décision
Sioule	St Pourçain Stade	0,076	On accepte H0
	La Jonchère Aval	0,759	On accepte H0
	Les Tressots	0,005	On rejete H0
	Aval Pt de Menat	0,023	On rejete H0
Dore	Amont Puy Guillaume	0,801	On accepte H0
	Peschadoire-Mayoux	0,081	On accepte H0
	Aval Pt Giroux	0,139	On accepte H0
	Aval Pt Perrier	0,898	On accepte H0
	Suargues	0,804	On accepte H0

Il semblerait que dans les capsules remplies à moitié, les œufs, plus légers que les billes de verres, ont tendance à se retrouver agglomérés dans la partie supérieure de la capsule. Ainsi, lorsqu'un œuf subit une attaque microbienne, fongique ou virale, il peut plus facilement contaminer les œufs sains à proximité. Ce phénomène a été constaté à plusieurs reprises (Figure 51).



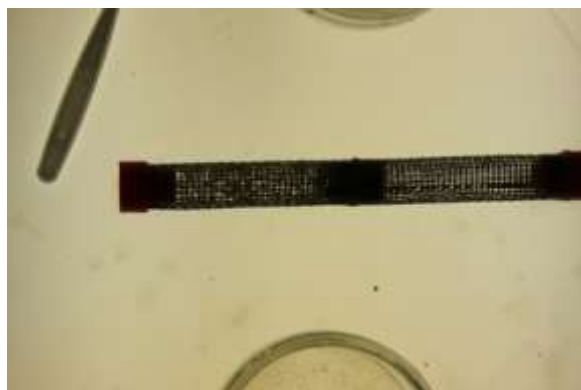


Figure 51 : Mortalité accrue des œufs dans la partie supérieure d'une capsule remplie à moitié de billes de verre

Afin d'obtenir des taux de survie au stade éclosion globaux par frayère, la survie moyenne de l'ensemble des capsules a été calculée pour les sites où il n'y a pas de différence de survie entre les modes de remplissage (tous les sites sauf « Les Tressots » et « Aval Pont de Menat ») (Tableau 14).

Tableau 14 : Résultats globaux du taux de survie des œufs de saumons au stade éclosion sur chaque frayère (Source : LOGRAMI)

Rivières	Sites	Taux de Survie au Stade Eclosion
Sioule	St Pourçain Stade	35,1%
	La Jonchère Aval	58,3%
	Les Tressots	42,4%
	Aval Pt de Menat	58,4%
Dore	Amont Puy Guillaume	54,4%
	Peschadoire-Mayoux	83,7%
	Aval Pt Giroux	80,3%
	Aval Pt Perrier	78,7%
	Suargues	83,4%

Les résultats globaux des taux de survie des œufs au stade éclosion varient donc de 35,1 % à 83,7 % pour une moyenne, tous sites confondus, de 63,9 % $\pm$ 16 % (Moy Sioule 48,6 % $\pm$ 10 % / Moy Dore 76,1 % $\pm$ 9 %).

Comparaison des taux de survie des œufs entre les sites sur la Sioule

La survie des œufs ne varie pas d'un site à l'autre sur la Sioule (test de Kruskal Wallis p-value 0,127).

Comparaison des taux de survie des œufs entre les sites sur la Dore

La survie des œufs varie sur au moins un site par rapport aux autres sur la Dore (test de Kruskal Wallis p-value < 0,0001). Il est donc nécessaire de connaître plus précisément les sites qui sont distincts 2 à 2. Pour cela, un test de comparaison multiple ou « post hoc » a été effectué. Ce test met en évidence qu'il y a **une différence significative de la survie des œufs entre le site « Amont Puy Guillaume » et tous les autres**. La survie des œufs sur la frayère « Amont Puy Guillaume » est bien statistiquement inférieure à celle des autres frayères.

Comparaison des taux de survie des œufs entre les cours d'eau

En 2015, les survies moyennes des œufs au stade éclosion sont respectivement de 48,6 % sur la Sioule (médiane 50,4 %) et 76,1 % sur la Dore (médiane 81,3 %) (Figure 52). **La Dore présente un meilleur taux de survie des œufs de saumons au stade éclosion que la Sioule** (Mann Whitney test p-value < 0,0001).

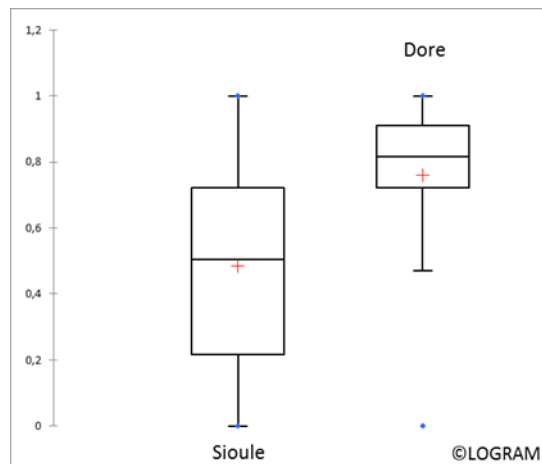


Figure 52 : Box plot des taux de survie des œufs de saumons au stade éclosion sur la Sioule et la Dore en 2015

Comparaison de la survie des œufs sur le bassin de la Sioule entre les différentes campagnes d'étude

La moyenne des taux de survies obtenue en 2012-2013 sur le bassin de la Sioule (7 frayères = Moy 60,9 % $\pm$ 7 %) est plus importante que lors de la campagne 2015-2016 (4 frayères = Moy 48,6 % $\pm$ 10 %).

Des comparaisons de survie des œufs au stade éclosion sur certains sites ont pu être réalisées entre les deux années d'études. C'est le cas notamment des frayères de St Pourçain sur Sioule et les Tressots (Tableau 15). Pour les autres frayères déjà étudiées en 2012 sur la Sioule, un repositionnement des sites a dû être effectué (modification des écoulements du radier, meilleure granulométrie).

Tableau 15 : Comparaison des taux de survie des œufs de saumons au stade éclosion entre les différentes campagnes d'étude sur le bassin de la Sioule (Source : LOGRAMI)

Sites	Taux de Survie Stade Eclosion : Etude 2012-2013	Taux de Survie Stade Eclosion : Etude 2015-2016
St Pourçain Stade	52,5%	35,1%
Les Tressots	69,4%	86,4%

Il n'y a pas de différence significative de la survie des œufs entre la période d'étude 2012-2013 et 2015-2016 ni sur la frayère de « St Pourçain Stade » (Mann Whitney test p-value 0,076) ni sur la frayère des « Tressots » (Mann Whitney test p-value 0,151).

1.3.1.4 Premières conclusions

Les taux de survie moyens des œufs jusqu'au stade éclosion obtenus en 2015 sont de 48,6 % sur le bassin de la Sioule et de 76,1 % sur le bassin de la Dore.



Ces résultats indiquent que les conditions d'incubation des œufs sont bonnes avec des sites (Peschadoires-Mayoux, Aval Pt Giroux et Suargues sur la Dore) où le taux de survie est supérieur aux bonnes conditions d'incubation (80% de survie, Etienne Prévost comm. pers). **Le taux de survie obtenu sur le Dore représente le 2^{ème} meilleur taux enregistré depuis les premiers suivis en 2009** (Tableau 16).

Année de suivi	Cours d'eau	Taux de survie moyen(%)
2009-2010	Allier	59,2 %
2010-2011	Alagnon	31,0 %
2011-2012	Creuse	32,9 %
2011-2012	Gartempe	40,3 %
2012-2013	Sioule	60,9 %
2013-2014	Allier	77,2 %
2013-2014	Alagnon	71,9 %
2014-2015	Gartempe	43,0 %
2014-2015	Vienne amont	63,9 %
2015-2016	Sioule	48,6 %
2015-2016	Dore	76,1 %

Tableau 16 : Taux de survie moyens à l'éclosion obtenus lors des différentes études menées sur le bassin de la Loire depuis 2009



L'analyse des conditions d'incubation a permis de mettre en évidence, que la température était compatible avec les exigences de développement des œufs de salmonidés. Les variations de débits n'ont pas entraîné de dégradations importantes des frayères.

L'analyse des résultats 2015 met en évidence une influence du mode de remplissage des capsules sur la survie des œufs uniquement pour les frayères des Tressots et Aval Pont de Menat.

Sur le bassin de la Sioule, une non-variabilité de la survie embryonnaire du saumon atlantique entre les différents sites est mise en évidence.

La Dore montre une capacité d'accueil favorable au regard du développement des œufs de saumons avec des taux de survie moyens qualifiés de très bons comparativement aux autres axes.

Cependant, sur le bassin de la Dore, l'analyse de données met en évidence une différence significative de la survie des œufs entre le site Amont Puy Guillaume en aval et tous les autres sites. La survie des œufs sur la frayère la plus aval est bien inférieure aux autres frayères.

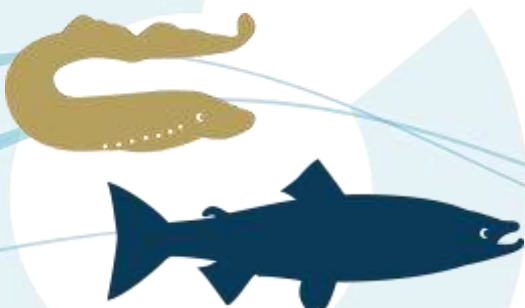
Les premiers résultats obtenus sur la Dore et la Sioule montrent que les rivières dans leur ensemble peuvent accueillir de la reproduction de salmonidés tout en assurant une bonne survie des œufs jusqu'à l'éclosion.

1.3.2. Caractérisation des frayères de saumon atlantique

1.3.2.1 Introduction

En termes de dynamique de population, les taux de survie à chaque stade sont des éléments déterminants pour une population. La connaissance des zones de plus ou moins bonne survie pour les œufs de saumons est une donnée importante dans un cadre de gestion, car elle permet de mettre en évidence les secteurs où la qualité de l'habitat doit être améliorée.

En effet, la mortalité des œufs de saumons est essentiellement liée à l'habitat et la dynamique fluviale. Au-delà de la destruction des frayères lors des crues anéantissant la production, le taux de survie dépend du colmatage des interstices du substrat ainsi que de la présence de polluants en quantité excessive. (LISLE et LEWIS, 1992 ; CRISP, 1993, 1996 ; RUBIN et GLIMSATER, 1996 ; INGENDAHL, 2001 ; GUERRIN et DUMAS, 2001).



Les études d'évaluation de la survie sous graviers des œufs de saumons sur le bassin de la Loire réalisées depuis 2009 ont montré des différences de survie embryonnaire intra et inter frayères (LOGRAMI, Rapports d'activités 2009 à 2014).

La description des sites d'incubation est alors effectuée à l'aide des bâtons hypoxies (MARMONIER et al, 2004). Cependant, cette méthode permettant de qualifier l'oxygénation de l'eau interstitielle n'explique pas, dans certains cas, des différences de survie au sein d'une même frayère ou entre les frayères (LOGRAMI, Rapport d'activité 2014).

Il apparaît alors essentiel de compléter cette étude en affinant la caractérisation des sites d'incubation. Ce travail a été développé dans le cadre d'un projet tuteuré d'étudiants de l'Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Toulouse. Il s'agit donc d'innover en créant des protocoles adaptés à notre problématique de caractérisation de l'habitat de frayère mais également permettant une mise en œuvre opérationnelle dans un milieu naturel (exigence de faisabilité et de durabilité).

1.3.2.2 Contexte de l'étude

Lors de la campagne 2015 d'étude de la survie sous graviers, plusieurs protocoles de caractérisation de cet habitat ont été mis en place sur une frayère artificielle. Cette dernière se situe sur le même site que la frayère « La Jonchère aval » sur la Sioule qui accueille les capsules d'œufs de saumons. Il s'agit en 2015 de déterminer la viabilité des protocoles mis en place avant de les généraliser, dans les prochaines années, sur les frayères d'incubations.

1.3.2.3 Facteurs déterminant la survie embryonnaire

Oxygénation

L'oxygénation de l'eau interstitielle varie en fonction de sa nature (eau superficielle ou souterraine), de la température, de la granulométrie et de la conductivité hydraulique du substrat. Ce dernier paramètre caractérise l'écoulement de l'eau interstitielle. Lorsque la granulométrie de base est comblée par des fines, la conductivité hydraulique chute et un colmatage de la frayère est avéré, réduisant les apports en oxygène et l'évacuation des déchets métaboliques embryonnaires (GUERRIN et DUMAS, 2001 ; MEYER, 2003 ; GREIG et al., 2007). Les écoulements interstitiels étant différents selon la granulométrie (nature globale, locale, agencement...), le profil en long et le débit, des différences de colmatage inter et intra frayères peuvent exister et expliquer des différences de survies embryonnaire.

Polluants

Bien que la qualité de la Sioule soit passable à bonne (données DREAL Auvergne), les stations de mesure ne sont pas établies au niveau des frayères et sont donc peu représentatives des conditions locales des sites d'incubation. De plus, les différentes méthodes d'analyses de qualité des eaux ne sont pas axées sur l'écotoxicologie du stade embryonnaire du saumon atlantique et sont donc peu propices à des analyses ultérieures.

Selon la bibliographie, les principaux polluants organiques responsables des mortalités embryonnaires sont les nitrates, les nitrites, l'ammonium et l'ammoniac. D'autres polluants comme les métaux lourds et les hydrocarbures peuvent engendrer des mortalités. Parmi les métaux lourds susceptibles de



provoquer des effets physiologiques pour le saumon, nous distinguons notamment le plomb, le zinc, le fer, le titane et l'aluminium (BAISEZ et al, 2012).

La nature et la quantité de polluants présents dans l'eau varie en fonction du cours d'eau (Température, pH...) et de l'occupation du sol du bassin versant qui conditionne les rejets industriels, agricoles et domestiques (PRUNET et MASSA, 2000 ; DAROLLES et DUMAS, 1999). Des différences de concentration en polluants inter frayères peuvent donc exister au sein d'une même rivière (gradient d'urbanisation amont/aval) ou entre plusieurs axes (différences d'occupation du sol des bassins versants) et justifier des différences de survies embryonnaires.

1.3.2.4 Matériel et méthodes

Réalisation de la frayère expérimentale

A contrario de la « frayère » de survie sous gravier qui se trouve au milieu du chenal principal, la frayère expérimentale se trouve en berge. La position de la frayère peut avoir des conséquences quant aux processus sédimentaires qui la façonnent dans le temps et l'espace. Par conséquent, il peut y avoir des différences morphologiques entre la frayère d'incubation et la frayère expérimentale à la fin de la manipulation. Cette frayère a été formée de la même façon que la frayère de survie, en creusant sur une vingtaine de centimètres de manière à former un tas de sédiments grossiers décolmatés (galets et graviers grossiers) d'environ 2m². Elle accueille l'ensemble des dispositifs utilisés pour les protocoles exposés ci-après.

Caractérisation de l'occupation du sol

Ce protocole permet de caractériser l'occupation du sol de l'amont de chaque site d'incubation. Les principales sources de pollutions sont étudiées : industries, usines de traitement des eaux usées et surfaces agricoles.

Le Système d'Information Géographique (SIG) Qgis est utilisé pour cette étude. Les données sont celles du Corine Land Cover (occupation du sol) et de la DREAL (Industries Seveso, usines de traitement des eaux).

Pour chaque site, un tableau mentionnant la distance entre les bâtiments susceptibles de polluer et la rivière est établi sur les cinq kilomètres en amont de la frayère. Celui-ci donne des informations sur la pollution potentielle. Lorsque cette manipulation sera effectuée sur plusieurs sites et années, une comparaison qualitative des sites pourra alors être effectuée et se basera sur le type et le nombre de bâtiments potentiellement polluants. In fine, un lien pourrait être établi entre survie et sources potentielles de pollutions.

Conductivité hydraulique et colmatage

La notion de conductivité hydraulique est intimement liée au processus de colmatage. L'évaluation de ces deux paramètres apporte des éléments explicatifs sur les écarts de survie intra et inter frayères dus à des différences d'oxygénation et de transfert de déchets métaboliques entre les sédiments et les œufs. Dans ce but, deux protocoles distincts ont été testés.

Evaluation de la conductivité hydraulique

Le conductimètre hydraulique permet de quantifier la conductivité hydraulique des sédiments (DATRY et DONON, 2011). Huit points de mesures sont effectués et cartographiés sur la frayère expérimentale. Pour chacun d'entre eux, un piézomètre est enfoncé dans les vingt premiers centimètres du substrat



et la hauteur d'eau initiale dans l'appareil est mesurée à l'aide d'une sonde piézométrique. Enfin, un litre d'eau est introduit au centre du piézomètre via un entonnoir relié à une vanne (Figure 53).



Figure 53 : Photographie illustrant la mesure du temps d'infiltration de l'eau dans le piézomètre (source PTUT, ENSAT)

La quantification du colmatage local dans les 20 premiers centimètres est permise par la conductivité hydraulique liée notamment à la hauteur d'eau initiale et au temps d'infiltration de l'eau dans le dispositif :

$$K = (0.2501 * D) / (Dt * \ln(H_0/H))$$

Avec :

- 🌀 K = perméabilité hydraulique (m/h) ;
- 🌀 D = diamètre du piézomètre (m) ;
- 🌀 Dt = temps d'infiltration (s) ;
- 🌀 H, hauteur d'air dans le tube (m) (H= hauteur piézomètre – hauteur d'eau initiale) ;
- 🌀 Ho, hauteur totale du dispositif (m) (Ho =hauteur piézomètre + hauteur entonnoir).

Plusieurs classes qualificatives du colmatage ont été établies par DATRY et DONON en 2011 et sont utilisées pour l'analyse des données :

- 🌀 Classe 1 : $0 < K < 0,3$ (très colmaté) ;
- 🌀 Classe 2 : $0,3 < K < 0,9$;
- 🌀 Classe 3 : $0,9 < K < 2,7$;
- 🌀 Classe 4 : $K > 2,7$ (peu colmaté).

Il est important de préciser qu'un temps d'infiltration supérieur à 2 minutes, entraine toujours un résultat de perméabilité en classe 1.



Deux sessions de mesures sont effectuées sur la frayère expérimentale : l'une à la création de la frayère artificielle et l'autre lors de la relève des capsules d'incubations. Quand cette étude sera généralisée sur l'ensemble des frayères d'incubations, les conductivités hydrauliques moyennes des frayères pourront être comparées entre elles pour tenter d'expliquer des différences de survie embryonnaire. Dans le cas de différences notables de survies au sein d'une frayère, une comparaison des conductivités hydrauliques de ce site pourrait être effectuée.

Evaluation du colmatage par les fines via des pièges à sédiments

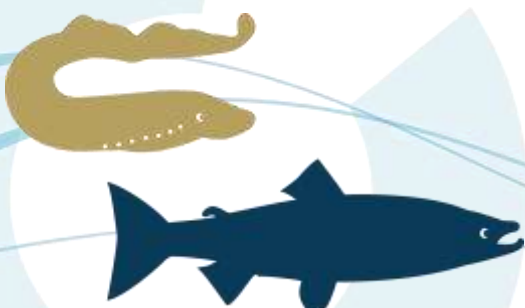
Les pièges à sédiments permettent la capture de sédiments fins et indiquent le degré de colmatage de la frayère (PARKINSON et al., 2001). Chacun des trois pièges est implanté d'amont à l'aval dans la frayère expérimentale lors de sa création. Il est composé d'un tube en PVC troué dont le centre est doublé d'une moustiquaire (0,8*0,8mm) et rempli de sédiments allant du gravier grossier au caillou grossier (Malavoi, 1989) (Figure 54).



Figure 54 : Photographie d'un piège à sédiments (Source PTUT ENSAT)

Chaque piège mesure 20 cm de hauteur, a un diamètre de 5cm et est percé de 4 rangées de 4 trous (d=0,9cm). Les pièges sont enterrés verticalement dans les 20 premiers centimètres de la zone hyporhéique. Les rangées de trous sont disposées suivant l'axe d'écoulement dominant de l'eau interstitielle (amont vers l'aval). Les sédiments fins qui rentrent dans le dispositif sont piégés grâce aux sédiments plus grossiers.

Les pièges sont relevés en même temps que les capsules d'incubation. Par la suite, les sédiments fins de chaque piège sont tamisés successivement (2 mm*2 mm puis 0,4 mm*0,4 mm), séchés, et pesés. Le séchage et la pesée se font avec un four réglé à 105 °C et une balance de laboratoire dans un récipient en aluminium dont le poids est connu. La moyenne des trois poids correspondant aux trois pièges sera calculée afin de caractériser le colmatage de la frayère expérimentale. A l'avenir, la comparaison des moyennes obtenues sur plusieurs frayères étudiées permettrait d'expliquer des différences de survies.



1.3.2.5 Résultats

Occupation du sol

Le site de la Jonchère est sous influence de 14 bâtiments potentiellement polluants. Les sources probables de pollutions sont majoritairement industrielles et agricoles (Tableau 17).

Tableau 17 : Synthèse des ouvrages potentiellement polluants en amont de la frayère « La Jonchère » (Sioule) (Sources : Corine Land Cover et Dreal Auvergne)

Bâtiment potentiellement polluant	distance à la frayère (m)	distance au cours d'eau (m)
Usine de traitement des eaux	2 889	0
Divers industriel	3 123	1 600
Bâtiments agricoles	280	280
	1 734	823
	1 600	1 499
	2 107	1 400
	2 900	1 383
	4 700	677
Serres	4 303	384
Bâtiments industriels	1 462	1 596
	1 976	536
	2 313	258
	2 922	<100
	4 400	781

Conductivité hydraulique et colmatage

Conductivité hydraulique

Tableau 18 : Tableau de synthèse des résultats : qualification du colmatage de la frayère expérimentale selon la classification de DATRY et DONON, 2011.

Date	Classe de colmatage
Mise en place : le 19/11/2015	3 (moyennement colmaté)
Relève : le 11/04/2016	1 (très colmaté)

Deux campagnes de huit mesures de conductivités hydrauliques ont été réalisées sur la frayère expérimentale (Tableau 18)

La perméabilité moyenne du site expérimental « la Jonchère aval » lors de sa création est égale à 2,1m/s (+/-1,2m/s). La frayère peut donc être qualifiée de moyennement colmatée. Néanmoins ce résultat est à relativiser du fait de l'écart type de 1,2m/s. Cette valeur met en évidence une variabilité importante entre les mesures. En effet, sur les huit points de mesure effectués, un présente un colmatage presque total visible à un temps d'infiltration de l'eau supérieur à 2 minutes. A l'inverse, un point présente un très faible colmatage visible par sa perméabilité de 4,1 m/s.

A la fin de l'expérience, les perméabilités de la frayère expérimentale sont comprises entre 0 et 0,3m/s. Sur ce même relevé, six mesures de temps sur les huit sont supérieures à 2 minutes. La frayère s'est



donc significativement colmatée entre la mise en place (le 19/11/2015) et la relève des capsules de survie sous graviers (le 11/04/2016).

Colmatage

Les poids en sédiments fins capturés par les pièges à sédiments ne sont pas encore connus. Néanmoins, la taille de ces dispositifs et les difficultés rencontrées pour les implanter sur la frayère expérimentale amènent à conclure que leur mise en place sur une frayère d'incubation est délicate.

1.3.2.6 Discussion

Occupation du sol

L'analyse de l'occupation du sol apparaît pertinente afin d'appréhender les entrants éventuels susceptibles d'influencer sur la survie embryonnaire. Pour autant, cette approche nécessite une investigation plus poussée afin de définir les distances amont d'influence vis-à-vis de la frayère. Selon les sources de pollution potentielle, la distance à considérer est probablement variable. De plus, la distance du bâtiment au cours d'eau apparaît également une approximation puisque certaines bouches d'évacuation sont parfois directement en lien avec la rivière.

Conductivité hydraulique et colmatage

L'expérience a montré que la mesure de la conductivité hydraulique via à conductimètre hydraulique selon le protocole adapté de DATRY et DONON (2011) est réalisable sur une frayère d'étude de la survie sous graviers.

Les conductivités mesurées juste après la création de la frayère expérimentale ne sont pas homogènes. Ce résultat est surprenant dans la mesure où la granulométrie de la frayère est semblable sur tout son volume. Cette variabilité explique sans doute des conditions locales particulières qui n'ont pas pu être évaluées lors de la formation de la frayère. Un agencement différent de la granulométrie peut être à l'origine de ces différences locales. Toutefois, le résultat le plus surprenant concerne la qualité de cette frayère en termes de colmatage. La classification mise au point par DATRY et DONON en 2011 classe la frayère, dès sa création, en classe 3 et non en classe 4 (peu colmatée) malgré le décolmatage réalisé. Deux hypothèses peuvent être formulées pour expliquer ce résultat :

- Dans le premier cas, il est possible que le décolmatage effectué ne soit pas suffisamment important. Cette hypothèse nous paraît surprenante vu les caractéristiques granulométriques du substrat et l'effort produit pour décolmater ce substrat quelques minutes avant les mesures.
- Dans le second cas, il est probable que la discrétisation (définition des classes) mise au point par DATRY et DONON soit pessimiste ou qu'elle ne soit pas adaptée à notre manipulation.

La variabilité des mesures est également visible lors de la récupération des capsules de la survie sous graviers. Bien que globalement très colmatée, 2 points de mesures ont tout de même montré des conditions locales légèrement plus favorables.

Il est probable qu'un biais lié aux mesures antérieures existe et soit significatif. Celui-ci pourrait expliquer une partie de la variabilité intra frayère. La prise d'une mesure de conductivité déstructure le substrat autour de ce point. Cette déstructuration est produite par un tassement du substrat qui se comprime horizontalement pour laisser pénétrer le tube crépiné lors de la mesure. Un phénomène de décompression est envisageable lors de l'enlèvement du tube mais celui-ci n'a pas été constaté. Suivant la granulométrie, ces forces horizontales peuvent être converties suivant toutes les autres directions



de l'espace. Ces pressions compressives se traduisent par une occupation de l'espace différente : les cailloux ont tendance à se rapprocher en comblant les volumes occupés par l'eau.

Comme la conductivité hydraulique dépend de l'importance du réseau formé par les volumes contenant de l'eau, il est par conséquent probable que les phénomènes de compression perturbent les mesures postérieures. Cette hypothèse est d'autant plus vraie que le substrat est colmaté car ce phénomène entraîne une perte de conductivité hydraulique.

De plus, le trou laissé par le tube piézométrique d'une mesure n-1 peut aider à l'infiltration d'une mesure n dans certaines conditions. Il est probable qu'un phénomène venturi se produise à l'interface eau/sédiments du trou de la mesure n-1. Pour que celui-ci ait lieu, il faut que la vitesse du courant à l'interface eau/sédiment soit plus élevée que le courant de l'eau interstitielle. Il faut également que la composante principale de l'eau infiltrée soit horizontale. Cet effet de happement de l'eau interstitielle favoriserait la conductivité hydraulique du substrat. Cet effet est d'autant plus probable que les mesures se font aux interfaces plats/radiers, zones d'accélération de l'eau de la rivière et d'infiltration de l'eau superficielle.

Par conséquent, il est nécessaire de déterminer la direction de l'écoulement de l'eau interstitielle lorsque celle-ci est en charge de l'eau du perméamètre. Il est également essentiel d'observer par la suite le comportement de l'eau infiltrée dans le substrat et établir, s'il y a lieu, une distance minimale à respecter entre deux mesures. Cette distance éliminera le biais lié aux mesures antérieures.

Dans l'attente de ces résultats nous ne pouvons pas affirmer que ce dispositif permettra de montrer des différences de survies intra frayères. Lorsque cette manipulation sera appliquée sur les frayères d'incubations, l'utilisation des mêmes trous que ceux formés pour les capsules permettrait d'augmenter la qualité de l'information lors de la relève des capsules.

1.3.2.7 Conclusion

Cette étude innovante a permis l'élaboration et l'application expérimentale de trois protocoles qui sont susceptibles d'apporter des éléments de réponse à des variabilités de survies des œufs de saumons. Ces protocoles étudient les paramètres majeurs conditionnant les taux de survies à l'éclosion et à l'émergence : l'action des polluants et l'influence du colmatage du substrat. Chacun des protocoles donne lieu à une acquisition de données dont il pourrait être possible de tester le lien avec le taux de survie embryonnaire. Ils permettent donc de décrire l'habitat frayère et son évolution lors de l'incubation des œufs.

La mise en place de ces protocoles sur une frayère d'incubation est possible excepté pour les pièges à sédiments qui nécessitent d'être miniaturisés pour une implantation moins difficile.

L'analyse des sources potentielles de pollution sera à compléter avec l'ensemble des sources polluantes des bassins versants de chaque site analysé de manière à avoir une approche globale de la pollution potentielle des sites d'incubation. Notamment au-delà de la pollution organique, la pollution des métaux lourds est à considérer avec attention. Les études précédentes menées dans le cadre du Tableau de Bord Salt ont montré des seuils limites au regard des exigences écologiques du saumon.

Concernant la conductivité hydraulique, nous devons observer le comportement de l'eau infiltrée dans le substrat et établir, s'il y a lieu, une distance minimale à respecter entre deux mesures. Cette distance éliminera le biais lié aux mesures antérieures. Ces paramètres peuvent être déterminés expérimentalement en colorant l'eau utilisée. De la fluorescéine ou de la Rhodamine B sont des



traceurs colorimétriques qui ont fait leur preuve pour le suivi des eaux de surfaces et souterraines et pourraient être utilisés.

Afin d'opérer, nous proposons un témoin qui sera comparé à un point de traçage possédant 4 trous préalablement effectués à l'aide du piézomètre à une distance connue et régulièrement espacés. Deux de ces trous seront alignés à l'axe de l'écoulement de la rivière. La visualisation du transfert de l'eau colorée se fera à l'œil avec un masque et tuba et filmé avec une go-pro équipée d'un caisson étanche et d'une perche. Si un phénomène de transfert préférentiel par les trous est visible, la distance minimale entre deux mesures sera évaluée en faisant plusieurs modèles correspondant à des distances différentes entre le point en charge et les trous. L'hypothèse la plus probable et à vérifier en priorité est que l'écoulement interstitiel suit l'écoulement de la rivière et que, par conséquent, le rayon d'influence est variable suivant les 4 trous. Il s'agira alors de montrer si le trou aval du point de traçage est le point le plus critique en termes de biais des mesures.

Les pièges à sédiment semblent être pertinents, pour autant, il est indispensable de faciliter leur mise en place, d'uniformiser la performance de piégeage et d'augmenter le nombre de pièges.

L'utilisation des mêmes capsules que celles employées pour la survie sous graviers permettrait de s'affranchir de ces biais. Dix capsules pourraient être utilisées de manière à moyenner ultérieurement les poids en sédiments fins récoltés. Le remplissage des capsules sera uniforme et réalisé à l'aide des mêmes billes de verre que celles utilisées pour l'incubation. L'implantation de ces nouvelles « capsules-pièges », moins énergivore, permettrait d'augmenter le rapport bénéfice/coût de cette manipulation initialement chronophage.

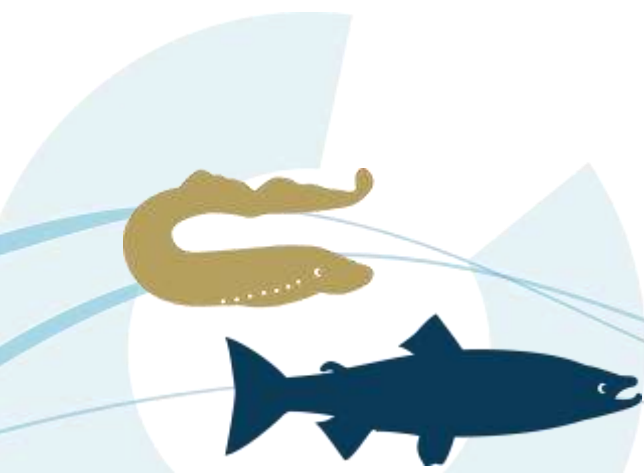
Une meilleure connaissance des dispositifs de mesure et une amélioration de certains doit être envisagée pour augmenter la qualité de la donnée recueillie. Ces améliorations seront apportées dans l'année à venir qui permettra également d'apporter plus d'informations sur ces protocoles. Si la faisabilité des protocoles est établie, leur utilité supposée est à démontrer par des analyses statistiques validant les hypothèses d'influence des paramètres étudiés sur les taux de survie observés. Ce deuxième volet sera effectué durant la manipulation de la survie sous graviers 2016/2017 où ces protocoles seront généralisés sur l'ensemble des sites d'incubations.

1.3.3. Capacité productive d'alevins de saumon

Un suivi des populations de tacons est réalisé chaque année sur les bassins versants de l'Allier et de la Gartempe, afin d'apprécier l'abondance des juvéniles de saumon de l'année (tacons 0+).

Les pêches de sondage sont réalisées selon un protocole standardisé et spécifique aux juvéniles de saumons de l'année. Cette méthode permet une comparaison des abondances sur les différentes stations d'échantillonnage. Les sites sont choisis parmi les zones favorables à la production et au grossissement de juvéniles de saumon et répartis sur le cours principal et les affluents.

Afin de mieux cerner la production naturelle de juvéniles, des pêches printanières sont réalisées avant les déversements de la pisciculture de Chanteuges sur la Gartempe pour la 2^e année et pour la première fois sur la Sioule.



1.3.3.1 Capacité productive d'alevins de saumon sur le bassin de la Gartempe

Rappel du contexte

Suite à l'effondrement de la population de saumon atlantique du bassin de la Vienne dans les années 70, un programme de restauration du saumon sur la Gartempe, seul cours d'eau du bassin dépourvu d'ouvrage infranchissable, a été mis en place. Les différentes composantes de ce programme, aujourd'hui élaboré dans le cadre du Plan de Gestion des Poissons migrateurs et du Plan Loire, sont :

- 🌀 Le déversement de juvéniles aux stades smolts et alevins,
- 🌀 Le suivi scientifique et technique de la population et des actions engagées,
- 🌀 Le programme de restauration de la continuité écologique s'inscrivant notamment dans le cadre réglementaire du code de l'Environnement (articles L.432-6 et L.214-17) et du SDAGE Loire-Bretagne,
- 🌀 Les autres actions en faveur de la restauration du bon état écologique (restauration ripisylve, hydro morphologie...) inscrites au Contrat de Rivière Gartempe et dans les Contrats Territoriaux.

Depuis l'arasement du barrage de Maisons-Rouges en 1999, verrou infranchissable interdisant l'accès des poissons migrateurs au bassin de la Vienne, des suivis de nids de saumon sont réalisés en période de reproduction. Ils permettent d'attester une reproduction effective de saumons sur le bassin de la Gartempe. Les conditions hydrologiques défavorables de l'hiver 2014 n'ont pas permis la mise en évidence de la présence de reproduction.

Par ailleurs, le programme de déversement tel qu'il est réalisé depuis sa mise en place ne permet pas de distinguer les alevins natifs des alevins déversés lors des pêches d'échantillonnage de fin d'été réalisées annuellement depuis 1999.

Résultats

Afin de valider et d'améliorer les connaissances concernant la production naturelle de juvéniles de saumon sur la Gartempe, Logrami a mis en œuvre, depuis 2014, des échantillonnages printaniers avant les déversements d'alevins.

En 2015, sur l'ensemble des 12 sites prospectés, un total de 9 alevins de saumon atlantique a été capturé. Les pêches ayant eu lieu avant les déversements, **les alevins capturés sont nécessairement issus de la reproduction naturelle observée l'hiver précédent.**



1.3.3.2 Recrutement de juvéniles de saumons sur le bassin de l'Allier

Préambule

Sur le bassin de l'Allier, la campagne d'échantillonnage de 2015 évalue la production de juvéniles issue de la reproduction naturelle de 2014, année où 571 géniteurs potentiels ont été contrôlés à Vichy (595 – 24 géniteurs capturés par le CNSS) dont 57 franchirent le barrage de Poutès.

Compte tenu des secteurs alevinés, les capacités productives naturelles sont difficilement mesurables. Pour autant, l'analyse peut être effectuée sur deux secteurs distincts, le **secteur aval de Poutès** bénéficiant d'un recrutement intéressant de géniteurs et le **secteur amont de Poutès** où le nombre de géniteurs est comptabilisé annuellement mais chroniquement en sous densité au regard des capacités d'accueil.

En outre, il a été possible de suivre l'évolution de la **reproduction sur le Béal**, bras dérivé de l'Alagnon où 46 frayères ont pu être comptabilisées (meilleur score depuis 2012) (BACH et al., 2014) et où aucun alevinage n'a eu lieu.

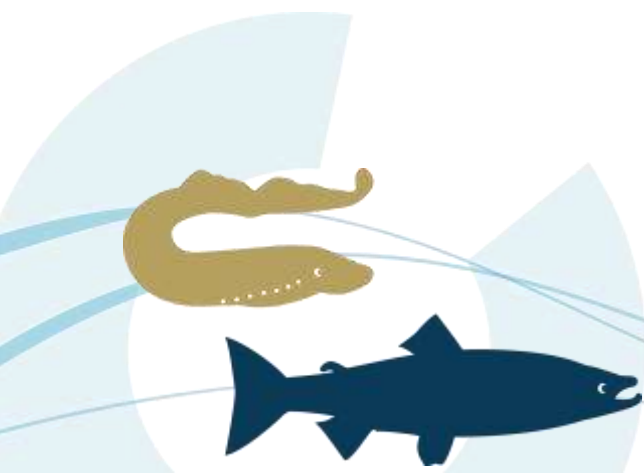
Le Chapeauroux fait l'objet d'un échantillonnage, le résultat permet de mesurer le succès reproducteur jusqu'au stade tacon d'automne.

Enfin, les résultats issus des campagnes d'échantillonnages précédentes interrogent sur les survies des alevins entre l'émergence et le tacon d'automne sur la **Sioule**. Ainsi, une campagne spécifique a été mise en œuvre afin d'échantillonner la Sioule avant les déversements d'alevins.

Localisation des stations d'échantillonnage des alevins natifs

Les stations se répartissent de la manière suivante (Figure 55) :

-  14 sur l'Allier entre Langeac et Poutès (34 km) ;
-  15 au-dessus de Poutès (66 km)
-  6 sur le Béal (6,8 km) ;
-  1 sur la partie aval du Chapeauroux (1 km)
-  23 sur la Sioule entre Broût-Venet et l'aval du barrage de Queuille (62 km)



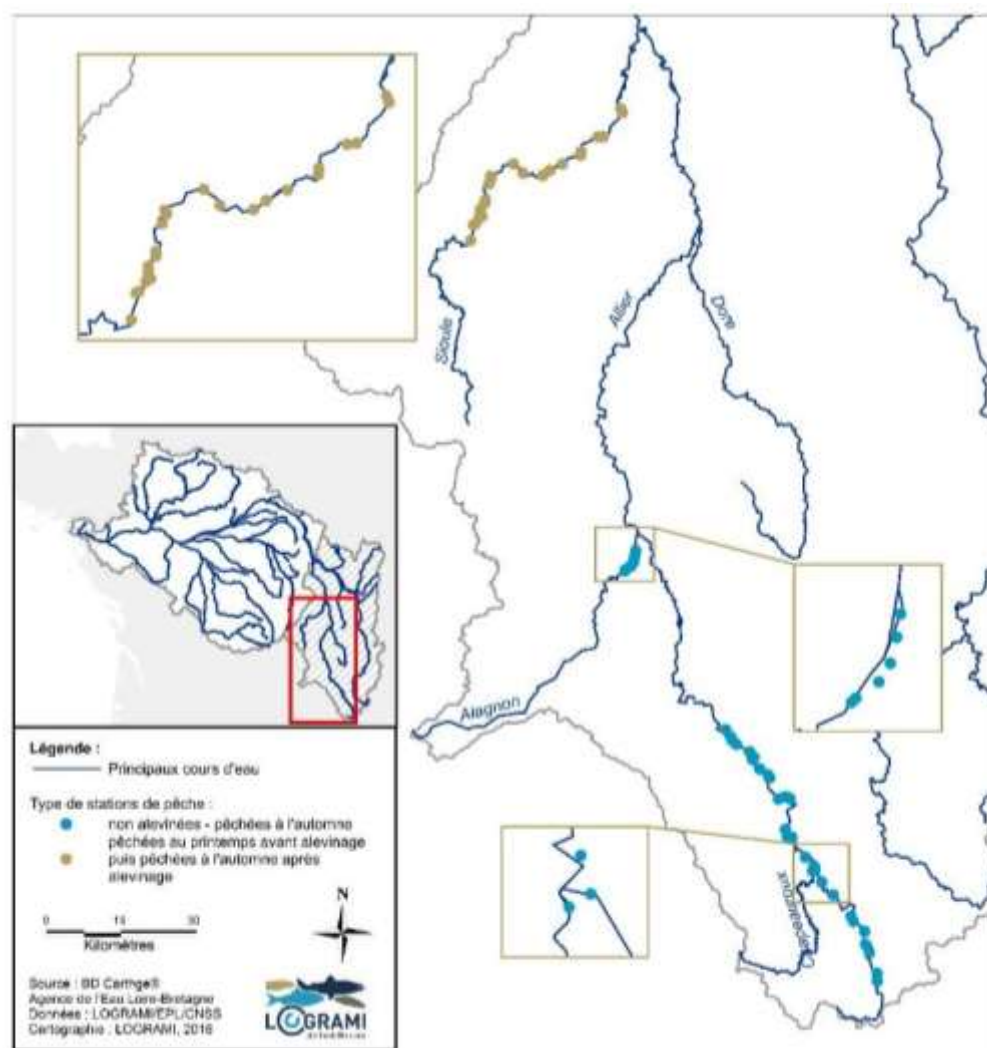


Figure 55 : Localisation des stations de pêche électrique de suivi d'abondance de juvéniles de saumons atlantique natifs sur le bassin de l'Allier en 2015

Indice d'abondance sur l'Allier en zone refuge

Des tacons 0+ ont été capturés sur 11 des 15 stations échantillonnées sur les secteurs situés en amont du barrage de Poutès où potentiellement 57 géniteurs pouvaient se reproduire (BACH et al., 2015). 8 de ces 11 stations présentent des indices très faibles, 2 présentent des indices moyens (« St Médard bras RG » et « Village Vacances Alleyras ») et seule la station « Vabres », présente un indice élevé. Bien que globalement limitée sur l'ensemble de ces secteurs, la production naturelle peut toutefois y être ponctuellement satisfaisante.

Sur le secteur situé en aval du barrage de Poutès (S3), des tacons 0+ ont été capturés en quantités faibles à très élevées sur toutes les stations échantillonnées. Les indices d'abondance révèlent une production naturelle conséquente sur ce secteur, notamment dans les 10 km en aval du barrage de Poutès. **A l'échelle des secteurs, l'indice d'abondance moyen le plus important est observé sur ce**



secteur avec 79,2 individus en 5 minutes $\pm$ 62 (Figure 56 et Figure 57). La capacité productive de l'Allier est donc indéniable.

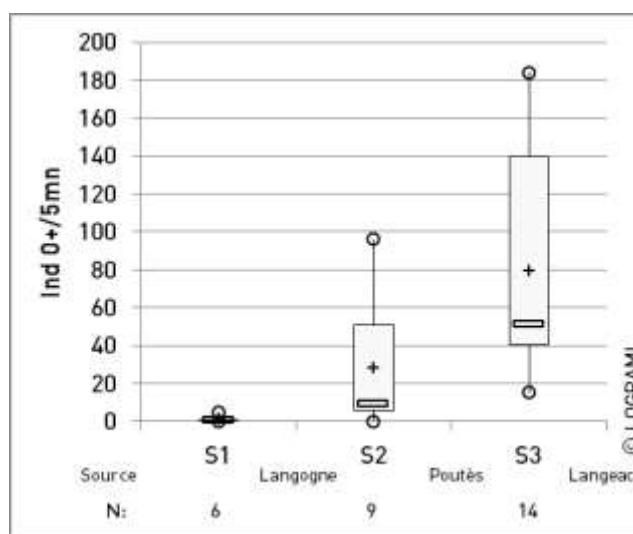


Figure 56 : Indices d'abondance tacons 0+ sur l'Allier en 2015 selon la localisation des stations dans les différents secteurs de la zone refuge.

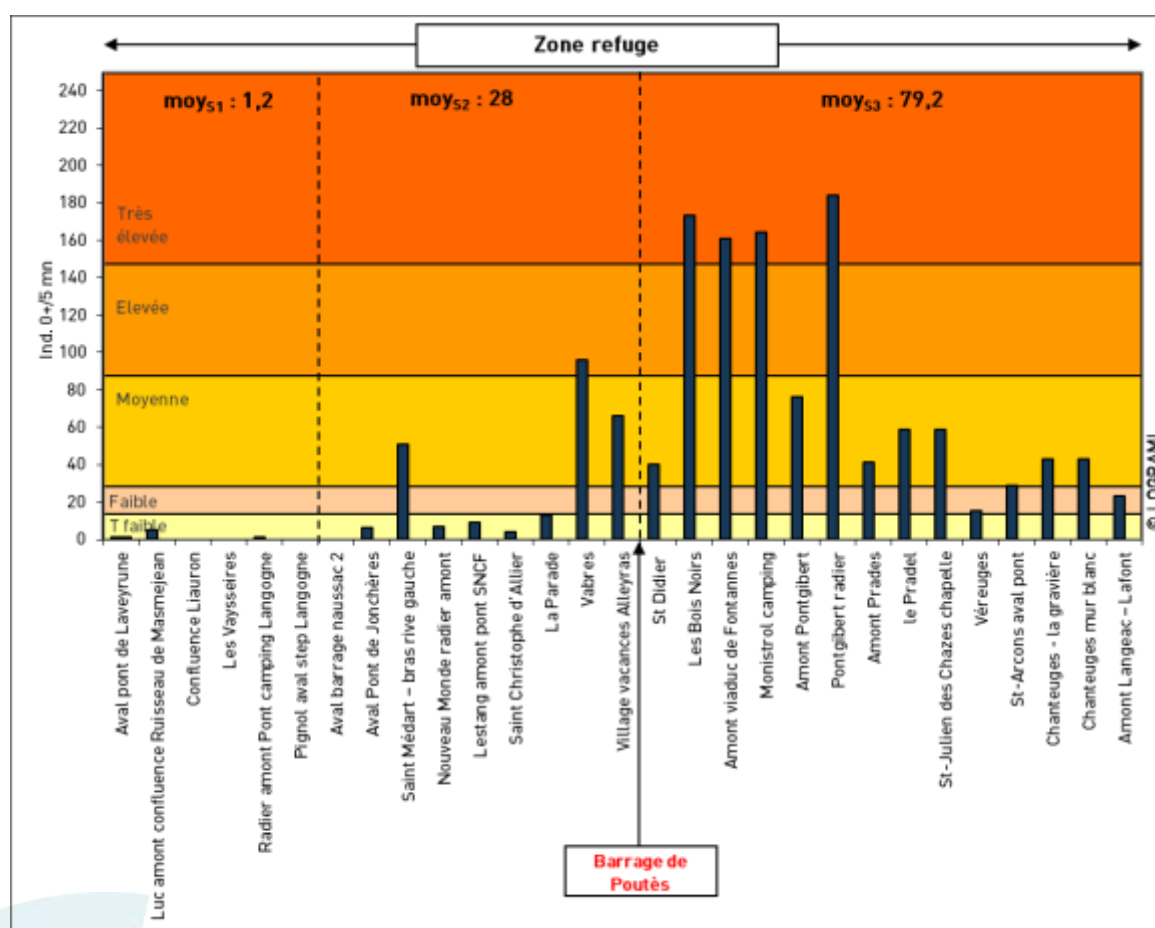


Figure 57 : Indices d'abondance tacons des stations échantillonnées sur la zone refuge de l'Allier en 2015 selon leur succession amont/aval

Comparativement aux années précédentes, l'année 2015 se caractérise par une production d'alevins natifs dans la zone refuge plutôt satisfaisante malgré les fortes chaleurs de l'été 2015 qui ont dû induire une diminution significative de la survie de l'œuf au tacon d'automne (Figure 58). En effet, la zone refuge a probablement bénéficié d'une température d'eau plus fraîche qui comparativement aux autres secteurs de l'Allier a permis une meilleure survie estivale des alevins.

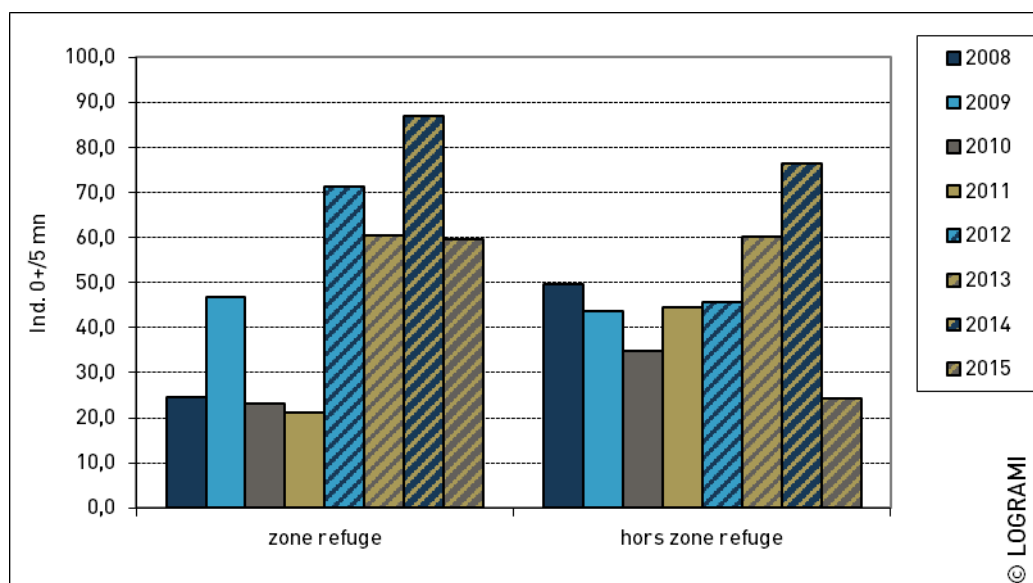


Figure 58 : Evolution de l'indice d'abondance tacons 0+ moyen dans et hors zone refuge de l'Allier depuis la mise en place de la zone refuge (20 stations)

Zoom sur le Béal (Alagnon)

Les 6 stations du Béal sont considérées comme non alevinées malgré le déversement de 6779 alevins 800 m en amont de la prise d'eau. Nous émettons l'hypothèse que ces alevins ne pénètrent pas dans le Béal par effet tampon de la retenue du barrage de Lempdes.

Des tacons 0+ ont été capturés sur les 6 stations du Béal en abondance faible et moyenne. **L'indice d'abondance moyen observé sur ce secteur est de 33,5 individus en 5 minutes $\pm$ 11,2.** La comparaison avec les années antérieures montre que la survie estivale a probablement été équivalente à celle de 2013 mais inférieure à celle de 2014 (Figure 59).



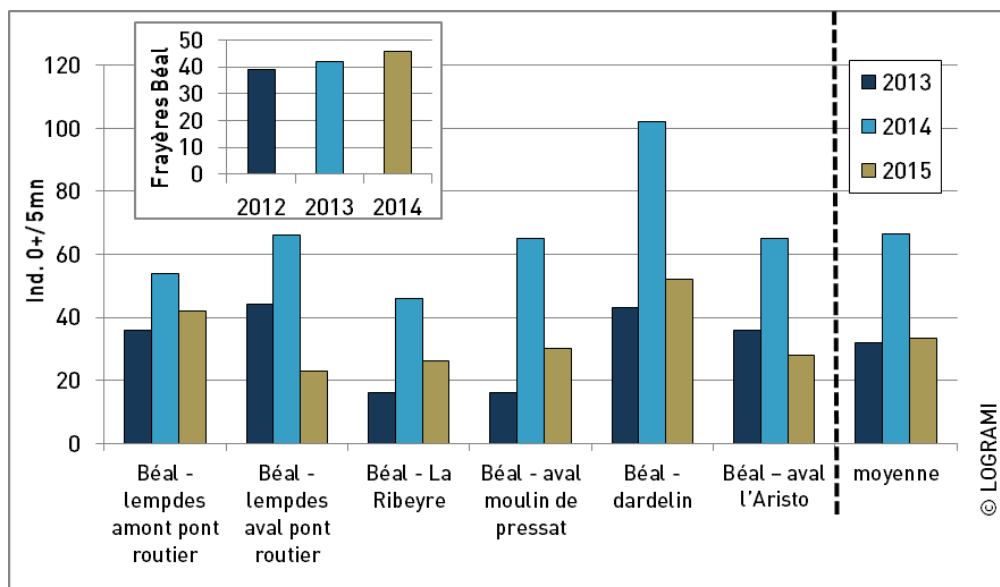


Figure 59 : Nombre de tacons échantillonnés en 5 minutes des pêches électrique sur les sites du Béal de 2013 à 2015

Indice d'abondance sur le Chapeauroux

Une station a été échantillonnée sur le Chapeauroux : Passerelle STEP Chapeauroux. 10 tacons 0+ y ont été capturés. Bien que l'indice d'abondance soit considéré comme très faible, **ces captures révèlent la réalisation de reproduction naturelle de saumon atlantique en 2015 sur la partie basse de cet affluent.**

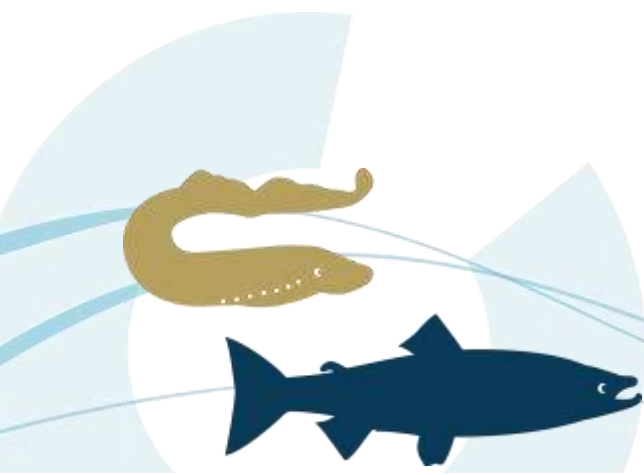
Comparaison indices d'abondance juin/septembre sur la Sioule

Les 23 stations échantillonnées en septembre 2015 ont aussi été échantillonnées précédemment fin mai- début juin 2015 avant que les déversements d'alevins du CNSS ne soient réalisés.

Au printemps, sur ces 23 stations :

- 10 stations ne présentaient pas d'alevins 0+ dont 4 sur la partie basse de l'axe ;
- 13 stations présentaient des indices d'abondance très faibles (entre 1 et 6 tacons 0+) (Figure 60).

L'indice d'abondance moyen est de **1,6 ± 2 tacons en 5 minutes**. Les alevins 0+ ont été capturés entre Le Bout du Monde en amont de Châteauneuf les Bains les Bains et le pont de l'A71 en aval d'Ebreuil.



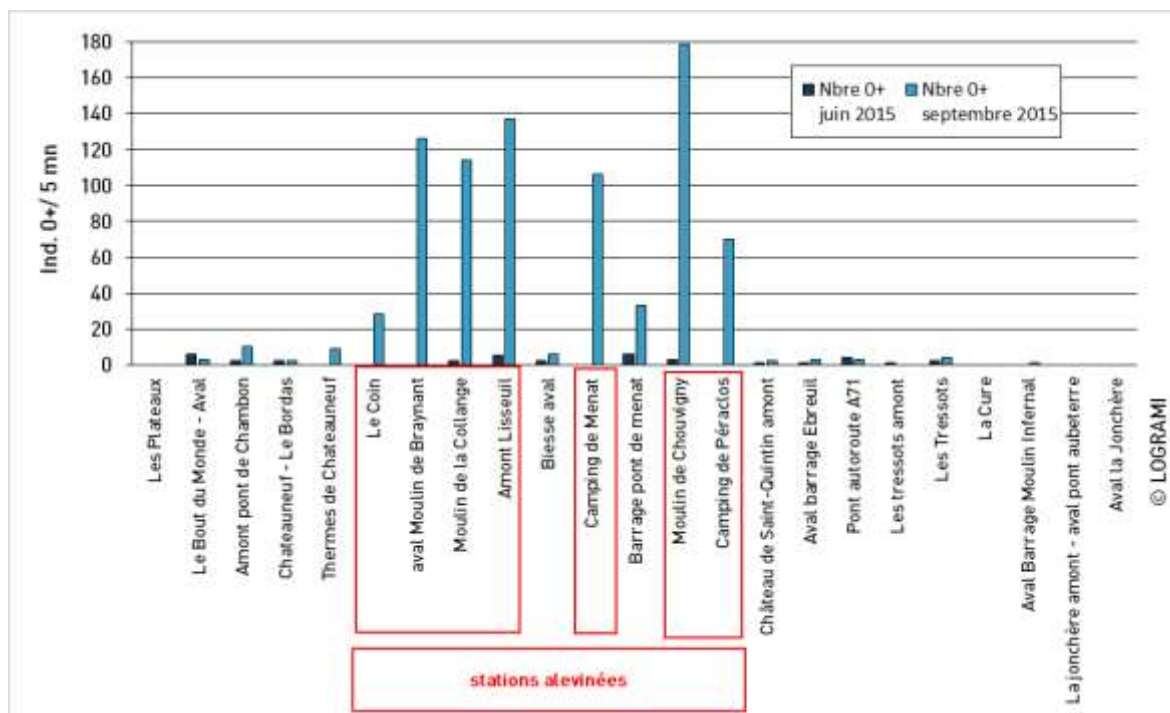


Figure 60 : Comparaison des indices d'abondance tacons des stations échantillonnées sur la Sioule en juin et septembre 2015 selon leur succession amont/aval

La comparaison des indices d'abondance tacons des stations échantillonnées sur la Sioule en juin et septembre 2015 (Figure 60) révèle :

- Une nette augmentation des indices pour les stations alevinées (7 stations) et sous influence immédiate d'alevinage (barrage pont de Menat) ;
- Une relative stabilité des très faibles indices d'abondances pour les 15 autres stations (dont 14 non alevinées).

Ces résultats montrent qu'en 2015 sur la Sioule :

- Une production naturelle de tacons 0+ existe entre Châteauneuf les Bains et Ebreuil mais elle est extrêmement limitée dès le printemps et ne semble pas subir de forte mortalité estivale ;
- les alevinages permettent une production de tacons 0+ en quantité intéressante.

1.4. Conclusion sur la caractérisation des habitats favorables

Les résultats en termes de **quantification** des sites de frayères potentiels sur l'axe Maine permettent ainsi de compléter les indicateurs "Habitat favorable potentiel disponible" pour les différentes espèces **d'aloses et de lamproies marines**. Ces habitats potentiels actuels sont peu nombreux dans la partie aval du bassin de la Maine, l'artificialisation des cours d'eau ayant considérablement modifié les faciès d'écoulement. Sur la zone étudiée restreinte à la partie aval du bassin située dans le Maine-et-Loire, 3

sites sont clairement identifiés comme favorables à la reproduction de l'alse et/ou de la lamproie marine répartis sur la Sarthe et le Loir.

Concernant les habitats potentiels actuellement inaccessibles pour les poissons migrateurs, l'étude par approche bathymétrique sur **le Loir** a permis d'identifier des habitats potentiels favorables aux aloses et lamproies noyés par les ouvrages. Sans préjuger des options d'aménagement qui pourraient être retenues, **elle révèle jusqu'à 100 000 m² d'habitats favorables récupérables par la suppression d'un seul ouvrage.** D'autres options comme des abaissements partiels de la ligne d'eau ont été étudiées.

Concernant la détermination des habitats potentiels actuels pour le saumon atlantique (juvéniles, reproduction) la zone de prospection étudiée en 2015 par la méthode des faciès d'écoulement est située dans le bassin de l'Allier. Ainsi sur les 2 500 000 m² d'Equivalent-Radier-Rapide recensés, **les Couzes d'Ardes, Pavin et Chambon représentent 10 % de ces surfaces favorables** à l'accueil du Saumon atlantique. En conséquence, ces surfaces sont réparties à 2 % sur la Couze d'Ardes, 6 % sur la Couze Pavin et 2 % sur la Chambon totalisant 250 000 m². Les 3 Couzes réunies représentent également presque le potentiel de production de la Dore avec plus de 20 000 smolts sur les 190 684 smolts potentiels du bassin.

Cependant, l'absence de données sur ces cours d'eau dans le référentiel des obstacles à l'écoulement est impactant pour statuer sur l'état de la continuité écologique de ces rivières au regard des espèces ciblées. Les difficultés de franchissement sont susceptibles de freiner ou d'empêcher la montée des géniteurs et la dévalaison des juvéniles. Le potentiel ne sera effectif qu'à condition que les critères de continuité soit favorables.

L'analyse des conditions d'incubation des œufs de saumons sur les axes Sioule et Dore en 2015, a permis de mettre en évidence, que la température était compatible avec les exigences de développement des œufs de salmonidés. Les variations de débits n'ont pas entraîné de dégradations importantes des frayères.

Sur le bassin de la Sioule, une non-variabilité de la survie embryonnaire du saumon atlantique entre les différents sites est mise en évidence.

La Dore montre une capacité d'accueil favorable au regard du développement des œufs de saumons avec des taux de survie moyens qualifiés de très bons comparativement aux autres axes. Cependant, sur ce bassin, l'analyse des données met en évidence une survie des œufs sur la frayère la plus aval bien inférieure aux autres frayères.

Afin d'enrichir les informations de qualité d'habitat, une étude innovante a permis l'élaboration et l'application expérimentale de quatre protocoles qui sont susceptibles d'apporter des éléments de réponse à des variabilités de survies des œufs de saumons. Ces protocoles étudient les paramètres majeurs conditionnant les taux de survies à l'éclosion et à l'émergence : action des polluants, influence du colmatage du substrat et de l'érosion sédimentaire. Chacun des protocoles donne lieu à une acquisition de données dont il pourrait être possible de tester le lien avec le taux de survie embryonnaire. Ils permettent donc de décrire l'habitat frayère et son évolution lors de l'incubation des œufs. La phase test opérée en 2015 permettra une mise en œuvre opérationnelle sur les analyses de 2016.

Par ailleurs, les recherches des alevins issus de reproduction naturelle de juvéniles de saumon en 2015 sur la Gartempe attestent de la qualité des habitats qui a permis la réussite des phases post-reproduction, soit l'éclosion, l'émergence et la croissance des juvéniles jusqu'au printemps. Sur les sites aval, il apparaît que la capacité d'accueil est limitée.





Concernant l'Allier, il apparaît que le secteur de la zone refuge est en pleine capacité productive et montre depuis 2011 une production d'alevins très intéressante. Le facteur conditionnant n'apparaît dans ce cas de figure pas être le milieu mais l'accessibilité et les effectifs de géniteurs.

Sur l'axe Sioule, les échantillonnages printaniers avant les déversements nous informent que de la reproduction a eu lieu au moins entre Châteauneuf les Bains et Ebreuil. Malheureusement, **dès le printemps**, les abondances sont très faibles sur l'ensemble des stations de ce secteur. Un problème **global de succès reproducteur intervenant avant l'été est déploré sur cet axe** pourtant exploité par des géniteurs.



2. Le suivi de la continuité écologique et de l'accessibilité des habitats

Historiquement, les poissons disposaient d'habitats intacts. L'ensemble des zones occupées constituait alors l'aire de répartition des espèces. Le régime d'écoulement et la dynamique sédimentaire sont les principaux facteurs qui façonnent les écosystèmes fluviaux.

L'homme agit sur ces rythmes naturels par des prélèvements sur les écoulements, des retenues d'eau et des écrêtages lors des crues. L'aménagement des rivières à des fins d'exploitation de l'énergie hydraulique, le refroidissement des centrales, la navigation, les activités récréatives a induit la construction de barrières physiques piégeant les sédiments. De plus, les aménagements modifient l'accès aux habitats physiques des espèces.

Il ne suffit pas de cartographier les habitats potentiels actuels (en deçà des infranchissables) dans une zone, il faut encore qu'ils soient fonctionnels (bonne granulométrie, oxygénation etc.) et «accessibles» pour la faune. Il donne alors une évaluation des habitats réels disponibles.

Suite à la fragmentation et notamment aux difficultés d'accès aux zones amont de frayères, certains habitats fonctionnent actuellement en système de puits (Figure 61). Ils bénéficient des apports de population par la population issue des systèmes sources. Les perspectives de visualisation de l'amélioration de la situation des espèces par le biais des indices d'abondance est alors inopérant puisque le système source ne peut révéler des augmentations d'effectif que lorsque le système puits est «comblé». Enfin d'autres systèmes sont totalement inoccupés du fait d'une altération trop importante de l'habitat ou d'une incapacité des espèces à y accéder.

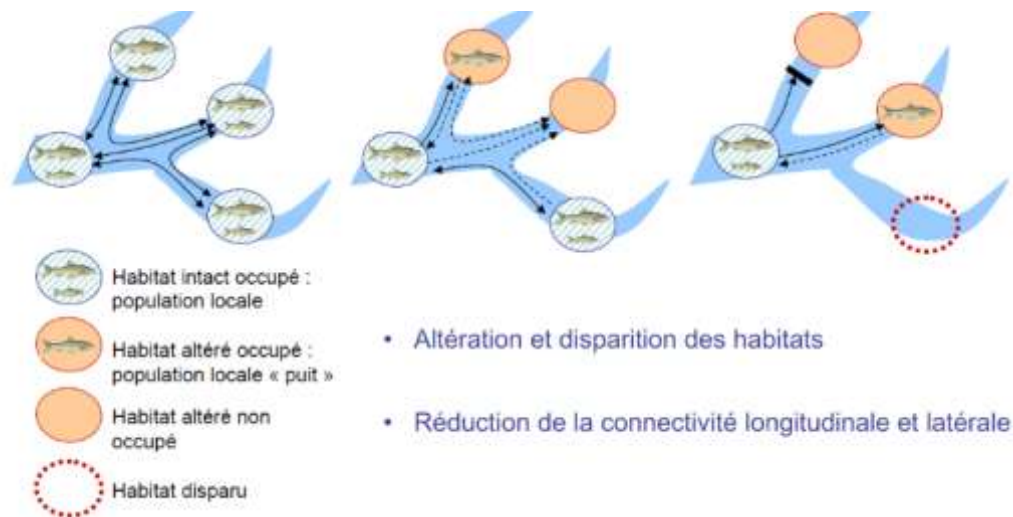
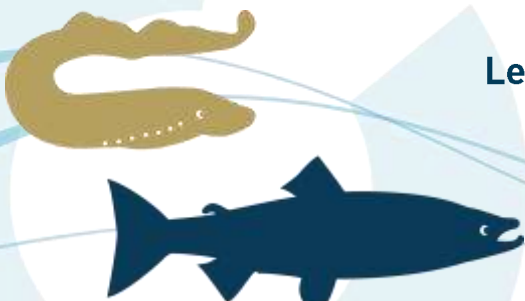


Figure 61 : Schéma d'altération, de disparition des habitats et de réduction de la connectivité longitudinale et latérale (Sources : C. Le Pichon, G. Gorges, J. Baudry, T. Faure et H. Boussard, 2006)

Les avancées scientifiques en matière de biologie de la conservation démontrent les limites et les insuffisances des politiques traditionnelles de création d'espaces protégés (quel que soit leur statut



juridique, focalisées sur des espèces ou des habitats remarquables). Le législateur est conscient que pour protéger la biodiversité, il est désormais indispensable de raisonner en termes de maillage et de fonctionnalité des écosystèmes à une très large échelle spatiale, intégrant d'une part la mobilité des espèces et dans une moindre mesure des écosystèmes.

Les itinéraires de migration répondent aux exigences et aux aptitudes des différentes espèces et s'effectuent sur des parcours migratoires identifiés. Les grandes ou petites migrations des poissons peuvent être perturbées par de nombreux facteurs allant de la création de « barrages physiques » dans les cours d'eau (barrages sans passe à poissons ou mal entretenue, pose de filets transverses) à des barrages chimiques (pollutions chimiques graves de l'eau), en passant par des phénomènes plus discrets de perturbation hormonale, de pollution thermique, de perturbations par la pollution lumineuse, etc.

2.1. Conditions environnementales de l'année 2015

L'activité migratoire des poissons est conditionnée par des paramètres environnementaux. Parmi eux, la température de l'eau ainsi que les débits des cours d'eau ont été recensés comme étant les principaux facteurs influant sur les migrations des poissons. Au niveau d'un barrage hydroélectrique, le fonctionnement de l'usine, qui régule les niveaux d'eau et les débits, peut aussi avoir une influence importante sur les migrations. De ce fait, l'acquisition et l'analyse de ces données constituent des étapes essentielles permettant d'appréhender de manière plus précise les caractéristiques des flux migratoires.

2.1.1. Les débits

Les débits moyens journaliers du bassin de la Loire sont fournis par la banque nationale de données sur l'hydrométrie et l'hydrologie (banque hydro : www.hydro.eaufrance.fr). Ainsi, l'exploitation de données nous permet de connaître l'évolution hydrologique annuelle du bassin de la Loire et de ses principaux affluents (Allier, Vienne...) (Figure 62).



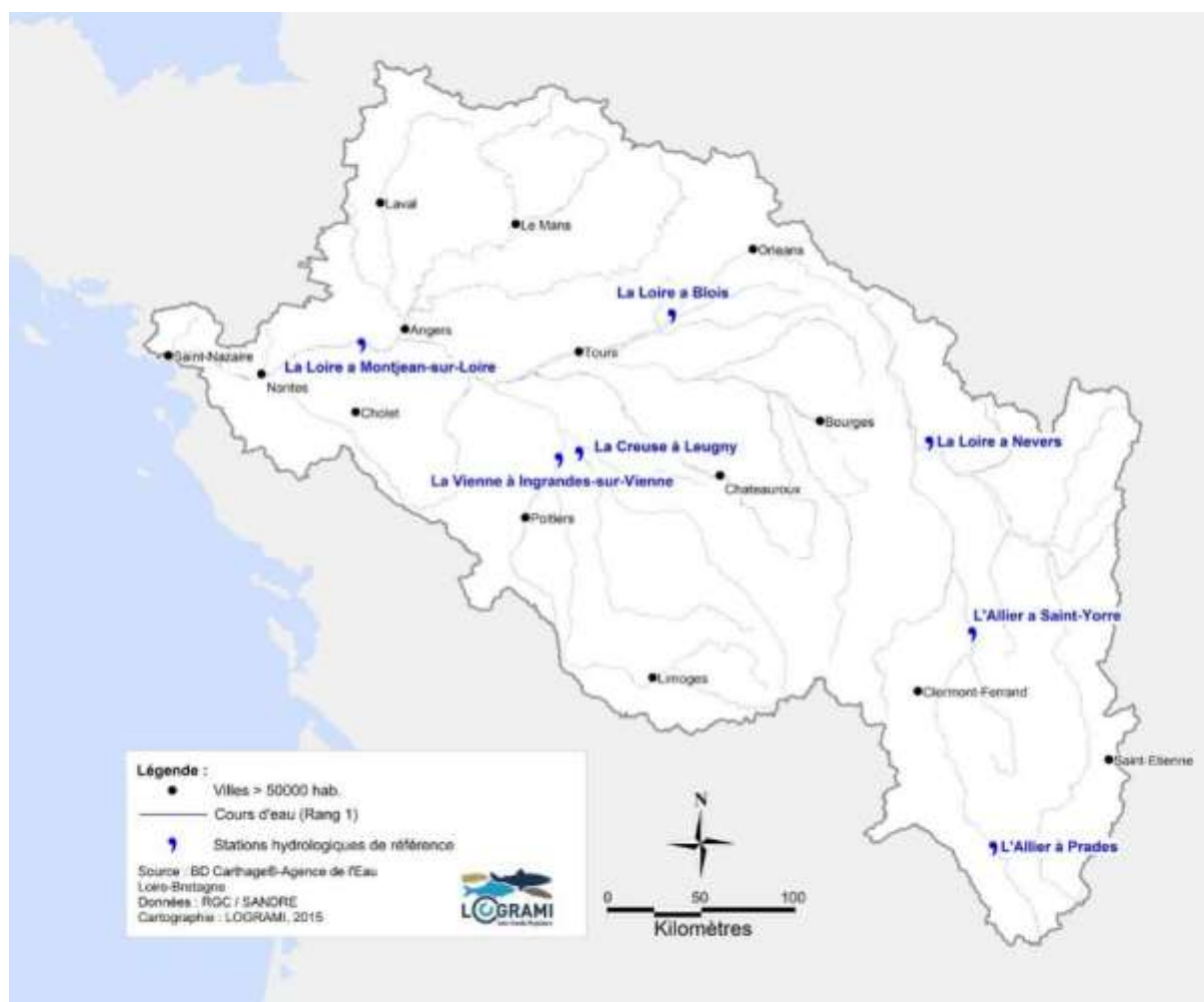


Figure 62 : Localisation des stations hydrométriques de référence sur le bassin de la Loire

Les débits, mesurés aux différentes stations hydrologiques, n'ont pas encore été validés pour l'année 2015 par les différents producteurs de données. Les valeurs décrites ci-dessous sont donc susceptibles d'être modifiées.

2.1.1.1 Les débits de la basse Loire

Les conditions hydrologiques décrites sont celles de la station de Montjean située sur la Loire à quelques kilomètres à l'aval d'Angers (Figure 63).

L'année 2015 est marquée par des niveaux d'eau très bas tout au long de l'année. En dehors du mois de mai, les débits moyens mensuels sont tous inférieurs aux débits de référence calculés sur une moyenne de 153 ans. Quatre crues sont supérieures à 1500 m³/s : le 19 janvier (1580m³/s), le 4 février (2080m³/s), le 5 mars (1920m³/s) et le 7 mai (2160m³/s).

Durant les 2 derniers mois de l'année 2015, les niveaux d'eau sont extrêmement bas pour la saison. En effet, les débits moyens mensuels de la Loire à Montjean sont en moyenne 3 fois moins importants que les écoulements de référence avec des valeurs nettement inférieures au module (846 m³/s).



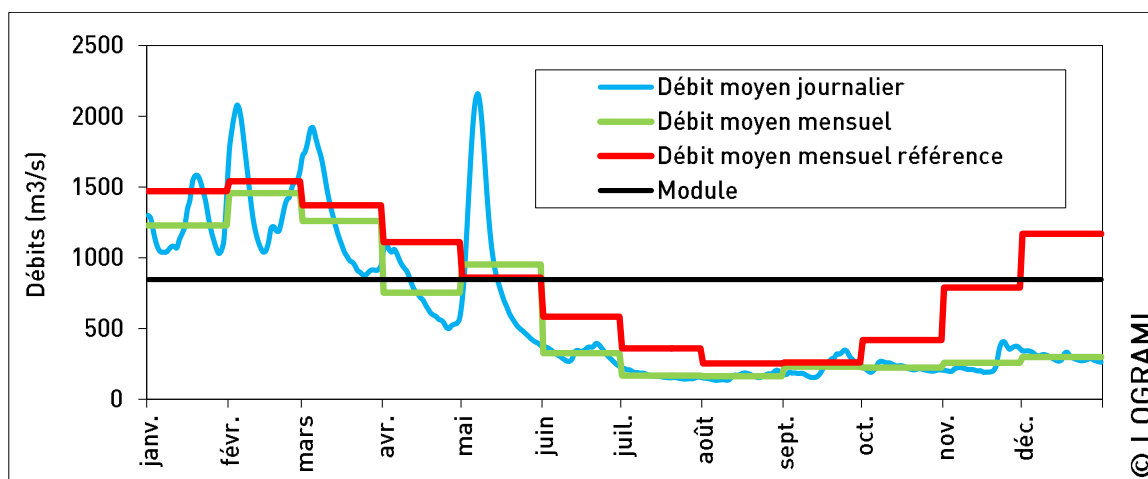


Figure 63 : Débits journaliers et mensuels de la Loire à Montjean-sur-Loire en 2015 (Données hydro : DREAL Pays-de-Loire /Hydro – MEDD/DE)

2.1.1.2 Les débits de la Vienne

Les conditions hydrologiques décrites sont celles de la station d'Ingrandes sur Vienne située en amont de la confluence avec la Creuse (Figure 64).

L'ensemble des débits moyens mensuels de l'année sont inférieurs à ceux de référence (calculés sur 98 ans). Trois crues sont supérieures à 300 m³/s : le 30 janvier (406 m³/s), le 3 mars (330 m³/s) et le 4 mai (318 m³/s). Leurs intensités restent faibles, elles ne dépassent pas les valeurs d'une crue biennale (730 m³/s).

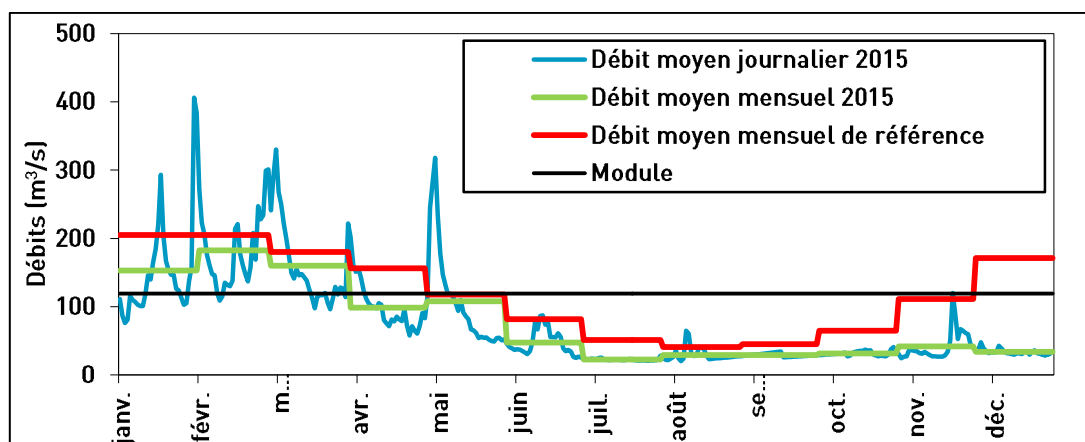


Figure 64 : Evolution des débits journaliers et mensuels de la Vienne à Ingrandes-sur-Vienne en 2015 (Données hydro : SPC VCA- Centre de Poitiers/Hydro – MEDD/DE)

La période de basses eaux s'étale sur les mois d'avril à la fin d'année. Le débit journalier moyen le plus faible est observé le 8 août avec une valeur de 20 m³/s. Le débit minimal calculé sur 30 jours consécutifs (VCN30) est de 22 m³/s entre le 1 juillet et le 30 juillet 2015. Cette période est considérée, par rapport à l'historique de la station, comme triennale sèche (32 % des VCN 30 depuis 1919 sont inférieures). En 2015, l'étiage est donc précoce et assez marqué sur la Vienne.



2.1.1.3 Les débits de la Creuse

L'évolution des débits sur la basse Creuse à Leugny est globalement similaire à celle de son confluent la Vienne, décrit ci-dessus.

Les débits moyens mensuels à Leugny sont supérieurs à ceux de référence (calculés sur 51 ans) durant les trois premiers mois de l'année 2015 (Figure 65). Ils sont inférieurs ou proches des moyennes de références sur le reste de l'année. La période de basses eaux s'étale sur les mois d'avril à décembre. Le débit journalier moyen le plus faible est observé le 24 juillet avec une valeur de 10 m³/s. Sur 30 jours consécutifs le débit minimal (VCN30) est de 10 m³/s entre le 11 juillet et le 9 août 2015. Cette période est considérée, par rapport à l'historique de la station, comme quadriennale sèche (27 % des VCN 30 depuis 1964 sont inférieures). **L'étiage est donc assez marqué sur la Creuse en 2015.**

Trois crues supérieures à 300 m³/s sont distinguables : le 17 janvier (326 m³/s), le 31 janvier (472 m³/s) et le 28 février (307 m³/s). Ces crues sont de faible intensité par rapport à l'historique de la station, où la crue biennale est de 590 m³/s.

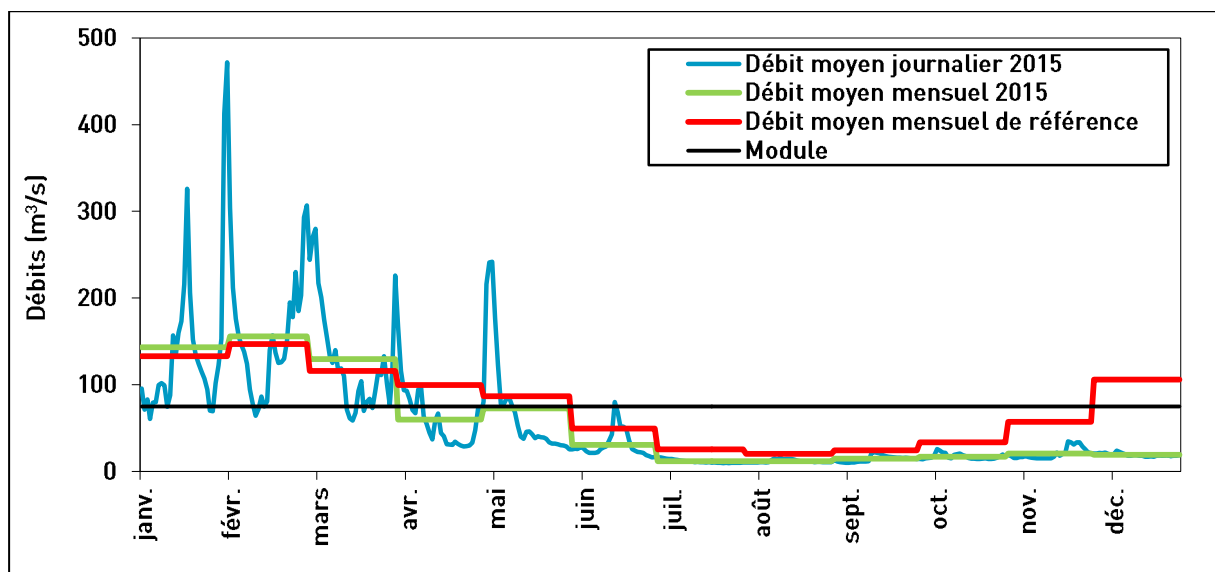


Figure 65 : Evolution des débits journaliers et mensuels de la Creuse à Leugny en 2015 (Données hydro : SPC VCA - Centre de Poitiers / Hydro - MEDD/DE)

2.1.1.4 Les débits de la moyenne Loire

Les conditions hydrologiques décrites sont celles de la station de Blois située sur la Loire (Figure 66).

Durant les cinq premiers mois de l'année, hormis pour le mois d'avril qui est déficitaire, les débits moyens mensuels à Blois sont globalement similaires à ceux de références. Trois crues principales sont distinguables en 2015 : le 3 février (1110 m³/s), le 6 mars (893 m³/s) et le 5 mai (1000 m³/s).

Par la suite et ce jusqu'à la fin de l'année, les débits mensuels chutent et restent très inférieurs aux valeurs de référence.

La période d'étiage (juillet-août) est marquée par une hydrologie très faible. Les débits moyens pour ces deux mois sont deux à trois fois inférieurs aux valeurs moyennes de références. Les débits moyens des mois de juillet et d'août sont respectivement de 71 et 61 m³/s. Le débit journalier moyen le plus



faible est observé le 25 août avec une valeur de 50,9 m³/s. Sur 30 jours consécutifs le débit minimal (VCN30) est de 58,6 m³/s entre le 17 août et le 15 septembre 2015.

Comme pour la station de Montjean sur Loire nous constatons que les 2 derniers mois de l'année sont marqués par un niveau d'eau très bas. Les débits moyens mensuels sont trois à quatre fois inférieurs aux valeurs moyennes de référence calculés sur 153 ans.

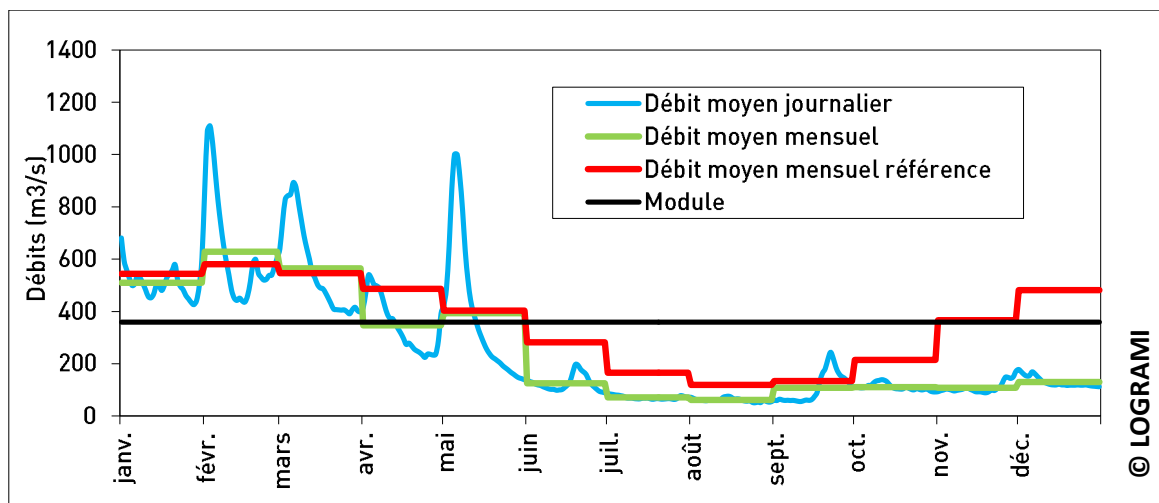


Figure 66 : Débits journaliers et mensuels de la Loire à Blois en 2015 (Données hydro : DREAL Centre / Hydro - MEDD/DE)

2.1.1.5 Les débits de la Loire amont

Les conditions hydrologiques décrites sont celles de la station de Nevers située sur la Loire en amont de la confluence avec l'Allier (Figure 67).

La situation hydrologique de la Loire amont à Nevers est peu différente de celle de la Loire moyenne (Blois).

Les débits mensuels des mois de janvier à mai 2015 sont eux aussi similaires aux valeurs de référence avec trois pics de crue notable le 1^{er} février (766 m³/s), le 2 mars (468 m³/s) et le 4 mai (678 m³/s).

Pour le reste de l'année, les débits journaliers sont bien inférieurs au module de la Loire (178 m³/s).

Les trois derniers mois de l'année sont marqués par des débits mensuels très en dessous des valeurs de références. Le mois de décembre est le plus sec avec une valeur mensuelle 4 fois inférieure à la valeur de référence calculée sur 61 ans.



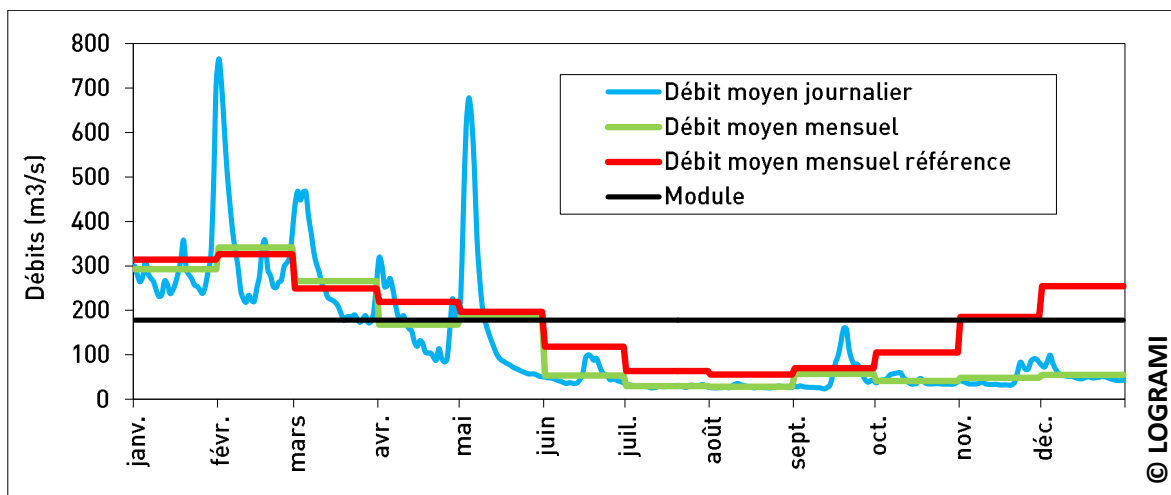


Figure 67 : Débits journaliers et mensuels de la Loire à Nevers en 2015 (Données hydro : DREAL Centre / Hydro - MEDD/DE)

2.1.1.6 Les débits de l'Allier aval

Les conditions hydrologiques décrites sont celles de la station de Saint-Yorre située sur l'Allier en amont de la confluence avec la Sioule (Figure 68).

L'analyse des débits mensuels de l'Allier à la station de Saint-Yorre montre que les débits mensuels de l'année 2015 sont globalement très inférieurs aux valeurs mensuelles de références hormis pour le mois de mars. En effet, un pic de crue est enregistré le 3 mars (298 m³/s).

Le caractère sec de l'année est très prononcé pour les mois d'avril à juin où les moyennes mensuelles sont en moyenne 3 fois moins élevées que les valeurs de références. Ce manque important d'eau a pu avoir un impact important sur la migration des poissons.

Comme sur la Loire, l'Allier présente des débits très inférieurs aux moyennes interannuelles sur les deux derniers mois de l'année.

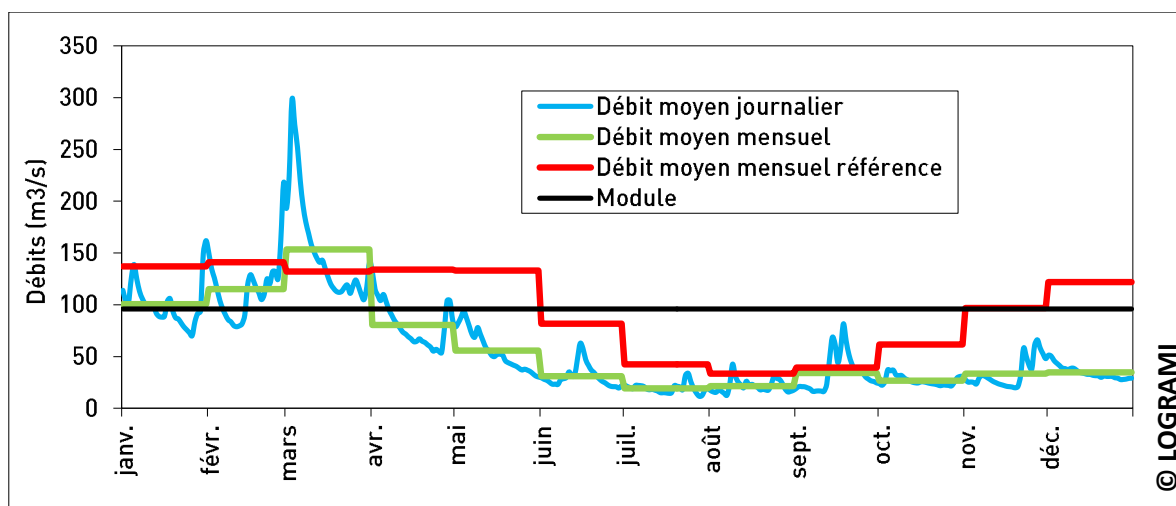


Figure 68 : Débits journaliers et mensuels de l'Allier à Saint-Yorre en 2015 (Données hydro : DREAL Centre/ Hydro - MEDD/DE)

2.1.1.7 Les débits de l'Allier amont

Les conditions hydrologiques décrites sont celles de la station de Prades située sur la partie amont du bassin de l'Allier (Figure 69). La situation hydrologique de l'Allier à Prades est peu différente de celle de l'Allier aval (Saint-Yorre). Les débits moyens mensuels de l'Allier à Prades sont globalement inférieurs aux débits moyens mensuels de référence sauf pour les mois de mars, juillet et août. Deux pics de crue sont visibles le 3 mars (48 m³/s) et le 28 avril (34 m³/s).

La sécheresse de l'année 2015 est marquée sur les deux premiers mois, mais aussi sur les mois d'avril, mai et juin et sur les trois derniers mois de l'année. Le soutien d'étiage opéré par le barrage de Naussac a estompé le phénomène pour les mois de juillet et août.

Le manque d'eau pendant les mois d'avril à juin a pu avoir un impact sur la migration des poissons. Pour ces mois, les débits enregistrés sont deux fois plus faibles que les débits de référence.

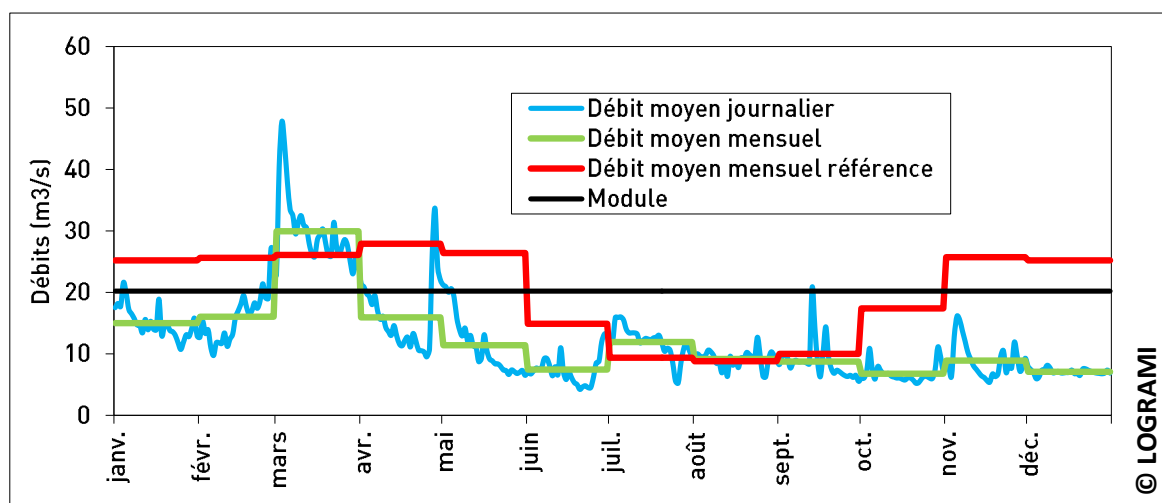


Figure 69 : Débits journaliers et mensuels de l'Allier à Prades en 2015 (Données hydro : DREAL Centre/ Hydro - MEDD/DE)

2.1.2. Les températures de l'eau

Les stations de contrôle de la température sont pour partie situées au niveau des dispositifs de franchissement équipés de stations de comptages. Ce réseau est complété par d'autres points de mesures sur les différents axes ne comportant pas de stations de comptages (Dore, Sioule, Alagnon).

Dans un contexte de changement climatique global, l'année 2015 a été exceptionnellement chaude (NOAA, 2015). Par conséquent, l'objectif de cette étude est également de voir si la typicité thermique atmosphérique de cette année est visible dans les rivières du bassin de la Loire.

2.1.2.1 Matériel et méthodes

Récolte des données et outils d'analyses

La température de l'eau est enregistrée toutes les heures à différents endroits du bassin grâce au réseau d'enregistreurs thermiques LOGRAMI (Hobo® Pendant UA-001). Certains enregistreurs sont étudiés particulièrement de par leur caractère de référence (Figure 70). L'emplacement local des enregistreurs est choisi pour ses propriétés indicatrices (zone toujours en eau) et pratiques pour la récolte des données (profondeur inférieure à 1,5 mètre, site facile à retrouver...).

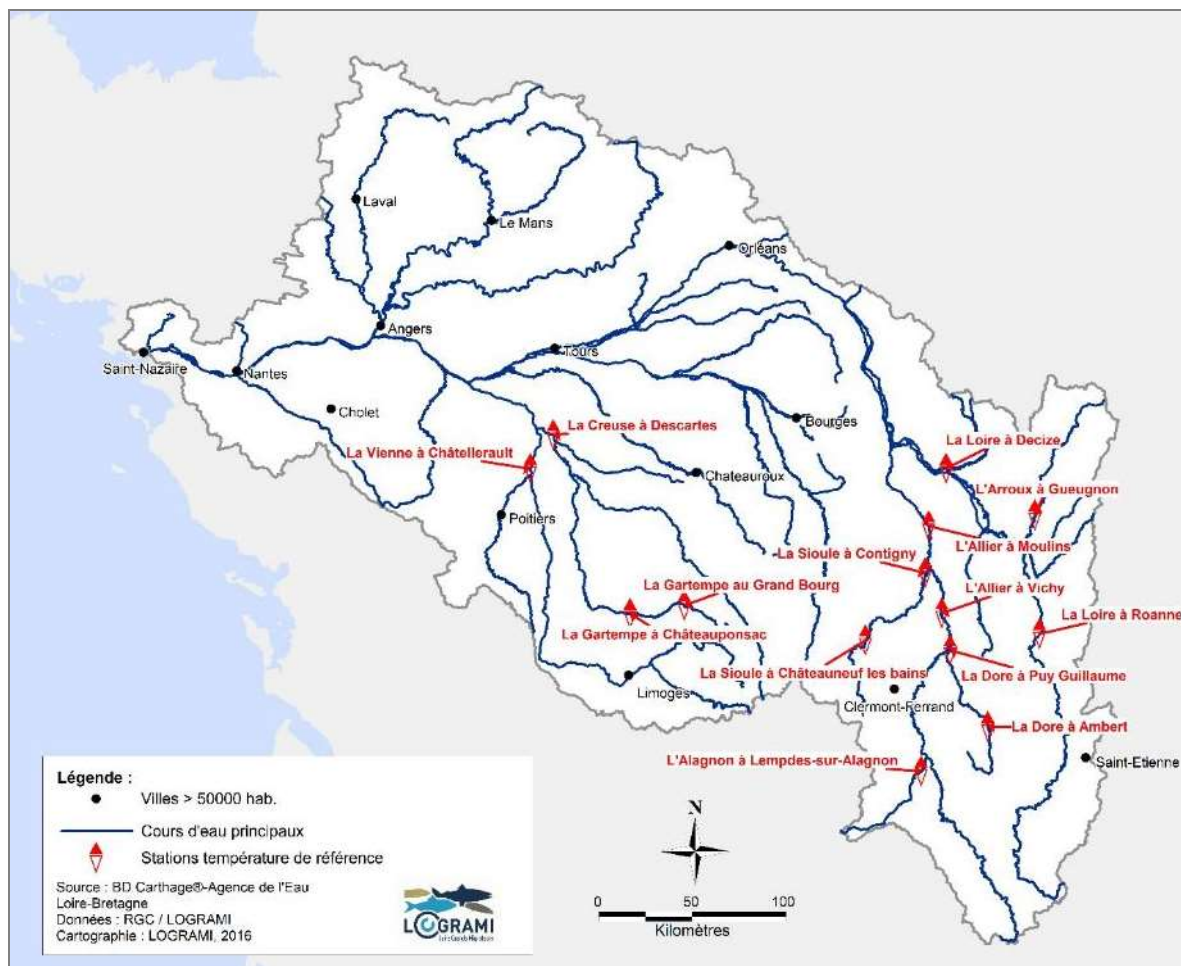


Figure 70 : Localisation des sondes températures utilisées pour caractériser l'année 2016 sur le bassin de la Loire

Les données de températures sont récupérées in situ à l'aide d'un dispositif de téléchargement et sont ensuite mises en forme sur Excel, puis analysées sur ce même logiciel ou sur R à l'aide du package Rcmdr.

Extrapolation des données manquantes

Pour les analyses ultérieures des températures, les valeurs manquantes ne sont pas intégrées aux calculs sauf si une extrapolation des données est possible. Une absence de données traduit un dysfonctionnement de l'enregistreur thermique. Les valeurs de températures sont extrapolées si la période de manque de données est inférieure à 15 jours. Les valeurs manquantes sont alors remplacées soit par la moyenne des températures journalières encadrant la période, soit par la moyenne glissante



des 15 températures encadrant la valeur absente. Le choix de l'une ou l'autre de ces deux méthodes est fait suivant les caractéristiques du site et de la période, de manière à tendre au plus près de la réalité.

Traitement des données

Plusieurs méthodes d'analyse sont utilisées. Le choix de l'une ou l'autre de ces méthodes dépend des objectifs des études.

2.1.2.2 Qualification de l'année 2015

Contexte et analyses

L'objectif de cette partie est d'avoir une vision globale des températures 2015 et du fonctionnement des enregistreurs thermiques équipant le bassin de la Loire. Il s'agit également de qualifier l'année 2015 au regard des années antérieures.

Pour les enregistreurs ayant pu être téléchargés en 2015, un tableau de synthèse reprenant les éléments essentiels à la compréhension de leurs fonctionnements est effectué.

La qualification des températures de 2015 est développée selon deux axes d'étude :

- Une étude des maxima et minima journaliers de l'année 2015 permet de qualifier l'amplitude des températures de chaque station. Ces résultats seront représentés dans un graphique de type minimum-maximum.
- Une comparaison des moyennes mensuelles 2015 aux moyennes mensuelles des années antérieures permet d'avoir une vision générale de l'année 2015. Il s'agit aussi de préciser l'information en mettant en évidence les tendances thermiques au cours de la saison, des différences inter stations et des dissemblances inter annuelles. Un tableau reprenant les écarts entre les moyennes mensuelles 2015 et les valeurs de référence établies sur les années 2012, 2013 et 2014 est présenté. Ce dernier est complété par deux graphiques représentant les températures journalières 2015, moyennes mensuelles 2015 et moyennes mensuelles de référence pour les stations de Vichy et de Roanne. En effet, la station de Vichy revêt un caractère historique puisqu'elle peut être étudiée depuis 1998. A l'inverse, la station de Roanne enregistre des températures depuis l'année 2012. Les moyennes mensuelles de référence sont donc calculées respectivement sur les périodes 1998-2014 et 2012-2014.

Fonctionnement du réseau

12 enregistreurs ont pu être relevés à la fin de l'année 2015 (Tableau 19).

Tableau 19 : Fonctionnement du réseau d'enregistreurs thermiques en 2015 (sources LOGRAMI)

Rivière	Localisation	Période de défaillance	Pourcentage de fonctionnement
Allier	Vichy	01/01/2015 - 06/01/2015	98
Arroux	Gueugnon		100
Loire	Roanne		100
	Decize		100
Alagnon	Lempdes		100
Sioule	Châteauneuf les bains	02/12/2015 - 31/12/2015	92
	Contigny	30/07/2015 - 04/08/2015 et 05/09/2015 - 01/11/2015	82
Dore	Ambert	01/01/2015 - 31/12/2015	100
	Puy Guillaume	01/01/2015 - 31/12/2015	100
Creuse	Descartes		100
Vienne	Châtellerault		100
Gartempe	Le Grand Bourg		100
	Chateauponsac		100

Amplitude des températures

Les températures journalières mesurées sur les différentes stations du bassin ont des amplitudes variables (Figure 71). La station de Vichy enregistre l'amplitude thermique maximale de 2015 avec un écart de 26,8 °C entre le maximum enregistré (28,3 °C) et le minimum (1,5 °C). A contrario, les stations de Roanne et de Châteauneuf les Bains, toutes deux soumises à des eaux de grand barrage, ont enregistré les plus faibles amplitudes thermiques (respectivement de 20,6 °C et 15,2 °C). La station de Lempdes sur Alagnon a enregistré un minimum de 0,2 °C.

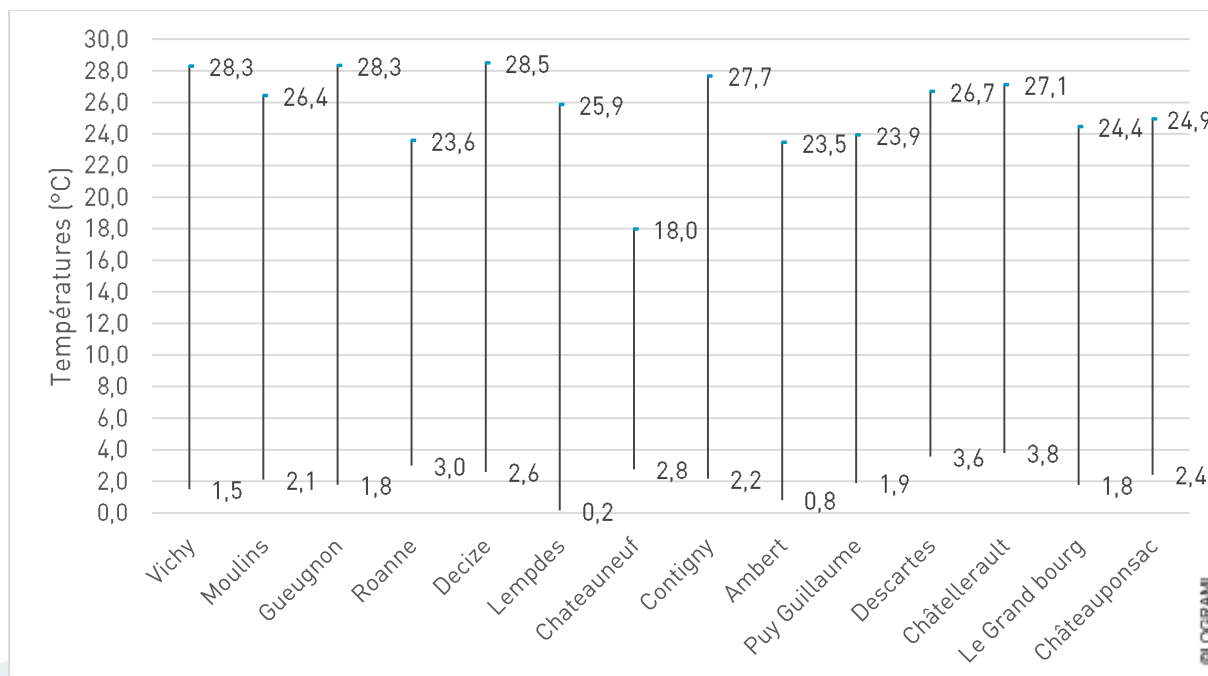


Figure 71 : Amplitude des températures de 2015 sur les différentes stations de mesure utilisées sur le bassin de la Loire



Comparaison des moyennes mensuelles

L'enregistreur thermique de Vichy a été mis en place dès 1998 avec la station de comptage. Ainsi, les températures moyennes mensuelles de 2015 peuvent être comparées aux températures moyennes mensuelles de la période 1998-2014.

La Sioule à Châteauneuf les Bains et la Creuse à Descartes enregistrent de faibles écarts estivaux avec les valeurs de référence à contrario des autres stations de l'axe.

Tableau 20 : Ecart (°C) entre les valeurs moyennes mensuelles 2015 et les valeurs moyennes mensuelles 2012-2014 par mois sur les stations de mesures du réseau. (Sources LOGRAMI)

Cours d'eau	Station	Période de référence	janv.	fév.	mars	avr.	mai	juin	juil.	août	sep.	oct.	nov.	déc.
Allier	Vichy	1998-2014	-0,4	0,5	-0,1	1,4	3,1	2,9	4,4	1,8	-1,0			
Loire	Decize	2012-2014	-0,6	0,1	-0,3	1,1	3,0	4,2	3,4	1,0	-1,0	-2,2	1,0	1,1
Arroux	Gueugnon		-0,8	0,3	-0,1	0,8	1,0	2,1	2,9	0,6	-1,3	-2,3	0,7	0,9
Alagnon	Lempdes		-0,8	-0,1	0,1	1,5	2,6	2,3	4,1	1,5	-1,1	-2,0	0,3	0,7
Sioule	Châteauneuf les Bains		-0,8	-0,9	0,5	1,3	1,0	1,3	1,4	-0,8	-1,3	-1,0	1,4	
	Contigny		-0,8	-0,4	-0,5	1,4	2,2	2,9	4,2	1,3			0,7	1,1
Dore	Ambert		-0,8	0,1	0,3	1,3	2,1	2,6	3,9	2,3	-0,9	-2,3	-0,1	0,1
	Puy Guillaume		-0,7	-0,9	0,1	1,4	2,9	2,5	0,1	1,9	-0,3	-2,1	0,1	0,3
Creuse	Descartes		-1,2	-0,4	-0,6	1	1,5	1,5	1,4	0,1	-1	-2	1,2	1,1
Vienne	Châtellerault		-1,2	0,0	-0,1	1,5	2,0	2,0	2,0	0,4	-0,9	-2	1,7	1,9
Gartempe	Châteauponsac		-0,8	0,4	-0,1	1,0	1,3	2,2	1,3	0,5	-1	-3	0,2	1,0
	Le Grand bourg		-0,8	0,5	0,1	1,5	1,2	1,9	2,0	0,9	-2	-2	0,2	1,0

Légende

$\Delta t < -1$		Température plus fraîche
$-1 < \Delta t < 1$		Température similaire
$1 < \Delta t < 2$		Température plus chaude
$\Delta t > 2$		Température nettement plus chaude

A cause d'un dysfonctionnement de l'enregistreur thermique de Roanne en 2012, celle-ci n'est pas présentée dans le tableau ci avant. Néanmoins, les écarts entre les températures moyennes mensuelles 2015 et les références calculées sur les années 2013 et 2014 permettent les mêmes conclusions que pour les autres stations du bassin (Figure 72).



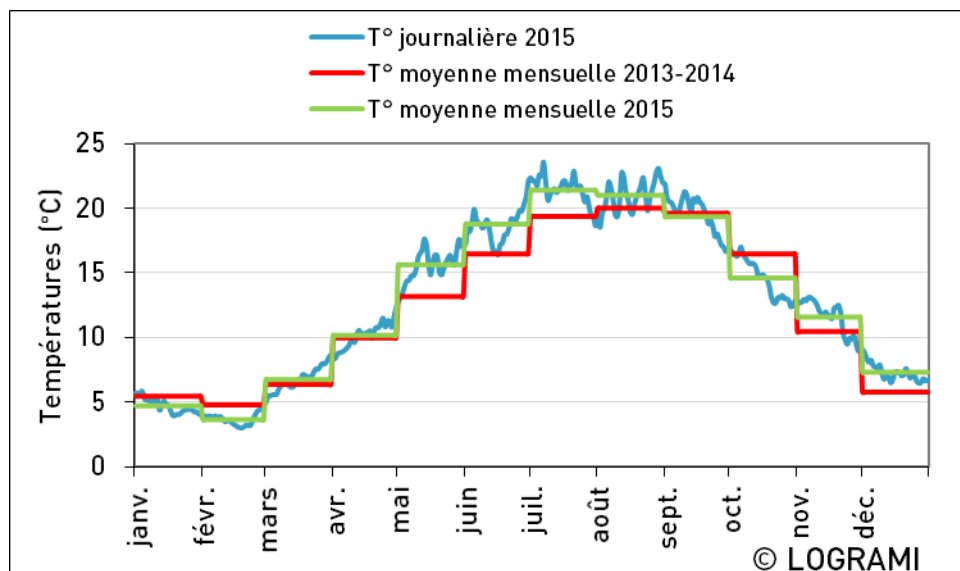


Figure 72 : Evolution des températures de l'eau journalières et mensuelles de la Loire à Roanne en 2015

2.1.2.3 Les températures de l'eau sur le bassin de la Vienne

Sur la Vienne à Châtelleraut

En 2015, les valeurs de température horaire de la Vienne à Châtelleraut ont fluctué entre 3,8 °C le 8 février et 27,1 °C le 4 juillet. L'hiver fut relativement doux avec une température moyenne des deux premiers mois de l'année de 6,4 °C. La température de l'eau a été inférieure à 5 °C durant 10 jours contre 28 jours (± 28) de 2004 à 2014. Le seuil des 10 °C a été dépassé du 12 mars au 23 novembre, celui des 20 °C du 4 juin au 5 septembre. Durant l'été, la température a dépassé les 25 °C durant 17 jours contre en moyenne 6 jours (± 6) de 2004 à 2014.

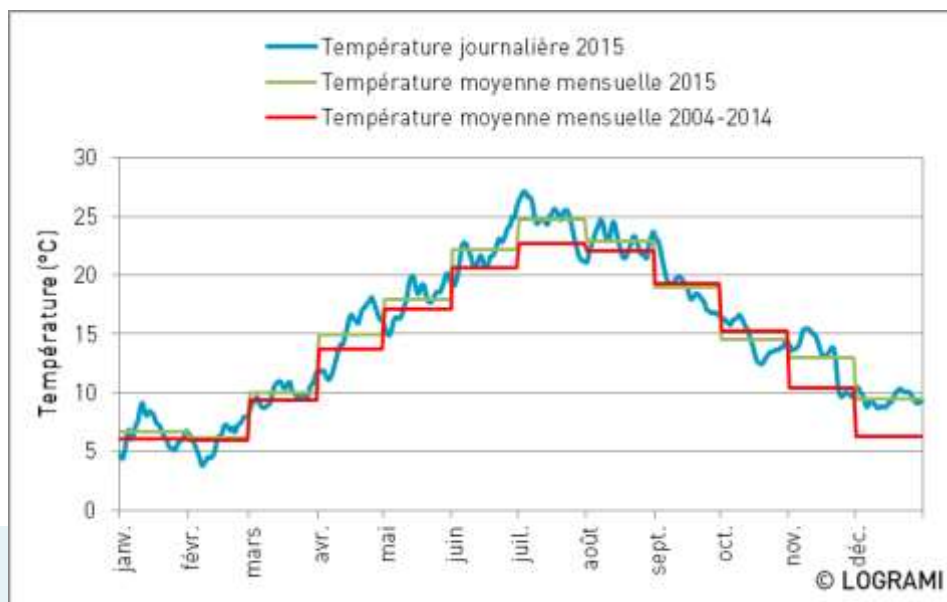


Figure 73 : Evolution des températures de l'eau journalières et mensuelles de la Vienne à Châtelleraut en 2015



Les températures moyennes mensuelles permettent une comparaison avec les onze années de mesures précédentes (Figure 73). En début d'année 2015, les températures sont globalement similaires à celles des années précédentes. D'avril à septembre, les températures sont plus élevées que les valeurs historiques, notamment durant le mois de juillet où une différence positive de 2,1 °C peut-être notée. Enfin, les deux derniers mois de l'année présentent des températures plus importantes que les moyennes antérieures (+2,7 °C en novembre et + 3,2 °C en décembre). L'année 2015 est donc globalement plus chaude que les années précédentes, notamment durant la période estivale qui est critique pour la survie des saumons.

Sur la Creuse à Descartes

La température de la Creuse à Descartes est très proche de celle de la Vienne à Châtellerault. En moyenne sur l'année 2015, la Creuse a une température inférieure de 0,8 °C ($\pm 0,4$ °C). Les variations journalières sont globalement similaires d'une rivière à l'autre. Les données de températures de la Creuse ne seront donc pas présentées dans ce rapport.

2.1.2.4 Les températures de l'eau sur le bassin de l'Allier

Sur l'Allier au niveau de Moulins

Les mesures des températures de la sonde de Moulins sont effectives jusqu'au 21 juillet. Les données de la fin de l'année 2015 (fin-juillet / Décembre) ne sont pas disponibles car les forts débits rencontrés en février 2016 n'ont pas permis de récupérer la sonde. Nous nous référons à Vichy pour le suivi annuel.

Sur l'Allier au niveau de Vichy

La mesure des températures a été effective 98 % du temps en 2015 à la station de Vichy. (Tableau 19 et Figure 74)

Les températures moyennes journalières de l'eau relevées à Vichy en 2015 sont comprises entre 1,5°C (le 8 février) et 28,3°C (le 7 juillet) (Figure 74).

La température de l'eau a été supérieure à 20°C pendant 94 jours, ce qui est supérieur à la moyenne interannuelle (1998-2014) qui se situe à 70 jours. Les 24°C ont quant à eux été atteints durant 39 jours contre 17 en moyenne sur les années précédentes.

La température de l'eau au mois de janvier est légèrement plus chaude que pendant les années précédentes (+0,7°C). Les mois de février et mars ont des températures moyennes mensuelles voisines des années antérieures (respectivement -0,3°C et +0,2°C). A l'inverse, les mois d'avril à août présentent des températures supérieures aux valeurs de références. L'écart varie de 1,1 (en août) à 3,4 (en juillet). La température moyenne mensuelle des deux mois suivants est inférieure aux années précédentes (- 0,8°C en septembre et -1,2°C en octobre). Enfin les températures moyennes des mois de novembre et décembre de l'année 2015 sont supérieures aux valeurs de référence (+1,6°C en novembre, +1,3°C en décembre).

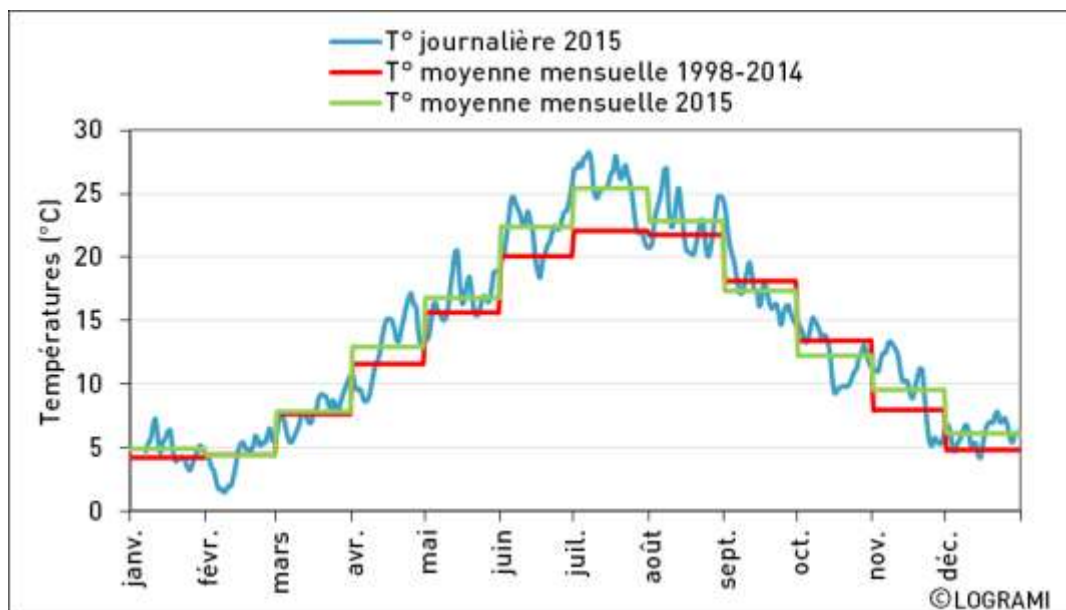


Figure 74 : Evolution des températures de l'eau journalières et mensuelles de l'Allier à Vichy en 2015 et comparaison avec les données mensuelles historiques (1998-2014)

Sur l'Allier au niveau de Poutès

Au cours des mois d'avril, mai et juin, les températures mensuelles sont supérieures de 1 à 1,5 °C aux moyennes mensuelles de référence (Figure 75). Le reste de l'année, les températures moyennes mensuelles restent très proches des moyennes de référence sauf au cours des mois de février et juillet ou elles sont plus fraîches respectivement de 0,9 et 1,1 °C.

Les températures journalières ont varié au cours de l'année de 0,3 à 21,2 °C. La valeur de 20 °C n'est dépassée qu'au cours de 15 journées en août et fin juillet. La température maximale horaire mesurée est de 22,1 °C.

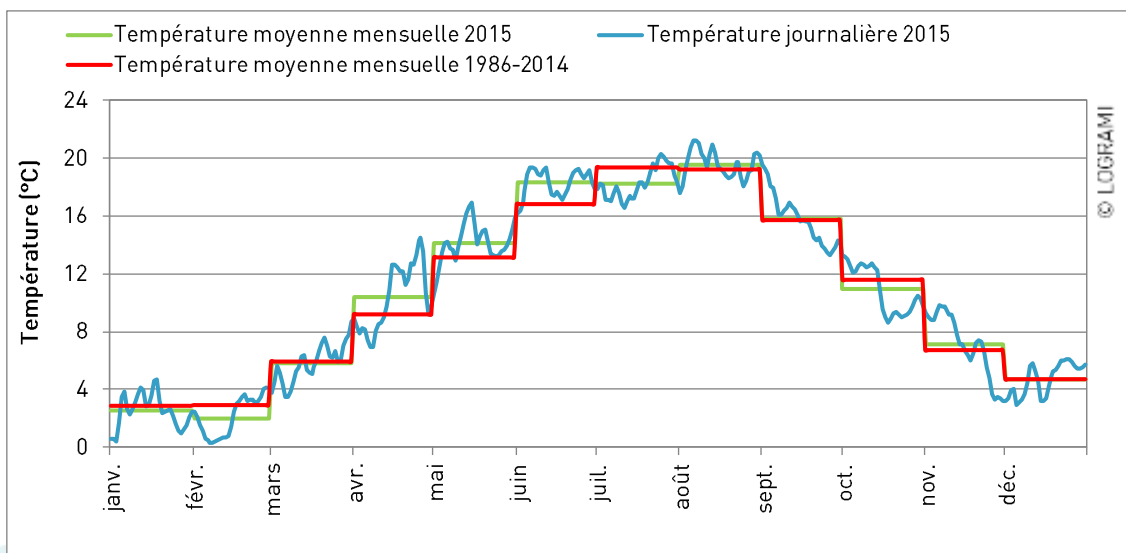


Figure 75 : Evolution des températures de l'eau journalières et mensuelles de l'Allier à Poutès en 2015



2.1.2.5 Les températures de l'eau sur le bassin de la Loire amont

Sur la Loire amont au niveau de Decize

La mesure des températures est effective toute l'année 2015 à la station de Decize.

En 2015, les températures moyennes journalières sont comprises entre 2,6°C (le 6 février) et 28,5°C (le 7 juillet) (Figure 76).

La température de l'eau a été supérieure à 20°C pendant 99 jours, ce qui est supérieur à la moyenne interannuelle (2010-2014) qui se situe à 82 jours. Les 24°C ont quant à eux été atteints durant 48 jours contre 17 en moyenne sur les années précédentes.

Les quatre premiers mois de l'année ont une température moyenne mensuelle similaire aux valeurs de référence. L'écart varie de 0°C (en février et en mars) à 0,3°C (en janvier). A partir du mois de mai et jusqu'à la fin du mois d'août, les températures sont supérieures aux moyennes interannuelles (écart de 0,9 au mois d'août à 4,0 au mois de juin). Les mois de septembre et d'octobre présentent des températures inférieures aux valeurs moyennes. A l'inverse, les deux derniers mois de l'année ont une température plus chaude que la température moyenne mensuelle.

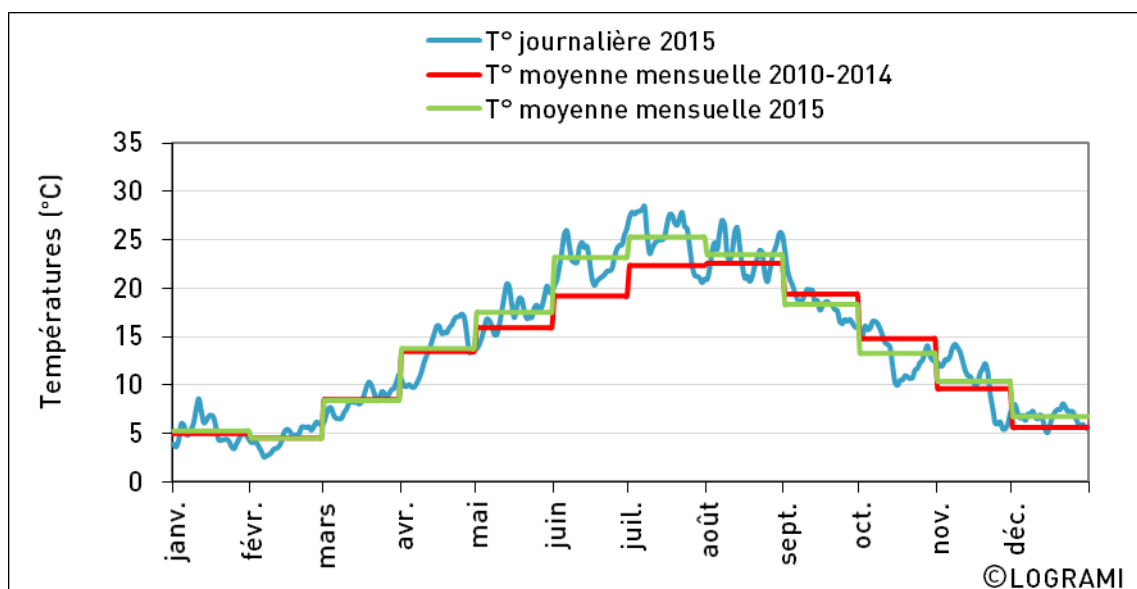


Figure 76 : Evolution des températures de l'eau journalières et mensuelles de Loire à Decize en 2015 et comparaison avec les données mensuelles historiques (2010-2014)

Sur la Loire amont au niveau de Roanne

La mesure des températures est effective toute l'année 2015 à la station de Roanne (Figure 77).

Les températures moyennes journalières de l'eau varient de 3,0°C (le 19 février) à 23,6°C (le 7 juillet).

En 2015, le seuil de 20°C a été dépassé pendant 68 jours alors qu'il était dépassé 30 jours en moyenne sur les deux dernières années (2013-2014). Le seuil des 24°C n'a pas été atteint à Roanne en 2015.

Les deux premiers mois de l'année ont une température moyenne mensuelle inférieure aux valeurs de référence (2013-2014). L'écart varie de 0,8°C (en janvier) à 1,2°C (en février). Les mois de mars et d'avril présentent une température similaire aux valeurs de référence. A l'inverse, à partir du mois de mai et jusqu'à la fin du mois d'août, les températures sont supérieures aux moyennes interannuelles historiques (écart compris entre 1,0°C au mois d'août et 2,5°C au mois de mai). La température de l'eau du mois de septembre est semblable à la moyenne mensuelle des deux dernières années. Le mois d'octobre présente des températures inférieures aux valeurs moyennes historiques (-1,9°) alors que les deux derniers mois de l'année ont une température plus chaude que la température moyenne mensuelle de référence (+1,1° en novembre, +1,5° en décembre).

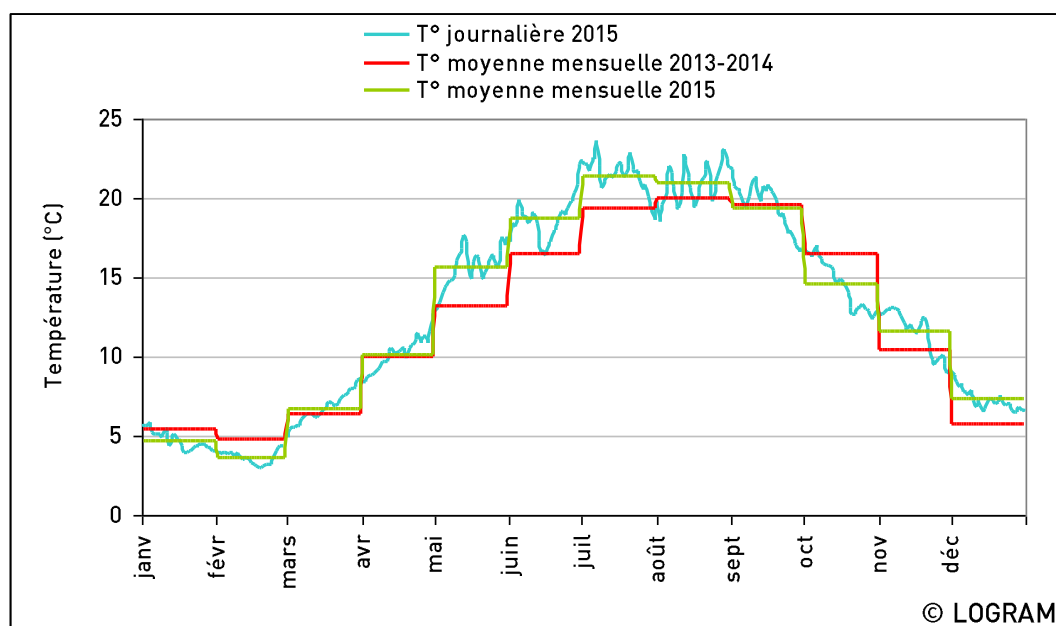


Figure 77 : Evolution des températures de l'eau journalières et mensuelles de la Loire à Roanne en 2015

Discussion

Le réseau « température » a bien fonctionné durant l'année 2015 dans la mesure où les enregistreurs qui ont pu être récupérés présentent un pourcentage de fonctionnement compris entre 82 et 100%. L'entretien et le suivi d'un tel réseau de mesure prends du temps et peut se faire uniquement dans des conditions de débits favorables (basses eaux). La conjonction de ces deux paramètres explique pourquoi l'intégralité des enregistreurs n'a pas pu être relevée à la fin de l'année 2015.

Bien que l'ensemble des stations montre globalement un été plus chaud, la typicité thermique de l'année 2015 n'est pas aussi tranchée sur l'ensemble du bassin de la Loire. Il existe en effet une variabilité entre les stations de mesure. Cette variabilité est sans doute due à de nombreux paramètres et à différentes échelles :

- A grande échelle, les climats et la météo peuvent être responsables de différences thermiques des eaux de surfaces en agissant sur la température de l'air et la pluviométrie.
- A l'échelle du cours d'eau, les paramètres physiques de ce dernier, telles que la section du lit et la pente agissent sur son régime thermique en déterminant le débit et la vitesse des écoulements. Pour



un débit donné, plus une eau aura une faible vitesse, plus la section du lit sera grande. Cela implique une augmentation de la largeur et donc une augmentation de la surface de contact avec l'atmosphère qui agit sur la température de l'eau. De nombreux autres paramètres inhérents à chaque cours d'eau rentrent en compte comme la présence de végétation rivulaire ombrageant la rivière, une alimentation en eau par des aquifères et affluents ou encore la présence de barrages.

- A l'échelle de la station, l'emplacement de l'enregistreur thermique joue un rôle important quand à la qualité de ses données. Un enregistreur implanté en berge, dans une cavité toujours à l'ombre ne représentera pas au mieux les conditions thermiques de la rivière.

La part qu'occupent ces différents paramètres pour expliquer la variabilité inter stations est difficile à déterminer en l'état actuel des connaissances. A ces paramètres s'ajoute l'erreur possible de mesure de l'enregistreur qui est de 0,5 °C et les biais associés aux extrapolations des données. Néanmoins pour certaines stations, des pistes explicatives peuvent être développées.

La Sioule amont à Châteauneuf les Bains enregistre, comparativement aux autres stations, de faibles températures estivales alors que ce n'est pas le cas de la Sioule aval à Contigny. Nous observons un gradient de température amont/aval significatif qui peut être dû à la position de la station de Châteauneuf les Bains en tête de bassin. Il est certain que cette position agit sur les paramètres explicatifs à l'échelle du cours d'eau. Par ailleurs, cette station est sous l'influence des lâchers d'eau du barrage de Queuille.

Les faibles températures estivales de l'eau de la Loire à Roanne peuvent s'expliquer en partie par la présence du barrage de Villerest situé juste en amont de la station. La profondeur importante de cette retenue de 59 mètres implique une stratification thermique de la masse d'eau. En été, la température de l'eau est décroissante avec la profondeur. Les débits rejetés étant largués par le fond de la retenue, la température serait anormalement fraîche. Il est très probable que l'enregistreur de températures de Roanne inclue cet « effet barrage ». Ce phénomène pourrait être démontré en comparant les températures de l'enregistreur aval à celles d'un nouvel enregistreur qui serait implanté en amont du barrage.

Les faibles températures estivales de l'eau à Descartes et dans une moindre mesure sur la Gartempe peuvent s'expliquer par le climat océanique dégradé de ces stations. Les autres stations du bassin, notamment sur l'axe Loire Allier, possèdent un climat semi continental qui pourraient expliquer des températures globalement plus élevées en été (GOELOU, 2013).

2.2. Action 3 : Conditions de migration à la montaison

Une expertise des conditions de migration de montaison par la mesure de l'impact des obstacles a été effectuée en termes de possibilité de franchissement et de retard migratoire à la montaison. La franchissabilité des ouvrages est évaluée vis-à-vis des exigences migratoires notamment du saumon. Le bilan de l'expertise de chaque obstacle est indiqué suivant 6 classes de franchissabilité, depuis l'absence d'obstacle (classe 0) jusqu'à l'ouvrage totalement infranchissable (classe 5). Les classes de franchissabilité sont indiquées, à dire d'expert, à partir des mesures de hauteur de chute, de l'observation des conditions hydrauliques au droit des obstacles, à l'intérieur des voies de franchissement disponibles et dans les veines d'eau attractives (vitesse, lame d'eau, agitation, rugosité, ...). L'évaluation repose également sur l'expérience acquise par l'observateur en matière d'étude comportementale des poissons migrateurs (notamment par radiopistage) et de conception de dispositifs de franchissement (passes à poissons).



2.2.1. Objectifs

L'objectif est donc de qualifier le degré de connectivité des axes à travers des indicateurs pertinents. Cette mesure peut résulter de deux méthodes complémentaires que sont les analyses des caractéristiques de franchissement des ouvrages d'une part mais également des opérations de suivis biologiques par l'identification des fronts de colonisation ou l'étude fine du comportement migratoire de l'espèce au droit des ouvrages (radio pistage et marquage-recapture).

A partir de cette information, l'action consiste à qualifier l'effet cumulé des difficultés de franchissement pour les axes. Cette problématique sera enrichie des résultats des opérations de suivi des comportements des poissons au droit des ouvrages.

2.2.2. Conditions actuelles

A ce jour, d'après les données issues de la mise à jour de mai 2014 du Référentiel des Obstacles à l'Écoulement (ROE) réalisé par l'ONEMA, 18 990 ouvrages obstacles à l'écoulement ont été recensés sur le bassin de la Loire, des côtières vendéens et de la Sèvre niortaise. Parmi eux, 697 ouvrages sont équipés de 1 à 4 dispositif(s) de franchissement pisciaires, pour un nombre total de 794 dispositifs. Le pourcentage d'ouvrages équipés est donc d'environ 4%. Une partie d'entre eux se situe sur les cours d'eau à migrants.

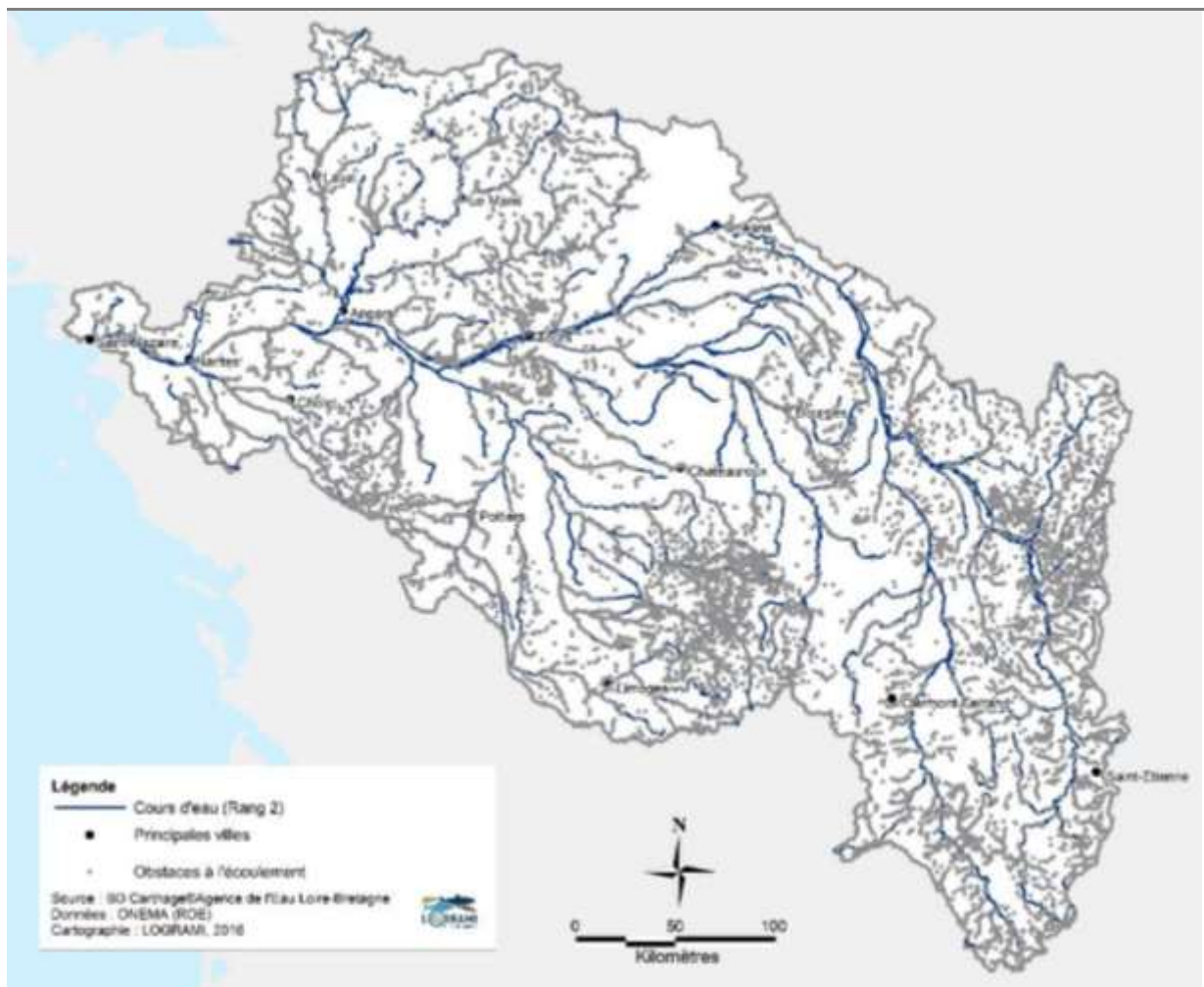


Figure 78 : Carte des obstacles à l'écoulement sur le bassin de la Loire (Source : ROE/ONEMA)

Afin de caractériser les conditions de circulation des poissons migrateurs, les cartes ci-dessous présentent les ouvrages situés sur les cours d'eau de deux sous-bassins en particulier : Loire amont-Allier et Vienne-Creuse, ainsi que leur franchissabilité (Figure 79 et Figure 80).

La note de franchissabilité est donnée vis-à-vis des aloses, espèces présentant les moins bonnes capacités de saut et de nage pour franchir les seuils. Ces cartes révèlent, dans une moindre mesure, les difficultés ou améliorations pour la franchissabilité des autres espèces sur les parties aval de chacun des deux sous-bassins.

Sur ces cartes, les ouvrages considérés comme ruinés (classe 0) ou franchissables sans difficultés apparentes (classe 1) ont volontairement été rendus non visibles afin d'en faciliter la lecture.

2.2.2.1 Bassin Vienne-Creuse

Sur les principaux cours d'eau classés pour l'aloise du bassin Vienne-Creuse, la Vienne est l'axe qui présente le moins de difficultés jusqu'au verrou infranchissable de l'Isle-Jourdain. En effet, « seuls »



cinq ouvrages ne sont pas considérés comme ruinés ou franchissables sans difficulté. Deux ouvrages formant obstacles à la migration des aloses ont été aménagés de dispositifs de franchissement en 2009 (Bonneuil et Saint-Mars). Ils sont donc considérés comme franchissables avec retard. L'efficacité de ces dispositifs de franchissement pour les aloses n'a néanmoins pas été mesurée. Enfin, il reste un ouvrage considéré comme difficilement franchissable, situé à une vingtaine de kilomètres en aval de l'Isle-Jourdain.

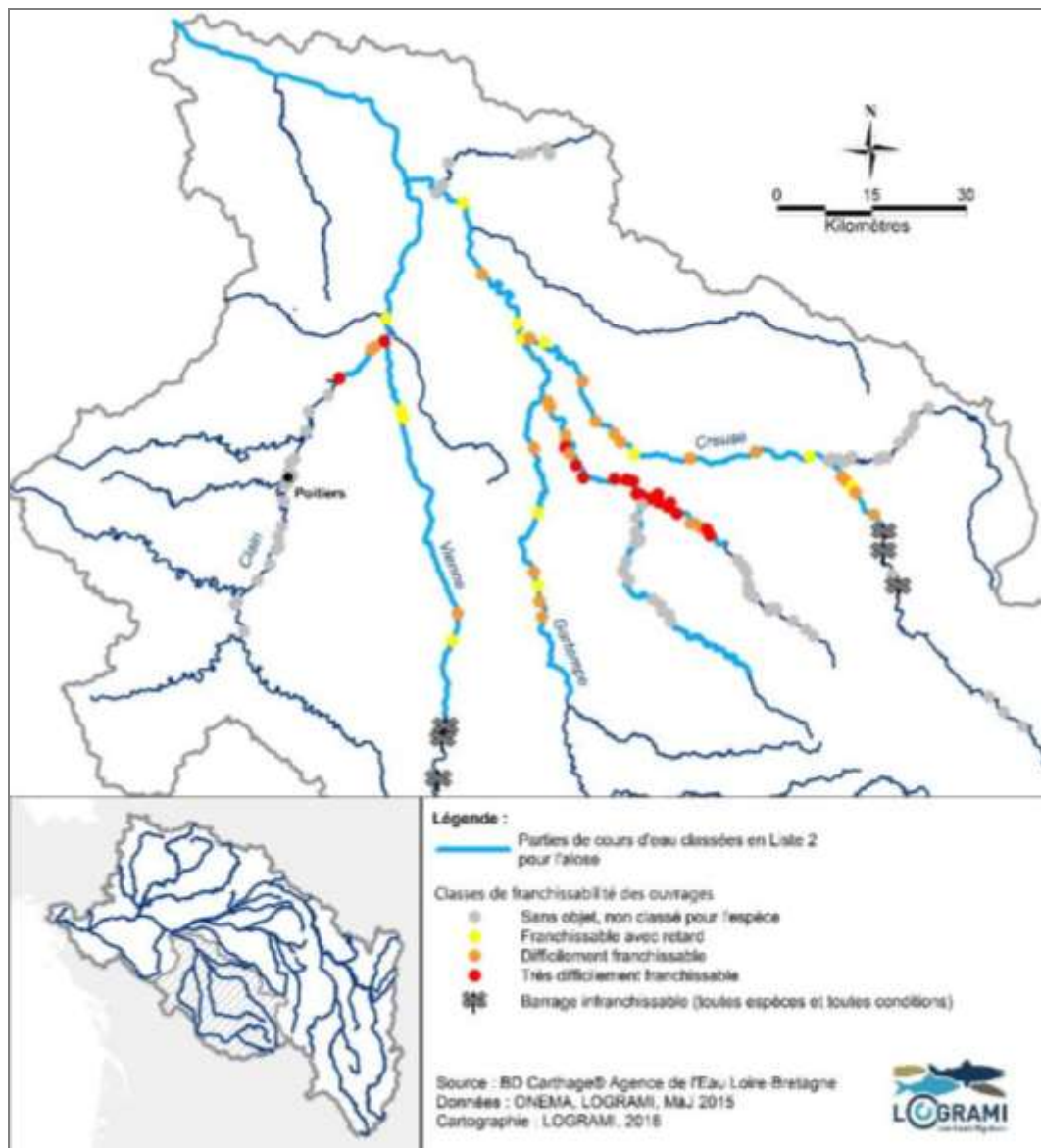
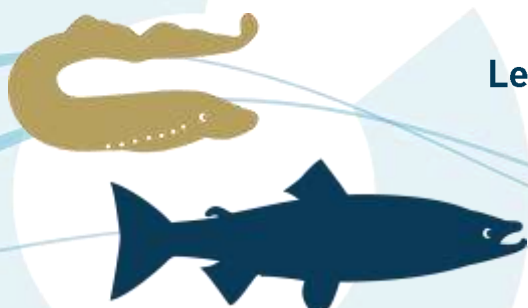


Figure 79 : Cours d'eau classés en Liste 2 (L.214-17) et franchissabilité des ouvrages sur cours d'eau pour les aloses sur le bassin Vienne-Creuse

Son principal affluent, le Clain, est jalonné d'ouvrages dont le second, situé à moins d'un kilomètre en amont de la confluence avec la Vienne, est jugé très difficilement franchissable (CE3E/Conseil départemental de la Vienne, 2014). Plusieurs ouvrages sont ensuite classés difficilement franchissables à très difficilement franchissables.

Sur l'axe Creuse, le parcours jusqu'aux ouvrages infranchissables est plus important que sur la Vienne. Il est néanmoins marqué par une vingtaine d'obstacles franchissables avec retard ou difficilement



franchissables. Il en est de même pour la Gartempe, son principal affluent, classé pour l'alse dans sa partie aval dans le département de la Vienne.

L'Anglin, affluent de la Gartempe, ainsi que la Benaize, affluent de l'Anglin, sont classés pour l'alse et figurent donc sur la carte à titre indicatif. Cependant, ils ne présentent pas les principales caractéristiques d'accueil pour la reproduction de cette espèce.

2.2.2.2 Bassin Loire amont - Allier

Sur les principaux axes du bassin Loire amont-Allier, les cours principaux de l'Allier et la Loire présentent peu d'ouvrages présentant des difficultés de franchissement. Toutefois, sur la Loire, l'ouvrage infranchissable de Villerest condamne une partie du parcours historique des poissons migrants.

Les affluents sont plus impactés : sur la Sioule, le premier ouvrage situé environ 5 kilomètres au-dessus de la confluence avec l'Allier est jugé très difficilement franchissable. Il faut ajouter que celui-ci est en cours d'aménagement de dispositifs de franchissement couplés à une station de comptage des migrations. Sur l'Aron, affluent de la Loire, plusieurs ouvrages considérés comme difficilement franchissables sont rencontrés dès sa partie aval (Figure 80).



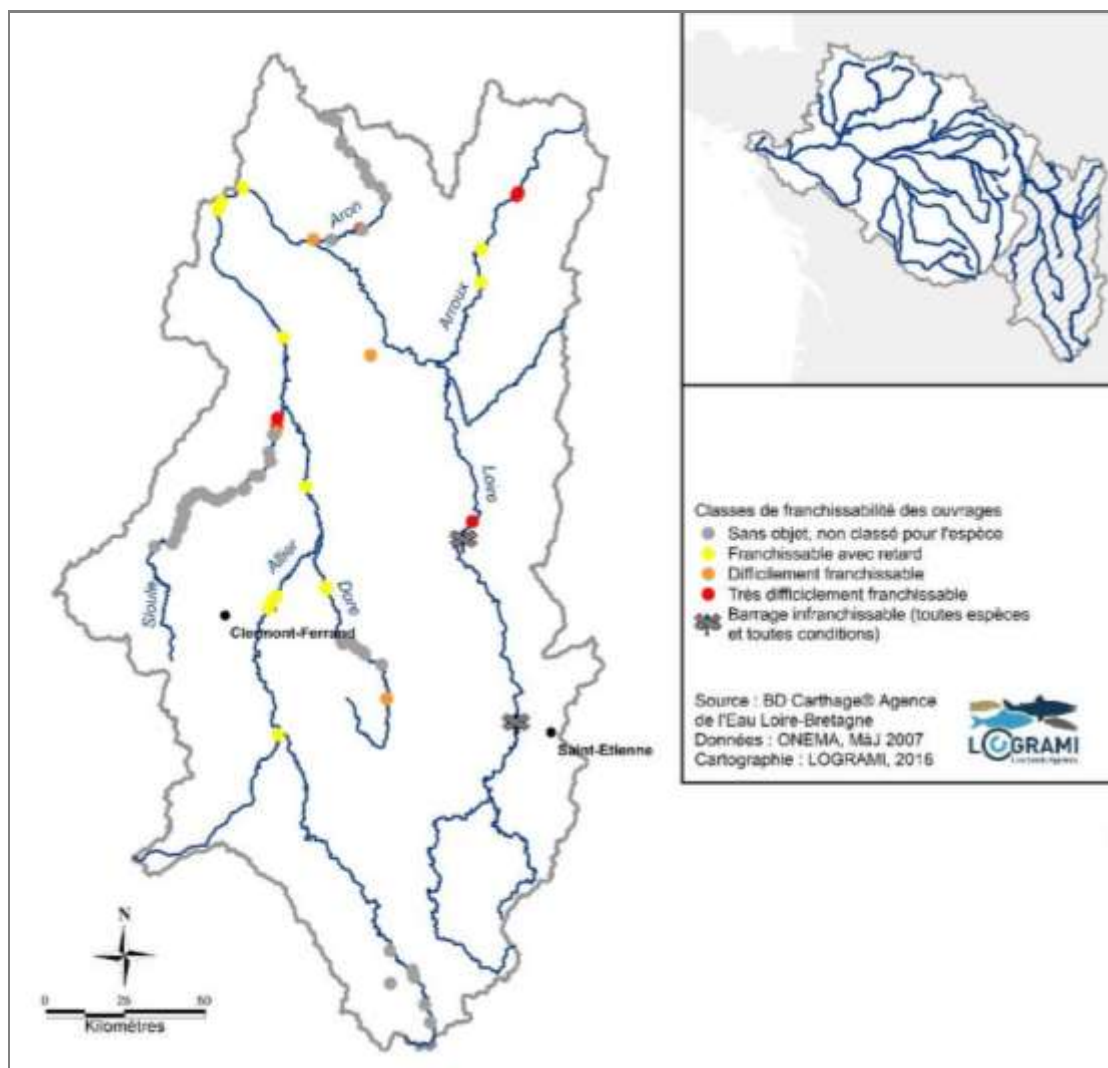


Figure 80 : Cours d'eau classés en Liste 2 (L.214-17) et franchissabilité des ouvrages sur cours d'eau pour les aloses sur le bassin Loire amont-Allier

2.2.3. Suivi du rétablissement de la continuité

Il est proposé d'étudier en 2015 et années suivantes, la **faisabilité de la mise en place d'un suivi de l'avancement du rétablissement** de la continuité écologique.

Il s'agit d'un suivi de la continuité écologique sur le bassin de la Vienne, de la Sioule et de l'Allier grâce à un confortement et une mise à jour d'une base ouvrages avec un objectif opérationnel de suivi du rétablissement de la continuité écologique (aménagements, arasements, etc.) en lien avec la colonisation des poissons migrateurs. Cet outil serait un gage d'alerte permanente des gestionnaires et acteurs des bassins, devant les difficultés rencontrées sur cette question. Il permettrait, en outre, d'avoir :

- une vision globale à l'échelle d'un bassin et axe par axe et non département par département,
- une vision de l'accessibilité des cours d'eau pour les poissons migrateurs et de son évolution au regard des zones historiquement accessibles.

Enfin, l'outil de suivi de la continuité écologique aboutirait à une base de données sur les ouvrages confortée et amendée des indicateurs de rétablissement de la continuité (aménagements réalisés, évolution du taux d'étagement, etc.) faisant ressortir le cas échéant les points noirs et les différences qu'il pourrait y avoir sur un même axe entre départements.

Sur le bassin de la Vienne, l'Etablissement Public du Bassin de la Vienne (EPBV) a pris en charge la réalisation d'une base de données reprenant l'ensemble des informations permettant de réaliser ce suivi. Afin de tester la faisabilité de ce travail et son opérationnalité à l'échelle d'un bassin versant, le travail est d'abord testé sur l'axe Gartempe. La base Gartempe a été élaborée à partir des données et informations fournies par LOGRAMI sur les ouvrages. Ensuite, un travail commun de révision a été réalisé. Les apports de LOGRAMI ont porté autant sur l'analyse du travail en cours que sur des données manquantes comme par exemple l'attribution de notes concernant les aspects dévalaison.

2.3. Action 4 : Front de colonisation des poissons migrateurs : habitats réels utilisés

La réhabilitation de la rivière notamment par l'arasement d'ouvrages constitue une restauration du système dont les répercussions en terme de qualité d'habitat de croissance et de zone de reproduction aura indéniablement des conséquences positives en terme de survie des poissons migrateurs.

Cette action comprend la réalisation de suivis permettant d'avoir des indicateurs de la continuité écologique pour les grands migrateurs sur différents axes. Ainsi, elle comprend notamment le suivi du front de colonisation pour les lamproies dans le bassin de la Vienne et pour les saumons notamment sur l'axe Creuse-Gartempe.

La colonisation et l'expansion spatiale d'une espèce est un phénomène majeur soulevant des questions en écologie, biologie évolutive, génétique des populations et biogéographie. Ce phénomène est aussi lié à des questions de gestion : déplacement d'aires de répartition en réponse aux changements globaux, effet de dispersion d'une espèce du fait de recrutement ou d'expansion biologique ou encore relatif à la fragmentation de l'habitat.

Le front de colonisation (niveau le plus haut atteint par les géniteurs sur chaque cours d'eau) est un révélateur de l'occupation de l'espace durant la phase génésique de ces espèces. Il est suivi afin de déterminer les limites de colonisation des cours d'eau. Il peut être mis en relation avec l'évolution des blocages migratoires en rapport avec la gestion et/ou l'aménagement des différents ouvrages présents et les conditions de migrations (débits, températures). In fine cette action permet de déterminer l'habitat colonisé réel pour une année donnée.

2.3.1. Le front de colonisation des aloses

En 2015, le suivi de la reproduction des aloses s'est concentré sur la Vienne sur une seule frayère à l'aval de Châtellerault. Quelques prospections ponctuelles ont par ailleurs été menées sur la Loire en aval de Decize et sur l'Allier en aval de Vichy. La recherche du front de colonisation n'a donc pas été effectuée pour cette espèce. Toutefois les effectifs aux stations de comptage et des observations ponctuelles apportent des indications sur les limites de colonisation.

Ainsi sur la Loire, le front de colonisation se situe entre les stations de Decize (624 aloses) et de Roanne (0 alose), située à 720 km de l'estuaire (Figure 81).

Concernant les principaux affluents :

- ❶ **Sur le bassin de la Maine**, la prospection de chacun des sites les plus aval sur les trois cours d'eau, Mayenne, Sarthe et Loir a été réalisée (RAUTUREAU C., 2015). Sur la Sarthe, de la reproduction d'aloses a été constatée à l'aval du barrage de Cheffes, à 170 km de l'estuaire.
- ❷ **Sur le bassin de la Vienne**, les fronts de colonisation se situent en amont des stations de comptage de Descartes sur la Creuse (749 aloses) et de Châtellerauld sur la Vienne (322 aloses). Les faibles effectifs couplés aux faibles conditions hydrologiques laissent supposer que le front de colonisation se situe entre Châtellerauld et Bonneuil-Matours sur la Vienne (à 290 km de l'estuaire) et entre Descartes et la Roche-Posay sur la Creuse (à 290 km de l'estuaire).
- ❸ **Sur le Cher**, aucune observation de bancs d'aloses, de reproduction ou de cadavres n'a été constatée. Compte tenu des conditions difficiles de circulation sur cet axe et des aménagements effectués, nous pouvons raisonnablement penser que le front se situe entre la confluence avec la Loire et le barrage de Saint Aignan (à 310 km de l'estuaire).
- ❹ **Sur l'Allier**, seulement 67 aloses ont franchi le barrage de Vichy. Ce faible effectif est révélateur d'une limite de colonisation sur l'axe (à 650 km de l'estuaire).

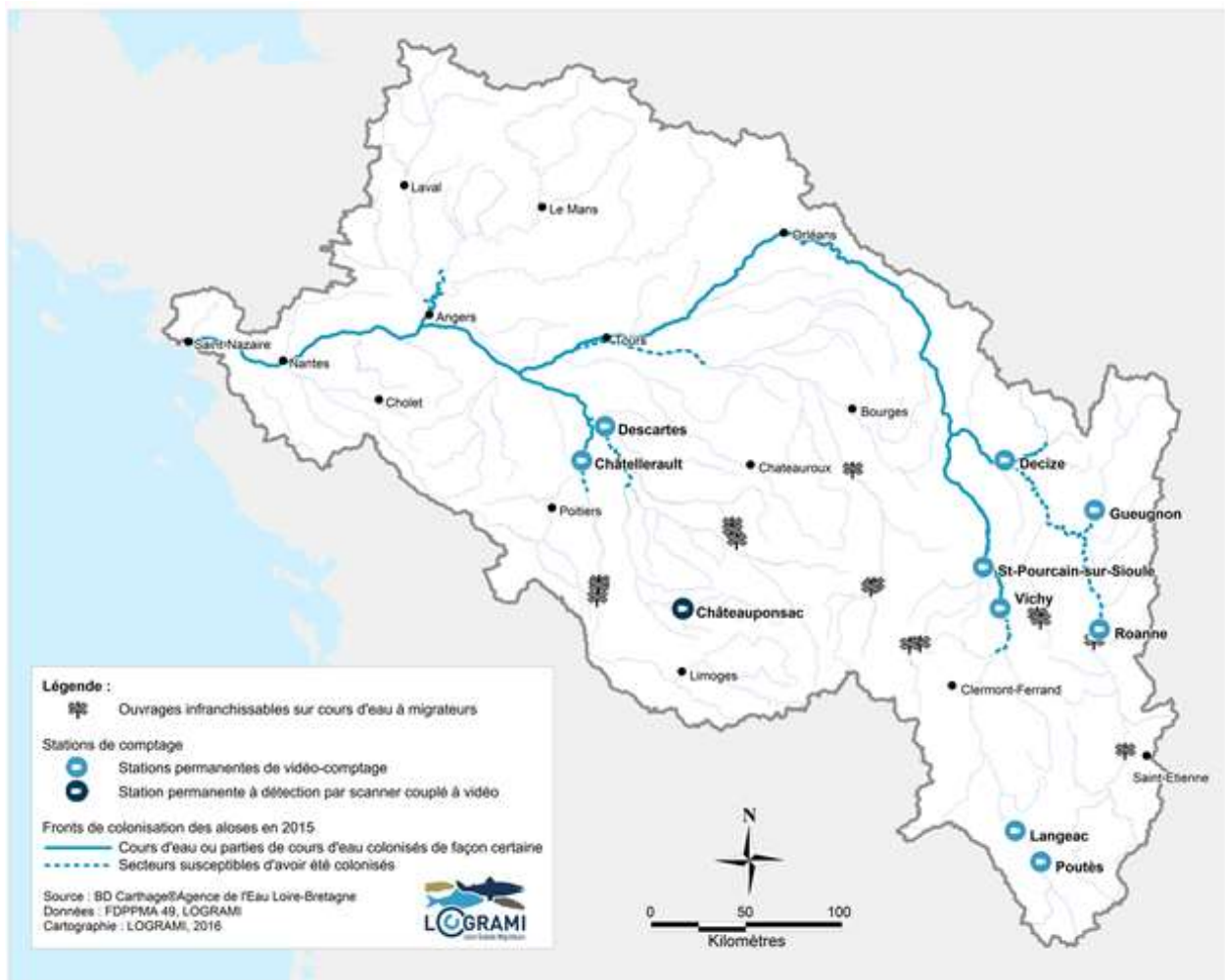


Figure 81 : Cours d'eau du bassin de la Loire colonisés par les aloses en 2015

2.3.2. Le front de colonisation de la lamproie marine

2.3.2.1 Sur l'ensemble du bassin de la Loire

En 2015, des études spécifiques ont été menées pour établir les fronts de colonisation de la lamproie marine sur le bassin de la Maine et sur le bassin de la Vienne. Sur le bassin de la Maine, l'étude, qui visait aussi à caractériser les habitats favorables dans le Maine-et-Loire, n'a pas permis de détecter de la reproduction de lamproie marine malgré la prospection de 24 sites favorables ou jugés comme pouvant accueillir de la reproduction. Une lamproie a pour autant été observée lors d'une prospection nocturne sur la Sarthe (Boire de la Vidange à Cheffes). Le front s'établit donc pour le bassin de la Maine sur la Sarthe au niveau de Cheffes (Figure 82).

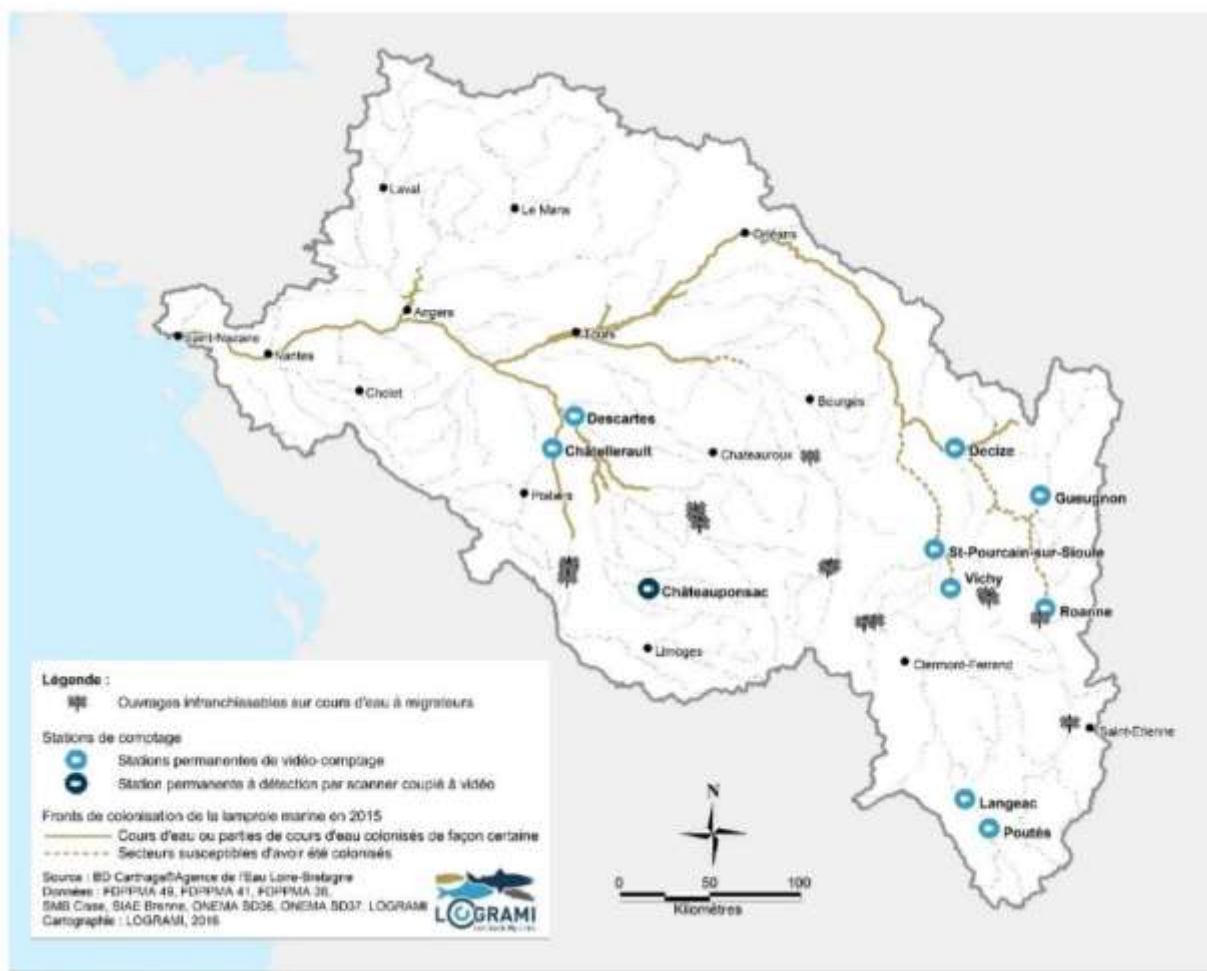


Figure 82 : Cours d'eau du bassin de la Loire colonisés par la lamproie marine en 2015

En complément, plusieurs observations ont été réalisées sur des affluents de la Loire par des partenaires techniques et transmises au tableau de bord des poissons migrateurs du bassin de la Loire :

- 🔵 **Sur le bassin du Cher**, une lamproie a été observée par un pêcheur au niveau de la commune de Chabris, à 100 km de la Loire et 340 km de l'estuaire (Source : Fédération de pêche de l'Indre).
- 🔵 **Sur le bassin de la Cisse** (affluent rive droite de la Loire moyenne) : des nids de lamproies marines ont été observés jusqu'à la commune de Pocé-sur-Cisse (à 20 km de la Loire et 280 km de l'estuaire). Son principal affluent, la Brenne, a lui aussi été colonisé jusqu'au moulin de Vasrole (à 20 km de la Loire et 280 km de l'estuaire). (Source : Service départemental d'Indre et Loire de l'ONEMA, Syndicat Mixte du Bassin de la Cisse et Syndicat de la Brenne).
- 🔵 **Sur le bassin du Beuvron** (affluent rive gauche de la Loire moyenne) : 47 nids de lamproies marines ont été observés sur les deux premiers kilomètres du Beuvron entre la confluence de la Loire et le pont de Candé-sur Beuvron (à 300 km de l'estuaire). La présence de barrages difficilement franchissables n'a pas permis la colonisation plus en amont sur cet axe. Sur son principal affluent, le Cosson, plus de 150 nids ont été observés entre la confluence avec le Beuvron et le domaine du Château de Chambord. Une lamproie a par ailleurs été observée plus en amont sur le Cosson dans le département du Loiret sur la commune de Ligny-Le-Ribault, à

50 km de la Loire et 350 km de l'estuaire (Source : Fédération de pêche du Loir et Cher et Service départemental du Loiret de l'ONEMA).

- Sur le bassin de l'Aron (affluent rive droite de la Loire en amont de Decize): une lamproie marine a été observée sur nid sur la Dragne en aval de la commune d'Onlay (à 50 km de la Loire et 630 km de l'estuaire). La Dragne est un affluent de l'Aron, lui-même affluent de la Loire en amont de Decize. Cette lamproie est donc l'une des 47 comptées en 2015 à la station de Decize.

Il semblerait que les colonisations sur ces axes soient assez exceptionnelles et liées aux forts débits du début du mois de mai qui ont permis aux lamproies de passer plusieurs ouvrages habituellement peu franchissables (1 000 m³/s le 5 et 6 mai à Blois sur la Loire pour un module de 359 m³/s).

Ces observations couplées aux résultats des deux études spécifiques (présentées ci-dessous) et aux effectifs des stations de comptage ont permis de construire une carte de colonisation du bassin pour l'année 2015 (Figure 82). Il est cependant à noter que peu de prospections ont été menées sur les petits affluents de la Loire aval et médiane ainsi que sur le bassin du Cher. Certains cours d'eau n'apparaissant pas sur la carte ont donc pu être colonisés par la lamproie marine.

2.3.2.2 Sur le bassin de la Vienne

Conditions de prospections

Sur le bassin de la Vienne, le début de la reproduction a habituellement lieu entre fin-avril et début mai.

L'évolution des débits est quasi-similaire sur les trois axes principaux : les débits restent faibles sur l'ensemble de la période considérée, malgré la présence d'un pic de crue au 3 mai dû à de fortes précipitations (débit de la Vienne au 3 mai de 263 m³.s⁻¹ pour un module de 79,9 m³.s⁻¹ ; Creuse 101,0 m³.s⁻¹ pour un module de 35,5 m³.s⁻¹ ; Gartempe 75,7 m³.s⁻¹ pour un module de 27,7 m³.s⁻¹). Les conditions adéquates (débit et turbidité de l'eau) ne furent réunies que début juin pour débiter le suivi (Figure 83).

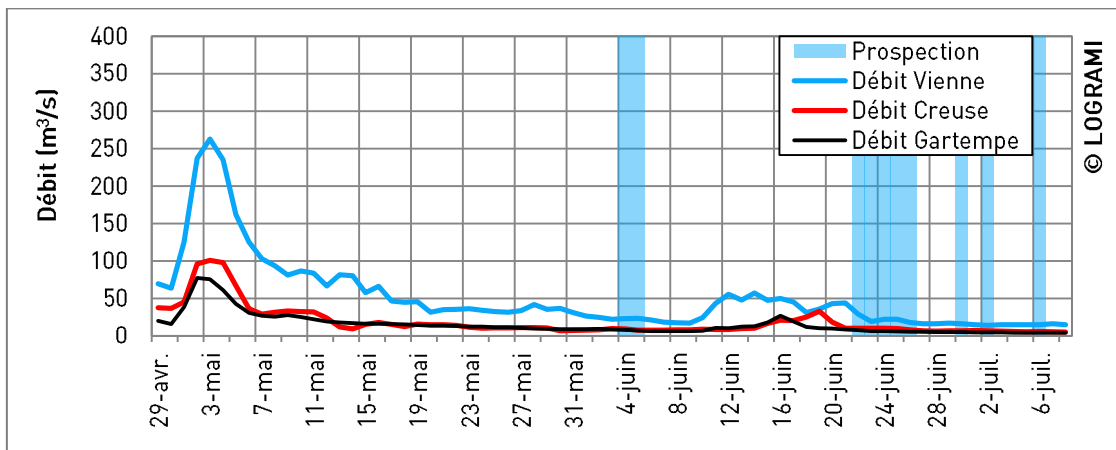


Figure 83 : Evolution des conditions hydrométriques sur la Vienne, la Creuse et la Gartempe durant le suivi de la reproduction des lamproies marines en 2015 (Source : LOGRAMI et SPCVCA – Centre de Poitiers / Hydro – MEDD/DE)

Efforts de prospections

La recherche des fronts de colonisation a nécessité la prospection de 81 frayères potentielles lors de 10 journées du 4 juin au 6 juillet. L'effort fut réparti de la manière suivante :

-  2 jours sur la Vienne (9 frayères prospectées)
-  1 jour sur le Clain (7 frayères prospectées)
-  3 jours sur la Creuse (29 frayères prospectées)
-  2,5 jours sur la Gartempe (22 frayères prospectées)
-  1,5 jour sur l'Anglin (14 frayères prospectées)

Afin de déterminer l'avancement de l'activité de reproduction, des prospections complémentaires ont eu lieu le 19 et le 27 mai sur la partie aval du cours d'eau de la Creuse.

Les fronts de colonisations de 2015

Sur la **Creuse**, le front de colonisation a pu être localisé en aval de la commune de Le Blanc, au niveau de la frayère de Bénavent (Figure 84). Le front est situé à **55 km en aval du barrage infranchissable de Roche-Bât-l'Aigue**. Le linéaire colonisé sur cet axe est donc de **69 km**. Il a également été signalé la présence d'un géniteur de lamproie sous le pont de Romefort / Ciron (Source : Service départemental de l'Indre de l'ONEMA). Aucun nid n'a été trouvé sur les frayères à proximité. Néanmoins, cette donnée indique que certaines lamproies auraient cherché à monter en amont des derniers nids observés.

Le front de colonisation de la **Gartempe** a été validé sur la commune d'Antigny, au niveau de la frayère du Taillis-Bourcavie, soit **33 km** en amont de la confluence Creuse-Gartempe. C'est historiquement, avec l'année 2011, le front de colonisation le plus bas depuis le début des suivis en 1999.

Pour l'**Anglin**, le front de colonisation a été établi sur la commune de Mérigny en amont du barrage, au niveau de la frayère de la Barre, soit **14 km** en amont de la confluence avec la Gartempe. Historiquement, le front de colonisation le plus haut localisé en 2008 se trouvait 45 km en amont de la confluence, au niveau de la frayère « Gué aval de la Forge » sur la commune de Bélâbre.

En 2015, les prospections sur la **Vienne** ont permis d'observer les nids les plus amont en aval de l'ouvrage de Goux-Villars (équipé en 2012), à seulement **16 km** du barrage infranchissable de Chardes, complexe hydroélectrique de l'Isle-Jourdain. Le front établi en 2015 représente un linéaire colonisé de **131 km** sur les 146 km potentiellement colonisables et une **augmentation de 12 km** par rapport au front le plus haut validé depuis la réouverture de l'axe Vienne. En effet, le front de colonisation le plus en amont avait été validé en 2012, sur la commune de Valdivienne, au niveau de la frayère « île de la Gerbe », soit 13 km en aval du front actuel. À noter que les prospections réalisées sur la **Blourde** (affluent de la Vienne en amont de l'ouvrage de Goux Villars) n'ont pas révélé la présence d'activité de reproduction.

En ce qui concerne le **Clain**, le front de colonisation a été établi très en aval, près de la confluence avec la Vienne. Les nids observés se trouvaient en aval du seuil du Moulin de Souhé. Le linéaire colonisé sur cet affluent de la Vienne est donc de **3 km**. Historiquement, le front de colonisation est validé **20 km** en amont sur la commune de Chasseneuil du Poitou au moulin d'Anguitard.

Enfin un nid a été observé sur la Manse (affluent rive droite de la Vienne aval sur la combe de l'Île Bouchard) 100 mètres en amont de la confluence (Source : Service départemental d'Indre et Loire de l'ONEMA).

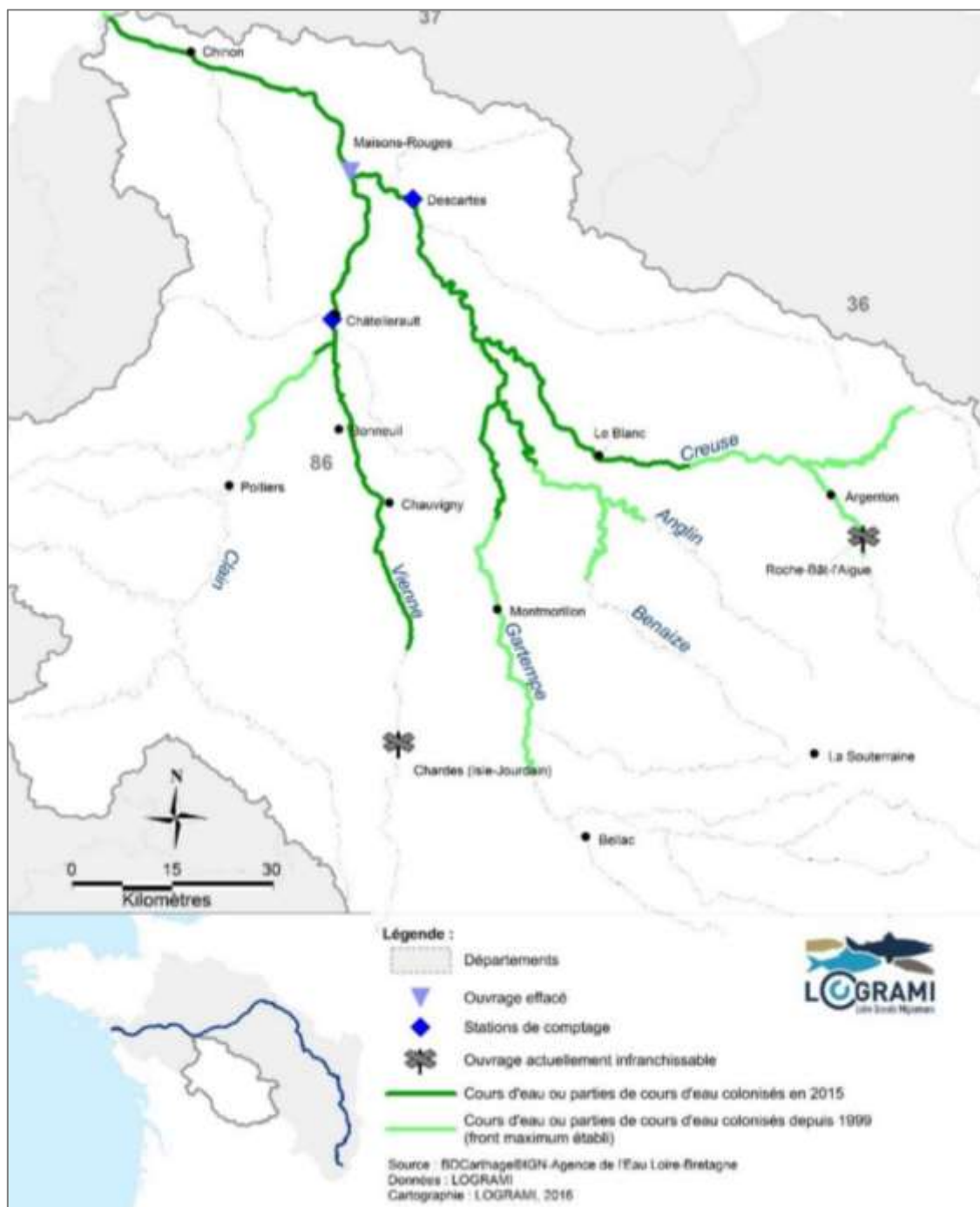


Figure 84 : Carte de colonisation de la lamproie marine sur le bassin de la Vienne en 2015

Sur l'ensemble du bassin de la Vienne, un total de 250 km de cours d'eau a donc été colonisé en 2015 par la lamproie marine. Ces dernières sont remontées, en moyenne, moins haut que les années précédentes (Figure 84). Néanmoins, le front validé pour cette espèce sur l'axe Vienne, est le plus haut jamais observé depuis le début des suivis.

Ces résultats pourraient en partie s'expliquer par la température de l'eau relativement importante, constatée en mai (18,0°C contre 17,1°C en moyenne entre 2004-2014 sur la Vienne ; 17,3°C pour une moyenne de 16,9°C sur la Creuse entre 2007-2014). La gamme de température favorable à la reproduction étant comprise entre 15 et 23 °C (Taverny et Elie, 2010), les géniteurs auraient atteint leur maturité plus tôt dans la saison et se seraient arrêtés plus en aval des axes pour se reproduire.

Evolution et comparaison interannuelle

Depuis l'arasement de Maisons-Rouges en 1998, les **trois cours d'eaux principaux du bassin ont été en moyenne colonisés sur 248 km** (± 27 km). La meilleure année, en 2012, ces cours d'eaux avaient été colonisés sur 282 km. Ainsi, avec 233 km colonisés sur la Vienne, la Creuse et la Gartempe, l'année 2015 se place comme une année très moyenne en termes de colonisation du bassin.

Outre des raisons de dynamique de population, les fronts de colonisation varient donc d'une année à l'autre en fonction de plusieurs paramètres, tel que l'aménagement des ouvrages ou les conditions hydrologiques de l'année. Par conséquent, les données de colonisation ne peuvent pas être exploitées indépendamment de ces paramètres.

Influence des aménagements de franchissabilité

Dans le but d'assurer la continuité écologique, plusieurs ouvrages infranchissables ont fait l'objet d'aménagement sur l'axe Vienne. De manière logique, les tests statistiques indiquent une corrélation positive entre les fronts de colonisation potentiels et les fronts de colonisation effectifs (Corrélation de Spearman, $r = 0,87$, $p\text{-value} < 0,01$). Autrement dit, **l'aménagement des ouvrages au fil des années, a permis aux géniteurs de lamproies marines de migrer de plus en plus haut sur le cours d'eau de la Vienne** (Figure 85). Par ailleurs, cette relation est plus complexe à mettre en évidence pour les autres cours d'eau du bassin (Creuse et Gartempe) pour lesquels peu d'ouvrages sont considérés comme totalement infranchissables.

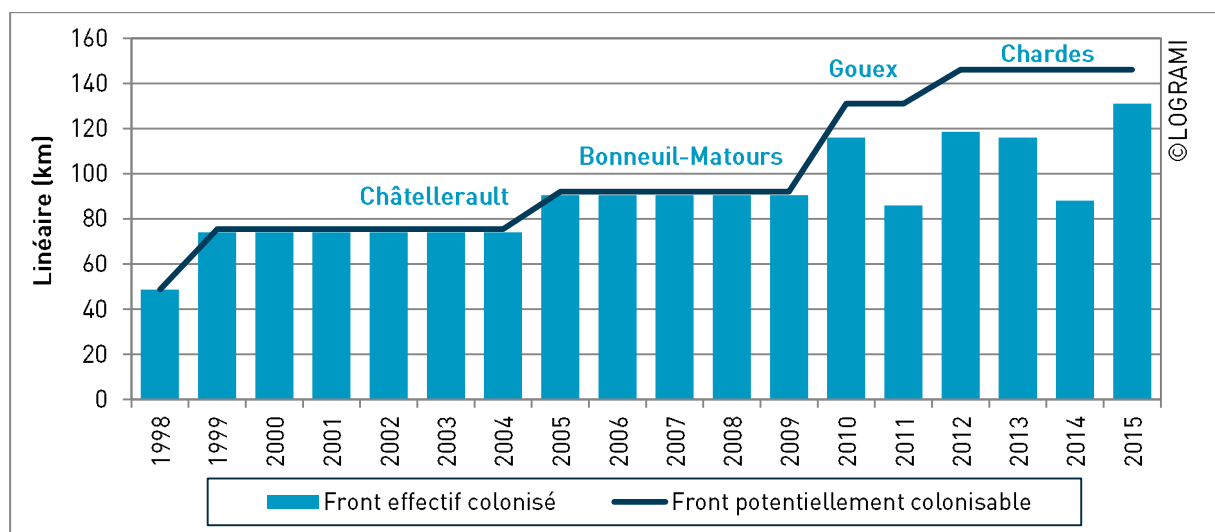


Figure 85 : Evolution des linéaires colonisable et colonisé par la lamproie marine sur l'axe Vienne depuis 1998

Suite à l'aménagement du barrage de Châtellerault en 2004, le linéaire colonisé en 2005 a augmenté. Le même constat a pu être observé suite à l'aménagement des ouvrages de Bonneuil et Saint Mars en 2009. Néanmoins, les prospections réalisées sur le terrain entre 2011 et 2015 ont indiqué que le front de colonisation n'a jamais dépassé l'ouvrage de Gouex, pourtant équipé en 2012. Deux grandes hypothèses peuvent être avancées pour expliquer ce phénomène :



- La franchissabilité des ouvrages aménagés ces dernières années n'est probablement pas totalement assurée. Malgré la présence de passes à poissons, de nombreux individus peuvent être bloqués ou retardés dans leur migration.
- Il est possible que le front de colonisation évolue en fonction des effectifs de population observés sur les différents cours d'eau du bassin de la Vienne. Ces dernières années le nombre de lamproies comptabilisé à la station de Châtelleraut est plus faible que les fortes migrations rencontrées en 2007 et 2008.

Le degré d'aménagement du cours d'eau de la Vienne, ne peut à lui seul expliquer les variations interannuelles des fronts de colonisation observés. Notamment pour les années 2011 et 2014, où le linéaire colonisé se situe en aval des ouvrages de Bonneuil-Matours. Il semblerait que d'autres paramètres soient impliqués dans l'évolution du front colonisé par la lamproie marine.

Influence du débit durant la période de migration

Les conditions hydrologiques ont aussi une influence sur la migration des lamproies marines. En effet, de forts débits favorisent leur remontée [Taverny et Elie, 2009]. Il devrait donc exister une relation entre le nombre de kilomètres colonisés et les débits constatés durant la période de migration.

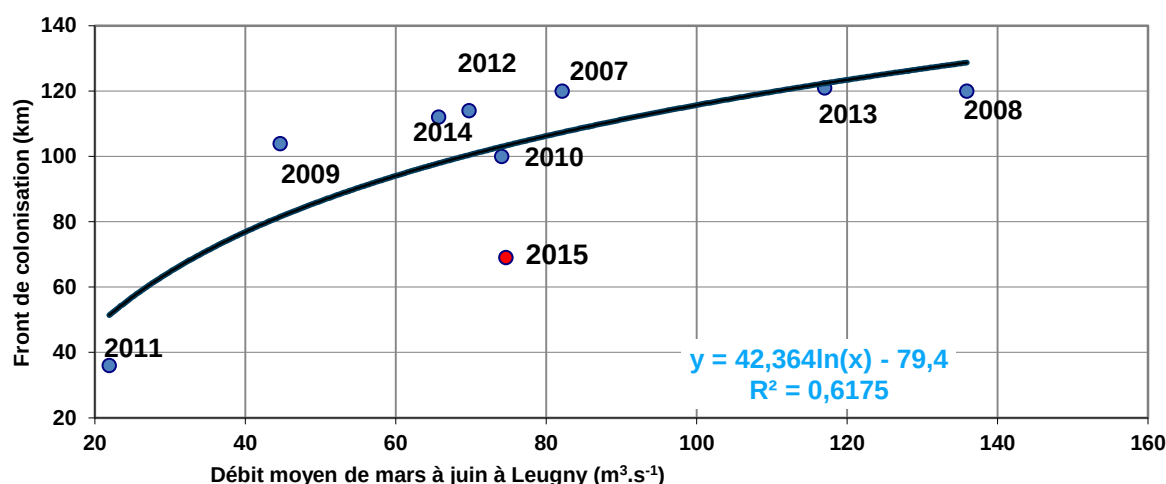


Figure 86 : Relation entre le front de colonisation de la lamproie marine sur la Creuse et le débit moyen de mars à juin à la station de Leugny, depuis l'aménagement du barrage de Descartes en 2007 (Source : LOGRAMI et SPCVCA – Centre de Poitiers / Hydro – MEDD/DE)

La relation entre ces deux variables a été testée sur le jeu de données de l'axe Creuse et les débits à Leugny. Il en ressort une corrélation positive de type logarithmique (Corrélation de Spearman, $r = 0,69$, $p\text{-value} = 0,04124$) (Figure 86).

Ces observations tendent à montrer que, plus le débit moyen de mars à juin est élevé plus les lamproies vont migrer haut sur la Creuse. L'année 2015 se particularise cependant avec un front relativement bas comparativement aux débits. Les températures élevées en début de saison ont probablement précipité la reproduction en aval de l'axe.

À noter que l'axe Creuse est aussi fragmenté par de nombreux ouvrages, pouvant ralentir ou bloquer la migration des lamproies. Néanmoins, de fortes conditions hydrologiques peuvent être favorables et



faciliter le franchissement de certains d'entre eux. La relation précédemment mise en évidence dépend donc de la capacité des lamproies à franchir les ouvrages et des conditions de franchissabilité de ceux-ci lors de forts débits.

Pour l'axe Vienne, en absence d'une série de données assez importante entre 2004 et 2009, cette relation n'a pas pu être mise en évidence. En effet, après l'aménagement de Châtellerault en 2004 et jusqu'à celui de Bonneuil-Matours en 2009, les lamproies étaient systématiquement bloquées au pied de ce dernier. Par conséquent, le front de colonisation correspondait au point kilométrique de l'ouvrage lors des années à forts débits.

Influence des effectifs de lamproies marines

Le front de colonisation pourrait aussi dépendre des effectifs de lamproies présents sur le bassin. L'évolution interannuelle du front colonisé serait donc soumise au phénomène de densité dépendance : plus les lamproies sont nombreuses, plus le haut du bassin est susceptible d'être colonisé. Cependant, les tests réalisés sur le jeu de données de la Creuse (2007 à 2015) ne montrent pas de fortes corrélations entre le nombre de lamproies comptées à la station de Descartes et le front de colonisation (Corrélation de Spearman : $r = 0,37$ et $p\text{-value} = 0,32$ pour la Creuse). Cette hypothèse n'est donc pas vérifiée.

Pour autant, en 2015, les effectifs observés sur la Vienne à Châtellerault sont 16% plus élevés qu'à Descartes contre en moyenne 7% sur la période 2007-2014. Ces chiffres peuvent expliquer une augmentation du front sur la Vienne contrairement à ce qui est observé sur la Creuse.

Conclusion

Le suivi des nids de lamproies marines réalisé depuis 1999 permet de connaître le **niveau d'activité de reproduction de l'espèce sur le bassin de la Vienne**. Il permet aussi d'acquérir des informations sur la **fonctionnalité des frayères et de suivre l'état de ces zones**. Enfin, il constitue au regard des aménagements réalisés, un **indicateur important de la libre circulation pisciaire**.

En 2015, les lamproies se sont reproduites sur la Creuse, la Gartempe, la Vienne et certains affluents. Cependant, par rapport à la moyenne des années précédentes et bien que les effectifs aux stations de comptages soient parmi les plus importants depuis 2007 (respectivement 23 740 et 33 138 à Descartes et Châtellerault), il semblerait que les géniteurs soient généralement restés sur la **partie basse du bassin**, avec un linéaire colonisé moyen de **250 km**.

Néanmoins, le front de colonisation validé sur l'axe Vienne, avec une augmentation du linéaire colonisé de 12 km est le plus haut observé depuis le début du suivi. Il permet, une fois de plus, de valider l'accessibilité de la Vienne en amont des ouvrages de Bonneuil et Matours ainsi que la fonctionnalité de frayères inaccessibles par les lamproies jusqu'en 2009. Ce résultat est cependant à modérer en fonction des autres facteurs tels que le débit, la température ou les effectifs, influençant la migration de reproduction des lamproies. En effet, depuis 2012, l'ensemble de l'axe Vienne jusqu'au barrage infranchissable de Chardes est potentiellement accessible avec l'aménagement (par deux ouvrages de franchissement) du dernier ouvrage problématique pour cette espèce à Gouex/Villars.

2.3.3. Le front de colonisation du saumon atlantique

Le suivi du front de colonisation du saumon atlantique en migration génésique sur les axes est effectué par le suivi de la reproduction naturelle (voir le § 3.1). Celui-ci consiste principalement en des

opérations de comptage et de repérage des frayères. Ces comptages permettent d'obtenir un **indicateur de la répartition géographique des géniteurs au moment de la reproduction.**

2.3.3.1 Sur le bassin Creuse – Gartempe

En 2015, un total de 204 saumons a été comptabilisé à la station de comptage de Descartes, située à 12 km de la confluence Vienne-Creuse. La majorité de ces saumons migre par la suite sur la Gartempe, une partie d'entre eux peut cependant continuer la migration sur l'axe principal : la Creuse.

Sur la Creuse

La Fédération de pêche et de protection du milieu aquatique de l'Indre et le Service Départemental de l'ONEMA de l'Indre réalisent, lorsque les conditions le permettent, un suivi annuel de la reproduction de saumon entre Argenton-Sur-Creuse et le barrage de Roche Bat l'aigue, verrou migrateur de l'axe.

En 2015, une frayère de grands salmonidés a ainsi pu être observée le 16 décembre en aval du pont de Moulin neuf. Des inventaires pisciaires, réalisés les années précédentes par la Fédération de pêche, avaient déjà permis de montrer la présence et la réussite de reproduction de saumons sur ce site. En 2010 et 2013, des tacons de l'année (0+) ont en effet été retrouvés, alors qu'en 2011 et 2015 des tacons de tailles plus importantes, âgés de un an ont aussi été capturés (1+). **De la reproduction a donc déjà eu lieu en 2009, 2012 et 2013 sur ce radier de la Creuse.**

Ce radier étant situé 4 km à l'aval du barrage de la Roche Bat l'Aigue, il est fort probable que les saumons aient atteint cet ouvrage infranchissable (situé à 370 km de l'estuaire).

A noter par ailleurs que deux saumons ont été retrouvés morts durant l'été à l'aval des seuils de Longefont et du Moulin de Bord (information Fédération de pêche de l'Indre) (Figure 88). Les problèmes de continuité rencontrés sur la Creuse, couplés aux fortes températures estivales sont les conséquences directs de ces mortalités.

Sur la Gartempe et ses affluents

En 2015, aucun saumon n'a été comptabilisé au barrage de la Roche Etrangleloup, situé sur la moyenne Gartempe. Cependant, suite à des épisodes de forte turbidité, le scanner infrarouge a été en limite de détection à plusieurs reprises durant l'année. Il est donc possible que des saumons n'aient pas été comptabilisés. La recherche de frayère a été axée principalement sur les radiers situés en aval de Châteauponsac, sur la Gartempe ainsi que sur deux affluents l'Ardour et la Couze.

En novembre et décembre les débits moyens mensuels, mesurés à la station hydrométrique de Saint-Bonnet-de-Bellac, sont bien inférieurs à ceux de référence (respectivement 4 et 5 m³/s en 2015 contre 15 et 24 m³/s les années précédentes). Durant cette période les débits journaliers n'ont pas dépassé le module (Figure 87), ce qui conféra à l'eau de la Gartempe, classiquement teintée, une clarté inhabituelle qui simplifia la visualisation des fonds.



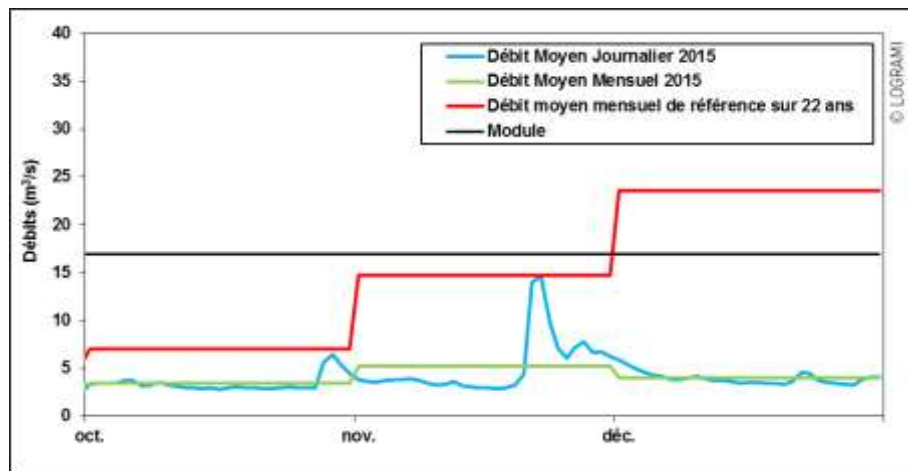


Figure 87 : Evolution des débits de la Gartempe d'octobre à décembre 2015 à Saint Bonnet de Bellac (Données hydro : DREAL LIMOUSIN / HYDRO-MEDD/DE)

Sept journées de prospections à pied ont été réalisées entre le 13 novembre et le 9 décembre 2015. Certains radiers ont fait l'objet de plusieurs visites de manière à suivre l'évolution de la reproduction. Ainsi 23 radiers différents ont été visités représentant un total de 41 prospections.

Trois frayères de grands salmonidés ont été identifiées sur la Gartempe : une à l'aval du Moulin de Verger sur la commune de la Croix sur Gartempe, une à l'aval du Moulin d'Ardent sur la Commune de Rancon et une à l'aval de la papeterie de la Prade sur la commune de Balledent.

Concernant les affluents, deux frayères de taille plus réduite ont été trouvées sur la Couze au Moulin des Iles et sur l'Anglin à l'aval du Moulin de Remerle. La taille de ces frayères ne permet pas de déterminer s'il s'agit de reproductions de truites ou de saumons. Des pêches électriques pourront être réalisées au printemps 2016 sur ces sites dans le but de retrouver des alevins et ainsi distinguer l'espèce.

Le suivi de la reproduction sur la Gartempe permet de confirmer la limite du front de colonisation à l'aval de la commune de Châteauponsac (à 400 km de l'estuaire). En effet aucun saumon n'a été comptabilisé au barrage de la Roche Etrangeloup et la frayère la plus amont a été observée 10 km en aval.

Une carte bilan du suivi de la reproduction sur le bassin Creuse-Gartempe peut-être réalisée (Figure 88). **Ce suivi à pied ne doit cependant pas être considéré comme exhaustif. L'ensemble des zones favorables pour la reproduction du saumon ne peut pas être suivi. Il est par ailleurs possible que des saumons se soient reproduits tardivement, après les dernières prospections.**



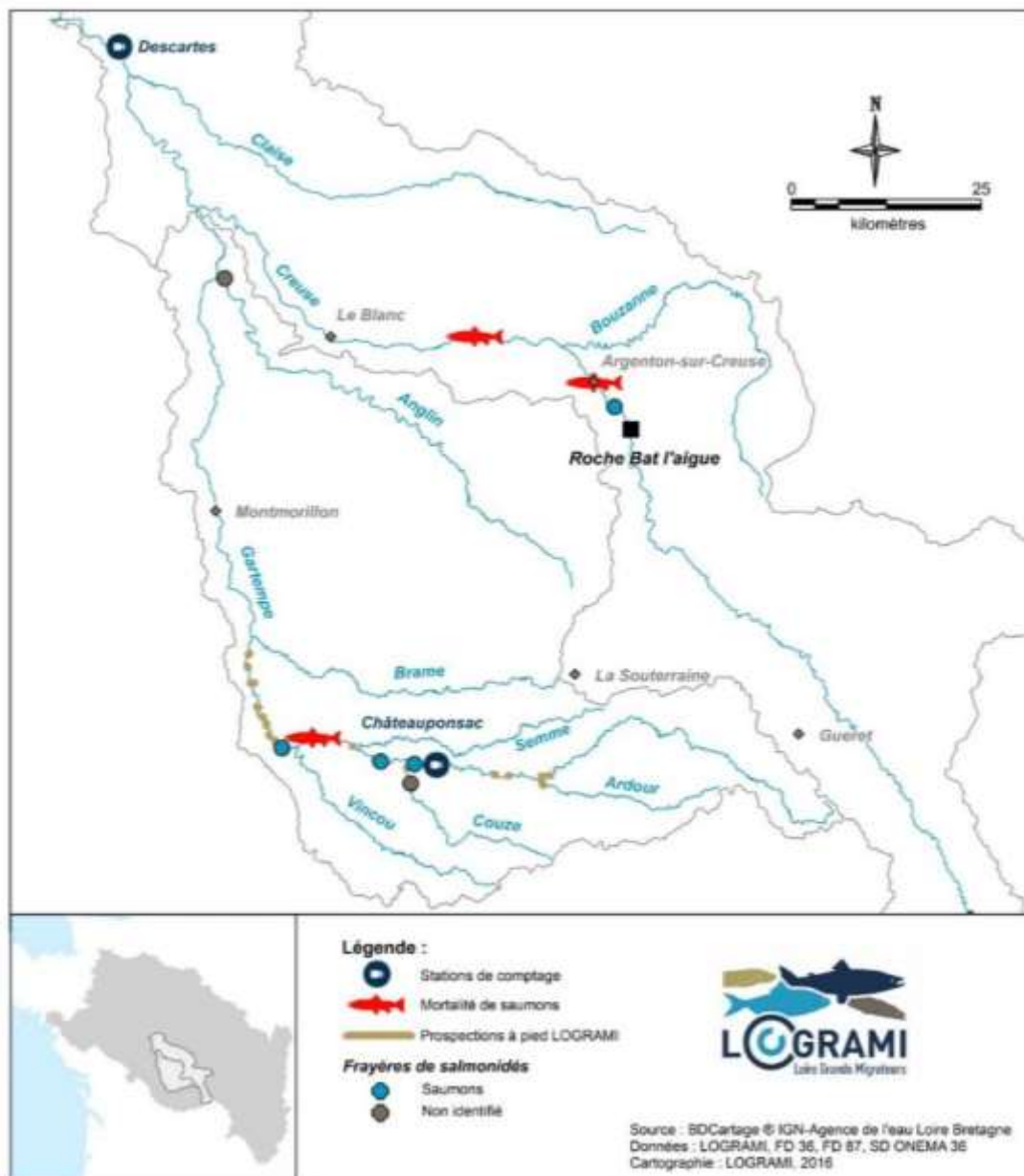


Figure 88 : Carte de localisation des prospections et des frayères de saumons en 2016 sur le bassin Creuse Gartempe

A noter par ailleurs que 10 saumons ont aussi été observés à la station de comptage de Châtellerault sur l'axe Vienne. Ces individus n'ont cependant pas pu atteindre les zones de reproduction situées en amont du complexe hydroélectrique de l'Isle Jourdain, actuellement infranchissable (à 340 km de l'estuaire).

2.3.3.2 Sur le bassin Loire-Allier amont

Les conditions hydrologiques observées en fin d'année 2015 ont été favorables à la réalisation de tous les survols en hélicoptère programmés (Tableau 21).

Par ailleurs et pour la 4^{ème} année consécutive, le Béal dans la traversée de Lempdes sur Alagnon a fait l'objet d'un suivi régulier de l'activité de reproduction des saumons atlantiques. Ce suivi a été réalisé à pieds entre le 6 novembre et le 14 décembre 2015. Ce bras dérivé de l'Alagnon est habituellement une zone de repli (frayère forcée) pour bon nombre de géniteurs bloqués par le barrage de Chambezou situé 1 200 m en amont (Bach et al, 2013). De plus, ce Béal subit moins fortement les impacts des variations de débits de l'Alagnon, le débit entrant dans ce bras étant plus ou moins maîtrisé.

Des prospections complémentaires ont aussi été réalisées à pieds sur la Branche Marinière de l'Allier près de Brioude. La partie aval de la Sianne n'a pas été prospectée en 2015.

Tableau 21 : Récapitulatif du déroulement des prospections de comptage de frayères de saumon sur l'ensemble du bassin de l'Allier en 2015 (Source : LOGRAMI)

Date	Cours d'eau	Secteur prospecté	linéaire (km)	Opérateurs repérage	Opérateur cartographie
06/11/2015 au 14/12/2015	Alagnon	Le Béal dans sa traversée de Lempdes sur Alagnon	1	1 LOGRAMI	(8 prospections à pieds)
09/12/2015	Alagnon	Ferrières St-Mary - Confluence Allier	50	2 LOGRAMI	1 LOGRAMI
08/12/2015	Allier	Laveyrune – Pont d'Alleyras	56	1 LOGRAMI + 1 ONEMA 48	1 FDAAPPMA 48
03/12/2015	Allier	Pont d'Alleyras – Pont de Lavoûte Chilhac	55	2 LOGRAMI	1 FDAAPPMA 43
03/12/2015	Allier	Pont de Lavoûte Chilhac – Coudes	75	1 LOGRAMI + 1 ONEMA 63	1 LOGRAMI
14/12/2015	Allier	Branche Marinière	2	1 LOGRAMI	(1 prospection à pieds)
09/12/2015	Dore	Confluence Dolore – Confluence Allier	104	2 LOGRAMI	1 LOGRAMI
07/12/2015	Sioule	Barrage de Queuille – Confluence Allier	87	2 LOGRAMI	1 LOGRAMI

En 2015, confirmant les résultats antérieurs, la majorité des frayères est observée sur l'axe Allier (81,4%) (Figure 89). L'année 2015 se caractérise par une faible proportion de frayères sur l'axe Sioule (6,5%) tout comme observé en 2006, autre année à forte chaleur estivale. Avec 12,1% des frayères comptabilisées, l'Alagnon reste dans une relative constance. Enfin, avec aucune frayère observée, la Dore interroge toujours sur sa non exploitation par des géniteurs de retour.



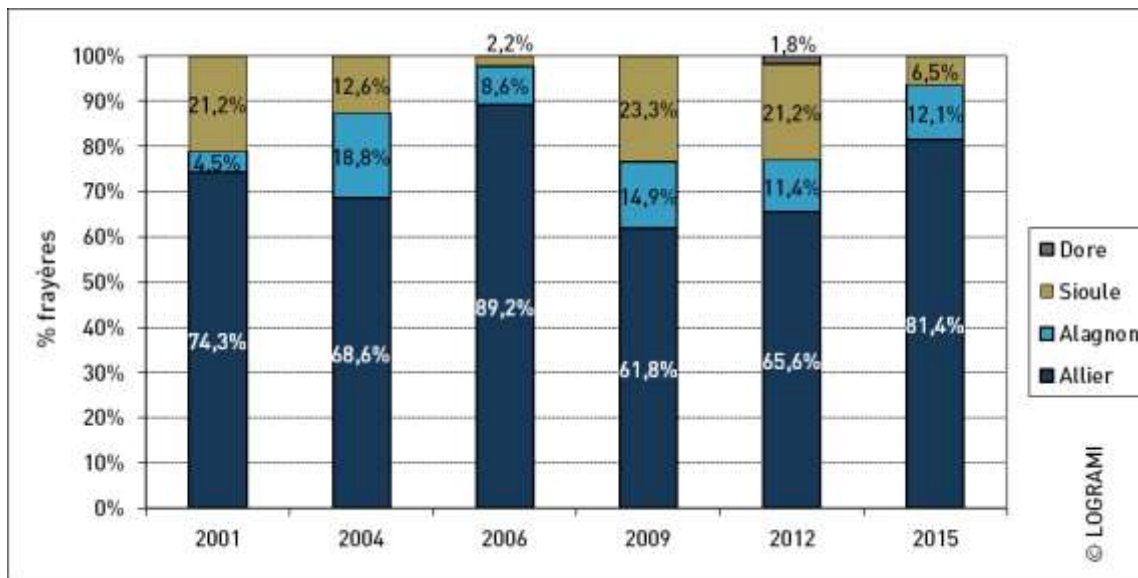


Figure 89 : Répartition des frayères de saumons sur le bassin de l'Allier lorsque tous les axes ont pu être suivis depuis 2001

Frayères sur la rivière Alagnon

Les premières observations de frayères ont été réalisées le 18 novembre 2015 sur l'Alagnon (Béal) (Figure 90).

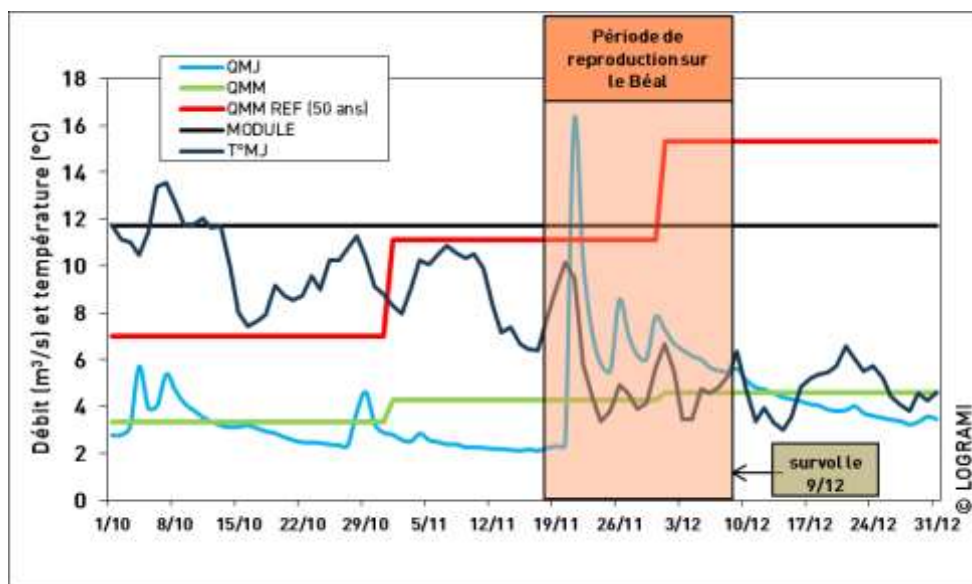


Figure 90 : Débit et température de l'Alagnon à la station de Lempdes sur Alagnon du 1er octobre au 31 décembre 2015 (Données hydro : DREAL Auvergne / HYDRO-MEDD/DE).



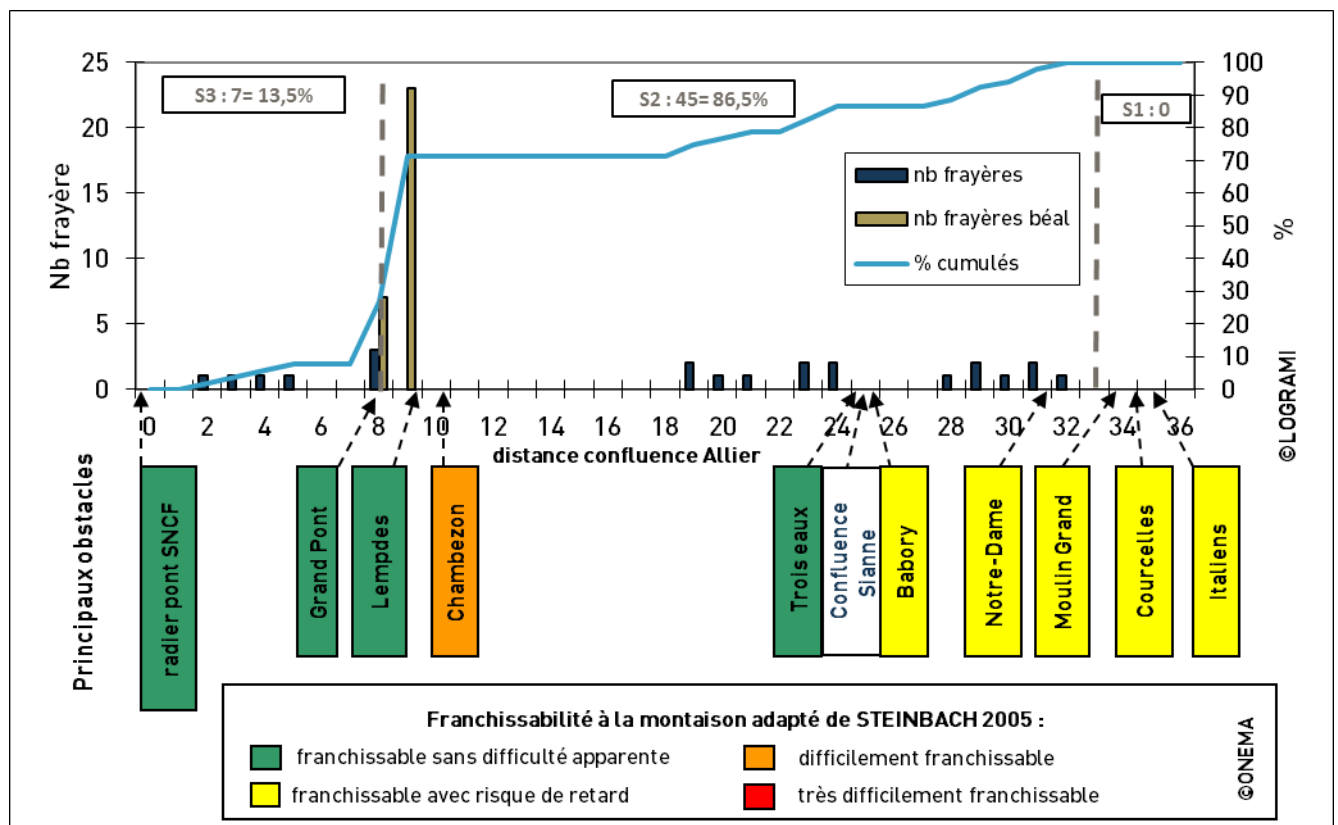


Figure 91: Répartition kilométrique des frayères de saumon atlantique sur l'Alagnon en 2015 et principaux obstacles à la migration (Source : LOGRAMI pour les frayères et ONEMA adapté pour la franchissabilité)

52 frayères ont été comptabilisées sur l'Alagnon, 22 sur le cours principal et 30 sur le Béal, entre Massiac (15 ; 813km à la mer) et Beaulieu (63 ; 783 km à la mer) sur 30 km (densité moyenne de 1,02 nids/km)(Figure 91 et Figure 92) :

- 71,1% (37) sont situées en aval du barrage de Chambezon dont 30 sur le premier kilomètre du Béal dans sa traversée de Lempdes sur Alagnon ;
- 28,9% (15) sont situées entre Lanau et Massiac (amont du barrage de Notre-Dame).

Cette répartition des frayères semble indiquer que seule une proportion minoritaire de géniteurs a pu franchir le barrage de Chambezon et exploiter la partie amont de cet axe jusqu'à Massiac (15). Une nouvelle fois, l'importante densité de frayères observée sur les 2 premiers kilomètres du Béal à Lempdes sur Alagnon (43) révèle des difficultés de franchissement au niveau du barrage de Chambezon. Néanmoins, leur abondance témoigne de l'attrait de l'axe Alagnon pour les saumons de l'Allier comptabilisés à Vichy.

Le barrage de Chambezon conditionne le front de colonisation des saumons sur l'axe Alagnon. Un effet « frayère forcée » est nettement marqué avec un repli dans les quelques kilomètres en dessous de l'ouvrage. Par ailleurs, les saumons ayant pu franchir l'obstacle ont un comportement migratoire orienté vers les zones les plus amont de l'axe.

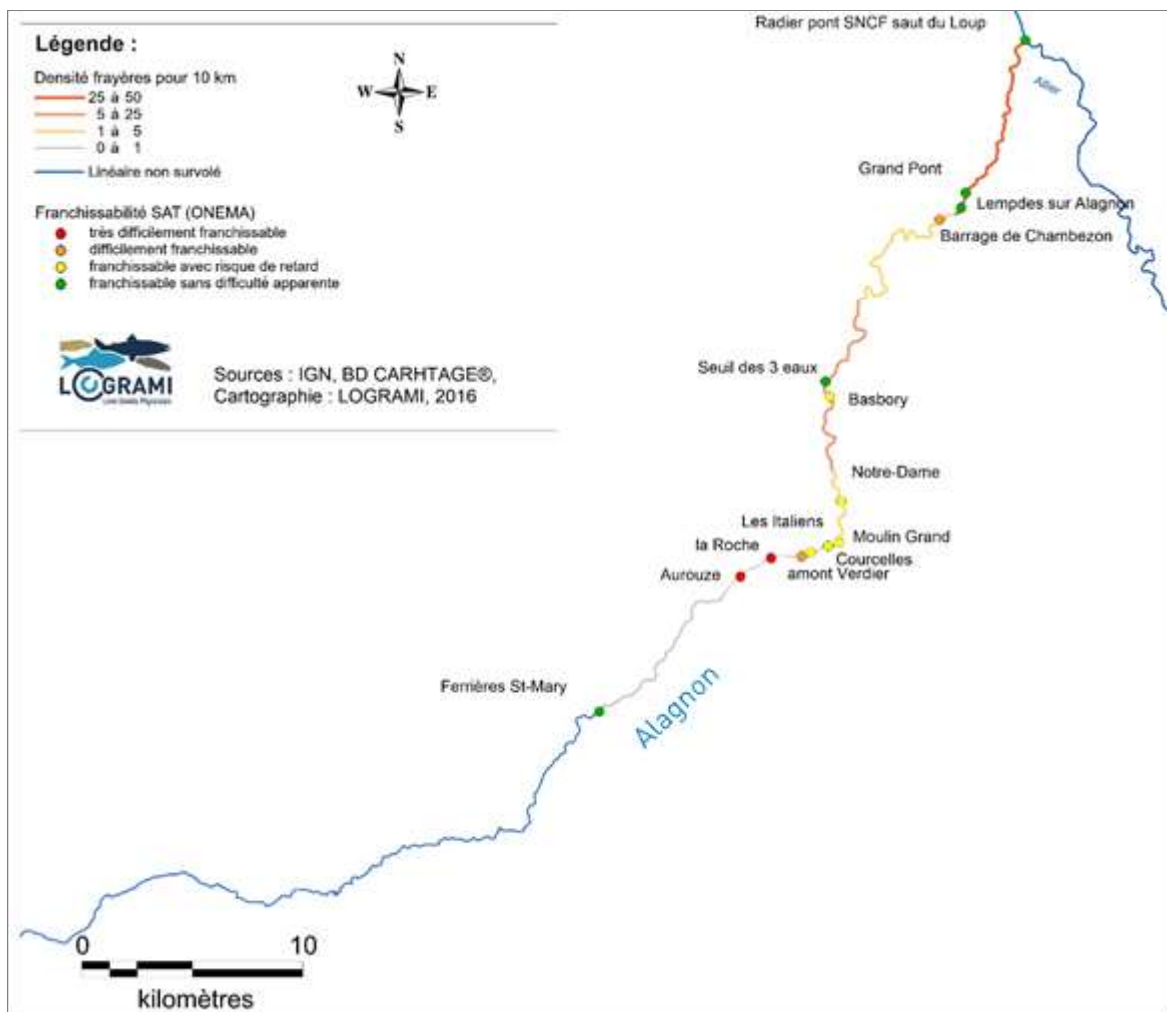


Figure 92 : Cartographie des densités de frayères de saumons atlantique sur l'Alagnon en 2015 et principaux obstacles

Avec 52 frayères comptabilisées contre $42,2 (\pm 25,9)$ en moyenne depuis la mise en place de ce suivi sur l'Alagnon en 2001 (8 années suivies), les comptages réalisés en 2015 peuvent être considérés comme moyens. Les fortes proportions de frayères de l'Alagnon observées dans le Béal depuis 2011 se confirment en 2015 (Figure 93). Elles révèlent la récurrence du problème de franchissabilité du barrage de Chambezou.

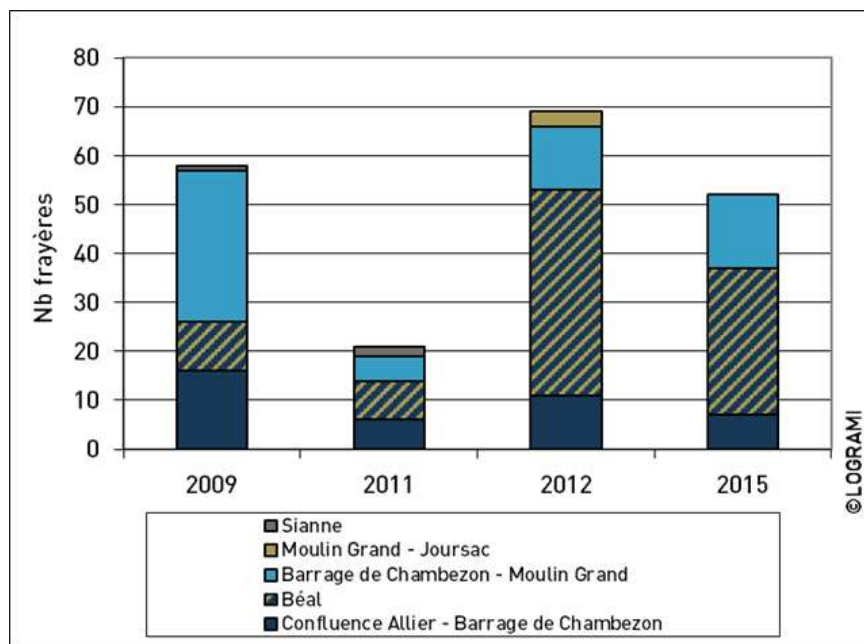


Figure 93 : Evolution interannuelle du nombre de frayères de saumon comptabilisées sur les différents secteurs du bassin de l'Alagnon d'aval vers amont depuis la confluence avec l'Allier.

Frayères sur la rivière Allier

Le comptage exhaustif des frayères par survol a été réalisé le 8 décembre 2015 (Figure 94) entre Laveyrune [07] et Coudes [63] sur 186 km. Par ailleurs, des secteurs non survolés pour des raisons techniques ont été prospectés à pieds : Monistrol sur Allier et Branche Marinière (bras dérivé à Brioude).

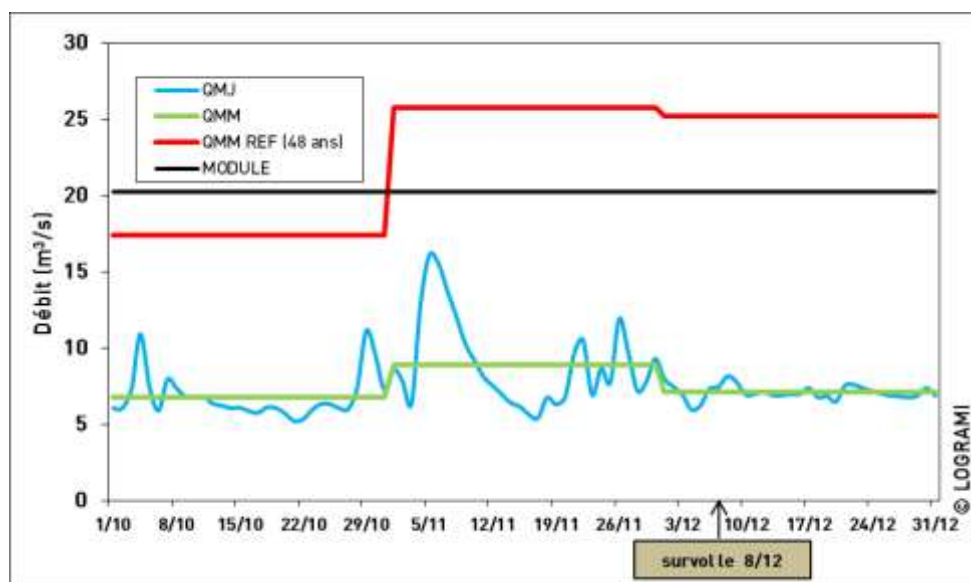


Figure 94 : Débit de l'Allier à la station de Prades du 1er octobre au 31 décembre 2015 (Données hydro : DREAL Auvergne / HYDRO-MEDD/DE).

351 frayères ont été comptabilisées sur l'Allier, entre Luc [48 ; 936 km à la mer] et Issoire [63 ; 766 km à la mer] sur 170 km (densité moyenne de 2,06 nids/km) (Figure 95 et Figure 96) :



- 46,7 % (164) sont situées dans la zone refuge en amont de Langeac et 32,5 % (114) sont situées sur le secteur S3 entre Langeac et le barrage de Poutès, secteur le plus densément exploité ;
- 53,3 % (187) sont situées en dehors de la zone refuge.

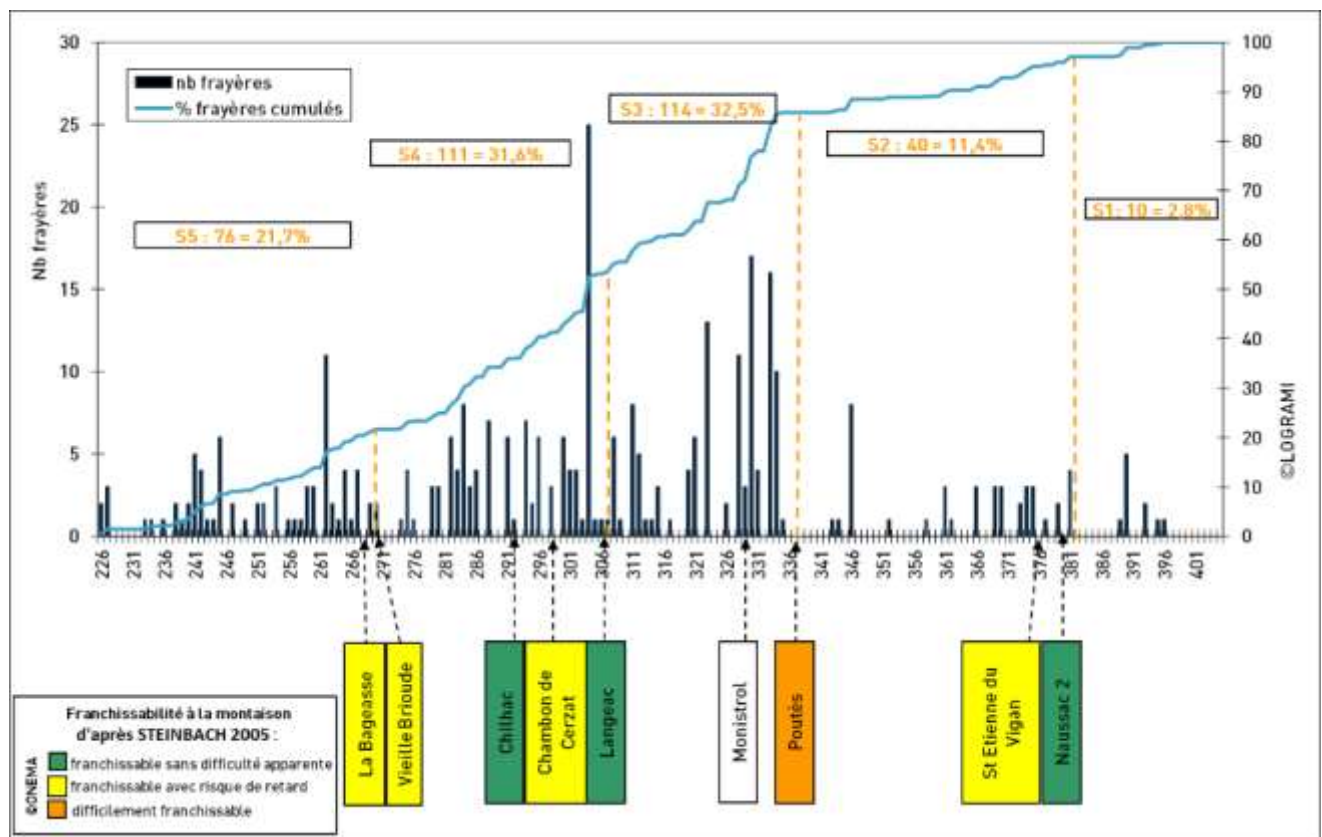


Figure 95 : Répartition kilométrique des frayères de saumon atlantique sur l'Allier en 2015 et principaux obstacles à la migration (Source : LOGRAMI pour les frayères et ONEMA adapté pour la franchissabilité)



Figure 96 : Cartographie des densités de frayères de saumons atlantique sur l'Allier en 2015 et principaux obstacles

Au total, 85,8 % des frayères comptabilisées sur l'Allier (301) sont localisées en aval du barrage de Poutès dont 13,7 % (48) directement situées dans le Viel-Allier, tronçon court-circuité par le complexe hydroélectrique de Poutès-Monistrol de 9 km de long. Rapportées aux surfaces productives présentent sur les 5 grands secteurs de l'Allier, la répartition des frayères de saumon en 2015 révèle (Figure 97):

- une très forte exploitation du secteur S5 avec quasiment 14 frayères par hectare d'équivalent « radier rapide » ;
- une exploitation pratiquement identique des secteurs S4 et S3 avec respectivement 4,9 et 4,6 frayères par hectare d'équivalent « radier rapide » ;
- une sous-exploitation des secteurs S2 et S1 avec respectivement 1,2 et 2,1 frayères par hectare d'équivalent « radier rapide ».

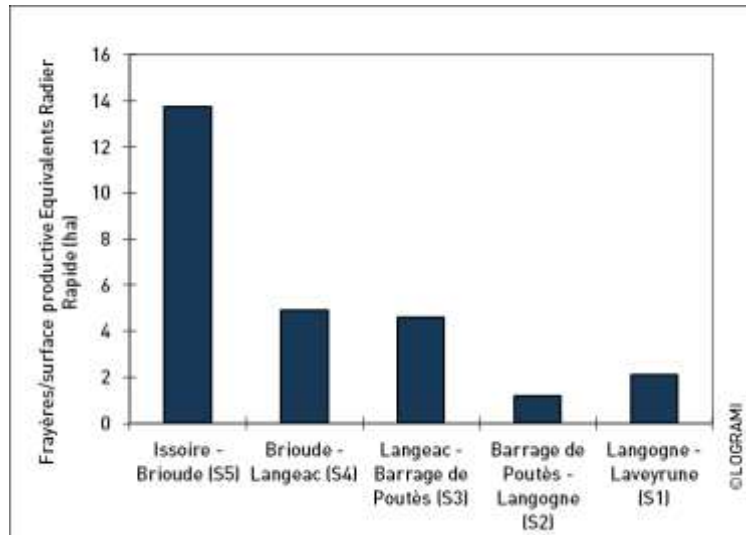


Figure 97 : Densités de frayères de saumon observées en 2015 par hectares de surfaces productives sur les 5 secteurs de l'Allier

Avec 351 frayères comptabilisées contre 273,1 ($\pm 85,3$) en moyenne depuis la mise en place de ce suivi sur l'Allier en 2000 (10 années suivies), le comptage réalisé en 2015 constitue le 2^e meilleur résultat derrière celui de 2012 (Figure 98). En proportion, les frayères observées sur l'Allier en 2015 se répartissent de manière similaire à ce qui est observé depuis 2007 avec notamment une forte progression de la part des frayères comptées sur le secteur aval S5 (Figure 99).

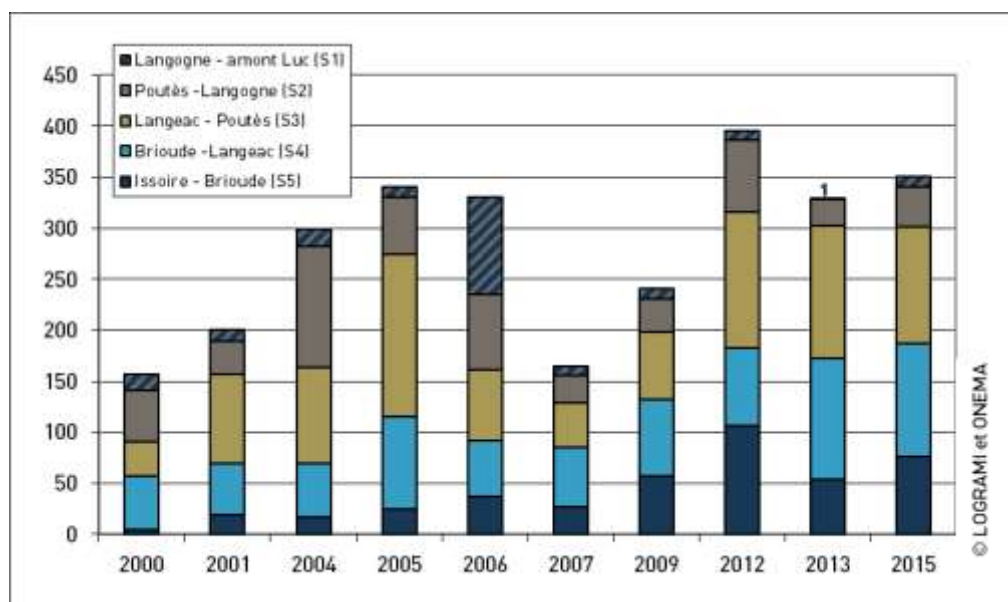


Figure 98 : Evolution du nombre de frayères de saumon comptabilisées sur les 5 secteurs de l'Allier depuis la mise en place du suivi en 2000

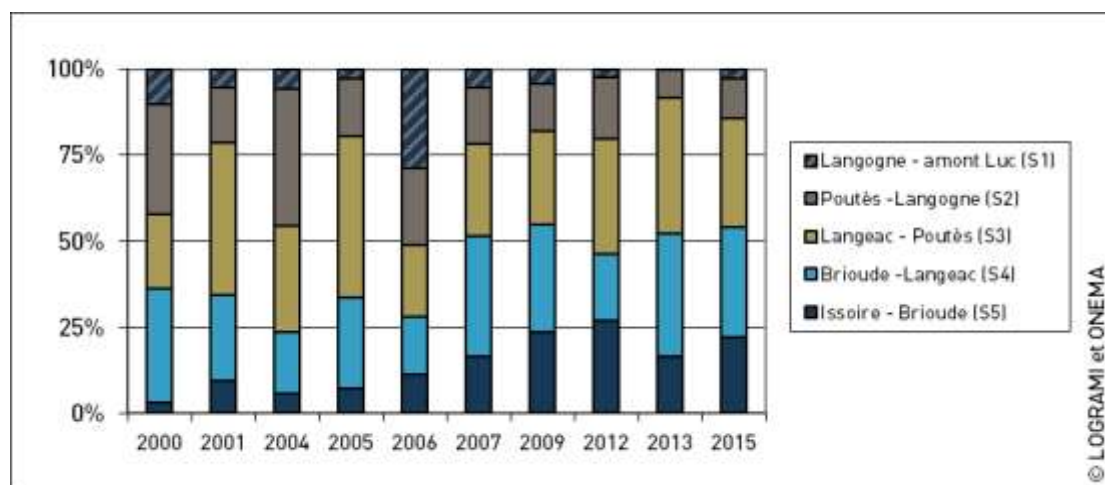


Figure 99 : Evolution de la répartition de frayères de saumon comptabilisées selon les 5 secteurs de l'Allier depuis la mise en place du suivi en 2000

Depuis 2007, nous observons une relative constance de la répartition des frayères le long de l'axe Allier avec un déséquilibre entre la surexploitation de la zone aval, où les conditions de survie de l'œufs fécondés à l'éclosion sont les moins favorables et où les potentialités d'accueil pour le développement des juvéniles sont moindres, et la sous exploitation de la zone amont où les conditions de survie de l'œufs fécondés à l'éclosion sont les plus favorables (BACH et al., 2010 et 2015) et où les potentialités d'accueil pour le développement des juvéniles sont importantes (MINSTER et BOMASSI, 1999).

Il semblerait que les faibles débits automnaux, ne favorisant pas les migrations vers l'amont, provoquent l'établissement d'une part plus importante de frayères sur le secteur aval S5 au détriment des autres secteurs plus amont (Corrélation test de Spearman : $r = -0.770$ et, $p\text{-value} = 0.014$) (Figure 100). Cette relation très significative avant 2007 semble se dégrader ensuite.



L'évolution de la répartition des frayères de l'Allier est donc liée au débit automnaux mais elle pourrait aussi être liée au changement de stratégie de repeuplement qui s'est opérée en 2008 avec un glissement vers l'aval des déversements en conséquence de la création d'une zone refuge en amont de Langeac. Les géniteurs de retour ne remontraient alors pas plus en amont que leur propre zone de déversement ou accusent un retard migratoire qui ne leur permet pas d'atteindre les frayères de l'amont (Fitness différente). Ces hypothèses mériteraient d'être vérifiées.

Enfin, le barrage de Poutès apparaît toujours clairement comme un élément explicatif de la répartition des frayères sur le gradient aval/amont de l'Allier. Pour autant, les pourcentages de frayères comptabilisées en amont de Poutès ne semblent pas liés aux débits automnaux (Figure 101), le processus de répartition des frayères semble dans ce cas lié aux difficultés de franchissement de l'ascenseur quelque soient les débits.

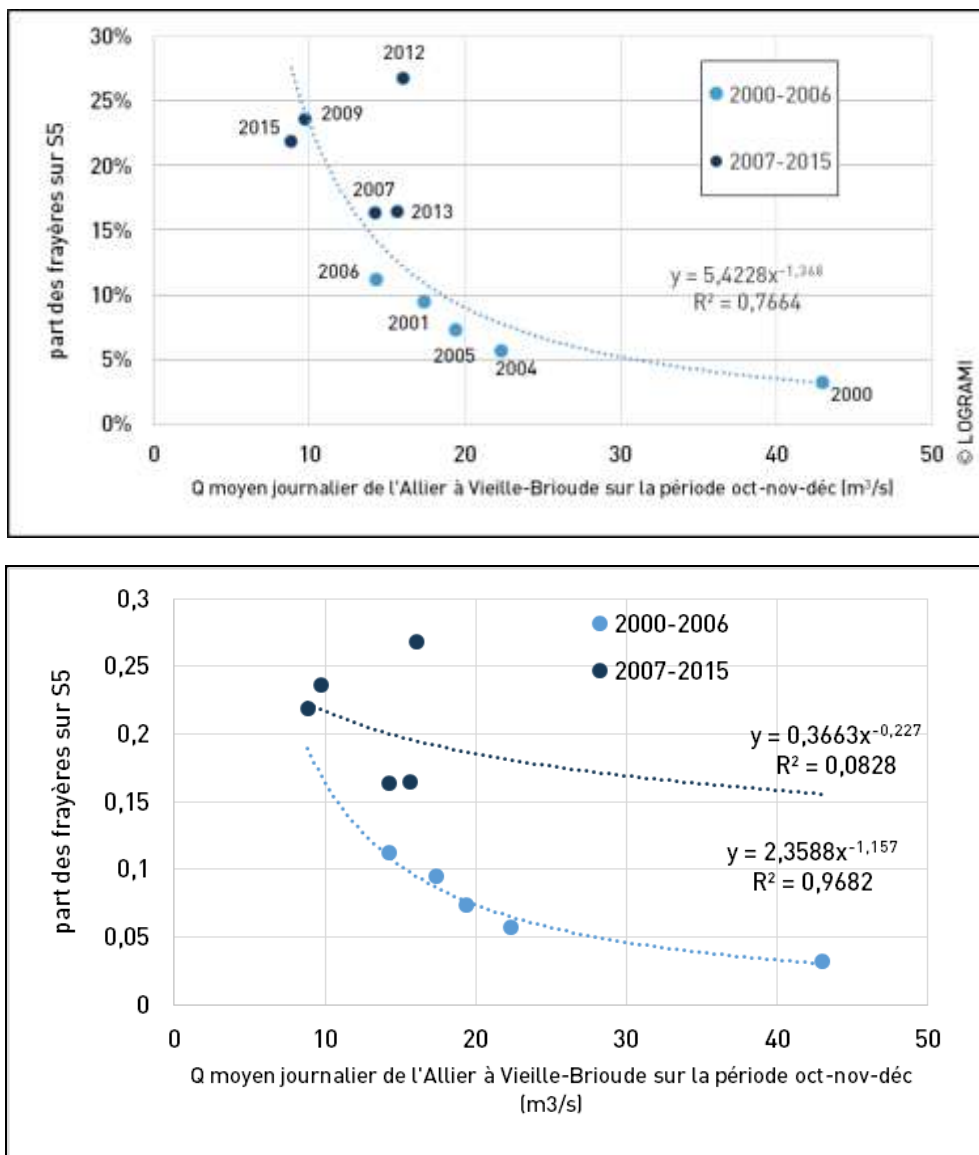


Figure 100 : Relation part des frayères comptabilisées sur le secteur S5/Q moyen journalier de l'Allier à Vieille-Brioude sur la période octobre-novembre-décembre de l'année du comptage. Puis par stratégie de déversement.

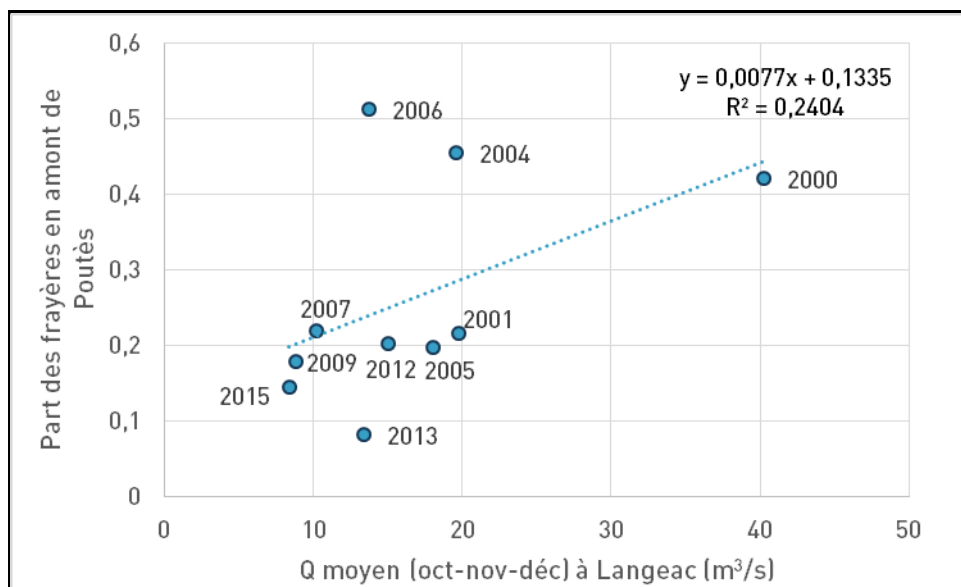


Figure 101 : Relation part des frayères comptabilisées en amont du barrage de Poutès /Q moyen journalier de l'Allier à sur la période octobre-novembre-décembre de l'année du comptage.

Frayères sur la rivière Dore

Les très faibles conditions hydrologiques observées en fin d'année 2015 ont été favorables à la réalisation d'un comptage exhaustif des frayères par survol de la Dore (Figure 102). Ce dernier a été réalisé le 9 décembre 2015 entre la confluence avec la Dolore (Marsac en Livradois, 63) et la confluence avec l'Allier (Ris, 63) sur 104 km.

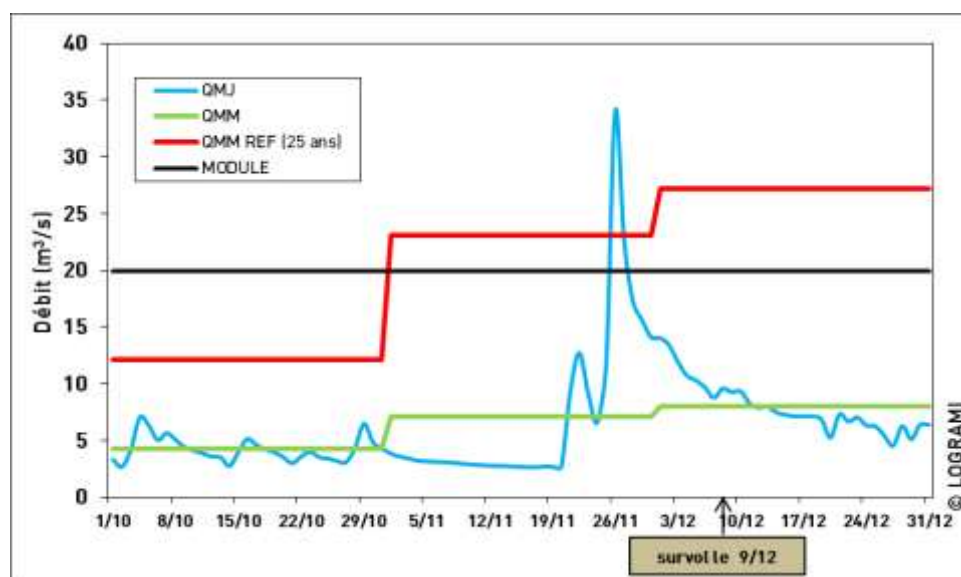


Figure 102 : Débit de la Dore à la station de Dorat du 1^{er} octobre au 31 décembre 2015 (Données hydro : DREAL Auvergne / HYDRO-MEDD/DE).

Aucune frayère n'a été observée sur la Dore lors du survol. Ce résultat met en évidence que le potentiel productif de la Dore de 287 948 m² d'Equivalent Radier Rapide (Minster et Bomassi, 1999) n'a pas été

exploité par des géniteurs de saumons en 2015. En 2011 et 2012, lors des 2 premiers survols réalisés sur cet axe, seulement 7 et 12 frayères avaient été comptabilisées.

Cette quasi-absence de frayères sur la Dore malgré le déversement moyen annuel de 80 360 alevins depuis 2009 révèle des problèmes dans l'accomplissement des différentes étapes du cycle biologique des individus déversés. Des investigations doivent être menées afin de cibler la localisation des problèmes (dévalaison, montaison...). Par ailleurs, les survies des œufs sont très bonnes (données 2015, (cf § 1.3.1)), les difficultés sont donc rencontrées dans les autres phases de développement.

Frayères sur la rivière Sioule

Le comptage exhaustif des frayères par survol (Figure 103) a été réalisé le 7 décembre 2015 entre le barrage de Queuille (63) et la confluence avec l'Allier (Contigny, 63) sur 104 km.

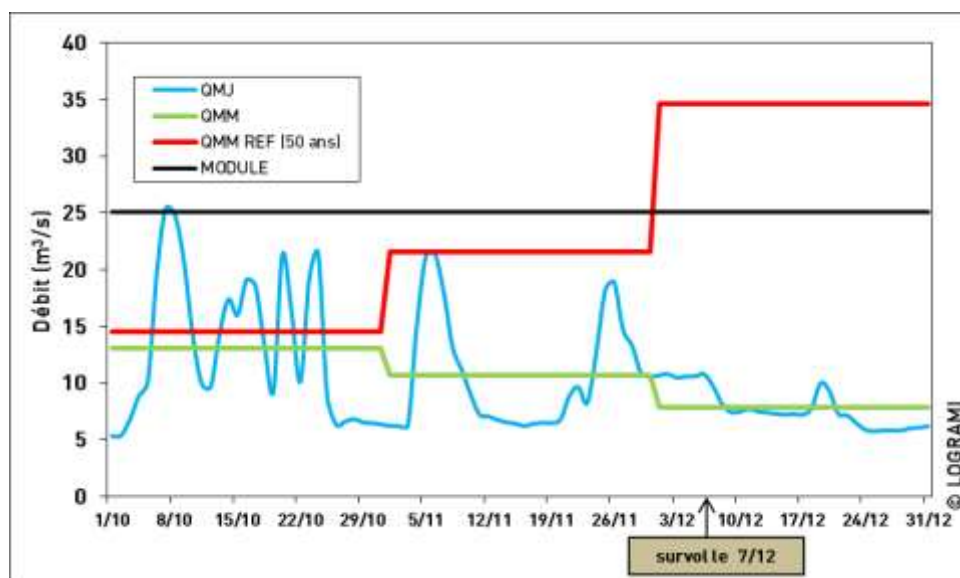


Figure 103 : Débit de la Sioule à la station de St Pourçain sur Sioule du 1^{er} octobre au 31 décembre 2015 (Données hydro : DREAL Auvergne / HYDRO-MEDD/DE).

28 frayères ont été comptabilisées sur la Sioule, entre l'aval du barrage de Queuille (63 ; 713 km à la mer) et Ebreuil (03 ; 677 km à la mer) sur 36 km (densité moyenne de 0,78 nids/km) (Figure 104 et Figure 105) :

- 100 % des frayères ont été observées en amont d'Ebreuil ;
- 68 % des frayères (19) sont situées dans les 11 derniers kilomètres en amont du secteur colonisable par les poissons migrateurs (entre le moulin de la Fayolle et le barrage de Queuille).



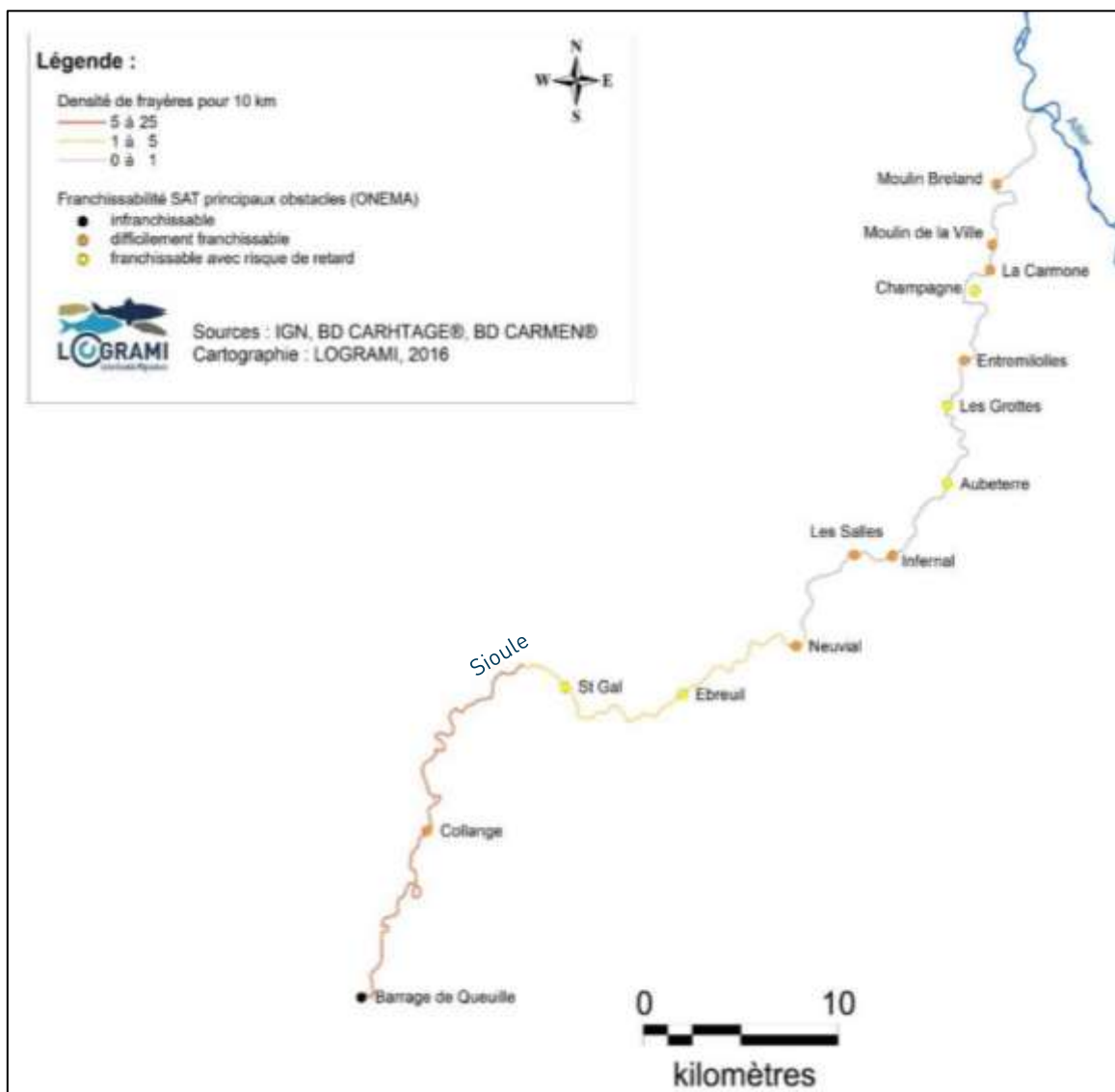


Figure 104 : Cartographie des densités de frayères de saumons atlantique sur la Sioule en 2015 et principaux obstacles

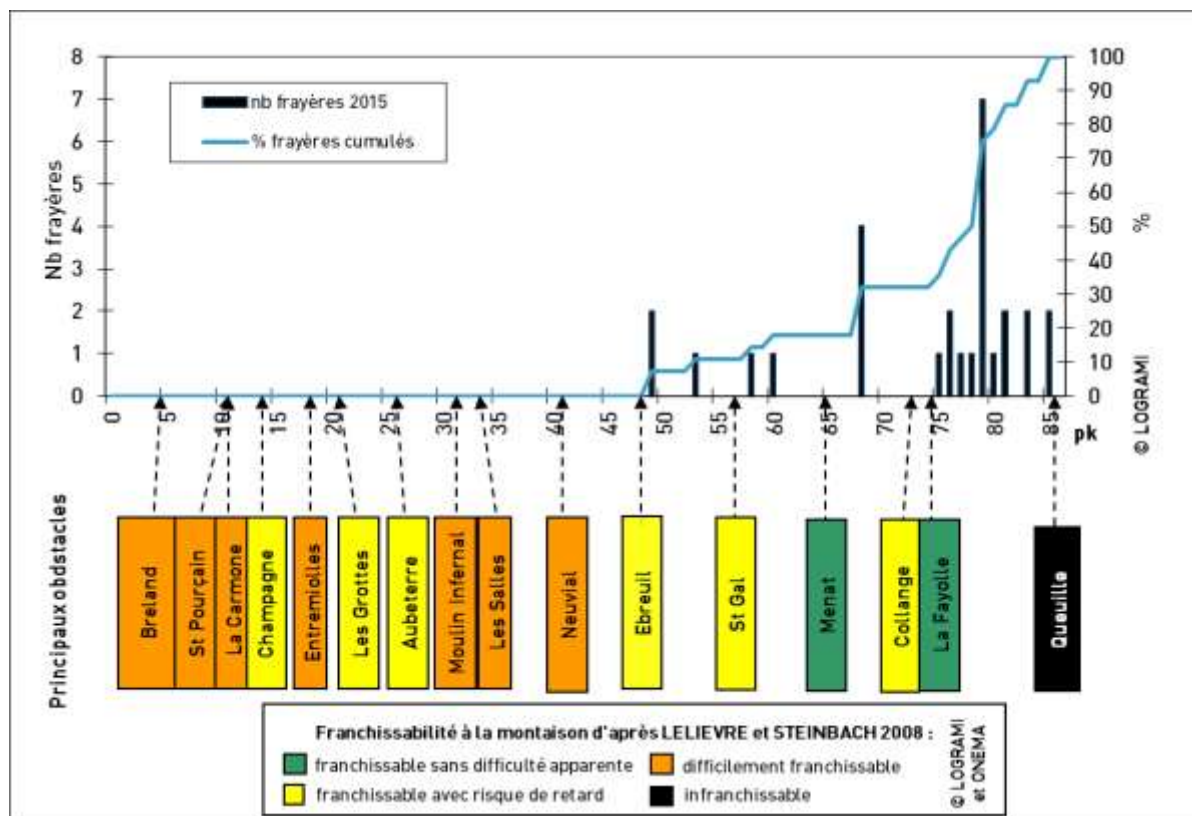


Figure 105 : Répartition kilométrique des frayères de saumon atlantique sur la Sioule en 2015 et principaux obstacles à la migration (Source : LOGRAMI pour les frayères et LOGRAMI-ONEMA adapté pour la franchissabilité)

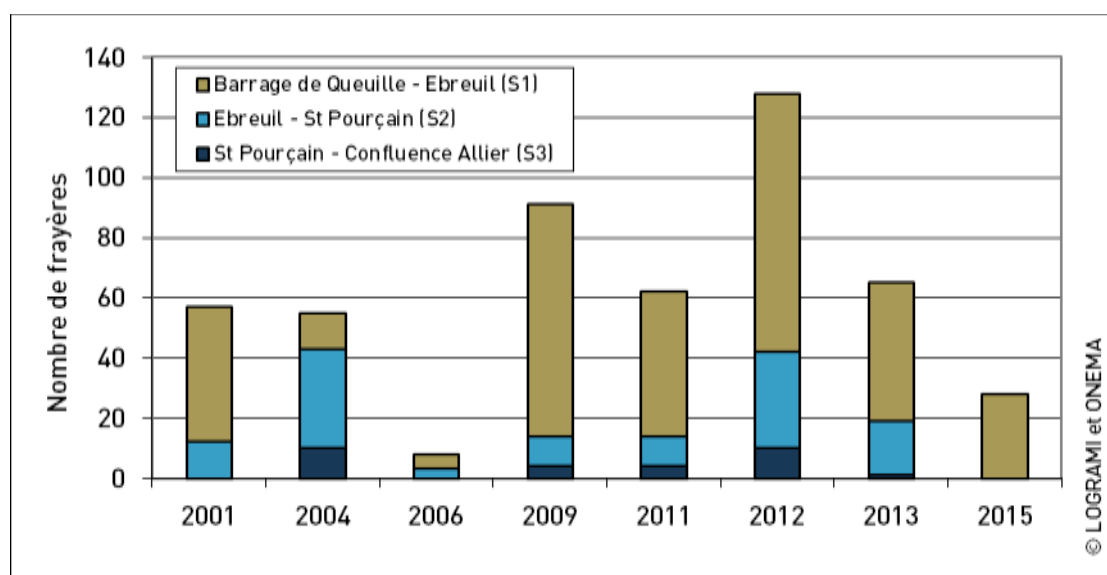


Figure 106 : Evolution du nombre de frayères de saumon comptabilisées sur les 3 secteurs de la Sioule depuis la mise en place du suivi en 2001

Avec 28 frayères comptabilisées contre 67 (± 36) en moyenne depuis la mise en place de ce suivi sur la Sioule en 2000 (8 années suivies), le comptage réalisé en 2015 constitue le 2^e moins bon résultat devant celui de 2006.

Le très faible nombre de frayères comptabilisées en 2015 et leur localisation très apicale sur l'axe Sioule (colonisable) révèlent très probablement une importante mortalité des géniteurs générée par les fortes chaleurs de l'été 2015 (Figure 107 et Tableau 22).

Ces résultats sont en accord avec ceux de l'étude de radiopistage de géniteurs réalisée en 2012 où déjà **Ebreuil avait été identifiée comme limite aval d'un secteur significatif à 100% de survie** » (Bach et al, 2013). Avec un été plus chaud qu'en 2012 sur la partie basse de la Sioule, cette limite aval a dû remonter vers l'amont en 2015.

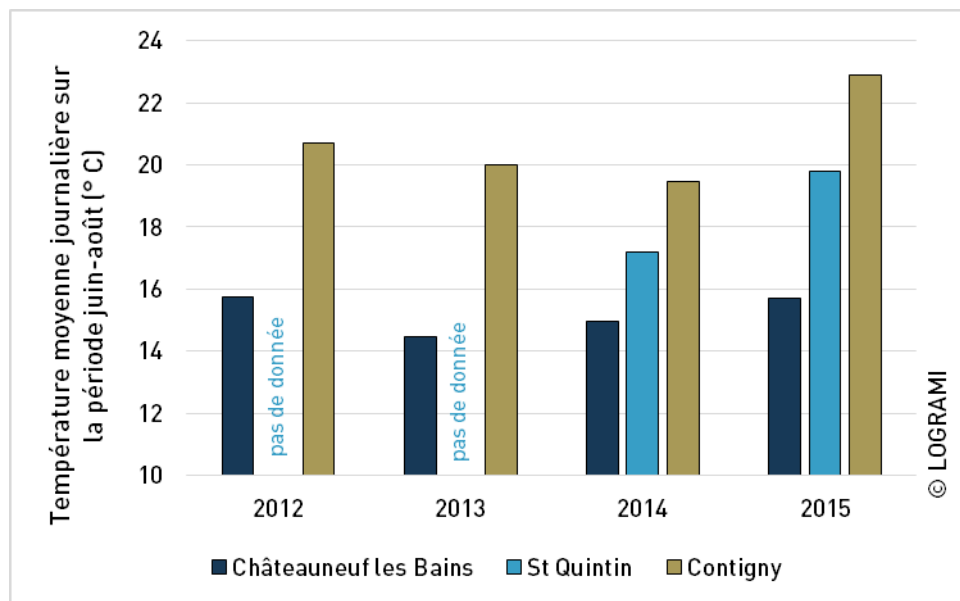


Figure 107 : Température moyenne journalière de la Sioule sur la période juin-août sur 3 stations depuis 2012

Tableau 22 : Nombre d'heures où la température de la Sioule a dépassé 25°C sur la période juin-août depuis 2012

	2012	2013	2014	2015
Châteauneuf les bains les Bains	0	0	0	0
St Quintin			0	56
Contigny	83	187	46	493

2.3.3.3 Sur l'ensemble du bassin de la Loire

Les observations couplées aux résultats des études spécifiques de comptages des frayères par hélicoptère ou à pieds ainsi que les effectifs des stations de comptage ont permis de construire une carte de colonisation du bassin pour l'année 2015 (Figure 108). Il est cependant à noter que peu de prospections ont été menées sur les petits affluents de la Loire en amont de Decize. Certains cours d'eau n'apparaissant pas sur la carte ont donc pu être colonisés par les saumons atlantiques.



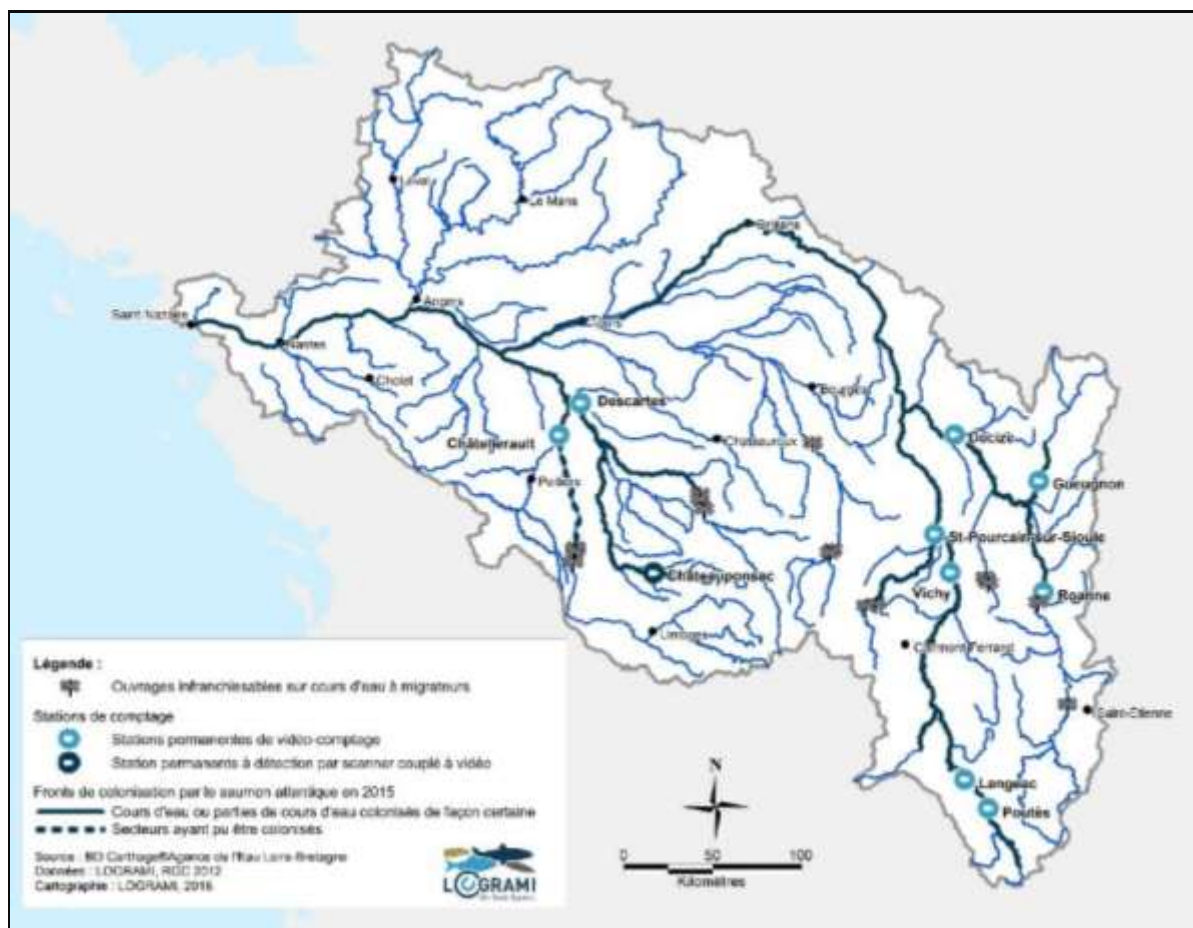


Figure 108 : Cours d'eau du bassin de la Loire colonisés par le saumon atlantique sur le bassin de la Loire en 2015

2.3.4. Evaluation des retards migratoires

Afin d'obtenir des données précises et fiables en termes de taux de franchissement et d'ouvrages bloquants, des études spécifiques de suivi de la migration par radio télémétrie permettent d'obtenir des résultats de retards migratoires sur les ouvrages, comportement de franchissement, sectorisation des zones à enjeux pour la survie et le succès reproducteur. Des opérations ont été menées sur l'Allier en 2006 et 2009 (Figure 109), la Creuse et la Gartempe en 2011 et la Sioule en 2012. Les conditions particulières rencontrées en 2011 sur la Creuse-Gartempe entraînent la nécessité de réévaluer cet axe tandis que les aménagements à venir sur l'Allier et la Sioule pourront faire l'objet d'une évaluation de leur performance en termes de transparence migratoire à l'issue des travaux. Les opérations seront donc programmées en regard des avancements des travaux de restauration (ouvrages de la Sioule, Poutès-Monistrol sur l'Allier).

Des retards de plusieurs semaines peuvent être observés et directement imputés au franchissement des ouvrages hydrauliques. TRAVADE ET AL. (2001) ont mis en évidence des blocages au pied d'aménagements d'une durée allant jusqu'à 185 jours (à Poutès). Ces blocages peuvent induire des dévalaisons avant que les individus n'aient pu se reproduire (CHANSEAU ET LARINIER, 1999 ; RIVINOJA,



2001). De même, CROZE (2005) explique que la présence d'obstacles peut engendrer l'abandon de la migration d'une grande majorité des individus.

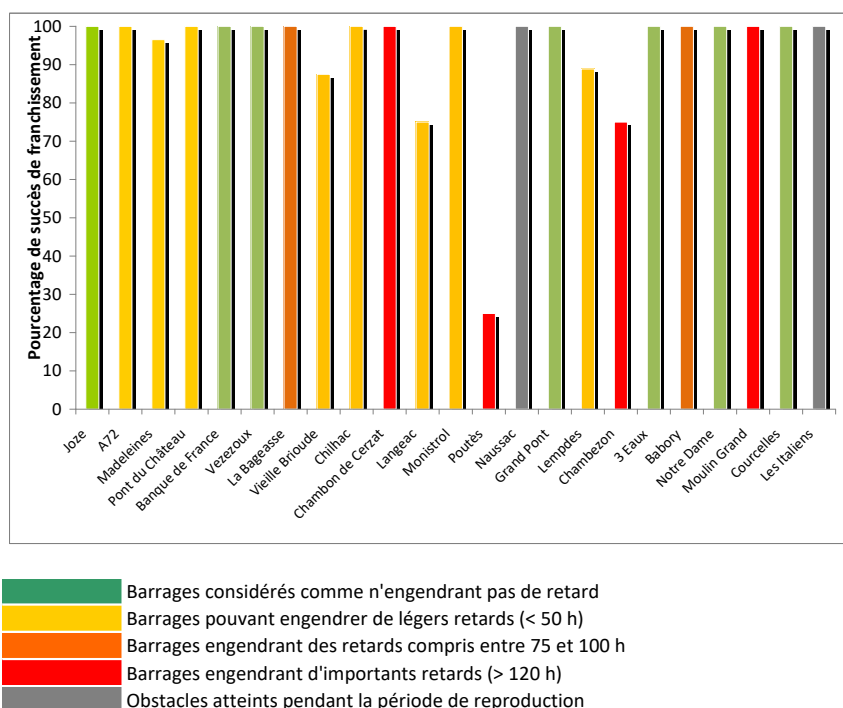


Figure 109 : Evaluation de la franchissabilité des obstacles en fonction du succès de franchissement et des temps de retard induits en 2009 sur l'axe Alagnon Allier (Source Logrami).

2.3.5. Evaluation des mortalités par secteurs sur l'Allier

Les comparaisons des ratios géniteurs en migrations/frayères pour le saumon montrent une variation notable entre les secteurs. Ainsi, le secteur Allier, englobant la partie aval de l'axe, montre une mortalité estivale importante se traduisant par un ratio moyen depuis 2000 de $0,55 (\pm 0,13)$ contre $1,18 (\pm 0,78)$ sur le secteur Amont de Poutès où la mortalité automnale est considérée comme nulle.

Ce différentiel souligne encore une fois les gains possibles de survie des saumons s'ils atteignent les zones de frayères amont avant l'arrêt estival. Il conforte les résultats issus de l'opération de radio pistage de 2009 qui attestait d'une mortalité différentielle entre secteur (Figure 110). Les estimations effectuées sur les géniteurs montrent une survie complémentaire de 11% des migrants en absence d'obstacles (Tableau 23). De plus, compte tenu des résultats de comptage de frayère, nous pouvons considérer que la production en nombre de frayères pourrait au minima être doublée pour un même nombre de géniteurs si ceux-ci migrent rapidement au printemps vers l'amont du bassin de l'Allier.

Figure 110 : Mortalité des saumons durant l'été selon la localisation de leur arrêt estival en 2009 (Sources LOGRAMI).

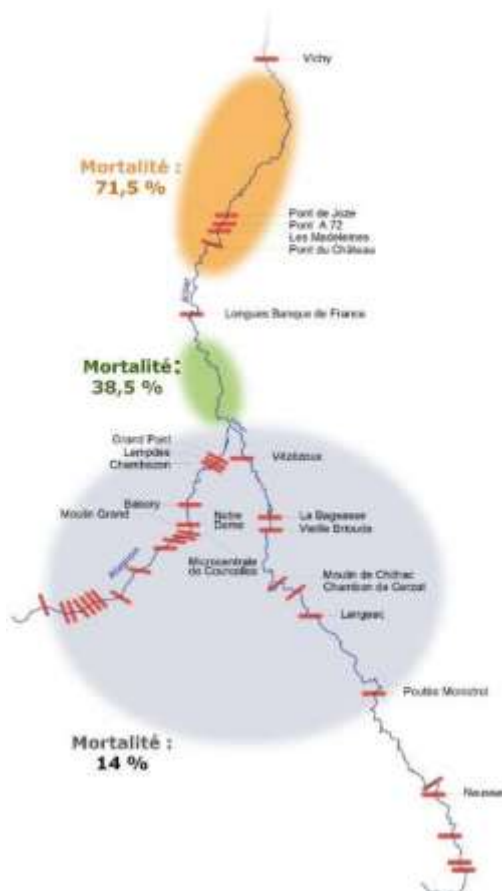


Tableau 23 : Impacts des temps de retard printaniers sur la mortalité estivale et estimation des mortalités en absence d'obstacles en 2009 (Sources LOGRAMI)

	Zone 1	Zone 2	Zone 3	Total	Population totale ^(a)
Effectifs	7	13	7	27	426
Morts	5	5	1	11	173
Taux de mortalité	0,71	0,38	0,14		0,40 ^b
<i>En absence d'obstacles</i>					
Effectifs	4	6	17	27	426
Morts	3	2	3	8	126
Taux de mortalité	0,71	0,38	0,14		0,28 ^b

^(a) Dédution faite des 30 saumons marqués et des 35 saumons prélevés par le CNSS à Vichy au printemps

^(b) Moyenne pondérée

2.4. Conclusion

Le réseau température a bien fonctionné durant l'année 2015 dans la mesure où les enregistreurs thermiques qui ont pu être récupérés présentent un pourcentage de fonctionnement compris entre 82 et 100%. L'exploitation de ces enregistreurs permet d'affirmer que l'année 2015 est une année atypique dans la mesure où l'ensemble des stations du bassin de la Loire ont enregistré des températures estivales plus élevées que les références. L'automne significativement plus frais atteste cette typicité.

Ces résultats sont confirmés par l'analyse des températures estivales entre les années. En effet, les mois de juin à août 2015, comme ceux de l'année 2003, sont globalement plus chauds que ceux des autres années.

Les amplitudes thermiques varient entre les stations du bassin et l'Allier à Vichy enregistre les plus forts écarts entre les extrêmes en 2015. Les minimas sont enregistrés en février alors que les maximas le sont en août. La température maximale journalière enregistrée sur l'Allier à Vichy est supérieure au seuil léthal des saumons adultes, comme c'est le cas sur la Loire à Decize, l'Arroux à Gueugnon et la Sioule aval à Contigny.

En résumé, l'année 2015 présente des **eaux chaudes en été et fraîches en automne comparativement aux dernières années**. Ces résultats confirment la tendance thermique atmosphérique 2015 (NOAA, 2015)

L'évolution du **front de colonisation** lorsqu'il n'est pas limité par des phénomènes de dynamique de population est un bon indicateur de la continuité écologique. Il en résulte une mise à jour régulière de la **cartographie de la colonisation des espèces suivies pour certains axes permettant d'attester de la reconquête des milieux suite à des opérations d'arasement ou d'aménagement**. Concernant les aloses :

- 🌀 Sur la Sarthe, de la reproduction d'aloses a été constatée à l'aval du barrage de Cheffes, à 170 km de l'estuaire.
- 🌀 Sur le bassin de la Vienne, les faibles effectifs couplés aux faibles conditions hydrologiques laissent supposer que le front de colonisation se situe entre Châtellerault et Bonneuil-Matours sur la Vienne (à 290 km de l'estuaire) et entre Descartes et la Roche-Posay sur la Creuse (à 290 km de l'estuaire).
- 🌀 Sur le Cher, aucune observation de bancs d'aloses, de reproduction ou de cadavres n'a été constatée. Compte tenu des conditions difficiles de circulation sur cet axe et des aménagements effectués, nous pouvons raisonnablement penser que le front se situe entre la confluence avec la Loire et le barrage de Saint Aignan (à 310 km de l'estuaire).
- 🌀 Sur l'Allier, seulement 67 aloses ont franchi le barrage de Vichy. Ce faible effectif est révélateur d'une limite de colonisation sur l'axe (à 650 km de l'estuaire).
- 🌀 Sur la Loire, le front de colonisation alose se situe entre les stations de Decize (624 aloses) et de Roanne (0 alose), située à 720 km de l'estuaire.



Les fronts de colonisation établis pour l'aloise montrent nettement la régression de l'espèce avec une colonisation actuelle en limite des stations d'observations du bassin. Les effectifs très faibles couplés aux conditions migratoires difficiles agissent conjointement et freinent les colonisations des parties amont historiquement utilisées par l'espèce.

Les observations couplées aux résultats des deux études spécifiques menées par LOGRAMI et aux effectifs des stations de comptage ont permis de construire une première carte de colonisation du bassin par la lamproie marine pour l'année 2015. Plus spécifiquement, le suivi du **front de colonisation de la lamproie marine sur le bassin de la Vienne** permet de valider une augmentation de la colonisation de 12 km sur l'axe Vienne en 2015. Sur les autres cours d'eau, les fronts établis en 2015 sont plus bas qu'en 2014 malgré des effectifs aux stations de comptage plus élevés. La température de l'eau, élevée dès le mois de mai, a sans doute joué un rôle important sur le niveau de colonisation de ces axes par les lamproies.

Les fronts de colonisation établis pour la lamproie marine apparaissent refléter la transparence migratoire des axes. Pour autant, cette espèce apparaît sensible aux conditions hydrologiques et thermiques dans le déterminisme migratoire influençant alors la localisation de la reproduction.

Le **comptage des frayères de saumon** réalisé sur l'ensemble des axes permet de mesurer les enjeux. Ainsi, comparativement à la migration des géniteurs, les densités de frayères rendent compte de la répartition de géniteurs et de leur survie estivale entre les axes Alagnon, Dore et Allier. Une tendance comportementale peut également être dégagée de ces comptages. En effet, dès lors que les saumons ne rencontrent pas de problèmes de franchissement, ou pour ceux qui ont réussi à franchir les obstacles, la stratégie développée par l'espèce est de réaliser une reproduction sur la partie la plus amont de l'axe.

Sur certains secteurs tels que la Sioule, la condamnation des parties amont de l'axe, anciennes zones de frayères, apparaît donc directement impactante pour le saumon. Sur cet axe, les années présentant des températures estivales élevées, il apparaît que les zones productives disponibles (amont d'Ebreuil) sont en limite de tolérance thermique de l'espèce. Il apparaît donc essentiel de favoriser la montée printanière vers les zones amont et la circulation d'eau fraîche en période estivale.

L'augmentation des effectifs de géniteurs constatée ces dernières années doit également orienter le gestionnaire vers une attention particulière sur les secteurs sensibles de l'amont des axes migrants à saumons. Les difficultés de circulation engendrent une sursaturation des zones aval de faible productivité et génère une diminution du taux de renouvellement de l'espèce en augmentant les facteurs de mortalité à tous les stades (de la survie estivale des géniteurs au développement des œufs





et des alevins). Ce cas de figure est observé sur l'axe Alagnon avec un blocage au niveau de Chambezon et au niveau de l'Allier avec l'actuel ouvrage de Poutès.

La restauration du saumon sauvage est directement liée à l'amélioration des taux de survie. Les problèmes migratoires rencontrés par les géniteurs engendrent de fait une réduction des chances d'aboutir à une population stable et auto-suffisante.

3. La dynamique de population

La dynamique des populations s'intéresse au développement numérique de toutes les populations d'êtres vivants, et plus particulièrement de celles des animaux sexués. Les répartitions de poids, la composition par âge des individus, l'environnement, la biologie des groupes, et les processus qui influent sur ces changements font également partie de son champ d'étude. Ces études ont pour but, outre de prévoir les accroissements ou diminutions des populations, de comprendre les influences environnementales sur les effectifs des populations. Des études sur ces sujets sont incontournables par exemple pour la gestion de la pêche, des zones protégées, des programmes de restauration et en termes de biologie de la conservation.

Ainsi la taille de la population n'est en réalité pas un facteur prépondérant. La dynamique et l'environnement d'une population sont des facteurs bien plus importants pour déterminer la pérennité d'une population. Aussi, des seuils minimum de populations viables simplifiés et surestimés pourraient éroder la crédibilité des efforts de conservation.

3.1. Action 5 : Relation entre le nombre de géniteurs migrants et les comptages de nids

Il s'agit de conforter la connaissance afin de déterminer le plus précisément possible les différentes étapes du cycle de vie et les probabilités de survie à chaque étape. Parmi toutes les étapes, la reproduction est une partie clef de la vie des poissons. Le programme d'actions proposé vise à acquérir des connaissances sur la dynamique des espèces, notamment en travaillant sur la relation entre le nombre de géniteurs en migration de reproduction et les comptages de fraies ou de nids.

3.1.1. Effectifs des migrants aux stations de comptage

Le suivi engagé de ces stations permet d'acquérir des données chronologiques sur l'état des populations de poissons migrateurs. Le suivi combiné de ces stations de contrôle depuis plusieurs années informe sur le niveau de colonisation et les conditions de migration des poissons accédant au bassin de la Loire et de ses affluents. Pour le saumon, ces données alimentent le modèle de dynamique de population Loire-Allier.

3.1.1.1 Généralités sur les stations de comptage

Le réseau de suivi des migrations se compose actuellement de huit stations de comptage installées le long des principaux axes de migration du bassin de la Loire (Figure 111).

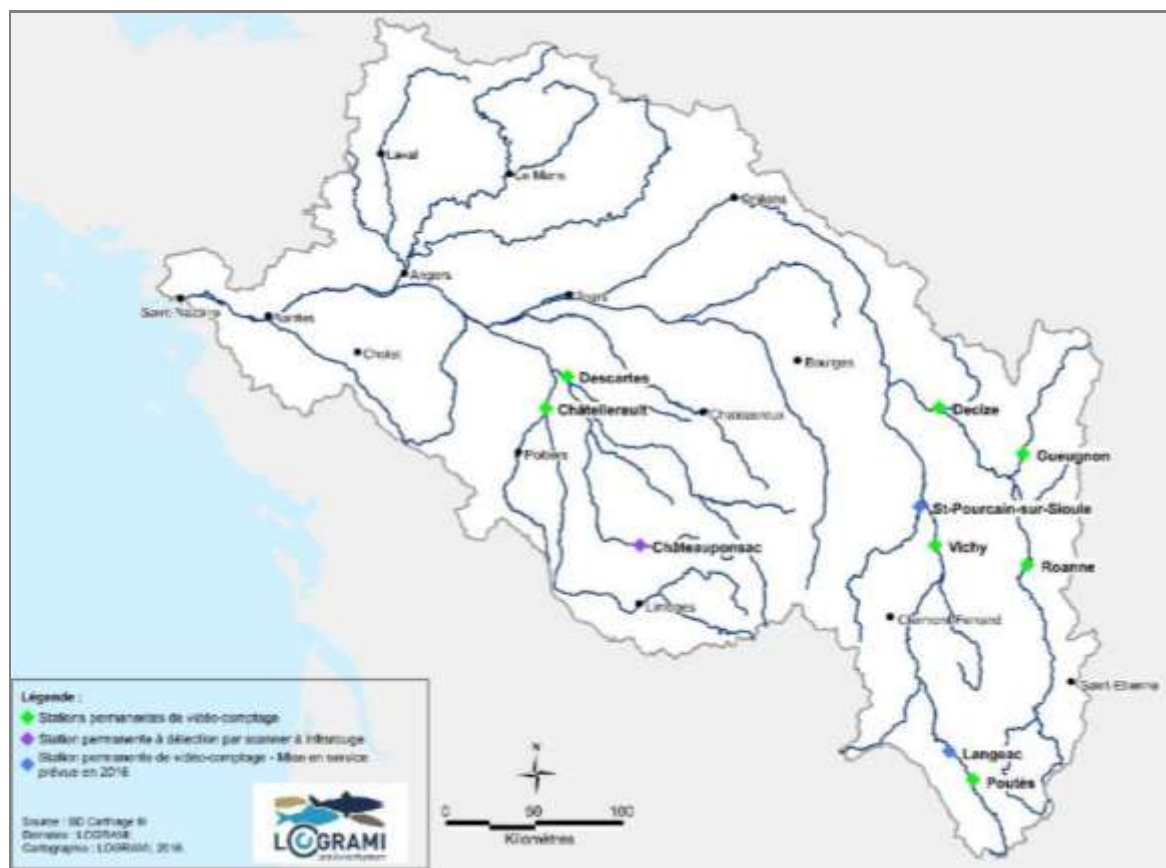


Figure 111 : Répartition des stations de comptage sur le bassin de la Loire en 2015

Sur le bassin de la Vienne, trois stations de comptage permettent de suivre les migrations :

- ➊ Les deux premières sont situées sur la Vienne et la Creuse, aux barrages de Châtellerault (Département de la Vienne) et de Descartes (Département de l'Indre et Loire).
- ➋ La troisième est implantée plus en amont sur la Gartempe, au barrage de la Roche-Etrangleloup à Châteauponsac (Département de la Haute-Vienne). Cette dernière ne permet de compter que les grands salmonidés.

Trois stations de comptage sont implantées sur le bassin de l'Allier :

- ➊ La plus aval est située au pont barrage de Vichy dans le département de l'Allier.
- ➋ Les deux autres sont situées plus en amont au niveau du barrage de Langeac et de Poulès en Haute Loire.

Trois stations de comptage sur la Loire amont sont également suivies :

- ➊ Deux sont situées sur l'axe principal de la Loire, une située au niveau du barrage de Decize à Saint Léger des Vignes (Département de la Nièvre) et l'autre au niveau du barrage VNF et microcentrale de Roanne (Département de la Loire). Cette dernière a été mise en service le 24 avril 2012. L'édification de la nouvelle passe à poissons de Roanne permet aux poissons de coloniser les 5,3 km de Loire disponibles en amont jusqu'au barrage de Villerest qui constitue le verrou migratoire de l'axe.

- Une station de comptage est installée sur le barrage des Forges de Gueugnon (Département de la Saône-et-Loire) localisée sur l'Arroux qui est un affluent rive droite de la Loire.



Figure 112: Chronologie de la création des stations de comptage sur le bassin de la Loire (Source : LOGRAMI)

Hormis pour les stations de Poutès et de Châteauponsac, l'association LOGRAMI utilise le Système de Surveillance Informatisé des Passes à Poissons (SYSIPAP) développé par Michel Cattoen de l'ENSEEHT de Toulouse. Ce système est doté d'un logiciel d'acquisition vidéo (WSEQ32 version 5.4) ainsi que d'un logiciel de dépouillement permettant le comptage des poissons (WPOIS32 version 5.4). Par ailleurs depuis 2012, un dispositif d'enregistrement numérique (LUPUSTEC-LE800+ ; avec disques durs de 1 To) a été mis en place sur chaque station en parallèle du système SYSIPAP pour pallier aux éventuels dysfonctionnements du matériel de base utilisé.

Depuis 2013, le compteur à résistivité de **Châteauponsac** a été remplacé par un nouveau dispositif sous la maîtrise d'ouvrage de l'Etablissement Public du Bassin de la Vienne. Il s'agit d'un compteur Riverwatcher de la marque islandaise VAKI. Ce dispositif utilise la technologie de **scanner infrarouge**, capable de dessiner la silhouette d'un poisson le traversant. Le scanner, se présentant sous la forme d'un cadre, a été placé dans une des échancrures de la passe à bassins. De part et d'autres des montants latéraux de ce cadre, deux rangées de diodes émettent ou réceptionnent des faisceaux infrarouges. Lorsqu'un poisson traverse le scanner, certains faisceaux sont obstrués. La position des diodes ne recevant plus le faisceau, les images sont alors enregistrées. A partir de ces données, ainsi que de la taille et de la vitesse de franchissement, l'ordinateur retrace la silhouette du poisson. Pour chaque silhouette créée en montagne, une courte séquence vidéo du passage est réalisée. La visualisation des silhouettes ainsi que des vidéos permet d'identifier et de compter les espèces présentes.

Le barrage de **Langeac** est situé sur la partie amont des zones historiques de frayères de saumons, à 183 km à l'amont du barrage de Vichy. Il correspond géographiquement à l'entrée de la zone refuge du saumon Loire-Allier (zone amont dépourvue de déversement). Cet ouvrage appartient à la commune de Langeac. La station était suivie par LOGRAMI depuis la mise en eau en 2003 jusqu'en 2004 puis par le CNSS de 2005 à 2008. Une réunion de travail avec les services de l'état (DREAL, DDEA, ONEMA) et les organismes en charge du suivi (CNSS et LOGRAMI) a été organisée en janvier 2009 afin d'une part de faire le point sur cette station (absence d'informations de fonctionnement sur les 4 années) et d'autre

part pour permettre la prise de relais par LOGRAMI. Outre le vandalisme et la détérioration des lieux, ce site présentait un problème majeur de sécurité des personnes (Figure 113).



Figure 113 : Détérioration de la vitre de la station de comptage de l'usine hydroélectrique du barrage de Langeac (Source : LOGRAMI)

Depuis lors, de nombreux échanges ont été effectués avec un accompagnement permanent de notre structure dès que la possibilité nous était donnée. La station de comptage nous a été mise à disposition en juin 2015. Cependant, de nombreux éléments de fonctionnement étaient encore manquants dont le principal était l'absence de liaison numérique pour les caméras.

Pour autant, compte tenu de la perte déjà trop importante de données durant ces 6 ans, nous avons mis en place un dispositif de suivi palliatif. Une adaptation a alors été nécessaire puisque les systèmes standards n'étaient pas compatibles avec les installations qui nous ont été livrées.





Figure 114 : Etapes de réhabilitation de la station de l'usine hydroélectrique du barrage de Langeac (Source : LOGRAMI)

Ainsi, après un fastidieux travail d'assainissement du local, l'innovation technique pour s'adapter aux contraintes des lieux mis à disposition (Figure 114), LOGRAMI suivra les comptages de Langeac et complètera la série chronologique trop longtemps interrompue. Aucun suivi n'a pu être réalisé en 2015 mais à l'heure de la rédaction de ce rapport, la station est opérationnelle depuis le **21 janvier 2016**.

Fonctionnement des passes à poissons en 2015

Les dispositifs de franchissement doivent être fonctionnels toute l'année. Ainsi, en termes d'heures de fonctionnement, les passes à poissons doivent totaliser 8 760 heures par an (365 x 24 heures). A défaut de qualifier le niveau de fonctionnement, une analyse est effectuée sur les heures de mise en eau des



passes à poissons. Un récapitulatif de la fonctionnalité des dispositifs peut ainsi être établi (Tableau 24) :

Tableau 24 : Récapitulatif de la période de fonctionnement des passes à poissons du bassin de la Loire en 2015 (Sources : LOGRAMI)

Passe à poissons	Période de fonctionnement	Fonctionnalité de la passe
Châtellerault	01/01/2015 au 31/12/2015	364 jours (100 %)
Descartes	01/01/2015 au 31/12/2015	364 jours (100 %)
Châteauponsac	01/01/2015 au 31/12/2015	365 jours (100 %)
Vichy	01/01/2015 au 31/12/2015	365 jours (100 %)
Langeac	Pas de données	
Poutès (1)	01/01/2015 au 31/12/2015	357,7 jours (98 %)
Decize	01/01/2015 au 13/03/2015 16/03/2015 au 15/07/2015 21/07/2015 au 31/12/2015	356 jours (97 %)
Gueugnon	01/01/2015 au 19/08/2015 22/08/2015 au 31/12/2015	361 jours (99 %)
Roanne	01/01/2015 au 31/12/2015	365 jours (100 %)

(1) Pendant la période de fonctionnement, l'ascenseur peut être automatiquement arrêté pour gel

Fonctionnement des passes à poissons du bassin de la Vienne

Descartes

Depuis janvier 2014, le barrage de Descartes est mis à disposition de la société Enersieil afin d'assurer la gestion et l'entretien des ouvrages et équipements. Un entretien hebdomadaire de la passe à poissons est assuré par un prestataire. Cette fréquence d'entretien n'est pas toujours suffisante, notamment après les crues. Il a ainsi été constaté à plusieurs reprises des défauts d'entretien rendant le dispositif de franchissement peu fonctionnel et pouvant entraîner des retards ou des blocages à la migration. Par ailleurs plusieurs sondes de niveau permettent de réguler le niveau de la retenue ainsi que de la vanne d'asservissement de la passe à poissons. A plusieurs reprises, le dysfonctionnement de ces sondes a entraîné une mauvaise gestion des différents éléments de l'ouvrage et donc impacté la fonctionnalité des dispositifs de franchissements (diminution des vitesses de courants et hauteur de chute dans la passe à bassins, non alimentation de la passe à anguille, baisse d'attractivité des différents dispositifs, blocage des poissons et surprédation...). Bien que difficilement quantifiable, la mauvaise gestion de l'ouvrage a donc eu des conséquences néfastes sur la migration des poissons en 2015.

La passe à poissons a été vidangée à 21 reprises, rendant l'ouvrage infranchissable durant plus de 33 heures sur l'année. Ces vidanges sont nécessaires d'une part pour permettre le nettoyage des vitres de la station par les agents de LOGRAMI (18 vidanges) et d'autre part pour faciliter l'entretien de la passe (3 vidanges).

Châtellerault

La passe a été vidangée à 22 reprises en 2015, 19 d'entre elles ont été réalisées par des agents de LOGRAMI dans le but de nettoyer les vitres de la station et 3 par des agents d'EDF pour la maintenance du dispositif et pour la sécurité d'un exercice d'entraînement du SDIS 86 dans la retenue du barrage. Ces vidanges ont rendu l'ouvrage infranchissable durant plus de 24 heures.

Les débits transitant par le canal de décharge en rive droite peuvent concurrencer l'attrait de la passe à poissons situé en rive gauche contre l'usine. Si les conditions hydrologiques le permettent, EDF ferme



les clapets de décharge durant la période de migration. En 2015, les clapets ont été verrouillés à partir du 8 avril et n'ont été rouverts qu'après la période de migration des anguilles, le 21 septembre.

Fonctionnement des passes à poissons du bassin de l'Allier

Vichy

L'entretien des passes à poissons du pont barrage de Vichy en 2015 a provoqué des arrêts de fonctionnement lorsqu'il était nécessaire de nettoyer les vitres. Au total, 68 interventions (vidanges) ont eu lieu cette année dont 26 sur la passe rive droite et 21 sur la passe rive gauche. L'arrêt des deux dispositifs a seulement duré 16h23.

En rive droite, un contrôle des organes de fonctionnement de la passe à poissons (Vanne asservie/Débit d'attrait) réalisé par l'ONEMA le 11 mars a provoqué l'arrêt du dispositif pendant 37 min.

Le décolmatage de certains bassins et la maintenance de la passe à poissons a également occasionné la fermeture du dispositif de franchissement pendant 37 min le 16 février, 9 min le 19 février et 58 min le 1 décembre.

Toutes ces interventions de courte durée n'ont eu qu'un très léger impact sur la migration des poissons.

Langeac

La remise en état des installations des stations de comptage (usine et barrage) ayant eu lieu en janvier 2016, aucune donnée n'est donc disponible en 2015.

Poutès

En fonctionnement normal ou continu, l'ascenseur de Poutès fait un cycle de remontée et de déversement toutes les deux heures. Ce fonctionnement théorique donne sur l'année 2015 un nombre théorique de remontées de 4380 (365 x 12). A ce nombre de remontées s'ajoutent les cycles supplémentaires réalisés par EDF ou LOGRAMI pour contrôler le fonctionnement de l'ascenseur et des éclairages. En période de gel, le nombre de cycles peut être supérieur à 12 remontées par 24 heures, la cuve de l'ascenseur remontant et restant en position haute chaque fois que la température descend en dessous de 0 °C, et l'ascenseur redescendant dès que la température repasse au-dessus de 0 °C. Il est ainsi possible d'avoir 16 remontées par jour sans suppression de remontée, mais avec un simple décalage des cycles, ceux-ci n'ayant pas lieu aux heures habituelles.

Au cours de l'année 2015, 4 295 remontées d'ascenseur ont été effectuées au barrage de Poutès.

Au total, les périodes de gel ont occasionné seulement 5 jours d'arrêts complets (3 au 7 février) et supprimé 90 remontées au cours de l'année.

Un arrêt de l'ascenseur pour refaire le carroyage de la cuve a été réalisé le 15 juillet supprimant 4 cycles de l'ascenseur.

Fonctionnement des passes à poissons du bassin de la Loire amont

Decize

La mise à sec de la passe à poissons de Decize pour l'entretien des vitres de comptage cumule un total de 2h19 sur l'ensemble de l'année 2015 (5 vidanges). La majeure partie du temps le nettoyage peut être effectué sans condamner le dispositif de franchissement (13 interventions).



L'accumulation de végétaux aquatiques pélagiques, de bois morts et de débris a colmaté la grille amont de la passe à plusieurs reprises, limitant à certaines périodes l'alimentation en eau de la passe ainsi que le passage des poissons. Ces perturbations cumulent un total de 3,4 jours sur l'ensemble de la saison. La période de non-fonctionnement de la passe entre le 5 et 6 avril (1,1 jour) a pu avoir un impact pour la migration des poissons.

Suite à un petit épisode de crue début mars atteignant un pic journalier de 468 m³/s (2 mars) à Nevers, la passe à poissons de Decize est restée colmatée 3 jours. La remise en fonctionnement du dispositif de franchissement a eu lieu le 16 mars.

L'attractivité de la passe à poissons a été impactée par le non fonctionnement de la vanne asservie pendant une période de 3 jours entre les 18 avril et le 21 avril. Pendant cette période, une chute supérieure à 30 cm a rendu difficilement franchissable l'entrée de la passe à poissons.

Suite à une défaillance du système de rétro-éclairage, la passe à poissons est restée fermée pendant 6,2 jours (du 15 juillet au 21 juillet) pour l'installation d'un nouveau système d'éclairage. Intervenu fin juillet, cette opération est donc peu dommageable pour la migration des poissons grands migrateurs.

Gueugnon

Pour la passe à poissons de Gueugnon, l'entretien des vitres de comptage a provoqué des arrêts de fonctionnement du dispositif. Au total, 29 interventions ont eu lieu en 2015. Elles représentent un arrêt de fonctionnement de la passe de 9h45.

Des interventions ont également occasionné la fermeture de la passe pendant 4,6 jours entre le 19 et le 26 août. Ces manipulations ayant été réalisées pendant la période d'étiage n'ont eu aucun impact pour la migration des poissons grands migrateurs.

Roanne

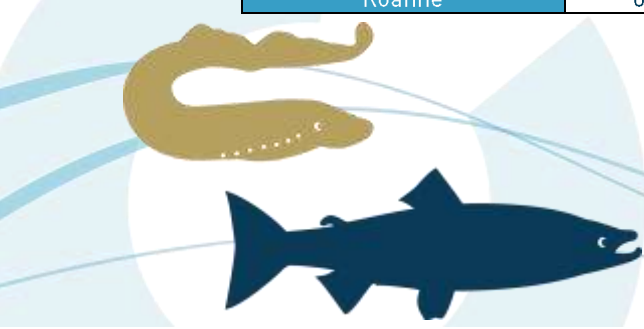
En 2015, 8 vidanges ont été nécessaires pour l'entretien des vitres de la station de Roanne (2h40). Des travaux de maintenance sur l'usine hydroélectrique ont occasionné 15 vidanges de la passe à poissons (12h46).

Fonctionnement des stations de comptage en 2015

Le fonctionnement des stations de comptage est lié à l'adéquation du matériel et des contraintes techniques sur chaque site. Ainsi, divers problèmes n'ont pas permis de suivre l'intégralité des migrations. Un récapitulatif de la période de suivi sur chaque station du bassin de la Loire peut-être établi (Tableau 25) :

Tableau 25 : Récapitulatif de la période de fonctionnement des stations de comptage du bassin de la Loire en 2015 (Sources : LOGRAMI).

Passe à poissons	Période de suivi vidéo	Fonctionnalité de l'enregistrement
Châtellerault	01/01/2015 au 31/12/2015	365 jours (97 %)
Descartes	01/01/2015 au 31/12/2015	365 (100 %)
Châteauponsac	10/04/2015 au 31/12/2015	266 (73 %)
Vichy	01/01/2015 au 31/12/2015	364,9 (99,99 %)
Langeac	Pas de données en 2015 / Installation du suivi vidéo le 21/01/2016	
Poutès	01/01/2015 au 31/12/2015	365 (100 %)
Decize	01/01/2015 au 31/12/2015	364,9 (99,99 %)
Gueugnon	01/01/2015 au 31/12/2015	364,9 (99,99 %)
Roanne	01/01/2015 au 31/12/2015	364,9 (99,99 %)



Fonctionnement des stations de comptage du bassin de la Vienne

Descartes

Aucun arrêt technique n'est à noter pour la station de comptage de Descartes en 2015. Le vidéo comptage a donc été fonctionnel durant toute l'année.

Châtellerault

En 2015, plusieurs coupures de courant ont été rencontrées à Châtellerault (le 22 et 23 septembre et le 24 et 25 novembre). Elles sont liées à plusieurs maintenances d'EDF sur l'usine hydroélectrique. Ces coupures de courte durée ont entraîné l'arrêt du suivi durant environ 20 h. La perte de données est très faible, voire nulle, durant ces périodes où les passages de poissons migrateurs sont peu probables.

Châteauponsac

Suite à un problème de connectique, le système de comptage n'a pas fonctionné du 1 janvier au 10 avril 2015. Il est peu probable que des saumons aient atteint Châteauponsac avant la remise en route du compteur, la perte de données sur cette période est donc minime. Les limites de détection du compteur ont par ailleurs été atteintes à plusieurs reprises. En effet, lorsque les eaux sont chargées les capteurs infrarouge du système de comptage sont obstrués et ne peuvent donc pas détecter le passage d'un poisson. Ces périodes de forte turbidité n'ont pas pu être quantifiées mais ont pu durer plusieurs semaines.

Fonctionnement des stations de comptage du bassin de l'Allier

Vichy

Seules quelques coupures de courant sont survenues et cumulent un total de 43 min pour les deux dispositifs d'enregistrement (rive droite et rive gauche).

Ainsi, sur l'ensemble de l'année 2015, l'enregistrement a donc été effectif à 99.99% durant tout le temps de fonctionnement des passes à poissons.

Langeac

La remise en état des installations des stations de comptage (usine et barrage) ayant eu lieu en janvier 2016, aucune donnée n'est donc disponible en 2015.

Poutès

Compte tenu de la vétusté du système mis en place sur ce site, LOGRAMI s'est assuré de ne pas perdre d'informations par le couplage de différents dispositifs. Ainsi, trois systèmes d'enregistrement branchés en parallèle ont été utilisés en 2015 pour le suivi de l'ascenseur:

-  Le premier avec un enregistrement vidéo classique utilisé depuis de nombreuses années (appareil refait avec 2 vieux magnétoscopes). Il reste le plus efficace mais le matériel est ancien.
-  Le second avec un enregistreur numérique Lupus qui filme en continu les images de l'ascenseur. Il garantit la sauvegarde des images mais la qualité est moindre et le dépouillement plus fastidieux.

- Le troisième avec un autre Lupus à détection de mouvement pour réduire la durée de l'enregistrement. Ce système est encore en développement afin d'être opérationnel pour les futurs suivis.

Avec ces trois systèmes d'enregistrement, aucune perte d'image n'a eu lieu en 2015, l'enregistrement et le suivi ayant porté sur 100 % de la période.

Fonctionnement des stations de comptage de la Loire amont

Decize

Au cours du fonctionnement de la station de comptage de Decize en 2015, deux types de perturbation de l'enregistrement se sont produits.

Le premier type est survenu en liaison avec des coupures de courant et cumule un total de 1h39.

Le deuxième type est survenu en liaison avec l'arrêt du fonctionnement du rétro-éclairage. Cette perturbation cumule un total de 18 jours pendant lesquels la détection des poissons a été rendue difficile. Cependant, l'installation temporaire d'un spot lumineux à l'intérieur du local a permis de pallier à ce manque de luminosité pour permettre une détection à minima des individus.

Ainsi, sur l'ensemble de l'année 2015, l'enregistrement a donc été effectif à 99,99 % durant tout le temps de fonctionnement de la passe.

Gueugnon

En 2015, à la station de comptage de Gueugnon, 4 coupures de courant ont interrompu le comptage pendant 8 min.

Sur l'ensemble de l'année, l'enregistrement a donc été totalement effectif 99,99 % du temps de fonctionnement de la passe.

Roanne

Des travaux de maintenance sur l'usine hydroélectrique ont nécessité 4 coupures de courant. Au total, en 2015, le comptage a été interrompu pour ces travaux durant 59 min.

A deux reprises, le logiciel de comptage a planté. Ces interruptions cumulent un total de 37,7 jours (14 jours du 16 avril au 30 avril et 23,7 jours du 18 juillet au 11 août). Cependant, la présence d'un LUPUS a permis d'éviter la perte de données.

La défaillance du système de rétro-éclairage (néons grillés) a rendu difficile la détection des poissons pendant 1 jour entre le 19 avril et le 20 avril.

En 2015, l'enregistrement a donc été totalement effectif 99,99 % du temps de fonctionnement de la passe.

3.1.1.2 Les effectifs d'Aloses

Le développement du réseau de stations de comptage sur le bassin de la Loire permet d'avoir un indicateur quantitatif et une certaine idée de la répartition de la population d'aloses sur l'ensemble du bassin. Cependant, le contrôle des migrations a lieu relativement haut sur le bassin et certains axes potentiels tels que la Maine et le Cher ne possèdent pas de stations de comptage. Ainsi, il est possible que des aloses fraient à l'aval des stations et ne soient ainsi jamais comptabilisées aux stations. Par

ailleurs, les images vidéos ne permettent pas de différencier les deux espèces d'aloses présentes sur le bassin de la Loire (la grande alose et l'alse feinte). Les résultats des comptages ne sont donc pas détaillés par espèce mais regroupés pour le genre *Alosa*.

En 2015, la population d'aloses comptabilisée sur l'ensemble des stations de comptage totalise seulement 1 765 individus. Elle est proche de la moyenne des six dernières années ($1\,524 \pm 800$ aloses) mais beaucoup plus faible que celle de l'année 2007 (30 080 aloses). Ces très faibles effectifs ont été contrôlés majoritairement sur le bassin de la Vienne avec 61 % du contingent d'aloses dénombrés aux stations de Châtellerault et de Descartes. Le reste s'est réparti entre le bassin de Loire amont (35 %) et de l'Allier (4 %) (Figure 115). Aucune alose n'a été observée en 2015 à Roanne sur la Loire et à Gueugnon sur l'Arroux. Cette répartition est globalement similaire avec celle des années précédentes : depuis 2007 en moyenne 69 % (± 19 %) des aloses sont comptabilisés sur le bassin de la Vienne.

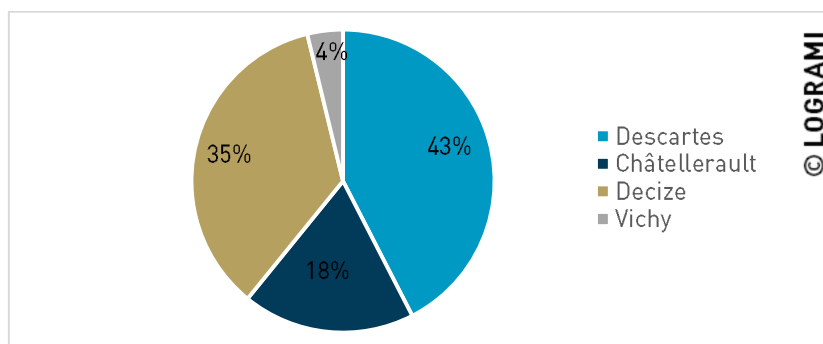


Figure 115 : Répartition des effectifs d'aloses aux stations de comptage du bassin de la Loire en 2015

Descartes

Au barrage de Descartes sur la Creuse, 749 aloses ont été comptabilisées en 2015. Cet effectif, bien que supérieur à la moyenne des six dernières années (586 ± 489 aloses), reste très faible. Le record du nombre d'aloses date de l'année de 2007 durant laquelle nous estimons que 9 050 individus ont franchi l'ouvrage (Figure 116).

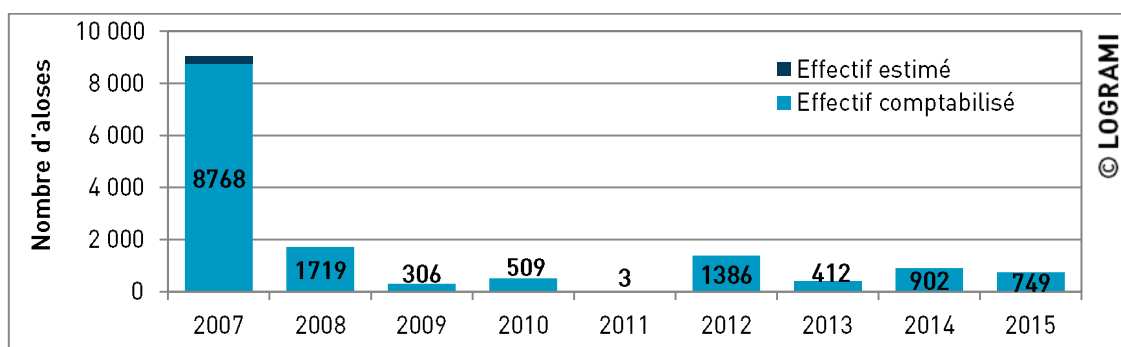


Figure 116 : Bilan des passages d'aloses à la station de comptage de Descartes depuis 2007

Châtellerault

Sur la Vienne, 325 aloses ont franchi le barrage de Châtellerault en 2015. Cet effectif est inférieur à la moyenne des six dernières années (507 ± 249 aloses) et beaucoup plus faible que la moyenne historique

depuis 2004 (2 618 ± 3 040 aloses). En dehors de l'année 2007, le nombre d'aloses a diminué d'année en année jusqu'à atteindre depuis 2009 une population de seulement quelques centaines d'individus (Figure 117).

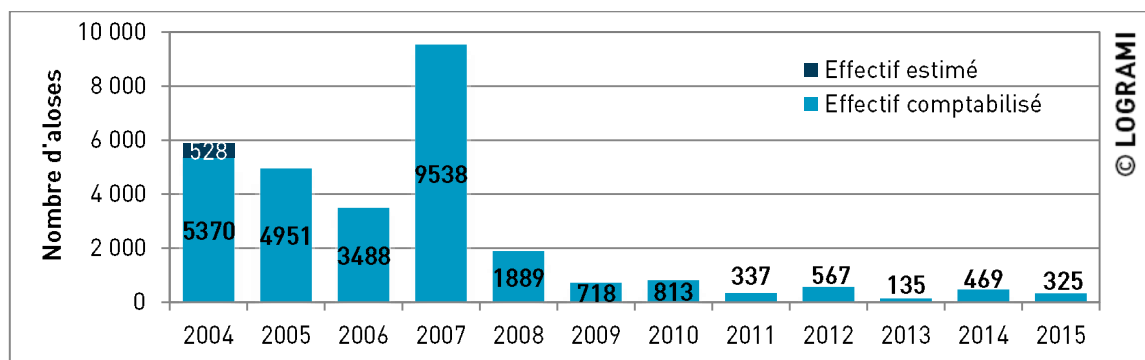
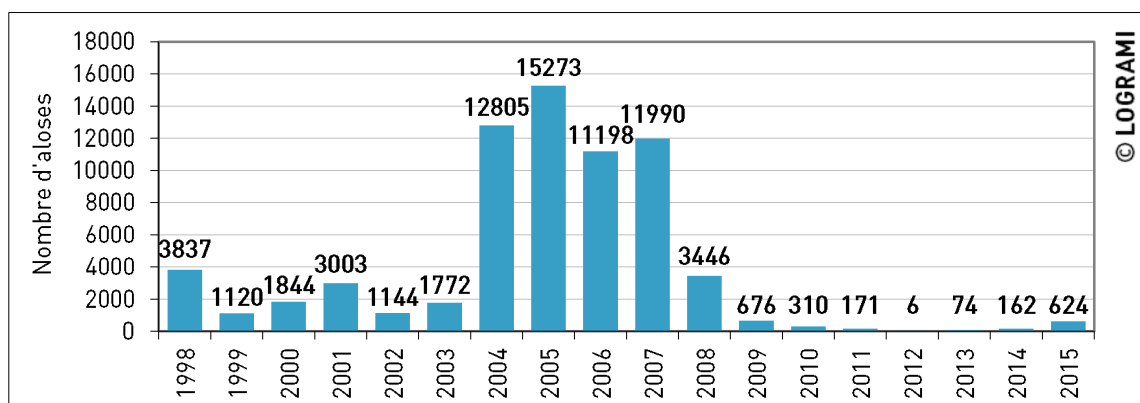


Figure 117 : Bilan des passages d'aloses à la station de comptage de Châtelleraut depuis 2004

Decize

Au barrage de Decize sur la Loire amont, 624 aloses ont été comptabilisées en 2015. Depuis le comptage exhaustif annuel des individus débuté en 2009, en moyenne 289 aloses ont été contrôlées (+/- 264 aloses) (Figure 118). Ces effectifs sont bien inférieurs à la moyenne interannuelle sur la période 1998/2008 (6130 individus +/- 5450). A partir de 2004, une forte augmentation de l'effectif des aloses est constatée au barrage de Decize, le niveau de population atteint de 12000 à 15000 aloses annuellement. Cependant, depuis 2008, le nombre d'aloses a fortement diminué jusqu'à atteindre une population de quelques centaines d'individus.



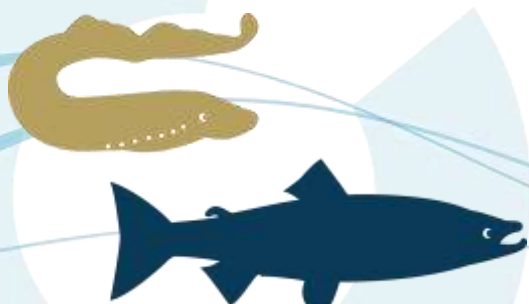
* Les moyens mis en œuvre jusqu'en 2008 à la station de Decize (station de comptage à visualisation par le dessus) ne permettaient pas d'avoir un comptage exhaustif des individus sur l'ensemble de la saison de migration. En effet, ces suivis n'étaient pas réalisés sur toute l'année, mais uniquement durant les périodes favorables à la migration des aloses (Avril-Mai-Juin)

* Le comptage des individus à la station de Decize en 2009 est non exhaustif (Installation tardive du nouveau dispositif de vidéo-comptage).

Figure 118 : Bilan des passages d'aloses à la station de comptage de Decize depuis 1998

Gueugnon

Aucune alose n'a été comptabilisée en 2015 à la station de comptage de Gueugnon (Figure 119). Les résultats du suivi historique depuis 2006 laissent apparaître la migration d'un faible nombre d'aloses à



ce niveau du bassin au regard du contingent migrant observé au niveau du barrage de Decize situé à seulement 75km en aval.

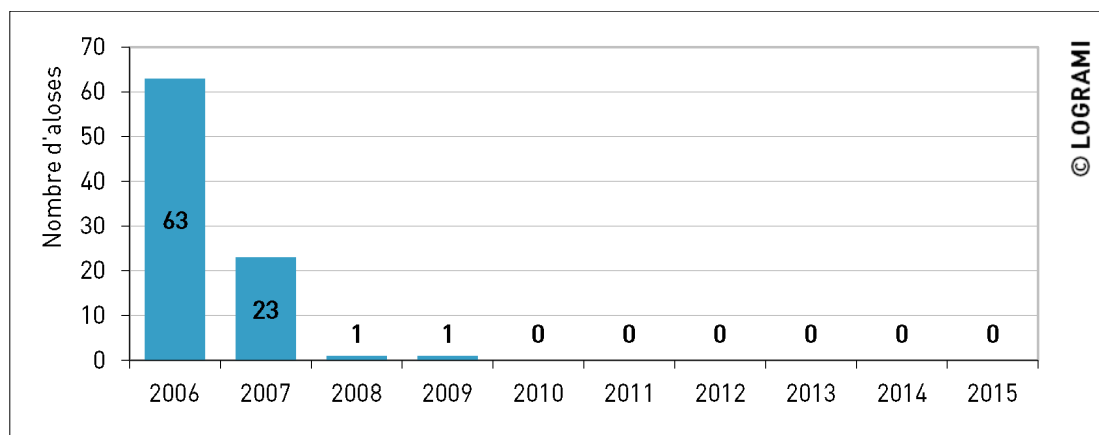


Figure 119 : Bilan des passages d'aloses à la station de comptage de Gueugnon depuis 2006

Vichy

A la station de comptage de Vichy sur l'Allier en 2015, 67 aloses ont été comptabilisées (Figure 120). Cet effectif est inférieur à la moyenne interannuelle calculée depuis l'ouverture de la passe de la station de comptage en 1997 (538 individus +/- 787). Les fluctuations des passages sont importantes sur cette station, en effet, alors que 137 géniteurs avaient été observés en 2003, 3067 aloses étaient observées l'année suivante. Cependant, comme à la station de comptage de Decize, une baisse importante des effectifs d'alse est constatée avec seulement une dizaine d'individus contrôlés depuis 2011.

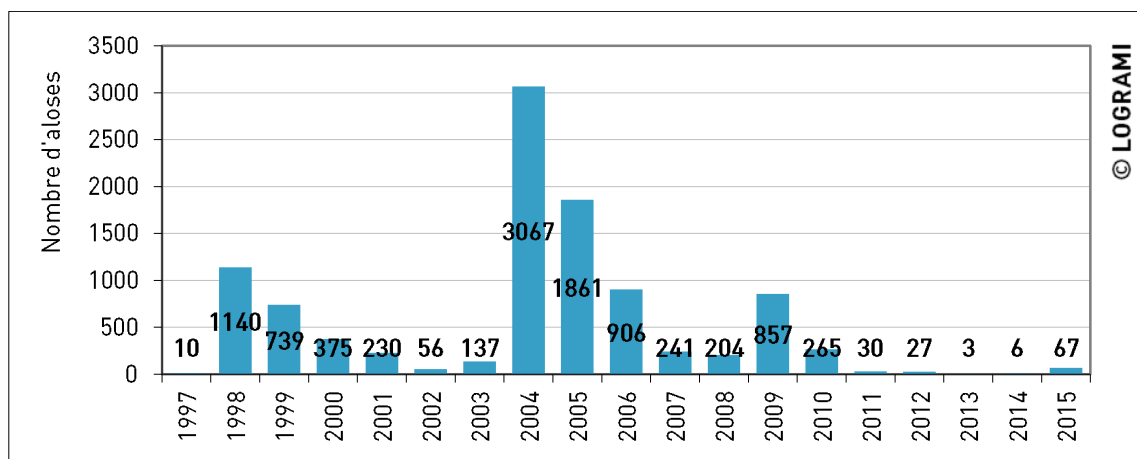


Figure 120 : Bilan des passages d'aloses à la station de comptage de Vichy depuis 1997

Roanne

Depuis l'ouverture de la station de comptage de Roanne en 2012, une seule alose a été comptabilisée le 13 juin 2013. Aucune alose n'a été observée en 2015 à la station de comptage.



3.1.1.3 Les effectifs de lamproie marine

La répartition des stations de comptage sur l'ensemble du bassin de la Loire permet de connaître précisément le nombre de lamproies marines en migration génésique en amont des stations. Certaines lamproies peuvent cependant frayer à l'aval des dispositifs de comptage où de nombreuses frayères potentielles sont recensées.

Un total de 38 408 lamproies a été dénombré aux stations de comptage en 2015. L'espèce a été contrôlée quasi-exclusivement sur le bassin de la Vienne, avec 41,7 % des passages sur la Creuse à Descartes et 58,2 % sur la Vienne à Châtelleraut (Figure 121). Seulement 48 individus ont été comptés à Decize sur la Loire. Aucune lamproie n'est passée à Vichy sur l'Allier, à Gueugnon sur l'Arroux et à Roanne sur la Loire. Depuis 2007, la répartition est similaire : en moyenne 99,5 % ($\pm 1,2$ %) des lamproies sont observés aux stations de comptage de la Vienne. L'affinité de cette espèce avec le bassin de la Vienne peut s'expliquer par la proximité de ce bassin avec l'océan mais aussi par la présence importante de phéromones d'ammocètes dans la composition de l'eau pouvant orienter le homing de cette espèce.

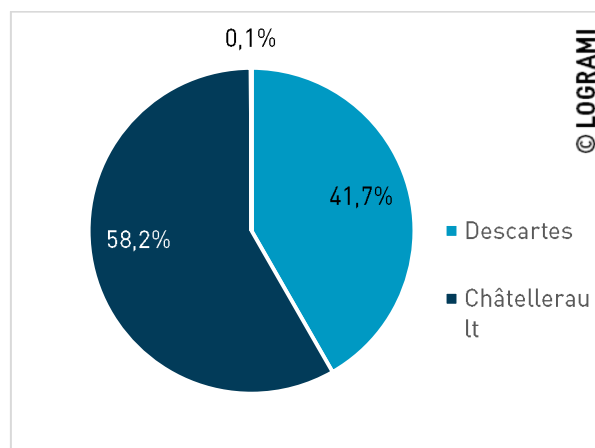


Figure 121 : Répartition des effectifs de lamproies marines aux stations de comptage du bassin de la Loire en 2015

Descartes

En 2015, 23 740 lamproies marines ont franchi le barrage de Descartes. Cet effectif est proche de la moyenne des années précédentes ($21\,665 \pm 14\,511$). La variabilité des effectifs d'une année à l'autre augmente l'écart-type de cette moyenne. L'effectif de 2015 est le quatrième plus important de l'historique (Figure 122). Les effectifs de 2007, 2009 et 2012 ont été estimés suite à un dysfonctionnement du système de comptage. Ces estimations sont réalisées à partir des données des jours et heures précédents et suivants l'arrêt du dispositif d'enregistrement.



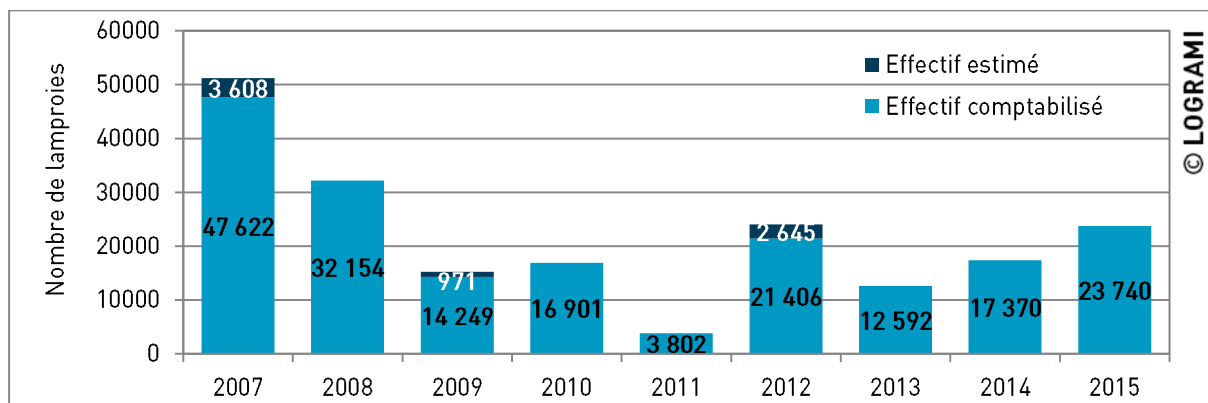


Figure 122 : Bilan des passages de lamproies marines à la station de comptage de Descartes depuis 2007

Châtelleraut

En 2015, 33 138 lamproies marines ont été comptabilisées à Châtelleraut. Cet effectif est beaucoup plus élevé que la moyenne interannuelle historique ($22\,216 \pm 12\,965$). Il s'agit de la troisième meilleure année depuis le début du suivi en 2004, après 2007 et 2008 où plus de 40 000 individus avaient franchi le barrage (Figure 123).

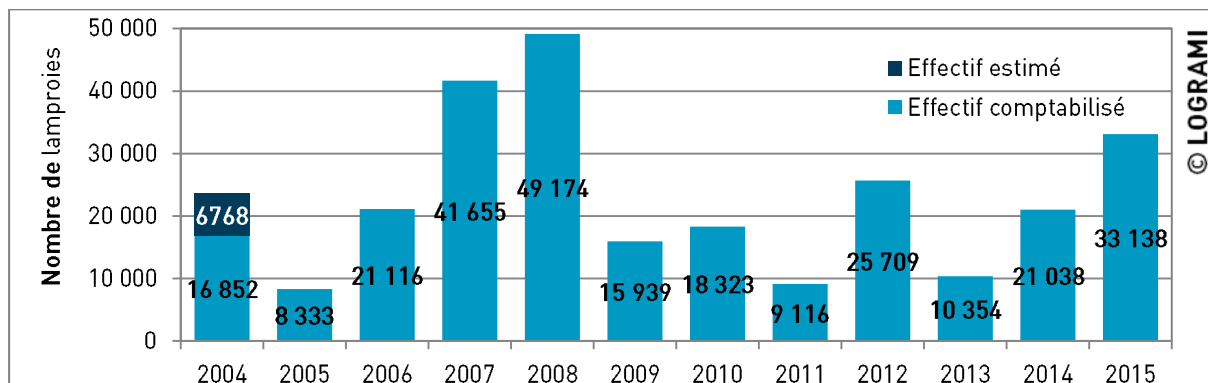
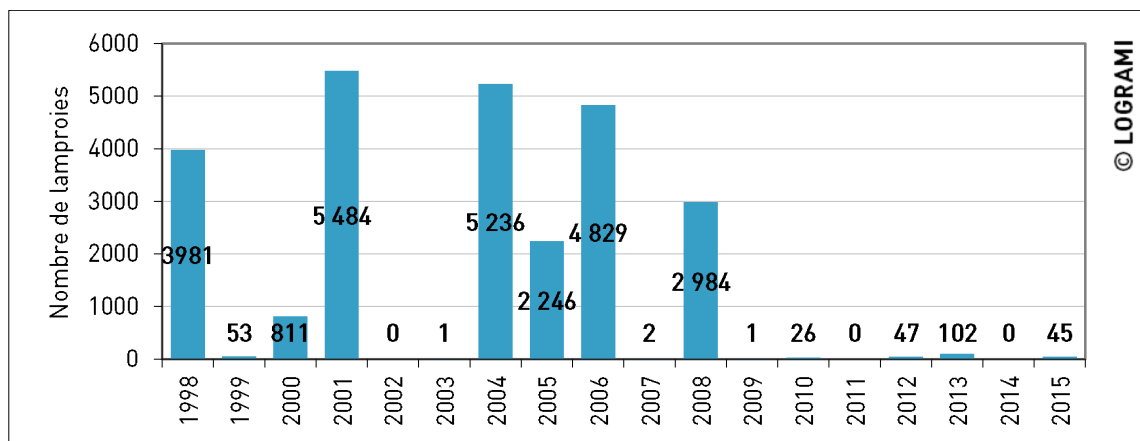


Figure 123 : Bilan des passages de lamproies marines à la station de comptage de Châtelleraut depuis 2004

Decize

Depuis le début des comptages à la station de Decize en 1998, les effectifs varient de 0 à près de 5500 individus (Figure 124). L'importance de ces effectifs certaines années révèle que le bassin de la Loire amont présente un potentiel d'accueil non négligeable pour l'espèce. Cependant, les conditions environnementales lors de la migration et l'ouverture de l'axe du bassin de la Vienne peut-être à l'origine d'une réorientation migratoire de l'espèce vers un axe privilégié. En 2015, 45 lamproies ont été comptabilisées au barrage de Decize. Cet effectif correspond à peu près à la moyenne interannuelle calculée depuis 2009 (32 individus ± 37).





* Les moyens mis en œuvre jusqu'en 2008 à la station de Decize (station de comptage à visualisation par le dessus) ne permettaient pas d'avoir un comptage exhaustif des individus sur l'ensemble de la saison de migration. En effet, ces suivis n'étaient pas réalisés sur toute l'année, mais uniquement durant les périodes favorables à la migration des lamproies marines (Avril-Mai-Juin).

* Le comptage des individus à la station de Decize en 2009 est non exhaustif (Installation tardive du nouveau dispositif de vidéo-comptage).

Figure 124 : Bilan des passages de lamproies marines à la station de comptage de Decize depuis 1998

Gueugnon

Sur le bassin de l'Arroux à la station de comptage de Gueugnon, aucune lamproie n'a été comptabilisée en 2015 (Figure 125). Les faibles chiffres enregistrés depuis 2006 sur cette station sont à relativiser par rapport aux données de migration obtenues à la station de comptage de Decize. De plus, de nombreux secteurs de reproduction sont présents à l'aval de cet ouvrage. Ces observations ponctuelles de migration sur Gueugnon permettent toutefois de fixer un front de colonisation de l'espèce sur le bassin de l'Arroux.

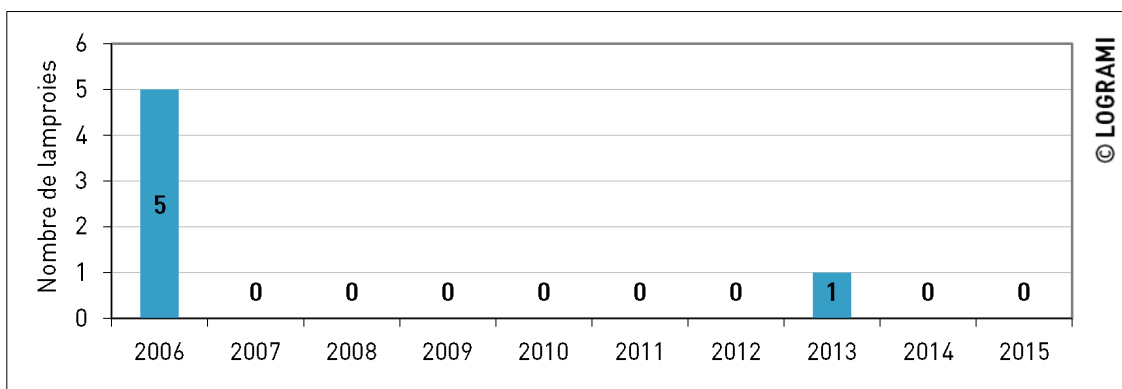
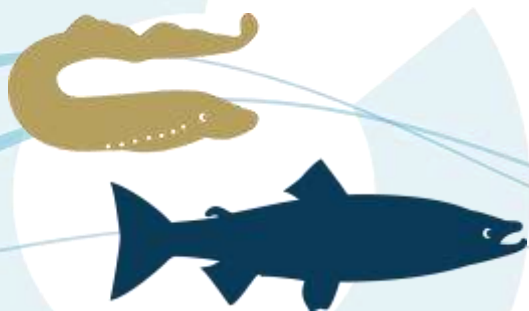


Figure 125 : Bilan des passages de lamproies marines à la station de comptage de Gueugnon depuis 2006

Vichy

Les effectifs contrôlés sur l'Allier à la station de Vichy depuis 1997 sont faibles et très variables (Figure 126). La moyenne interannuelle s'élève à 322 individus +/- 770. Les remontées de lamproies marines sont très irrégulières avec des années où plus de 3000 géniteurs sont observés contre aucune certaines années. Depuis 9 ans, les passages moyens ne sont que de 3 individus (+/- 6 lamproies). En 2015, aucun individu n'a été contrôlé à la station de comptage de Vichy.



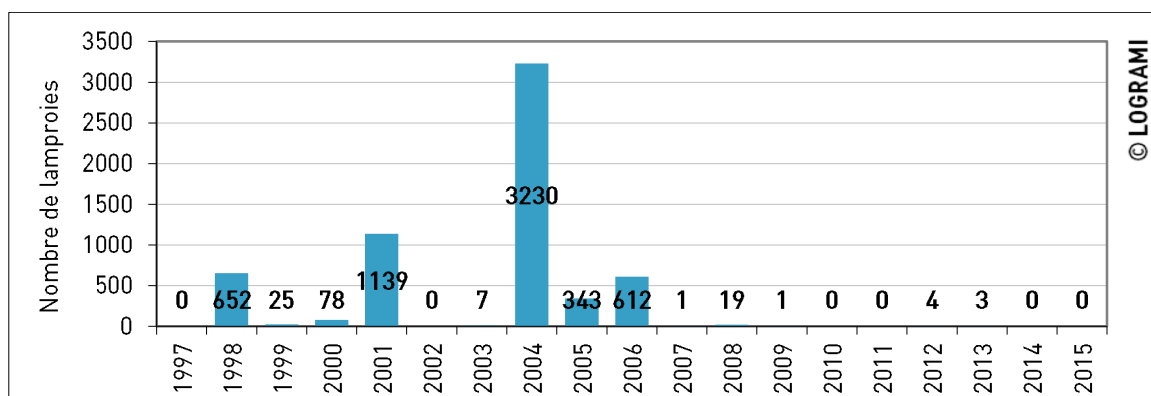


Figure 126 : Bilan des passages de lamproies marines à la station de comptage de Vichy depuis 1997

Roanne

Depuis l'ouverture de la station de comptage de Roanne en 2012, aucune lamproie n'a été comptabilisée.

3.1.1.4 Les effectifs de saumon atlantique

La répartition des stations de comptage sur l'ensemble du bassin de la Loire permet de connaître précisément la population de saumons atlantiques en migration de reproduction chaque année sur la Loire. En effet, les secteurs de reproduction se situent au-dessus des dispositifs de comptage excepté sur la Sioule, affluent rive gauche de l'Allier en aval de Vichy.

En 2015, 1 431 saumons ont été contrôlés sur le bassin de la Loire. Avec 82 % des passages, l'essentiel du contingent s'est orienté sur l'Allier. L'axe de migration secondaire est la Creuse qui a accueilli 14 % des saumons du bassin (Figure 127). Enfin, quelques individus ont été observés sur la Loire à Decize (3 %). Ces saumons sont très certainement issus du programme de réintroduction mené sur le bassin de l'Arroux. Cette répartition est globalement similaire à celle des années précédentes : en moyenne depuis 2007 11 % (± 2 %) des saumons s'engagent sur le bassin Creuse-Gartempe, 86 % (± 3 %) sur l'Allier et 2 % (± 1 %) sur la Loire Amont.

13 % des individus comptabilisés à Vichy a par ailleurs pu accéder aux zones de reproduction situées en amont du barrage de Poutès (déduction faite des poissons prélevés pour la pisciculture de Chanteuges). Depuis 1996, en moyenne 12 % (± 7 %) des saumons comptabilisés à Vichy franchissent le barrage Poutès.



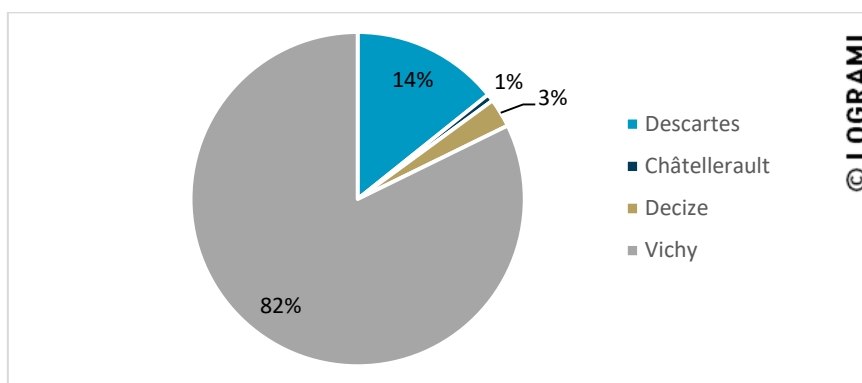


Figure 127 : Répartition des effectifs de saumons aux stations de comptage du bassin de la Loire en 2015

Descartes

Sur la Creuse, en moyenne 91 saumons (± 54) franchissent chaque année l'ouvrage de Descartes. Les effectifs ont fortement augmenté entre 2011 et 2014, avec une moyenne de 108 saumons comptabilisés (± 14). L'effectif de 2015 est encore plus important avec 204 individus observés (Figure 128). Ce record est 2,7 fois supérieur à la moyenne des années précédentes.

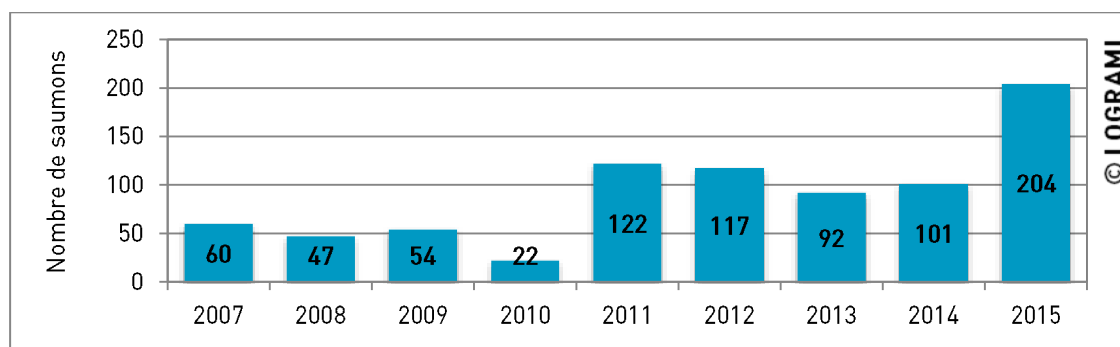


Figure 128 : Bilan des passages de saumons à la station de comptage de Descartes depuis 2007

Châteauponsac

Aucun saumon n'a été comptabilisé sur la Gartempe à Châteauponsac, 140 km en amont du barrage de Descartes. Les fortes températures enregistrées en juin et les difficultés de migration rencontrées sur cet axe peuvent expliquer l'absence de remontée sur la partie amont de la Gartempe.

Châtelleraut

En 2015, 10 saumons ont franchi l'ouvrage de Châtelleraut. Cet effectif est similaire à la moyenne historique (10 ± 4 saumons). En dehors de l'année 2013, avec 21 individus comptabilisés, le nombre de saumons observés à Châtelleraut reste très faible et relativement stable (Figure 129).

La provenance des saumons comptés à Châtelleraut est certainement exogène et témoigne des possibilités de divagation malgré un comportement de homing avéré pour l'espèce. Ce constat est confirmé par le fait qu'aucun soutien d'effectif n'est réalisé sur la Vienne et que les zones les plus favorables pour sa reproduction sont actuellement inaccessibles. En effet, elles se situent en amont du complexe hydroélectrique de l'Isle Jourdain, composé de trois barrages actuellement infranchissables.



La présence de ces saumons confirme cependant l'intérêt de l'espèce pour cet axe migratoire historique.

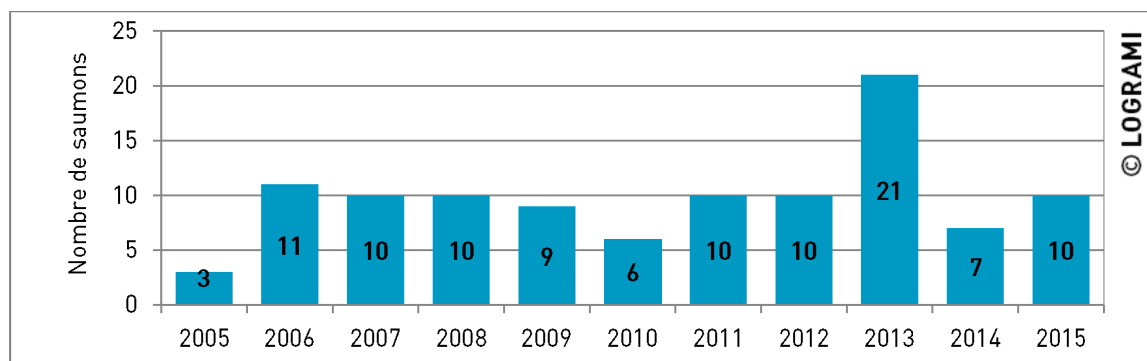
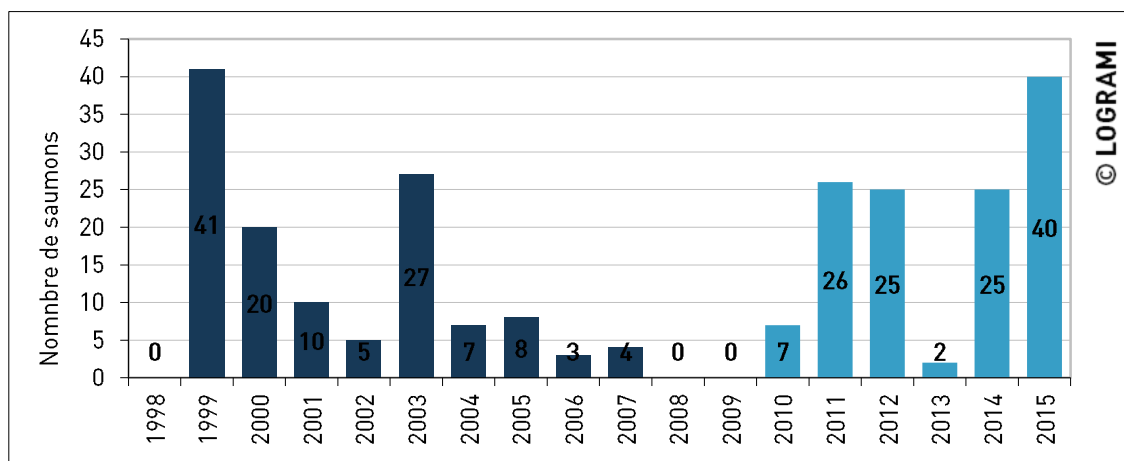


Figure 129 : Bilan des passages de saumons à la station de comptage de Châtelleraut depuis 2005

Decize

Sur la Loire amont, à la station de comptage de Decize, en moyenne 14 saumons (+/- 13) franchissent chaque année l'ouvrage (Figure 130). Ces effectifs varient fortement d'une année sur l'autre, passant de 0 individu contrôlé en 1998 lors de l'ouverture de la passe à 41 en 1999. L'effectif contrôlé en 2015 est le deuxième plus fort enregistré depuis le début des suivis, en effet, 40 individus ont été comptabilisés. Depuis la réhabilitation de la passe en 2009 et les comptages exhaustifs rendus possibles par la mise en place d'une station de comptage permanente, 2015 constitue la meilleure année de migration (moyenne interannuelle 2009-2014 : 14 individus +/- 12).

La provenance des saumons comptabilisés à Decize est liée au programme de repeuplement effectué depuis 1998 sur le bassin de l'Arroux (affluent rive gauche en amont de la station de comptage) sur lequel des déversements d'alevins et de smolts sont réalisés. Et, malgré un comportement de homing avéré pour le saumon, certains individus peuvent provenir du bassin de l'Allier témoignant ainsi d'une possible divagation des individus.



* Les moyens mis en œuvre jusqu'en 2008 à la station de Decize (station de comptage à visualisation par le dessus) ne permettaient pas de différencier une truite de mer d'un saumon Atlantique. De plus, ces suivis n'étaient pas réalisés sur toute l'année, mais uniquement durant les périodes favorables à la migration des Aloses et des Lamproies.



* Le comptage des individus à la station de Decize en 2009 est non exhaustif (Installation tardive du nouveau dispositif de vidéo-comptage).

Figure 130 : Bilan des passages de saumons à la station de comptage de Decize depuis 1998

Gueugnon

Les résultats du suivi de la station de comptage depuis 2006 mettent en avant un faible contingent de saumons sur le bassin de l'Arroux. Entre 2006 et 2015, 30 individus ont franchi la station de comptage (moyenne de 3 poissons +/- 4) (Figure 131). A l'instar de l'année 2012, en 2015, 10 saumons ont été comptabilisés à Gueugnon, ils représentent un quart des effectifs totalisés à la station de comptage de Decize située à 74 km en aval. Ces résultats obtenus depuis 2006 sont encourageants au regard des efforts faits pour la réintroduction du saumon sur ce bassin depuis 1998.

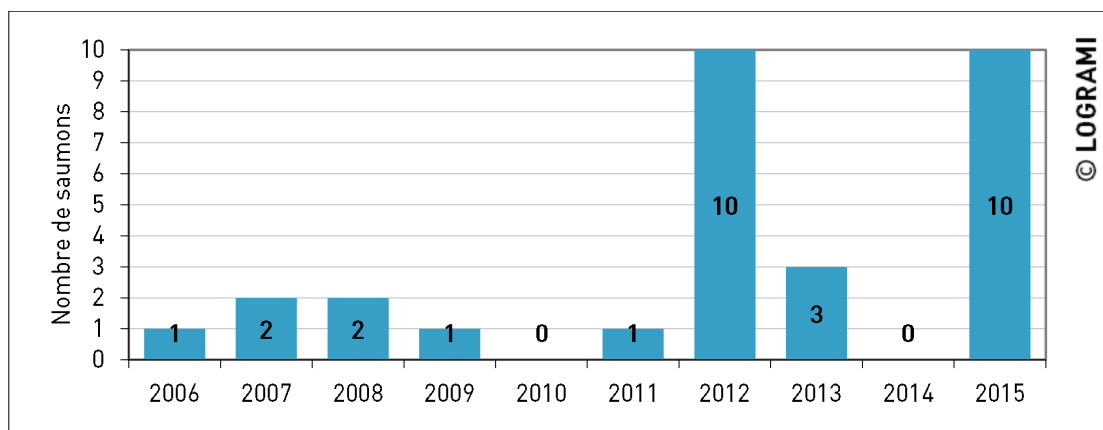


Figure 131 : Bilan des passages de saumons à la station de comptage de Gueugnon depuis 2006

Vichy

Sur le bassin de l'Allier, pour la deuxième fois depuis le début des comptages à la station de Vichy en 1997, la barre des 1000 saumons a été dépassée. En 2015, 1177 individus ont été comptabilisés (Figure 132). Elle représente la deuxième meilleure année après 2003 (1238 individus). La moyenne interannuelle s'élève à 619 individus +/- 283. A noter que depuis 2011 la moyenne interannuelle est en nette augmentation avec 840 individus comptabilisés +/- 213.

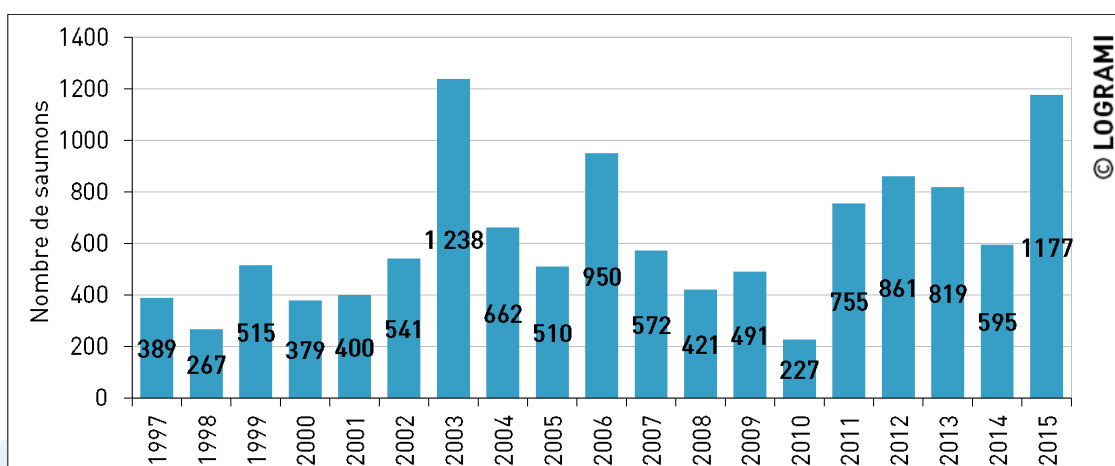
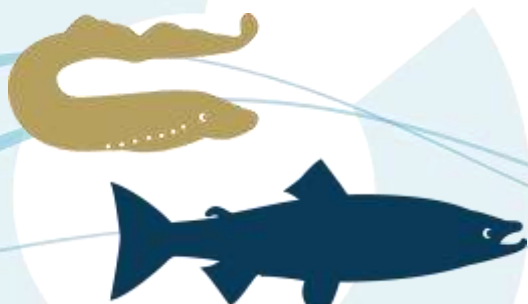


Figure 132 : Bilan des passages de saumons à la station de comptage de Vichy depuis 1997



Poutès

Depuis 1986, les effectifs comptabilisés à la station de Poutès ont oscillé entre 3 et 154 individus (Figure 133). La moyenne interannuelle calculée depuis 1986 est de 55 saumons (± 44 individus). En 2015, 85 saumons ont franchi le barrage.

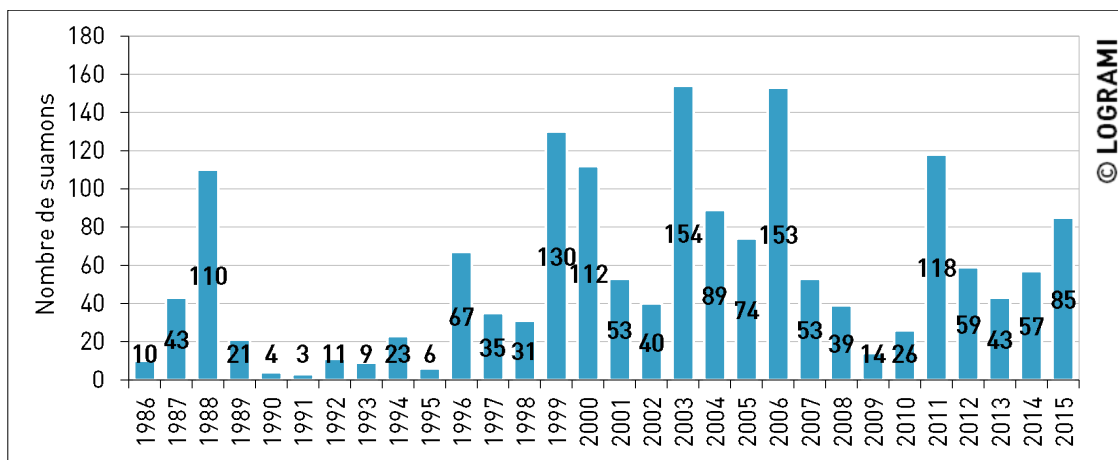


Figure 133 : Bilan des passages de saumons à la station de comptage de Poutès depuis 1997

En 2015, 7,5 % du contingent de saumons observé à Vichy (déduction faite des captures pour la salmoniculture de Chanteuges) a franchi le barrage de Poutès. Ce pourcentage est le troisième plus faible depuis 1997, date du début des comptages réalisés à Vichy (Figure 134). Ce faible pourcentage a été sans conteste fortement influencé par les températures estivales élevées (survie estivale faible) et les faibles débits rencontrés à l'automne qui ont limité la progression des saumons sur la partie haute du bassin de l'Allier lors de la reprise migratoire automnale.

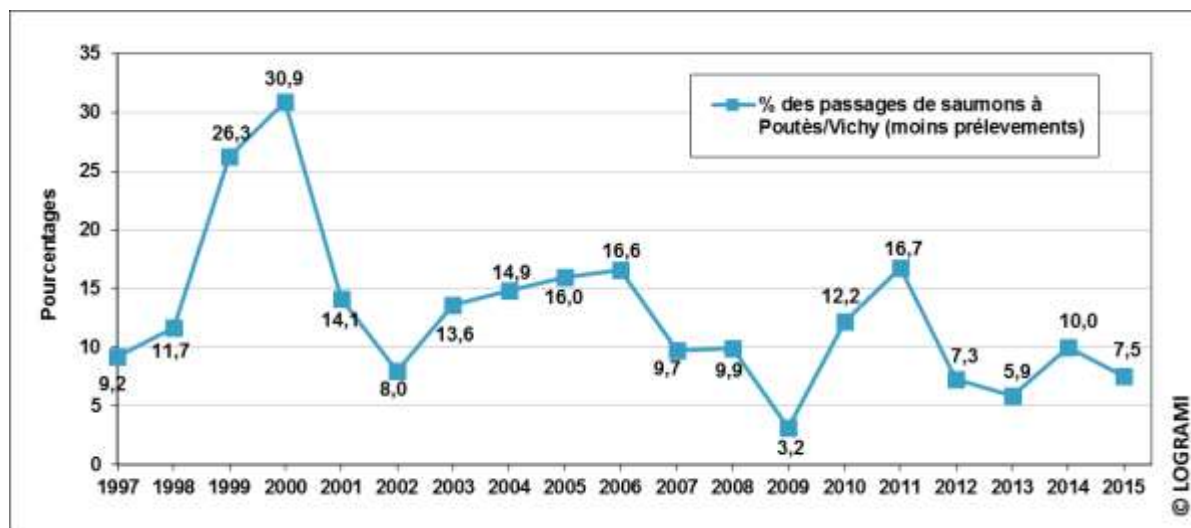


Figure 134 : Evolution des pourcentages de passages de saumons entre Vichy et Poutès depuis 1997

Roanne

En 2015, un seul saumon a été comptabilisé à la station de Roanne, cet individu dévalera le dispositif après avoir passé 5 jours en amont du barrage.

2 passages de saumons ont été également observés sur cette station en 2012 (année d'ouverture de la passe). Un de ces saumons avait également dévalé la passe à poissons après avoir passé plusieurs jours en amont de l'ouvrage. L'ouvrage infranchissable de Villerest se situe 5 km au-dessus du barrage VNF de Roanne.

3.1.1.5 Les effectifs de truite de mer

Depuis le début du suivi, seulement 128 truites de mer ont été dénombrées sur l'ensemble des stations de comptage (48 à Vichy depuis 1997, 53 à Châtellerault depuis 2004, 27 à Descartes depuis 2007 et 0 à Decize depuis 2009). En 2015, 5 truites de mer ont été comptabilisées sur la Vienne à Châtellerault et une sur l'Allier à Vichy. Ces effectifs sont extrêmement faibles et confirment l'absence de population installée sur les axes contrôlés.

3.1.1.6 Les effectifs d'anguille Européenne

Les comptages des anguilles en montaison sont rarement exhaustifs. En effet, les anguilles colonisantes de petite taille peuvent passer au fond de la chambre de visualisation sans offrir un contraste suffisant pour entraîner le déclenchement du système d'enregistrement vidéo et ainsi ne pas être dénombrées. Par ailleurs, à Decize et en rive gauche à Vichy, certaines anguilles peuvent échapper au comptage si elles arrivent à passer à travers les grilles du bypass situées en parallèle du couloir de comptage. En outre, les barrages de Descartes et de Roanne sont équipés d'une passe spécifique à anguilles à plots bétons où aucun contrôle n'est effectué. Pour toutes ces raisons, le dénombrement du contingent d'anguilles jaunes n'est donc pas exhaustif.

Les comptages d'anguilles dévalantes ne doivent pas être, eux aussi, considérés comme exhaustifs. Seuls les individus qui empruntent les passes à poissons sont contrôlés, ceux qui passent directement par-dessus les ouvrages ne peuvent pas faire l'objet d'un comptage avec les dispositifs en place. Il existe de ce fait des variations inter-station (configuration du barrage) et interannuelles (conditions hydrauliques) qui limitent la comparaison des effectifs entre les sites et sur des échelles chronologiques différentes. Les comptages présentés doivent donc être simplement considérés comme informatifs de la colonisation des axes et de sa capacité à produire des futurs géniteurs.

Descartes

Sur la Creuse à Descartes, seulement 1 anguille en montaison et 8 anguilles en dévalaison ont emprunté la passe à bassins en 2015. Il est probable que de nombreuses anguilles aient franchi le barrage par la passe spécifique située au centre du barrage.

Châtellerault

Sur la Vienne à la station de comptage de Châtellerault, les effectifs d'anguilles ont été très variables de 2004 à 2015 (Figure 135). En 2007, 4 700 anguilles ont franchi l'ouvrage alors qu'en 2011 seulement 47 individus ont été comptabilisés. Avec 296 anguilles en montaison, l'effectif de l'année 2015 est l'un des plus faibles depuis le début du suivi. Il est très inférieur à la moyenne historique (1 835 anguilles $\pm$ 1 366). Une seule anguille argentée a emprunté la passe à poissons en dévalaison en 2015.

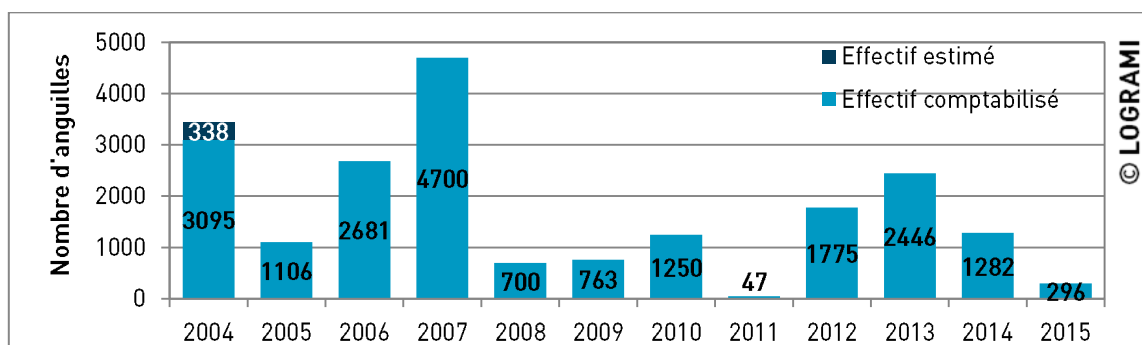


Figure 135 : Bilan des passages d'anguilles à la station de comptage de Châtelleraut depuis 2004

Decize

Depuis l'installation de la station de comptage permanente en 2009 à Decize, des anguilles montantes et dévalantes peuvent-être comptabilisées (Figure 136).

En 2015, pour les anguilles jaunes, 86 individus ont été totalisés. Il s'agit de la meilleure année. Les effectifs d'anguilles sont très variables et représentent en moyenne 21 individus (+/- 34).

En 2015, pour les anguilles argentées, 0 individu a été contrôlé. Les effectifs enregistrés depuis 2009 sont faibles et atteignent au maximum 4 individus en 2012 et 2013 (en moyenne 2 individus).

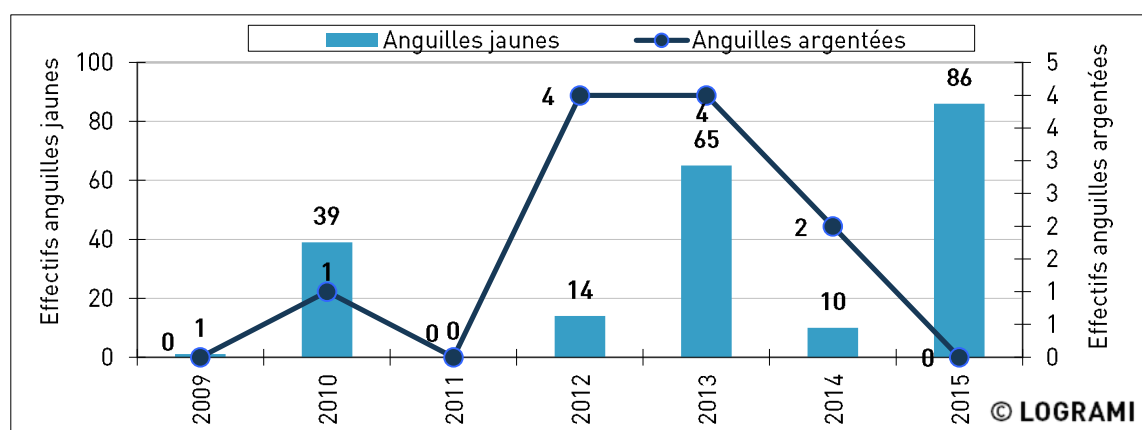


Figure 136 : Bilan des passages d'anguilles à la station de comptage de Decize depuis 2009

Gueugnon

Au cours de l'année 2015, 3 anguilles jaunes ont été comptabilisés à la station de comptage de Gueugnon (Figure 137). Aucune anguille argentée n'a été observée. Comparativement aux deux premières années de suivi [moyenne anguilles jaunes 52 +/-3 / moyenne anguilles argentées 42 +/-21], le contingent d'anguilles observé sur l'Arroux en 2015 est faible. Cependant leur présence, à plus de 650 km de l'estuaire, confirme la capacité de dispersion de l'espèce sur le bassin de la Loire.

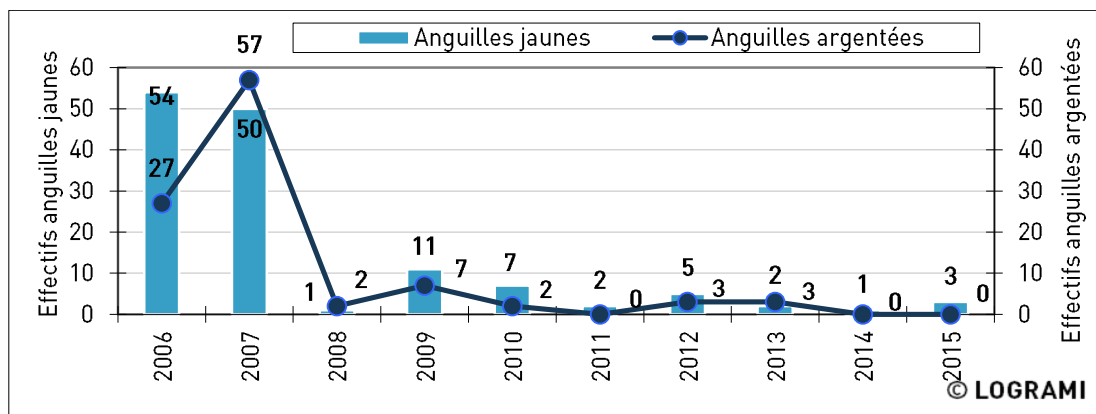


Figure 137 : Bilan des passages d'anguilles à la station de comptage de Gueugnon depuis 2006

Vichy

Au cours de l'année 2015, aucune anguille jaune n'a été observée dans les passes à poisson de Vichy (Figure 138). 1 anguille argentée a été comptabilisée. Ces effectifs sont les plus faibles par rapport aux données historiques. De 1997 à 2015, les effectifs sont très variables : moyenne anguilles jaunes 306 +/- 391 / moyenne anguilles argentées 2,5 +/- 4. Cependant, ces faibles effectifs doivent être relativisés au regard du front de colonisation actuel (anguille de moins de 30cm) qui est localisé à plusieurs centaines de kilomètres en aval de l'axe Loire (Saumur 49).

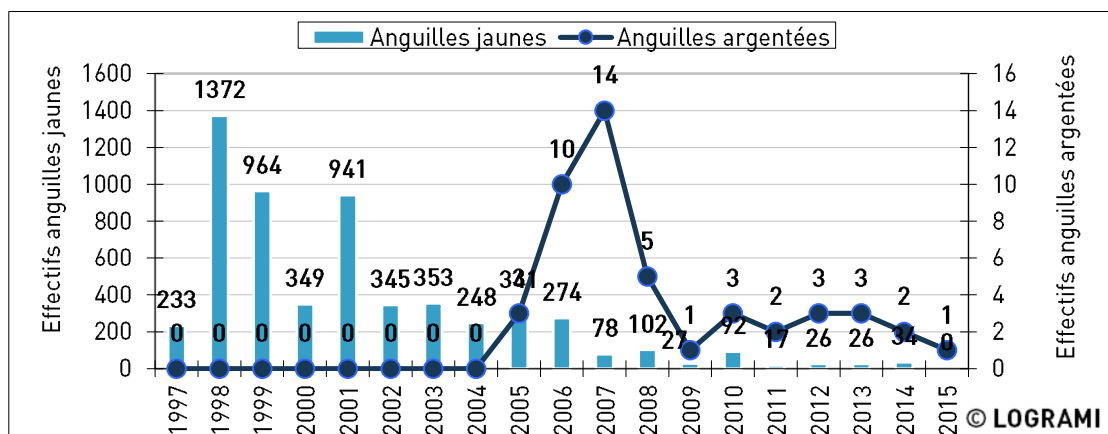


Figure 138 : Bilan des passages d'anguilles à la station de comptage de Vichy depuis 1997

Poutès

Bien que le dispositif de franchissement ne soit pas adapté à l'anguille, un individu (anguille jaune) est remonté par l'ascenseur en amont du barrage de Poutès (Figure 139). Cet effectif est en dessous de la moyenne interannuelle calculée depuis 1986 (30 anguilles jaunes +/- 40). Les effectifs comptabilisés à ce niveau de l'axe sont très variables. En effet, lorsque 166 individus sont contrôlés en 1991 seulement 2 sont observés l'année suivante. Ces observations faites à 860 km de l'estuaire sont les plus en amont sur le bassin de la Loire. Elles mettent en avant l'importance de l'aire de répartition de l'espèce. Cette information démontre que l'ensemble du bassin de la Loire est en mesure d'accueillir l'espèce. Le dispositif de franchissement ne permet pas l'observation d'anguilles argentées dévalantes. Ces dernières doivent obligatoirement passer par les vannes du barrage ou par les turbines. Aucune anguille n'a jamais été observée sur l'exutoire de dévalaison (ouvert du 1^{er} mars au 15 juin) car la période ne correspond pas à l'activité migratoire de ces individus. Dans la perspective du nouvel



aménagement, tant à la montaison qu'à la dévalaison, les effectifs d'anguilles sont susceptibles d'augmenter.

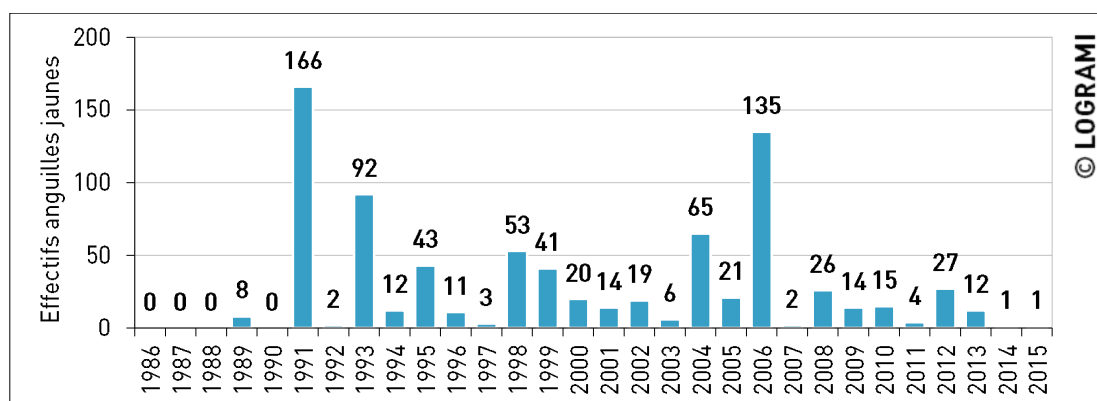


Figure 139 : Bilan des passages d'anguilles à la station de comptage de Poutès depuis 1986

Roanne

Au niveau du barrage de Roanne, une passe spécifique pour l'anguille est installée en rive droite. Elle ne fait pas l'objet d'un suivi, seules les anguilles empruntant la passe à poisson rive gauche font l'objet d'un comptage.

Au cours de l'année 2015, une seule anguille jaune et 25 anguilles argentées ont été observées à la station de comptage de Roanne (Figure 140). Ces effectifs sont les plus faibles enregistrés depuis le début du suivi en 2012 (moyenne anguilles jaunes 15 +/- 11/ moyenne anguilles argentées 36 +/- 10).

Les comptages effectués sur ce dispositif depuis la réouverture de l'ouvrage permettent de confirmer la capacité de conquête de l'espèce sur cette partie du bassin ainsi que sa capacité à produire de nouveaux géniteurs [721km de la mer].

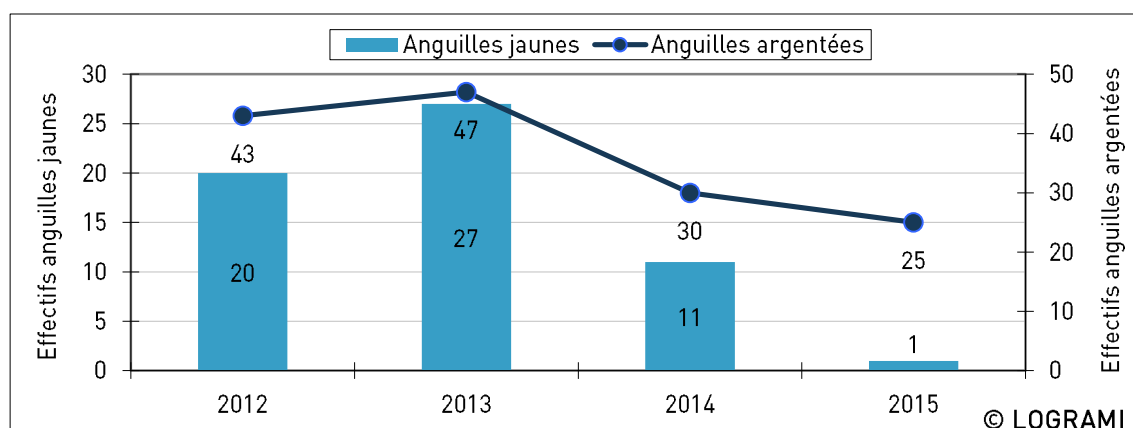


Figure 140 : Bilan des passages d'anguilles à la station de comptage de Roanne depuis 2012

3.1.2. Estimation du nombre de géniteurs d'aloses

Intrinsèquement, le **suivi de la reproduction est un indicateur de l'état des populations de poissons migrateurs**. Les stations de comptage soulignent depuis plusieurs années une diminution notable de la population d'aloses. Ainsi, il apparaît depuis plusieurs années que les populations d'aloses se situent en deçà des stations de comptage et qu'une **étude complémentaire soit indispensable afin d'établir un bilan de l'espèce dans le bassin**. Cette étude complète donc les données existantes aux stations de comptage par des campagnes d'échantillonnage en deçà de celles-ci. Il s'agit de déterminer si certaines années les aloses, à la suite de conditions environnementales défavorables à leur migration, en raison de blocage migratoire et /ou pour des raisons de dynamique de population, se cantonnent aux zones aval du bassin, ce qui pourrait expliquer les faibles abondances observées certaines années aux stations de comptage.

La période de reproduction des aloses débute lorsque les températures de l'eau atteignent 16 °C (généralement entre les mois d'avril et mai). Les prospections ont lieu entre 22h00 et 04h00 et lorsque le seuil de température de l'eau de 16°C est dépassé afin d'avoir un maximum de chance d'observer de la reproduction.

3.1.2.1 Sur la frayère de Châtelleraut sur la Vienne

Estimation du nombre de bulls

En 2015, le suivi de la reproduction de la grande alose sur la frayère de Châtelleraut a été mené du **20 avril au 27 juin (soit une période de 69 jours) selon le protocole habituel** (BACH et al., 2015). Un échantillonnage d'une nuit sur trois ayant été réalisé, seulement 23 nuits ont fait l'objet de prospections. En raison de fortes pluies, l'activité de reproduction sur trois de ces nuits a été considérée comme nulle (le 30 avril, le 11 juin et le 14 juin). L'effort de suivi a ainsi été de 96h de présence sur la frayère (soit en moyenne $4h49 \pm 1h09$ par nuit).

Durant les 20 nuits suivies, 3 891 bulls ont été directement entendus. A partir de ce chiffre, une estimation du nombre total de bulls (BACH et al., 2015) sur l'ensemble de la période de reproduction a pu être réalisée : **du 20 avril au 27 juin, 11 673 bulls d'aloses se sont produits.**

Les conditions environnementales étaient favorables à la reproduction une semaine avant le début du suivi (température de l'eau entre 23h et 5h >16° C). De plus, le suivi a été arrêté le 27 juin en raison d'une forte diminution de l'activité durant les 3 dernières nuits. La période de reproduction n'était cependant pas totalement terminée. Par conséquent, l'effort d'échantillonnage ne couvre pas l'ensemble de la période, mais l'activité en début et fin de saison est habituellement faible et donc considérée comme négligeable.

Estimation du nombre de géniteurs

L'estimation du nombre de géniteurs est réalisée à partir du nombre de bulls estimés et de plusieurs hypothèses basées entre autres sur le fractionnement de la ponte et le sex-ratio des aloses (CASSOU-LEINS et al., 1981). Les hypothèses utilisées sont les suivantes :

- Le sex-ratio chez les aloses est de un mâle pour une femelle
- Les géniteurs se reproduisent sur une seule frayère
- Les femelles pondent une seule fois par nuit et 5 ou 7 fois sur une saison



- Seulement deux géniteurs sont impliqués dans un bull

Ainsi une estimation haute et une estimation basse du nombre de géniteurs peuvent être réalisées suivant le nombre de pontes par femelle. Si une femelle pond 5 fois durant la période de reproduction : 4 669 géniteurs auront participé à la reproduction ; si une femelle pond 7 fois : 3 335 aloses se seront reproduites. **En 2015, la reproduction sur la frayère de Châtellerault a donc impliqué en moyenne 4 002 aloses (± 943).**

Comparaison inter annuelle des résultats

Sur la frayère de Châtellerault, le suivi de l'ensemble de la période de reproduction n'a été réalisé qu'en 2014 et 2015. D'autres suivis, moins exhaustifs, ont été menés, notamment après l'arasement du barrage de maisons rouges (1999). Ces suivis avaient, entre autres pour but de montrer l'évolution du front de colonisation de l'espèce sur le bassin de la Vienne. Ainsi, sur la frayère de Châtellerault, 5 353 bulls ont été entendus de 2001 à 2013. La plupart des suivis réalisés consistait en un simple contrôle de l'activité sur une ou deux heures. Huit nuits complètes ont toutefois été réalisées entre 2004 et 2007, permettant d'observer un total de 4 754 bulls (en moyenne 594 ± 505 bulls par nuit) dont 1 755 sur une même nuit.

En 2015, 11 673 bulls ont été estimés sur l'ensemble de la saison contre 6 684 en 2014. Les pics de reproduction journaliers n'ont pas dépassé les 550 bulls en 2015 (pic à 547 bulls le 24 mai) et 400 bulls en 2014 (pics à 383 bulls le 2 juin). L'intensité de l'activité de reproduction semble donc beaucoup moins importante que les années antérieures. Ces chiffres permettent de relativiser « l'abondance » de bulls observés en 2014 et 2015 et confirment le déclin de l'espèce sur cette frayère et plus globalement sur l'ensemble du bassin.

Le nombre de bull a permis d'établir, pour les deux années, une estimation du nombre d'aloses s'étant reproduites. En moyenne 4 002 géniteurs se seraient reproduits sur la frayère de Châtellerault en 2015, contre 2 292 en 2014 (Tableau 26). Une augmentation du nombre de géniteurs de 43 % est donc à noter.

Tableau 26 : Comparaison inter annuelle du suivi de la reproduction des aloses sur la frayère de Châtellerault

Année	2014	2015
Période échantillonnée	14 avril – 10 juillet (88 jours)	20 avril – 27 juin (69 jours)
Nombre de nuits	88	23 (1j/3j)
Nuits actives	74	19
Nombre de bulls entendu/estimé	6 684	11 673
Nombre de géniteurs estimé	2 292 (± 540)	4 002 (± 943)

Les effectifs d'aloses à la station de comptage, (située à 1 km en amont de la frayère) sont beaucoup moins importants que ceux estimés sur la frayère. En 2014 et 2015, respectivement 469 et 322 aloses ont franchi le barrage (voir § 3.1.1.2). 93 % de la population minimum ayant migré sur la Vienne (effectif estimé des géniteurs sur la frayère + effectif comptabilisé au niveau de la station) n'a pas franchi le barrage de Châtellerault en 2015 contre 83 % en 2014. Malgré l'aménagement d'une nouvelle passe à poisson en 2004, il est probable que le barrage limite la migration des aloses vers l'amont et oblige une partie de l'effectif à se replier et à se reproduire sur la frayère aval. Néanmoins, cette hypothèse reste difficile à vérifier, nécessitant une étude sur le comportement des géniteurs au pied de l'ouvrage. Un



suivi télémétrique permettrait de déterminer si les aloses restent bloquées en aval, si elles sont retardées dans leur migration ou encore si celles-ci choisissent simplement de rester en aval sans tenter de franchir le barrage.

3.1.2.2 Sur la Loire et l'Allier

Les stations de comptage ainsi que le suivi de reproduction soulignent depuis plusieurs années une diminution notable des populations sur le bassin Loire amont et Allier (Bach et al., 2013 et 2014). L'étude menée en 2015 sur ces secteurs vise à effectuer une veille écologique des frayères références identifiées en 2010 et 2011 (Bach et al., 2010 et 2011). Il s'agit donc de déterminer si les aloses exploitent toujours les secteurs présents à l'aval des stations et de mettre en relation ces informations avec les données de comptage.

Frayères suivies

Le programme de suivi de la reproduction de l'aloise en 2015 comprend l'étude de certaines frayères, situées sur trois secteurs différents, à savoir : l'aval de Decize sur la Loire amont, l'aval de Vichy et l'aval de Moulins sur l'Allier (Figure 141).

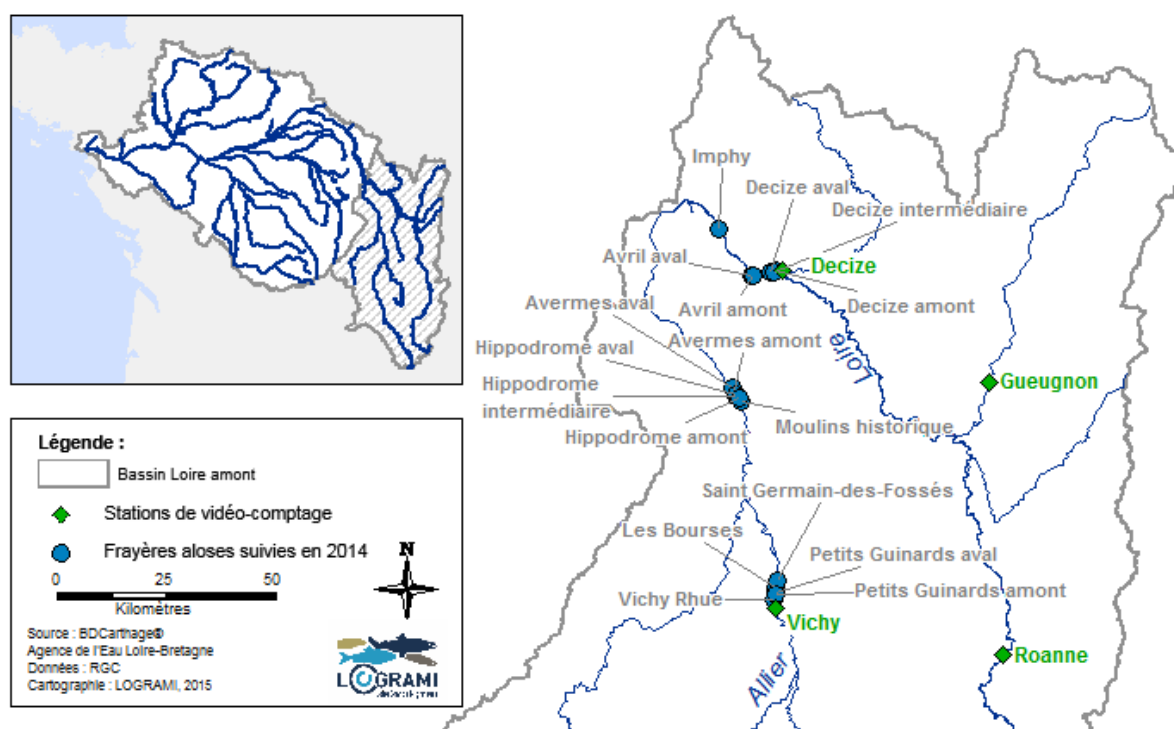
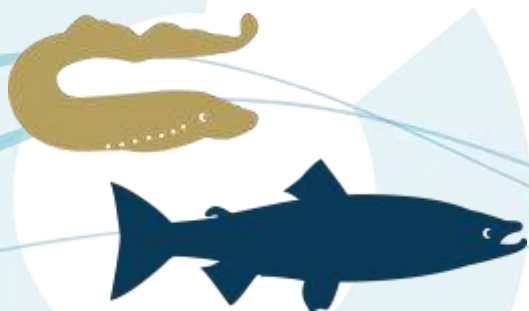


Figure 141 : Carte de localisation des frayères références d'aloises sur le bassin de la Loire amont et de l'Allier

Les frayères suivies en 2015 ont été sélectionnées en fonction de leurs fortes activités enregistrées lors des premières années de suivis (2010 à 2013) :

- Sur la Loire en aval du barrage de Decize, trois frayères ont été suivies : Decize amont, Decize aval, et Avril sur Loire.
- Sur l'Allier à l'aval du barrage de Vichy, deux frayères ont été suivies : Vichy Rhue et les Petits Guinards amont.



- Sur l'Allier à l'aval du pont de Régemortes à Moulins, deux frayères ont été suivies : Moulins historique et Hippodrome amont

Résultats des suivis

Aval du barrage de Decize

Sur l'ensemble de la période de reproduction de l'aloise en 2015, deux nuits d'observations ont été réalisées sur les frayères références à l'aval du barrage de Decize le 11 mai et le 4 Juin (Figure 142).

La frayère d'Avril sur Loire a été suivie deux nuits :

- Une première nuit a été réalisée le 11 mai avec une durée d'observation de 2h30 (22h à 00h30). 274 bulls ont été entendus (soit environ 27 bulls par quart d'heure). La température de l'eau relevée est de 18,4°C. Cette activité a pu être stimulée par une température supérieure au seuil du déclenchement de la reproduction (16°C) et une crue de moyenne intensité (pic journalier de 678 m³/s le 4 mai) ayant pu stimuler la migration des individus jusqu'aux zones de reproduction.
- Une seconde nuit d'observation a été réalisée le 4 juin avec une durée d'observation de 45 minutes (23h à 23h45). Aucun bull n'a été détecté alors que la température de l'eau avoisinait les 25°C. Cette observation atteste ainsi la fin de la reproduction sur cette frayère référence.

La frayère de Decize aval a fait l'objet d'une prospection nocturne la nuit du 11 mai d'une durée de 1h30 (1h à 2h30). Deux bulls ont été observés pour une température de l'eau avoisinant les 19°C. Cette observation atteste de la reproduction de quelques géniteurs à moins de 3 kilomètres du barrage de Decize.

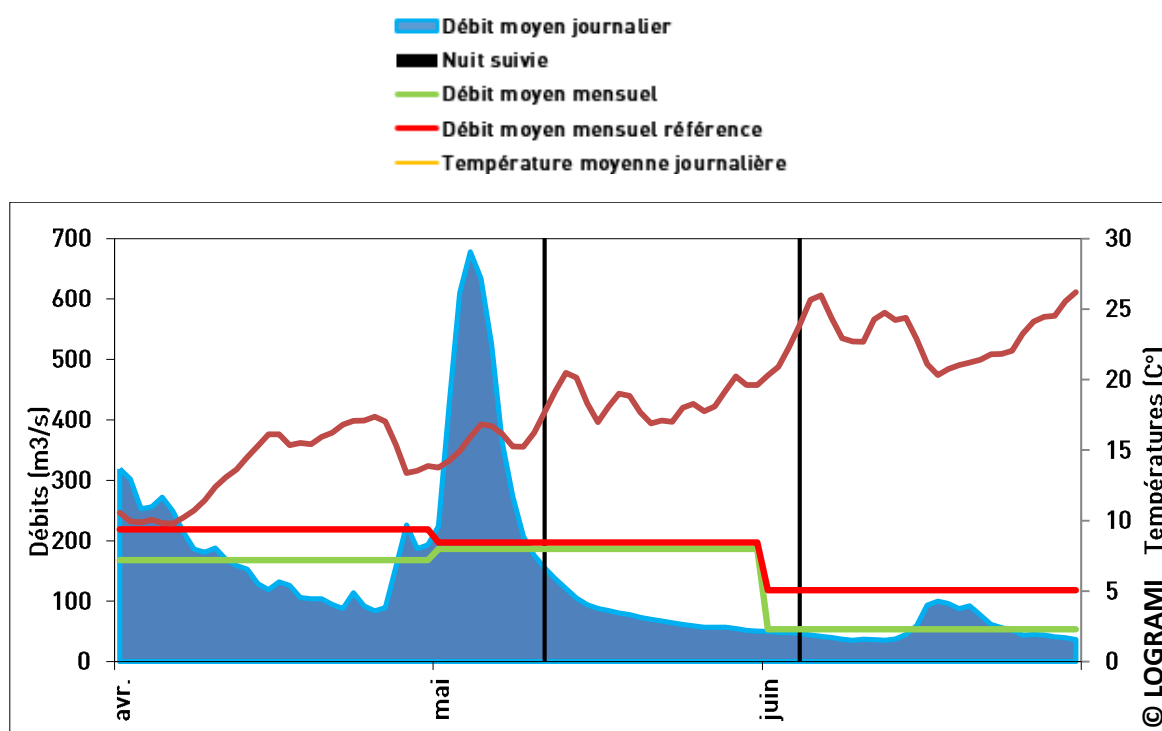


Figure 142 : Température de la Loire à Decize et débit de la Loire à Nevers pendant le suivi de la reproduction de l'alse sur le secteur aval Decize en 2015

La frayère de Decize amont a fait l'objet d'un suivi la nuit du 4 juin pendant une durée de 30 minutes (00h30 à 1h). 4 bulls ont été comptabilisés sur cette frayère pour une température de l'eau proche de 25°C. Ces faibles observations mettent en avant une faible fréquentation de cette frayère très certainement limitée par des débits extrêmement bas modifiant le profil de la zone de reproduction (vitesse de courant trop faible pour stimuler l'activité de reproduction). En effet, les débits moyens mensuels du mois de juin enregistrés à la station de Nevers sont environ deux fois moins importants que les valeurs mensuelles de référence calculées sur plus de 61 ans.

Aval du barrage de Vichy

Sur l'ensemble de la période de reproduction de l'alse en 2015, deux nuits d'observation ont été réalisées sur les frayères de Vichy Rhue et des Petits Guinards amont à l'aval du barrage de Vichy (Figure 143).

Une première nuit a été réalisée le 5 mai avec une durée d'observation de 1h30 (23h à 00h30) sur la frayère de Vichy Rhue et de 45 min (00h45 à 1h30) sur la frayère des Petits Guinards amont. Aucun bull n'a été observé. La température de l'eau relevée lors de cette nuit était de 16°C.

Une deuxième nuit de suivi a été réalisée le 11 mai. La température de l'eau lors de cette prospection était d'environ 18°C. La frayère des Petits Guinards amont a été suivie pendant 1h15 (22h45 à 00h00). 2 bulls ont été observés. La frayère de Vichy Rhue a été suivie pendant 45 minutes (00h15 à 1h). Un bull a été observé. Cette faible activité sur ces deux frayères met en évidence la reproduction de quelques géniteurs à l'aval du barrage de Vichy malgré des débits très bas rencontrés pendant le mois de mai (Débit mensuel 2,3 fois inférieur aux débits de référence). Cette observation est rassurante car les suivis exhaustifs réalisés pendant toute la période de reproduction de l'alse sur ces frayères références les deux années passées n'avaient relevé aucune activité.

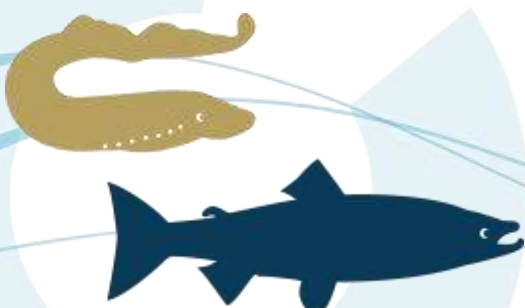
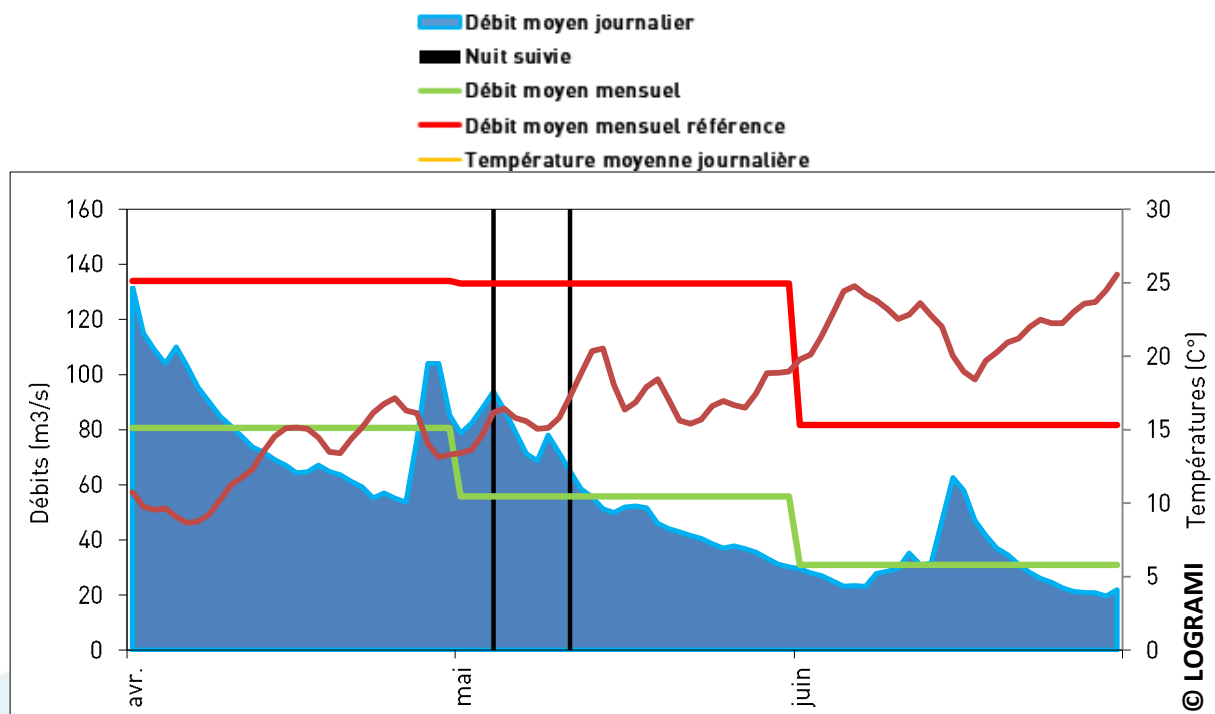


Figure 143 : Température de l'Allier à Vichy et débit de la L'Allier à St Yorre pendant le suivi de la reproduction de l'aloise sur le secteur aval Vichy en 2015

Aval du pont de Régemortes de Moulins

Sur l'ensemble de la période de reproduction de l'aloise en 2015, une nuit d'observation du 12 mai au 13 mai a été réalisée sur deux frayères références situées à l'aval du pont de Régemortes de Moulins (Figure 144). La température de l'eau lors de cette prospection était d'environ 20°C.

La frayère historique de Régemortes a fait l'objet d'un suivi d'1h30 (22h30 à 00h00). Environ 200 bulls ont été comptabilisés sur les 500 m que représente le plat courant de cette frayère (soit environ 30 bulls part quart d'heure). Trois points d'écoute ont été réalisés pour couvrir l'ensemble de la frayère.

La frayère Hippodrome aval a été suivie pendant 2h (00h30 à 2h30). Environ 80 bulls ont été totalisés (soit 8 bulls par quart d'heure).

Cette forte reproduction sur ces frayères est très certainement liée aux faibles débits rencontrés sur l'Allier durant cette période limitant le franchissement de la passe à poissons du pont de Régemortes (débit mensuel bien en dessous des valeurs références pour la période avril-mai). En effet, le dispositif s'avère difficilement franchissable en raison de la création d'une chute aval trop importante (supérieure à 60cm) que les aloses ne peuvent franchir. Elles se retrouvent donc contraintes de se reproduire massivement en aval de cet ouvrage.

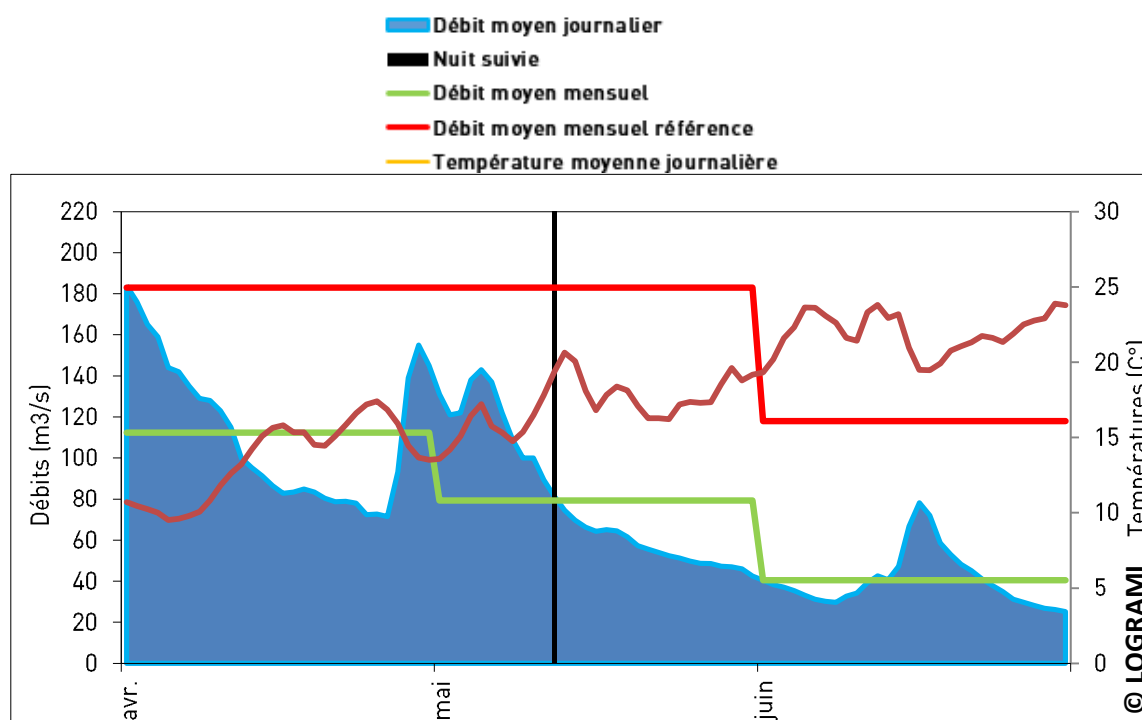


Figure 144 : Température de l'Allier à Moulins et débit de l'Allier à Moulins pendant le suivi de la reproduction de l'aloise sur le secteur aval Pont de Régemortes en 2015



Prospections des autres secteurs

Sur la Loire, la frayère amont pont SNCF de Nevers a été prospectée de manière complémentaire la nuit du 4 juin entre 1h40 et 2h15 mais aucune activité n'a été détectée.

Discussion

Ces suivis ont été allégés comparativement aux années précédentes afin de garantir une faible mobilisation humaine concentrée uniquement dans des conditions de reproduction favorables. Malgré un suivi non-exhaustif, de nombreux bulls ont été décelés ponctuellement sur l'ensemble des secteurs suivis. Les aloses semblent s'être reproduites de manière significative sur les frayères d'Avril sur Loire (secteur : aval Decize), Moulins historique et Hippodrome aval (secteur aval Moulins) (Tableau 27).

Tableau 27 : Bilan du nombre de bulls observés sur les différents secteurs suivis et géniteurs aux stations de comptage

Secteur	Nb de bulls entendus	Estimation du Nb de géniteurs	Comptage à la station
Loire Aval Decize	280 (2 nuits)	95	624
Allier Aval Moulins	280 (1 nuit)	95	
Allier Aval Vichy	3 (2 nuits)	2	67

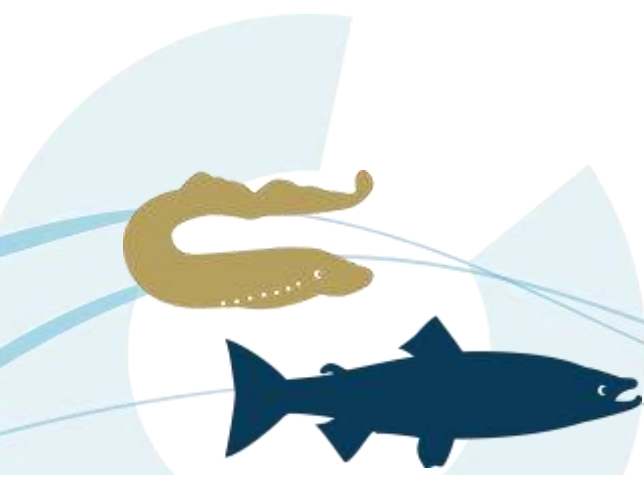
Pour le bassin de l'Allier, d'après les résultats, la reproduction s'est avérée beaucoup plus importante en aval de Moulins qu'en aval de Vichy. Rencontrant des conditions températures favorables et probablement concentrées par un effet de blocage au niveau du seuil du pont de Régemortes induit par les faibles débits, les aloses se seraient reproduites plus en aval de Moulins sur l'Allier. En effet, la passe à poissons de Moulins, située à environ 60 km en aval de Vichy, présentait en 2015, (comme lors de l'année 2011, Bach et al., 2011) une 1^{ère} marche à l'aval assez importante, de l'ordre de 80 cm-1m, qui paraissait difficilement franchissable pour les aloses.

Pour la Loire amont, la forte reproduction observée sur la frayère d'Avril sur Loire lors de ces quelques nuits donne une information sur une fréquentation de ce site qui était pour autant quasi inactif l'année précédente (Tableau 28). En outre, depuis le début du suivi de la reproduction de la frayère d'Avril sur Loire en 2012, 2015 est l'année pour laquelle le nombre de géniteurs enregistrés à la station de Decize est le plus important. Il est alors possible de penser que la frayère d'avril a pu accueillir une reproduction conséquente de géniteurs en 2015.

Tableau 28 : Estimation du nombre de géniteurs observés sur la frayère d'Avril sur Loire depuis 2012

Année	Nb de jours suivis	Nb de bulls comptabilisés	Estimation du Nb de géniteurs	Comptage à la station de Decize
2012 *	45	2576	883	6
2013 *	86	2969	984	74
2014 *	62	12	2	162
2015	2	274		624

*Suivi exhaustif de l'activité de reproduction des aloses sur la frayère



3.1.3. Relation géniteurs en migrations - frayères pour le saumon

Il s'agit de conforter la connaissance afin de déterminer le plus précisément possible les différentes étapes du cycle de vie et les probabilités de survie à chaque étape. Parmi toutes les étapes, la reproduction est une partie clef de la vie des poissons. Le programme d'actions proposé vise à acquérir des connaissances sur la dynamique des espèces, notamment en travaillant sur la relation entre le nombre de géniteurs et les comptages de nids de saumons sur l'Allier. Sur le bassin Creuse – Gartempe, cette relation ne peut pas être établie, le suivi de la reproduction n'étant pas exhaustif et le nombre de saumons atteignant les frayères trop faible (Cf. § 2.3.3).

3.1.3.1 Relation entre les effectifs de géniteurs potentiels comptabilisés à Vichy et le nombre de frayères comptabilisées sur l'Allier et ses affluents en amont de Vichy

La relation entre le nombre de géniteurs potentiels comptabilisés à Vichy et le nombre de nids comptés en amont de Vichy permet d'appréhender la mortalité estivale des géniteurs. Elle n'indique pas précisément la valeur du taux de mortalité mais les comparaisons interannuelles permettent de déterminer le caractère favorable ou non d'une année en termes de survie estivale par rapport aux autres.

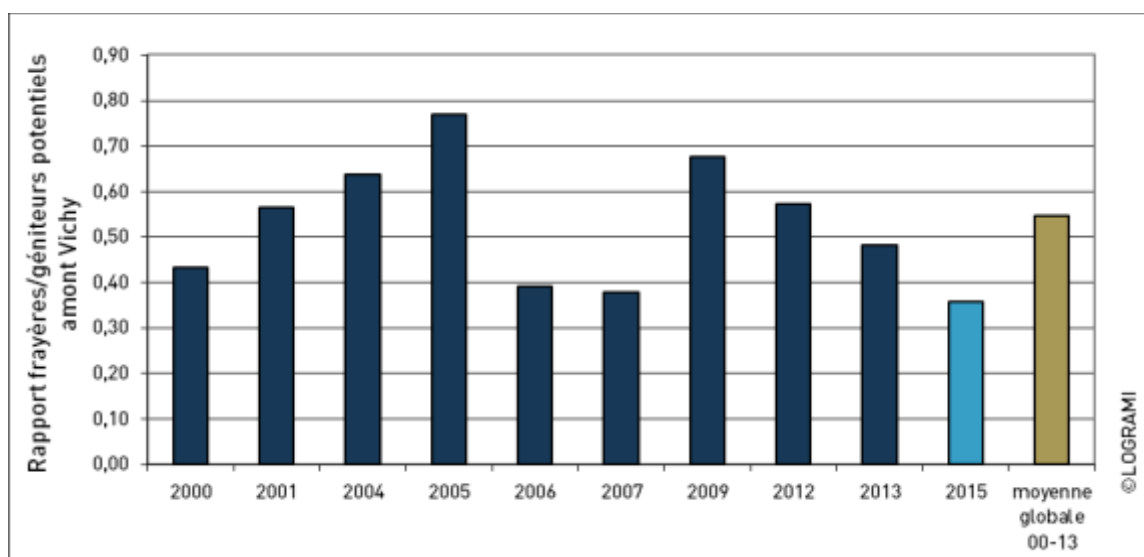


Figure 145 : Evolution du rapport « frayères/géniteurs potentiels » en amont de Vichy depuis 2000 avec : frayères=frayères Alagnon+frayères Allier sauf 2000 où juste Allier et 2013 où juste Allier+Béal et géniteurs potentiels = comptage Vichy avec captures pour pisciculture CNSS déduites

Avec une valeur de 0,36 contre 0,55 ($\pm 0,13$) en moyenne depuis 2000 (9 années suivies avant 2015), le ratio « frayères/géniteurs potentiels en amont de Vichy » de 2015 est le plus bas depuis 2000 (Figure 145). Il révèle une mortalité la plus importante **jamaïs observée depuis 2000**. Les fortes chaleurs de l'été ont probablement été fatales pour de nombreux géniteurs, tout comme cela avait pu être observé



en 2006. **L'absence de frayère sur la Dore ainsi que le très faible nombre et la localisation très apicale des frayères comptabilisées sur l'axe Sioule (colonisable) sont des résultats qui confirment cette importante mortalité des géniteurs de saumon atlantique sur le bassin de l'Allier durant l'été 2015.** Pour rappel, lors des opérations de radiopistage menées en 2006 et 2009, les taux de mortalité observés sur les échantillons suivis étaient respectivement de 90% pour un échantillon de fin de cohorte migrante (Bach et al, 2008) et 41% pour un échantillon plus représentatif de la population migrante à Vichy (Bach et al, 2011). Nous pouvons donc considérer que la mortalité estivale des saumons de l'Allier en 2015 est supérieure à 40%.

Ce résultat est d'autant plus désolant que les effectifs de géniteurs potentiels à Vichy étaient importants en 2015 et constituaient le 2^e meilleur contingent de retour depuis 1997 (comme en 2006), ce qui promettait une reproduction intéressante. **Il révèle malheureusement que les géniteurs comptabilisés à Vichy ne peuvent pas être considérés comme des géniteurs effectifs mais bel et bien comme des géniteurs potentiels.**

3.1.3.2 Relation entre les effectifs de géniteurs potentiels comptabilisés à Poutès et le nombre de frayères comptabilisées en amont de Poutès

Partant du postulat que les conditions de survie sont favorables en amont de Poutès, nous considérons que les géniteurs franchissant le barrage de Poutès sont des géniteurs effectifs (aucune mortalité). La relation entre le nombre de géniteurs comptabilisés à Poutès et le nombre de nids comptés en amont de ce barrage permet d'appréhender l'activité de reproduction et dans une moindre mesure la qualité du suivi.

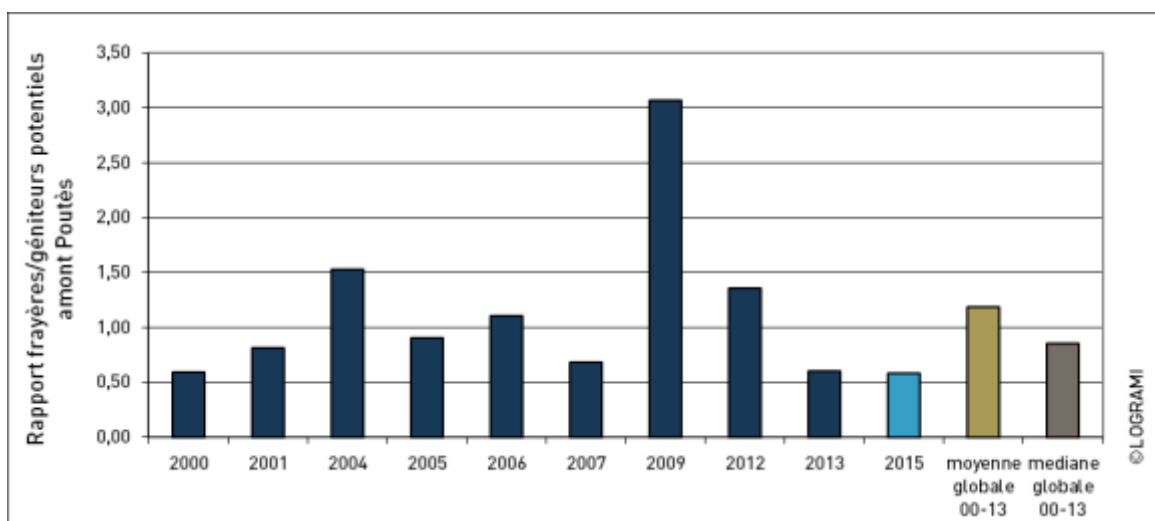
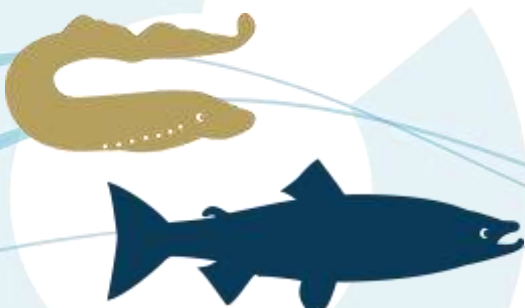


Figure 146 : Evolution du rapport « frayères/géniteurs potentiels » en amont de Poutès depuis 2000

Avec une valeur de 0,59 contre 1,18 ($\pm 0,78$) en moyenne depuis 2000 (9 années suivies avant 2015), le ratio « frayères/géniteurs potentiels en amont de Poutès » de 2015 est le plus bas depuis 2000 (Figure 146). Ce ratio bien que faible par rapport à ceux obtenus précédemment ne paraît toutefois pas aberrant. Il met surtout en évidence la réalisation de surcomptage lors des opérations menées en 2004, 2009 et 2012. Pour rappel, les raisons de ces surcomptages, déjà mentionnées dans de précédents rapports,



sont : condition de vols et de visibilité dans ce secteur de gorges, présence de grosses truites, effet « agent ».

Lorsque nous retirons ces 3 années de surcomptage, la relation « frayères-géniteurs Poutès » paraît plus précise (Figure 147). La principale source de variabilité est probablement le sex-ratio avec une augmentation du nombre de frayères avec le nombre de femelles. En 2015, le sex-ratio serait donc plus équilibré qu'en 2005, 2006 et 2001 où le nombre de femelles devait être plus important.

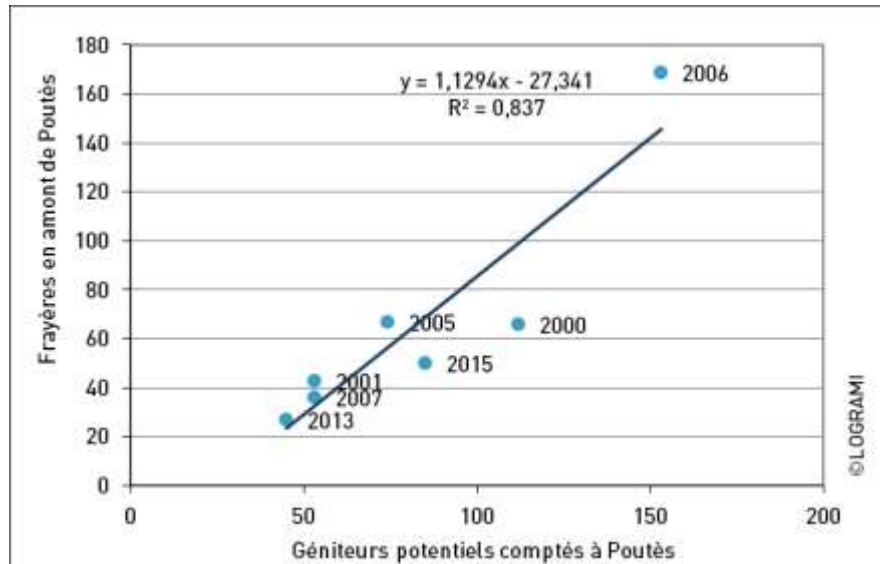


Figure 147 : Relation frayères-géniteurs potentiels en amont de Poutès depuis 2000 (années 2004, 2009 et 2012 retirées pour surcomptage)

3.1.4. Hypothèses de survie estivale des saumons

La température de l'eau est enregistrée toutes les heures à différents endroits du bassin grâce au réseau d'enregistreurs thermiques LOGRAMI (Hobo® Pendant UA-001).





Figure 148 : Localisation des enregistreurs thermiques sur le bassin de la Loire

Ce réseau permet d'obtenir des séries chronologiques permettant de qualifier l'année de migration. Ce réseau procure une base d'informations susceptible d'apporter des paramètres explicatifs de processus biologiques. En effet, la température influence de nombreux mécanismes biotiques chez le saumon atlantique tels que la migration (THIOULOUSE, 1972 ; WESTERBERG, 1984 ; TELLIER, 1987 ; FONTENELLE, 1975), la reproduction (BEAL et MARTY, 1983 ; HEGGBERGET, 1988 ; JONES, 1959) et la survie estivale (COHENDET ? 1993 ; CRISP, 1993 ; MILLS, 1991).

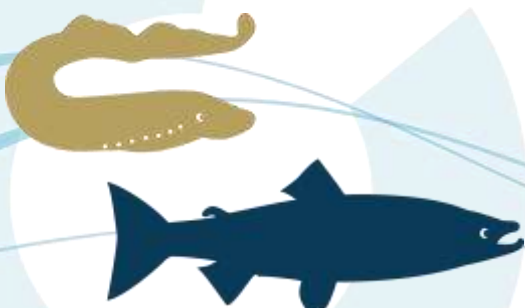
L'été 2015 chaud, le nombre de frayères anormalement faible et les cas de mortalités estivales observés à de nombreuses reprises motivent une étude ciblée sur la survie estivale des saumons.

Comparaison spatiale des seuils de données de température

La comparaison des températures des mois de juin à août 2015 sur l'ensemble des stations du bassin permet de mieux aborder la survie estivale des saumons. Il s'agit ici de montrer des différences significatives de températures sur la période considérée entre les stations et de mettre en avant des secteurs potentiellement critiques à la survie des différents stades.

Les données ne suivent pas la loi normale. Une première étape consiste à mettre en évidence des différences significatives de moyennes de températures estivales entre les stations. Celle-ci est faite par un test de Kruskal wallis, ainsi qu'un test post hoc de comparaison multiple par paire (tests de Student, p-values ajustées par la méthode de Bonferroni). Pour ces deux tests, si la p-value calculée est inférieure à 0,05, l'hypothèse selon laquelle il existe des différences significatives entre les moyennes est retenue.

Une visualisation des températures estivales des différentes stations est permise par un graphique regroupant les box plot agrémenté des moyennes des différentes stations sur la période étudiée.



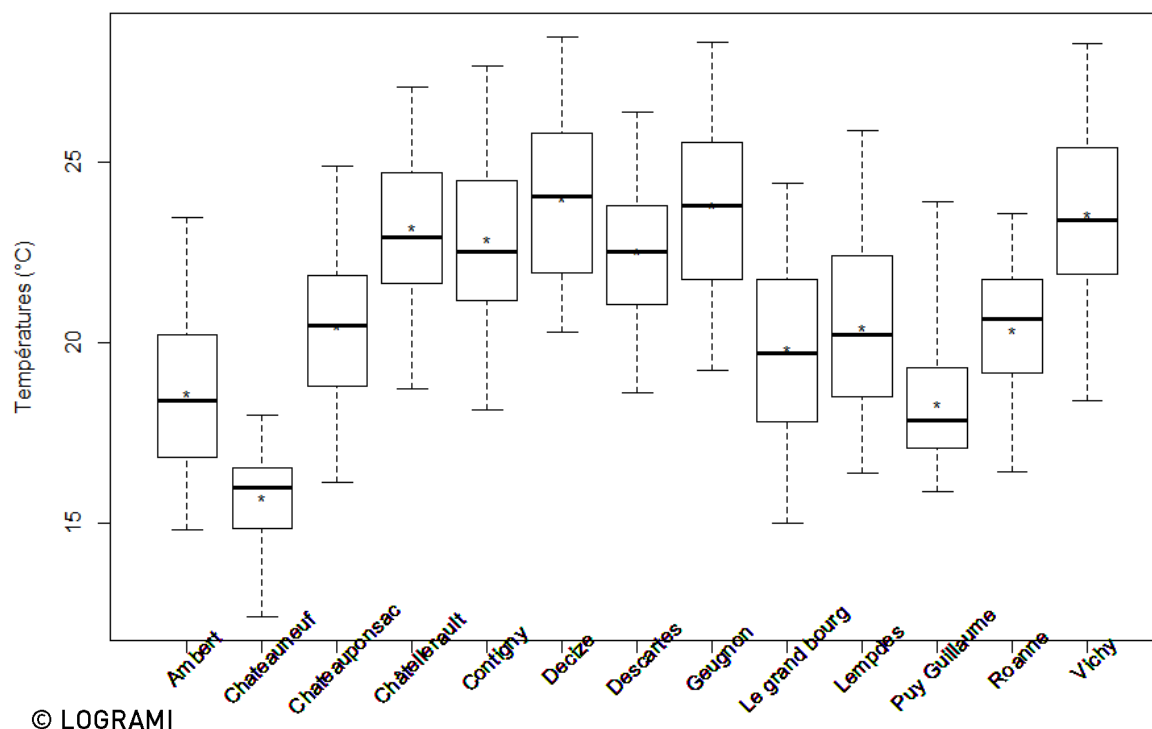


Figure 149 : box-plot des températures de chaque station sur les mois de juin, juillet et août (Kruskal-Wallis p-value < 2,2e-16, $\alpha=0.05$; les moyennes sont représentées par « * »)

Les seuils létaux du saumon au cours de ses différents stades de développement sont utilisés pour les analyses ultérieures. Ces seuils sont tirés de la synthèse effectuée par LOGRAMI (GONFLOT et al, 2011) et correspondent aux seuils létaux pour les tacons et smolts (25 °C) et les géniteurs (27,5 °C) (COHENDET, 1993 ; CRISP, 1993 ; MILLS, 1991).

La deuxième étape consiste à caractériser les stations au regard de ces seuils létaux. Deux histogrammes présentent les nombres de jours et d'heures où les températures journalières et horaires ont été supérieures à 25 et 27,5 °C.

La distribution non gaussienne des températures d'au moins une station (test de Shapiro-wilk) implique l'utilisation d'une analyse comparative non paramétrique de type Kruskal-wallis. La figure montre que pour l'ensemble des stations de températures, il existe au moins une différence significative entre les températures moyennes des mois de juin, juillet et août.

Un test post hoc de comparaison multiple par paire (tests de Student) et un ajustement de la p-value suivant la méthode de Bonferroni permet de savoir quels sites ont des moyennes significativement différentes. Ces dernières sont représentées en bleu (Tableau 29 et Tableau 30).

Tableau 29: Résultats du test post hoc de comparaison des températures moyennes des stations étudiées (Sources LOGRAMI)

Stations	Ambert	Châteauneuf les Bains	Châteauponsac	Châtelleraut	Contigny	Decize
----------	--------	--------------------------	---------------	--------------	----------	--------

Châteauneuf les bains	<2e-16					
Châteauponsac	2,0e-07	<2e-16				
Châtellerauld	<2e-16	<2e-16	3,3e-16			
Contigny	<2e-16	<2e-16	1,5e-12	1,00		
Decize	<2e-16	<2e-16	<2e-16	0,72	0,02	
Descartes	<2e-16	<2e-16	2,6e-09	1,00	1,00	2e-04
Gueugnon	<2e-16	<2e-16	<2e-16	1,00	0,17	1,00
Le Grand Bourg	3,8e-03	<2e-16	1,00	<2e-16	<2e-16	<2e-16
Lempdes	1,9e-07	<2e-16	1,00	<2e-16	9,0e-13	<2e-16
Puy Guillaume	1,00	1,9e-14	6,0e-10	<2e-16	<2e-16	<2e-16
Roanne	9,7e-07	<2e-16	1,00	<2e-16	2,0e-13	<2e-16
Vichy	<2e-16	<2e-16	<2e-16	1,00	1,00	1,00

Tableau 30 : Résultats du test post hoc de comparaison des températures moyennes des stations étudiées (Sources LOGRAMI)

Stations	Descartes	Gueugnon	Le Grand Bourg	Lempdes	Puy Guillaume	Roanne
Châteauneuf les bains						
Châteauponsac						
Châtellerauld						
Contigny						
Decize						
Descartes						
Gueugnon	3,0e-3					
Le Grand Bourg	1,6e-15	<2e-16				
Lempdes	1,7e-09	<2e-16	1,00			
Puy Guillaume	<2e-16	<2e-16	5,4e-05	9,2e-10		
Roanne	4,4e-10	<2e-16	1,00	1,00	3,5e-09	
Vichy	7,8e-2	1,00	<2e-16	<2e-16	<2e-16	<2e-16

Ainsi, durant les mois de juin à août 2015, la Sioule à Châteauneuf les bains est significativement plus fraîche que toutes les autres stations du bassin. Les caractéristiques thermiques estivales de cette station laissent entendre que la Sioule amont est propice à la survie des saumons.

Les températures estivales de la Dore à Ambert comme à Puy Guillaume ne sont pas significativement différentes. En revanche, elles sont significativement inférieures à toutes les autres stations du bassin de la Loire excepté la Sioule en amont de Châteauneuf les bains. Les températures de la Dore ne semblent pas être défavorables à la survie estivale.

Ensuite, les températures moyennes estivales de l'Alagnon à Lempdes, la Loire à Roanne et la Gartempe à Châteauponsac et au Grand Bourg ne diffèrent pas entre elles. En revanche leurs températures sont inférieures aux autres stations excepté la Sioule à Châteauneuf les bains et la Dore. La Loire à Roanne, l'Alagnon à Lempdes et la Gartempe à Châteauponsac et au Grand Bourg, semblent aussi propices à la survie estivale.

Enfin, les températures estivales de l'Allier à Vichy, l'Arroux à Gueugnon, la Loire à Decize, la Vienne à Châtellerauld et la Sioule aval à Contigny ne diffèrent pas entre elles. La Creuse à Descartes, tout comme ces stations, présente une température moyenne estivale significativement plus élevée que celles des sites décrits dans les paragraphes précédents. La présence pour toutes ces stations, excepté sur la Vienne et la Creuse, d'extrêmes supérieurs au seuil léthal des géniteurs saumons (27,5 °C) (Mills, 1991) laisse penser que ces zones peuvent être défavorables à la survie estivale des saumons.

Le graphique ci-après représente pour chaque station et en 2015, les nombres de jour durant les mois de juin à août où la température moyenne journalière est supérieure à 25 et 27,5 °C (Figure 150). Cette



analyse est complétée par une autre, étudiant les températures horaires, qui est plus discriminante (Figure 151).

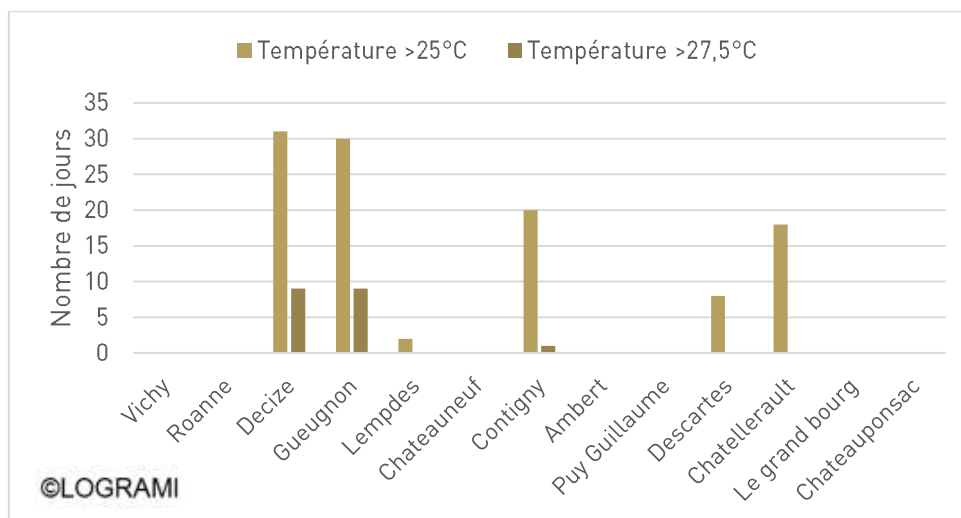


Figure 150 : Nombres de jours supérieurs à 25 et 27,5°C pour les différentes stations de mesure durant l'été 2015

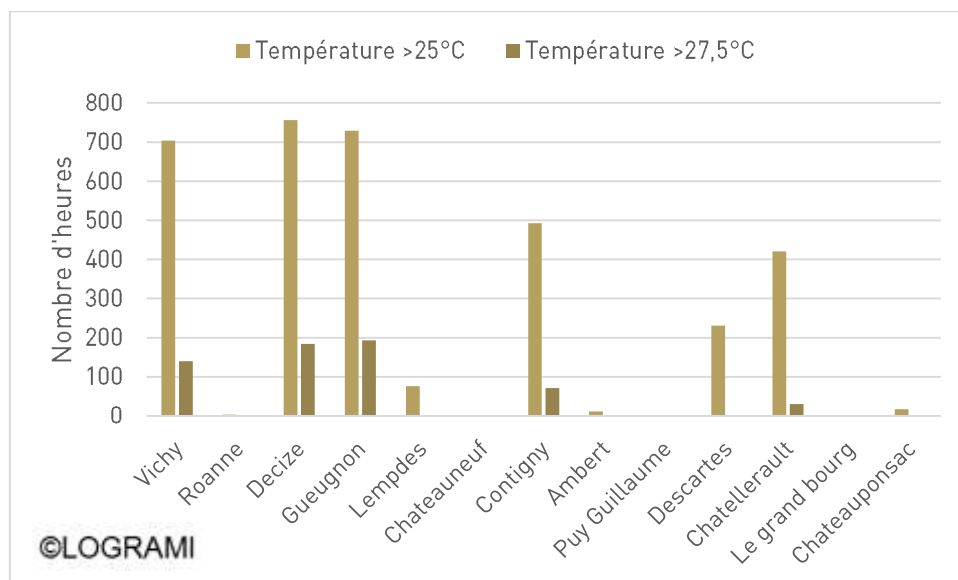


Figure 151 : Nombres d'heures supérieures à 25 et 27,5°C pour les différentes stations de mesure durant l'été 2015

En 2015, l'Allier à Vichy, La Loire à Decize et l'Arroux à Gueugnon présentent des températures estivales défavorables à la survie des saumons. En effet, ces trois stations présentent entre 25 et 32 jours à plus de 25 °C dont 5 à 10 jours à plus de 27,5 °C. Ces résultats sont confirmés par l'analyse horaire qui permet de conclure que des températures supérieures à 27,5 °C sont régulièrement enregistrées en pleine journée durant les mois de juin à août.

La Sioule aval à Contigny est très différente de la Sioule amont à Châteauneuf les bains. Alors que la station de Châteauneuf les bains est, au regard des températures estivales de 2015, propice à la survie des différents stades, la station de Contigny semble défavorable. En effet les mois de



juin à août cumulent 20 jours supérieurs à 25 °C dont un supérieur à 27,5 °C. La station de Contigny enregistre, sur cette même période, 71h où la température est supérieure à 27,5 °C ce que précise l'analyse journalière : la Sioule aval enregistre régulièrement des températures supérieures à 27,5 °C en pleine journée.

La Vienne à Châtellerauld semble défavorable à la survie des différents stades du saumon atlantique durant l'été 2015. Le dispositif de mesure enregistre 18 jours et 421 heures où la température est comprise entre 25 et 27,5 °C. Elle enregistre également 30 valeurs horaires où la température est supérieure à 27,5 °C.

En 2015, l'Alagnon à Lempdes et la Creuse à Descartes sont favorables à la survie estivale des géniteurs. En revanche, il semble qu'elles soient moins favorables aux stades tacon et smolt. Elles enregistrent régulièrement des températures supérieures à 25 °C mais inférieures à 27,5°C.

La Loire à Roanne, la Dore à Ambert et Puy Guillaume et la Gartempe au Grand Bourg et Châteauponsac ont des températures favorables à la survie des différents stades du saumon atlantique pendant l'été 2015.

Comparaison inter annuelle des seuils de données de température

Une vision globale des températures des étés des dernières années permet de cibler des différences inter annuelles et émettre des hypothèses quant aux différences de survies estivales au regard des années antérieures. Cette étude permet également de confirmer la typicité de l'été 2015.

De manière à simplifier cette approche générale, une matrice de corrélation des températures journalières des stations du bassin est effectuée sur la période de juin à août. Une corrélation positive avérée entre plusieurs stations signifie que même si les températures estivales sont différentes entre ces sites, elles évoluent de manière similaire au cours des mois de juin, juillet et août. L'étude des différences de températures inter annuelles de l'une de ces stations permet alors de qualifier les températures annuelles des stations corrélées. La matrice de corrélation reprend pour chaque couple station-station, le coefficient de Pearson (R^2), calculé à partir de la régression linéaire des températures de ces deux stations. Chaque régression est établie sur les maxima de données disponibles. Le nombre d'observations est donc variable suivant le couple station-station mais un minimum de 368 mesures journalières est utilisé (soient les étés de 2012 à 2015). Ces minimas sont utilisés pour les couples faisant intervenir la station de Roanne. Le fait d'augmenter le nombre d'observations pour des couples fixés permet ici d'affiner la précision de cette corrélation.

Le ou les groupes de stations corrélées sont étudiés au travers d'une seule station de chaque ensemble. Le choix d'une station « de référence » est fait suivant sa forte corrélation avec les autres stations du groupe ($0,80 < R^2$), la richesse de cette station (nombre d'années étudiées, données complètes...), son caractère emblématique, et son amplitude thermique annuelle. Il est en effet probable qu'une station qui enregistre de fortes amplitudes de mesures durant l'année soit aussi un bon indicateur d'une variabilité inter annuelle.

Pour ces stations « de références », un graphique, représentant les box plot des températures estivales auxquels ont été ajoutées les moyennes de températures sur la période de juin à août, est effectué. Celui-ci est complété par un test de Kruskal Wallis pour démontrer s'il existe une ou plusieurs différences entre les moyennes estivales. Le cas échéant ($p\text{-value} < 0,05$), un test post hoc permet d'étudier précisément quelles moyennes sont différentes deux à deux (test de Student multiple, $p\text{-values}$ ajustées par la méthode de Bonferroni).



La matrice de corrélation des températures journalières des stations du bassin sur la période de juin à août est présentée ci-après (Tableau 31 et Tableau 32). Sont représentés en bleu les coefficients de Pearson montrant une corrélation positive robuste ($R^2 \geq 0.80$).

Tableau 31 : Matrice de corrélation (R^2) des températures des mois de juin à août des différentes stations du bassin de la Loire (Sources LOGRAMI)

Stations	Ambert	Châteauneuf	Châteauponsac	Châtelleraut	Contigny	Decize
Châteauneuf	0,61					
Châteauponsac	0,87	0,62				
Châtelleraut	0,81	0,70	0,91			
Contigny	0,94	0,67	0,90	0,84		
Decize	0,87	0,68	0,82	0,82	0,86	
Descartes	0,80	0,67	0,92	0,95	0,86	0,80
Gueugnon	0,90	0,61	0,94	0,80	0,93	0,86
Le Grand Bourg	0,87	0,59	0,96	0,84	0,85	0,82
Lempdes	0,96	0,61	0,87	0,81	0,93	0,85
Puy Guillaume	0,67	0,46	0,60	0,57	0,70	0,72
Roanne	0,70	0,80	0,67	0,76	0,72	0,73
Vichy	0,95	0,60	0,87	0,80	0,96	0,86

Tableau 32 : Matrice de corrélation (R^2) des températures des mois de juin à août des différentes stations du bassin de la Loire (Sources LOGRAMI)

Stations	Descartes	Gueugnon	Le Grand Bourg	Lempdes	Puy Guillaume	Roanne
Châteauneuf						
Châteauponsac						
Châtelleraut						
Contigny						
Decize						
Descartes						
Gueugnon	0,87					
Le Grand Bourg	0,85	0,87				
Lempdes	0,80	0,89	0,87			
Puy Guillaume	0,62	0,68	0,56	0,61		
Roanne	0,73	0,66	0,66	0,68	0,48	
Vichy	0,86	0,90	0,85	0,96	0,67	0,68

Les stations de Châteauneuf les bains, Puy Guillaume et Roanne ne sont pas corrélées aux autres stations du bassin. Il existe cependant une relation entre Roanne et Châteauneuf les bains. Seule la station Puy Guillaume n'est corrélée à aucune des stations étudiées, c'est pourquoi ses températures sont étudiées spécialement (Figure 152 et Tableau 33). Les P-values significatives du test post hoc sont représentées en bleues (Tableau 33).



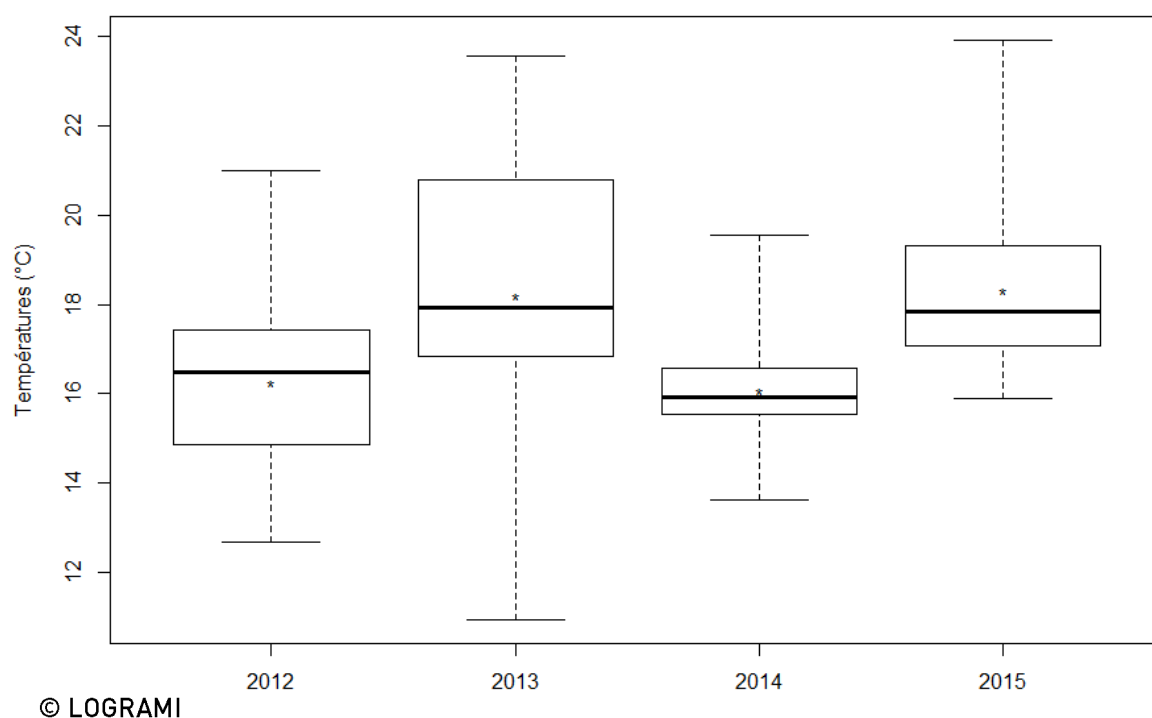


Figure 152 : Box plot des températures des mois de juin à août de la station de Puy Guillaume sur la période 2012-2015 (Kruskal-Wallis p-value < 2.2e-16)

Tableau 33 : Résultats (p-values) du test post hoc de comparaison multiple des moyennes estivales des années 2012 à 2015 pour la station de Puy Guillaume (Sources LOGRAMI)

	2012	2013	2014
2013	3,5e-10		
2014	1,00	1,1e-11	
2015	3,1e-11	1,00	8,8e-13

Les mois de juin, juillet et août 2015, sur la Dore à Puy Guillaume sont significativement plus chauds que ceux de 2012 et 2014. En revanche la température moyenne de l'été 2015 ne diffère pas de celle de l'année 2013.

Les températures des eaux de la Sioule à Châteauneuf les bains et de la Loire à Roanne sont corrélées entre elles ($R^2=0,80$). Par conséquent, les températures de la station de Châteauneuf les bains permettent d'expliquer l'évolution des températures à Roanne (Figure 153 et Tableau 34). Les P-values significatives du test post hoc sont représentées en bleues (Tableau 34).

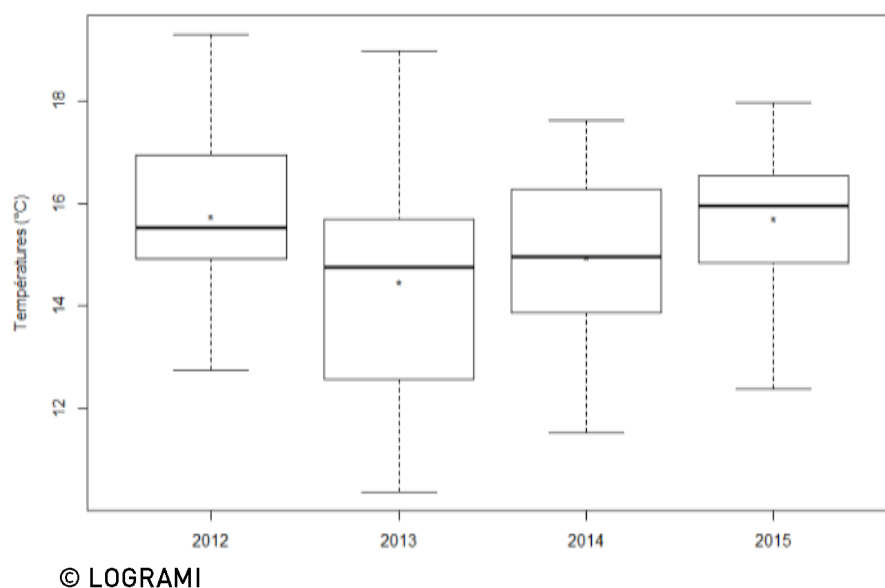


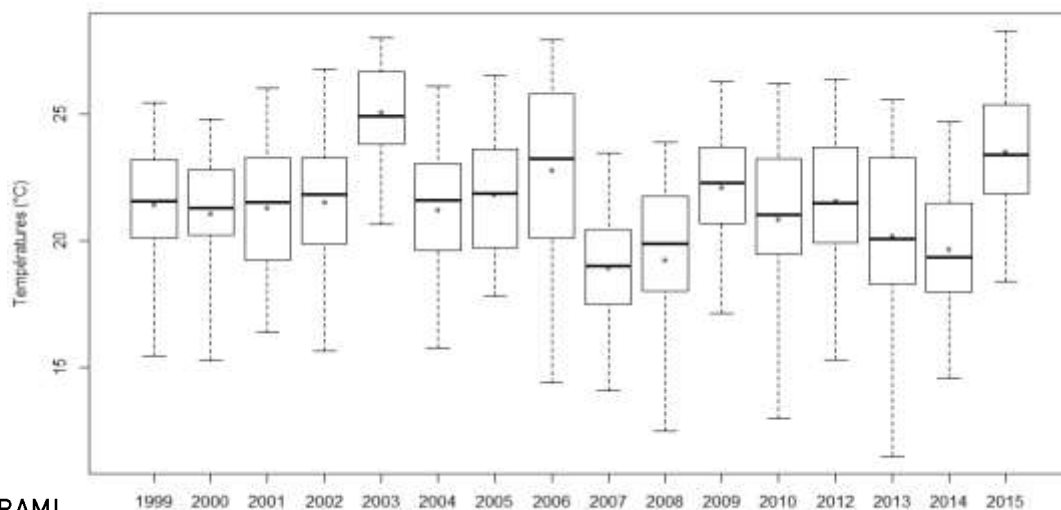
Figure 153 : Box plot des températures des mois de juin à août de la station de Châteauneuf les bains sur la période 2012-2015 (Kruskal-Wallis p-value = 2.277e-07)

Tableau 34 : Résultats (p-values) du test post hoc de comparaison multiple des moyennes estivales des années 2012 à 2015 pour la station de Châteauneuf les bains (Sources LOGRAMI)

	2012	2013	2014
2013	2,2e-06		
2014	8,7e-03	0,30	
2015	1,00	4,4e-06	0,01

Les mois de juin à août 2015 sur la Sioule à Châteauneuf les bains, sont significativement plus chauds que ceux des années 2013 et 2014. En revanche, Il n'y a pas de différence significative des moyennes de températures estivales pour le couple 2015-2012. La corrélation positive de la station de Roanne avec Châteauneuf les bains laisse penser que les mêmes conclusions peuvent être apportées pour cette station.

Comme il existe une très forte corrélation ($0,80 < R^2 < 0,96$) entre les températures estivales des autres stations de mesure, une seule station permet d'expliquer les différences de températures inter annuelles des autres corrélées. L'enregistreur thermique de Vichy sur l'Allier est retenu pour la suite de cette étude. L'enregistreur ayant été défaillant au mois de juin 2011, l'année 2011 n'est pas étudiée par souci de représentativité des résultats. Les p-values significatives du test post hoc sont représentées en bleues.



© LOGRAMI

Figure 154 : Box plot des températures des mois de juin à août de la station de Vichy sur la période 1999-2015, excepté 2011 (Kruskal-Wallis p -value $< 2 \cdot 10^{-16}$)

Tableau 35 : Résultats (p -values) du test post hoc de comparaison multiple des moyennes estivales des années 1999 à 2015 pour la station de Vichy (Sources LOGRAMI)

	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
2000	1,00							
2001	1,00	1,00						
2002	1,00	1,00	1,00					
2003	$< 2 \cdot 10^{-16}$	$< 2 \cdot 10^{-16}$	$< 2 \cdot 10^{-16}$	$< 2 \cdot 10^{-16}$				
2004	1,00	1,00	1,00	1,00	$< 2 \cdot 10^{-16}$			
2005	1,00	1,00	1,00	1,00	$7,5 \cdot 10^{-15}$	1,00		
2006	$3,8 \cdot 10^{-2}$	$6,9 \cdot 10^{-4}$	$9,7 \cdot 10^{-4}$	0,10	$4,0 \cdot 10^{-7}$	$5,6 \cdot 10^{-3}$	1,00	
2007	$1,0 \cdot 10^{-8}$	$3,1 \cdot 10^{-6}$	$8,9 \cdot 10^{-8}$	$1,8 \cdot 10^{-9}$	$< 2 \cdot 10^{-16}$	$2,0 \cdot 10^{-7}$	$5,0 \cdot 10^{-12}$	$< 2 \cdot 10^{-16}$
2008	$1,9 \cdot 10^{-6}$	$2,8 \cdot 10^{-4}$	$1,3 \cdot 10^{-5}$	$4,1 \cdot 10^{-7}$	$< 2 \cdot 10^{-16}$	$2,5 \cdot 10^{-5}$	$2,1 \cdot 10^{-9}$	$< 2 \cdot 10^{-16}$
2009	1,00	0,82	1,00	1,00	$1,5 \cdot 10^{-12}$	1,00	1,00	1,00
2010	1,00	1,00	1,00	1,00	$< 2 \cdot 10^{-16}$	1,00	1,00	$4,2 \cdot 10^{-5}$
2012	1,00	1,00	1,00	1,00	$< 2 \cdot 10^{-16}$	1,00	1,00	0,15
2013	0,15	1,00	0,47	$5,9 \cdot 10^{-2}$	$< 2 \cdot 10^{-16}$	0,70	$1,0 \cdot 10^{-2}$	$1,4 \cdot 10^{-9}$
2014	$5,0 \cdot 10^{-4}$	$2,9 \cdot 10^{-3}$	$2,4 \cdot 10^{-3}$	$1,4 \cdot 10^{-4}$	$< 2 \cdot 10^{-16}$	$4,2 \cdot 10^{-3}$	$1,6 \cdot 10^{-6}$	$4,8 \cdot 10^{-14}$
2015	$4,9 \cdot 10^{-6}$	$1,8 \cdot 10^{-8}$	$7,1 \cdot 10^{-7}$	$2,1 \cdot 10^{-5}$	$5,6 \cdot 10^{-3}$	$3,2 \cdot 10^{-7}$	$1,3 \cdot 10^{-3}$	1,00

Tableau 36 : Résultats (p -values) du test post hoc de comparaison multiple des moyennes estivales des années 1999 à 2015 pour la station de Vichy (Sources LOGRAMI)

	2007	2008	2009	2010	2012	2013	2014
2000							
2001							
2002							
2003							
2004							
2005							
2006							
2007							
2008	1,00						
2009	$2,7 \cdot 10^{-14}$	$1,9 \cdot 10^{-11}$					
2010	$6,5 \cdot 10^{-5}$	$3,7 \cdot 10^{-3}$	0,13				

2012	8,3 ^e -10	2,0 ^e -07	1,00	1,00			
2013	0,12	1,00	7,7 ^e -05	1,00	3,8 ^e -02		
2014	1,00	1,00	2,7 ^e -08	0,22	7,7 ^e -05	1,00	
2015	< 2e-16	< 2e-16	0,22	4,1 ^e -10	3,8 ^e -05	7,1 ^e -16	< 2e-16

Les moyennes de températures de l'été 2015 à Vichy sont significativement différentes des autres années exceptées les années 2006 et 2009 (Figure 154, Tableau 35 et Tableau 36). Ces années à part, les températures de l'Allier à Vichy sont plus chaudes en 2015 que durant les années précédentes. L'été 2003 fait exception puisqu'il a été significativement plus chaud que celui de 2015.

La corrélation positive des températures estivales de Vichy avec les autres stations du bassin (excepté Roanne, Puy Guillaume et Châteauneuf les bains) implique que les mêmes conclusions peuvent être apportées sur ces sites.

Discussion des seuils de données de température en termes spatial et temporel

La présente étude montre que certaines stations paraissent moins favorables que d'autres pour la survie des saumons atlantique. C'est le cas de la Sioule aval à Contigny, l'Allier à Vichy, la Loire à Decize et l'Arroux à Gueugnon. Ces résultats sont à relativiser pour plusieurs raisons :

Tout d'abord la plage de données étudiée concerne les mois de juin, juillet et août. Sur le bassin de la Vienne, les passages se font majoritairement de février à avril (LOGRAMI, 2014). Il est donc peu probable que les températures estivales impactent cette population migrante qui doit déjà se trouver dans les zones fraîches de tête de bassin durant l'été. A Vichy, les passages s'effectuent majoritairement en avril et en mai. C'est le cas également pour la Loire à Decize et l'Arroux à Gueugnon. Par conséquent ces températures défavorables à la survie n'impactent pas toute la communauté migratrice. **Les contingents de fin de migrations sont donc susceptibles d'être plus impactés par les températures estivales sur ces axes (LOGRAMI, 2009).**

Ensuite, les dispositifs de mesures des températures enregistrent les températures des eaux à leur emplacement. Hors les géniteurs possèdent un comportement migratoire spécifique à l'arrivée des chaleurs estivales. Ces derniers se regroupent préférentiellement dans des endroits frais qui correspondent à des faciès profonds communément appelés pools où ils peuvent rester plusieurs mois (HAWKINS et SMITH, 1986 ; THIOULOUSE, 1972). Ces sites se trouvent généralement à l'aval des lieux de frai. Cette étude n'étudie pas ce comportement migratoire et les enregistreurs ne sont pas disposés dans ces sites de sédentarisation. Par conséquent ? le caractère favorable ou défavorable à la survie estivale d'une rivière est applicable pour la phase de migration active des géniteurs et pour les tacons et les smolts. La manipulation de radiopistage en 2009 sur l'Allier (LOGRAMI, 2009) a permis de démontrer l'impact des barrages sur la migration. Ils sont responsables de retards entraînant des arrêts de sédentarisation sur des sites peu opportuns à la survie. Ce même rapport n'a pas pu établir de relation entre la survie estivale et les seuils létaux de température. Vu la complexité des comportements migratoires, l'étude de la survie estivale en fonction des températures sans manipulation de radio pistage peut seulement être spatiale et peu de liens directs peuvent être établis entre les températures et la survie des géniteurs. Néanmoins le réseau d'enregistreurs thermiques permet une approche globale de la survie estivale des différents stades sur l'ensemble des rivières étudiées. Il apparait donc comme un outil idéal pour qualifier la survie estivale du saumon.



Enfin ? certaines stations n'ont aucun intérêt pour l'étude des tacons comme Châtellerault, Descartes, Vichy, Decize, Gueugnon, Roanne et Contigny dans la mesure où ils ne sont pas présents sur ces secteurs. Néanmoins elles ont été étudiées du fait de la présence de smolts dévalent qui ont le même seuil léthal que les tacons (25 °C).

L'utilisation d'une station « de référence » résumant les caractéristiques thermiques des autres stations corrélées est discutable en deux points. Tout d'abord, cette approche peut être contestée sur les périodes où les corrélations n'ont pas été calculées. En outre, nous pensons que cette extrapolation est vraisemblable si elle s'effectue sur quelques années et si les corrélations existantes sur les périodes étudiées sont toutes très significatives ($R^2 > 0.80$). En effet, nous pensons qu'une indépendance des températures ne peut s'effectuer sur une période aussi courte.

Enfin, Les tests de Kruskal Wallis et post hoc sont représentatifs uniquement des stations « de référence » pour lesquelles ils sont effectués. Il est possible que dans certains cas, malgré la forte corrélation entre les stations « de référence » et les sites corrélées, les conclusions de ces tests ne soient pas extrapolables.

Malgré les remarques précédentes, il est indéniable que l'année 2015 caractérisée par de fortes températures notamment estivales et sur une durée conséquente, ait eu un impact significatif sur la survie estivale des saumons. Cette hypothèse est d'autant plus vraisemblable pour les poissons n'ayant pas pu atteindre les zones amont des bassins (retard migratoire dus aux franchissements).

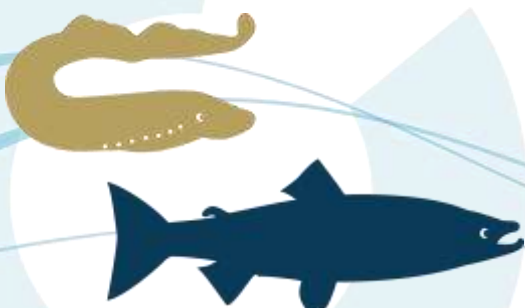
3.1.5. Conclusion

L'étude annuelle du réseau de stations de comptage du bassin de la Loire permet de suivre l'évolution des effectifs de poissons migrateurs chaque année et représente un élément fondamental dans la gestion des différentes espèces.

En 2015, Les dispositifs de franchissement ont été fonctionnels toute l'année hormis pour la station de Decize (97,5 %) et la station de Gueugnon (99%). Seuls, les dysfonctionnements de la station de Decize ont pu avoir un impact sur la migration des poissons.

Les stations de comptage ont toutes été opérationnelles pendant l'ensemble de l'année 2015 hormis la station de Châteauponsac. Mais il est peu probable que des saumons aient atteint Châteauponsac avant la remise en route du compteur (10 avril 2015).

Une régression importante du nombre d'aloses sur le bassin de la Loire est constatée depuis plusieurs années. La population se cantonne essentiellement sur les secteurs avals, contrôlés en partie par les stations du bassin de la Vienne.



La population d'aloses comptabilisée en 2015 sur l'ensemble des stations de comptage totalise seulement 1 765 individus. Ces très faibles effectifs ont été contrôlés majoritairement sur le bassin de la Vienne avec 61 % (Châtelleraut et Descartes). Le reste s'est réparti entre le bassin de Loire amont (35 %) et de l'Allier (4 %). Cette répartition est globalement similaire avec celle des années précédentes : depuis 2007 en moyenne 69 % (± 19 %) des aloses sont comptabilisés sur le bassin de la Vienne.

Depuis l'ouverture de la station de comptage de Châtelleraut en 2004, il apparait que l'essentiel des comptages de lamproies marines est effectué sur le bassin de la Vienne. L'affinité de cette espèce avec ce bassin peut s'expliquer par la proximité de ce bassin avec l'océan mais aussi par la présence importante de phéromones d'ammocètes dans la composition de l'eau pouvant orienter le homing de cette espèce.

Un total de 38 408 lamproies a été dénombré aux stations de comptage en 2015. Comme à son habitude, l'espèce a été contrôlée quasi-exclusivement sur le bassin de la Vienne, avec 41,7 % des passages sur la Creuse à Descartes et 58,2 % sur la Vienne à Châtelleraut.

La répartition des stations de comptage sur l'ensemble du bassin de la Loire permet de connaître précisément les abondances de saumons atlantiques en migration de reproduction chaque année sur les axes concernés par les stations de comptage. Les zones de reproduction se situent en effet systématiquement en amont des dispositifs de comptage. Seuls les saumons se reproduisant sur la Sioule ne sont pas contrôlés par le réseau de stations. Afin d'appréhender les effectifs de géniteurs réels, il est nécessaire d'appliquer à ces comptages les mortalités estivales, la prédation, les captures illicites et pour le bassin de l'Allier les prélèvements de saumons pour la pisciculture de Chanteuges. Le réseau de température mis en place par Logrami montre que l'Allier à Vichy, la Loire à Decize, l'Arroux à Gueugnon, la Vienne à Châtelleraut et la Sioule aval à Contigny présentent des températures élevées pendant l'été 2015 qui peuvent expliquer de faibles survies des différents stades sur ces axes. A contrario les températures de la Gartempe, la Dore, la Creuse, l'Alagnon et la Sioule amont à Châteauneuf les bains semblent favorables à la survie estivale des géniteurs (les stades tacons et smolts peuvent toutefois être impactés sur l'Alagnon et la Creuse).

En 2015, 1 431 saumons ont été contrôlés sur le bassin de la Loire. Avec 82 % des passages, l'essentiel du contingent s'est orienté sur l'Allier. Pour la deuxième fois depuis le début des comptages à la station de Vichy en 1997, la barre des 1000 saumons a été dépassée. En 2015, 1177 individus ont été comptabilisés. Elle représente la deuxième meilleure année après 2003 (1238 individus). La moyenne interannuelle s'élève à 619 individus +/- 283. 13,2 % des individus comptabilisés à Vichy a par ailleurs pu accéder aux zones de reproduction situées en amont du barrage de Poutès.

L'axe de migration secondaire est le bassin Creuse-Gartempe. Le nombre de passages enregistré en 2015 à Descartes est une nouvelle fois encourageant (204 saumons). C'est le meilleur score enregistré depuis le début du suivi à la station de comptage. Il conforte les observations faites les quatre années précédentes, durant lesquelles en moyenne 108 saumons ont franchi l'ouvrage de Descartes. Cette proportion atteint donc, en 2015, 14 % du contingent migrant comptabilisé.

Chaque année quelques anguilles jaunes et argentées sont contrôlées aux stations de comptage. Cependant, les comptages d'anguilles ne doivent pas être considérés comme exhaustifs en raison d'une sous détection par les systèmes de comptage des petits individus, de l'existence de passes spécifiques non suivies sur certains sites, et de la possibilité de passage par surverse pour les anguilles dévalantes.

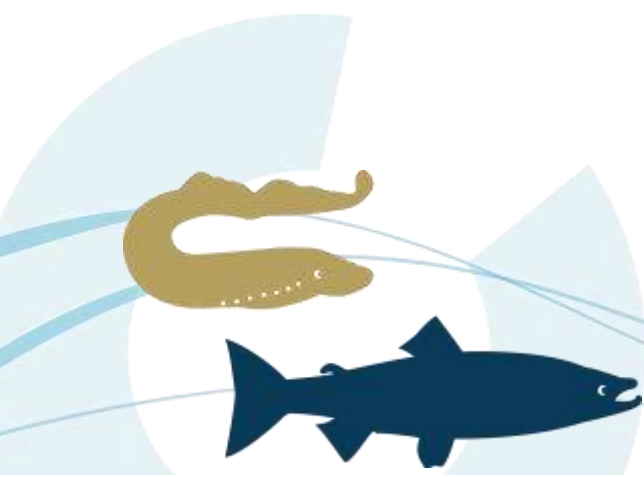
D'autre part, certains individus peuvent en effet s'engager sur des axes non contrôlés ou pour différentes raisons ne jamais atteindre les stations de comptage. Ainsi les effectifs comptés sur les différents bassins sont sous-estimés.

L'année 2015 est de nouveau caractérisée par une très faible abondance de l'anguille notamment sur les secteurs amont du bassin (Decize et Roanne sur la Loire, Vichy et Poutès sur l'Allier et Gueugnon sur l'Arroux) témoignant d'un réel déficit de recrutement fluvial depuis les dernières décennies.

L'effectif le plus important d'anguilles en montaison a été contrôlé à Châtellerault sur la Vienne, avec 296 anguilles. Cet effectif reste cependant bien inférieur à la moyenne historique (1 835 anguilles $\pm$ 1 366).

Pour autant, la présence de l'anguille est avérée en tout point de comptage du bassin Loire y compris très en amont comme Poutès (860 km de la mer) qui atteste d'une aire de répartition extrêmement vaste.

Pour compléter les données recueillies avec les stations de comptage, il est nécessaire de mettre en parallèle d'autres études caractérisant la reproduction des espèces migratrices. Ces études sont



d'autant plus essentielles pour l'alose actuellement en limite de répartition du front de colonisation au niveau des stations de comptages.

Les nombreuses observations de reproduction d'aloses réalisées en 2015 apportent une information non négligeable sur l'état de la population d'aloses du bassin de l'Allier et de la Loire amont. Contrairement à ce que pourrait laisser penser une interprétation hâtive des effectifs comptabilisés aux stations de comptage de Vichy (67 passages) et Decize (624 passages), l'Allier et la Loire Amont ont accueilli de nombreux géniteurs d'aloses sur certaines frayères « références » juste en aval des sites de comptage.

Les suivis menés sur la station de Châtellerault confortent également l'importance de ce lieu pour l'espèce. En effet, 93 % de la population minimum ayant migré sur la Vienne (effectif estimé des géniteurs sur la frayère de Châtellerault + effectif comptabilisé au niveau de la station de comptage) n'a pas franchi le barrage de Châtellerault en 2015 contre 83 % en 2014. Malgré l'aménagement d'une nouvelle passe à poisson en 2004, il est probable que le barrage limite la migration des aloses vers l'amont et oblige une partie de l'effectif à se replier et à se reproduire sur la frayère aval. Néanmoins, cette hypothèse reste difficile à vérifier, nécessitant une étude sur le comportement des géniteurs au pied de l'ouvrage.

Enfin, l'étude des températures de 2015 au travers des seuils létaux pour le saumon atlantique montre que certaines stations sont moins favorables que d'autres pour la survie estivale de cette espèce. C'est le cas de la Sioule aval à Contigny, l'Allier à Vichy, la Loire à Decize et l'Arroux à Gueugnon.

3.2. Action 6 : Relation entre le nombre de nids et l'abondance et la distribution des juvéniles

3.2.1. Recherche au printemps d'alevins issus de production naturelle de saumons sur le bassin de la Gartempe

3.2.1.1 Méthodologie et localisation

La prospection a été réalisée par pêches électriques selon le même protocole que le suivi annuel des indices d'abondance de juvéniles en fin d'été, protocole standardisé et spécifique aux juvéniles de saumon de l'année (PREVOST & BAGLINIERE, 1995 in BACH et al, 2010).

En revanche, le temps de pêche a parfois été adapté (de 4 à 6 mn) puisqu'il ne s'agissait pas d'aboutir à un indice en 5 mn mais d'observer ou non la présence d'alevins de saumons natifs. En effet, la

prospection a été adaptée aux alevins de quelques semaines (radiers frisant très peu profonds). Or, au printemps, ces zones sont réduites en raison des niveaux d'eau plus élevés qu'en fin d'été.

Le choix des stations a été fait en fonction des observations de reproduction faites à l'hiver 2014 [BACH J.M. et al., LOGRAMI, 2014]. Ainsi, 12 stations ont été prospectées dont 6 sur le cours principal de la Gartempe, 2 sur l'Ardour, 1 sur la Couze et 1 sur l'Anglin affluent de la Gartempe (Figure 155).

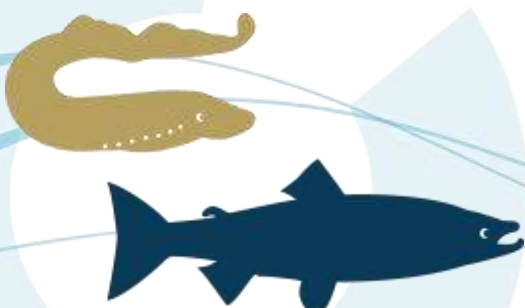
Parmi ces 12 stations :

- Huit (8) sont des stations nouvellement pêchées au printemps (Moulin Roche, Aval vieux pont, Moulin Pochaud, Les fosses Blanche, Conf. Ruisseau Planteloup, Les Prades, Remerle et Moulin de l'île),
- Quatre (4) avaient fait l'objet de recherche de reproduction naturelle au printemps 2014 (Moulin d'Ardent, Lavaugrasse, La Chapelle et Moulin Montheil),
- Trois (3) avaient produit en 2014 des alevins de saumon.



Figure 155 : Localisation des stations échantillonnées par pêches électriques pour la recherche de juvéniles de saumon sur le bassin de la Gartempe en mai 2015

Différents facteurs (stade des alevins, conditions hydrologiques et dates de déversements) ont contraint l'organisation de ces pêches. Les 12 sites ont été prospectés les 20 et 21 mai 2015, soit une semaine avant les déversements d'alevins réalisés par le Conservatoire National du Saumon Sauvage (26 et 27 mai).



Les pêches ont été réalisées avec des conditions de débit important et difficiles sur les stations de la Gartempe situées dans le département de la Vienne et les stations aval de la Haute Vienne. En revanche, sur la Gartempe à Bessines-sur-Gartempe et les affluents, les conditions de débit étaient inférieures aux moyennes mensuelles de références de mai (Tableau 37).

Tableau 37 : Débits journaliers (20 et 21 mai 2015) et débits moyens du mois de mai sur la Gartempe et l'Ardour (Source : DREAL LIMOUSIN/HYDRO-MEDD/DE)

Station	Débit moyen interannuel mai (m3/s)	Débit le 20/05/2014 (m3/s)	Débit le 21/05/2014 (m3/s)
La Gartempe à Folles	9,14	5,17 m3/s	5,19 m3/s
L'Ardour à Folles	2,06	1,14 m3/s	1,11 m3/s

3.2.1.2 Résultats

Un total de 9 alevins de saumon atlantique a été capturé sur l'ensemble des 12 stations pêchées (Tableau 38). Les pêches ayant eu lieu avant les déversements, **les alevins capturés sont nécessairement issus de la reproduction naturelle observée l'hiver précédent**. En revanche, les tacons d'un an ou plus peuvent être issus soit de la reproduction naturelle des années précédentes, soit des déversements des années précédentes.

Tableau 38 : Nombre de juvéniles de saumon atlantique capturés lors des pêches d'échantillonnage de printemps sur le bassin de la Gartempe en mai 2015 (Source : LOGRAMI)

Cours d'eau	Lieu-dit	Nbre d'alevins	Nbre de tacons d'1 an ou +
Gartempe	Moulin Roche	0	0
Gartempe	Aval Vieux Pont	0	0
Gartempe	Les Fosses Blanches	0	0
Gartempe	Moulin Pochaud	0	0
Gartempe	Conf. Ruisseau Planteloup	0	0
Gartempe	Les Prades	0	0
Gartempe	Moulin d'Ardent	0	0
Gartempe	Lavaugrasse	8	0
Anglin	Remerle	0	0
Couze	Moulin de l'Île	1	0
Ardour	La Chapelle	0	1
Ardour	Moulin Montheil	0	1

Des alevins issus de reproduction naturelle ont donc été capturés sur 2 des 4 stations pêchées les plus en amont.

Sur la Gartempe

Le site de Lavaugrasse hébergeait déjà au printemps 2014 des alevins natifs (BACH J.M. et al., 2015). 25 alevins avaient été capturés en 5 mn de pêche pour la saison de reproduction 2014. 8 ont été capturés au printemps 2015.



Le site du Moulin d'Ardent avait également hébergé des alevins natifs au printemps 2014. Aucun natif n'a été découvert en 2015.

Sur l'Ardour

Des observations de nids y sont régulières à condition que les effectifs et les conditions hydrologiques permettent aux géniteurs d'atteindre ce niveau du bassin. En 2014, aucun nid n'a été inventorié. Un nid avait par ailleurs été observé à Moulin Montheil en décembre 2013. Sur les deux sites de l'Ardour, deux tacons 1+ ont été observés. Ils sont issus de la reproduction naturelle de 2013 puisqu'aucun déversement n'a été effectué.

Sur la Couze

Moulin d'Ile est un site nouvellement prospecté. A l'hiver 2014, une frayère de grand salmonidé avait été observée sans pouvoir dire avec certitude que c'était un nid de saumon. La Couze n'étant pas alevinée, l'alevin de saumon atlantique pêché est issu d'une reproduction naturelle, validant ainsi la frayère observée.

3.2.2. Etude du Béal de l'Alagnon

Les suivis engagés sur le Béal sont réalisés afin d'appréhender le devenir de cette forte reproduction naturelle pour une meilleure compréhension du système Alagnon-Béal. En effet, le constat de densité élevée de frayères sur le Béal est en relation avec la problématique du franchissement du barrage de Chambezon.

Le nombre de frayères de saumon varie de 40 à 45 depuis le début du suivi. Parallèlement, un échantillonnage des tacons 0+ est effectué sur les 6 stations du Béal.

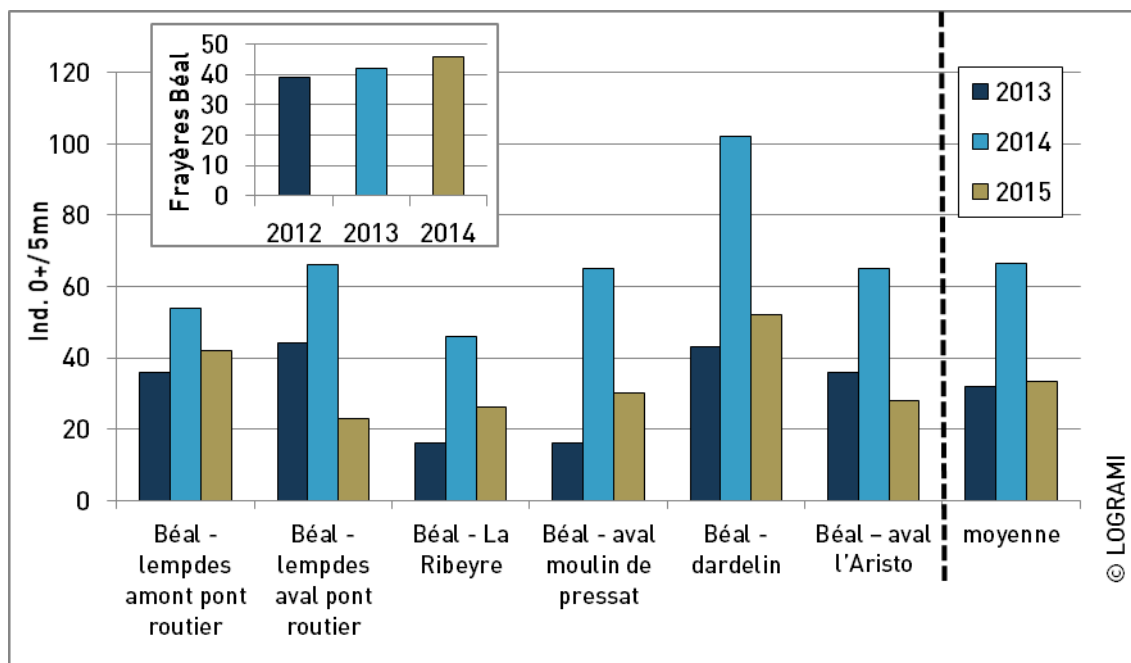
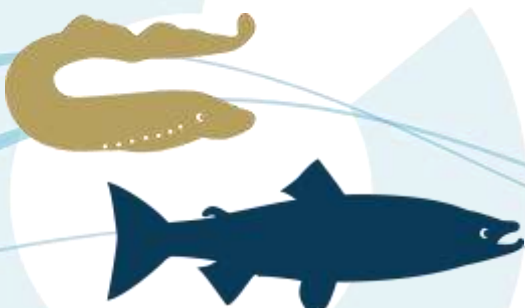


Figure 156 : Nombre de tacons échantillonnés en 5 minutes des pêche électrique sur les sites de l'Alagnon de 2013 à 2015



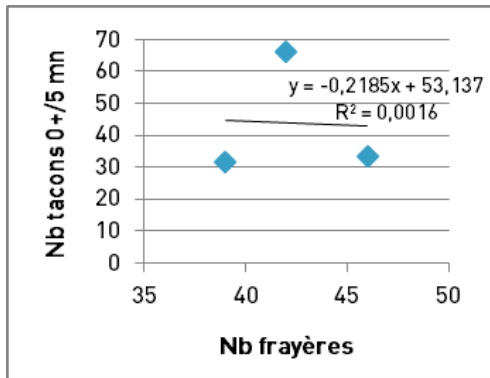


Figure 157 : Nombre de tacons échantillonnés en 5 minutes de pêche électrique sur les sites de l'Alagnon de 2013 à 2015 en fonction du nombre de frayères dénombrées

Il n'existe pas de relation entre le nombre de frayères et les indices d'abondances de tacon en 5 minutes.

Pour un nombre très légèrement supérieur de frayères comptabilisées en 2014 par rapport à 2013 et 2012, les indices 2015 (reproduction 2014) sont tous inférieurs à ceux de 2014 et équivalents à ceux de 2013 (Figure 156).

Confirmant les résultats obtenus pour les individus déversés, la production naturelle est moins importante en 2015 qu'en 2014, ce qui laisse présumer d'une survie moins importante.

En outre, les données obtenues depuis 2013 confirment la mise en évidence, sur ce milieu de petit gabarit, d'une colonisation relativement importante des alevins/tacons vers l'aval, jusqu'à 4-5 km, où les habitats paraissent de meilleure qualité.

3.2.3. Conclusion

Les taux de transition entre les stades biologiques sont des indicateurs de dynamique de population souvent difficiles à obtenir en milieu naturel. L'approche par modélisation est souvent la plus développée. Pour autant, le travail mené dans cette action consiste à valider la capacité productive du milieu en termes de réussite des phases post-reproduction.

Sur la Gartempe, les pêches électriques réalisées au printemps avaient pour objectif de rechercher des alevins issus de reproduction naturelle. L'effort de prospection a été effectué sur les secteurs aval et moyen de la Gartempe eu égard aux observations de remontée des géniteurs l'hiver précédent. Les affluents l'Anglin, la Couze et l'Ardour ont également été prospectés. Sur un total de douze stations, deux des quatre stations les plus en amont ont hébergé de la reproduction naturelle.

Ces prospections attestent d'une production naturelle de juvéniles de saumon en 2015 sur la Gartempe. La qualité des habitats a permis la réussite des phases post-reproduction, soit l'éclosion, la survie et la croissance des juvéniles jusqu'au printemps. Les stations aval étaient prospectées afin de vérifier si une éventuelle reproduction forcée, du fait des difficultés de franchissement des ouvrages, avait pu avoir lieu. Aucun juvénile n'a été pêché sur ces zones ; cela atteste d'une moins bonne capacité d'accueil des radiers aval pour le saumon.



Les suivis menés sur le Béal (Alagnon) soulignent la variabilité annuelle de production. Ainsi, les transitions entre les frayères et l'abondance des juvéniles (par minutes) s'ajuste à la survie. Cette approche permet de qualifier l'année en termes de succès de cette phase du cycle de vie.

En 2015, il apparaît que les survies entre les frayères et les alevins soient inférieures aux années précédentes.

3.3. Action 7 : Abondance et croissance des alevins de saumons

3.3.1. Sur le bassin de l'Allier

3.3.1.1 Préambule

Sur le bassin de l'Allier, la campagne de pêche 2015 évalue la production de juvéniles issue :

- de la reproduction naturelle de 2014, année où 571 géniteurs potentiels ont été contrôlés à Vichy (595 – 24 géniteurs capturés par le CNSS) dont 57 franchirent le barrage de Poutès ;
- des 692 000 alevins déversés sur l'ensemble du bassin de l'Allier.

En raison d'une hydrologie trop importante, aucun survol n'a pu être réalisé en 2014 afin de comptabiliser les frayères de saumons atlantiques sur l'Allier et ses affluents. Des déversements du CNSS ayant pu avoir lieu sur des radiers accueillants des alevins natifs, **la détermination de l'origine des tacons 0+ capturés est une nouvelle fois impossible notamment sur l'Allier en aval de Langeac.**

Le comptage des frayères n'a pas pu être réalisé sur l'Alagnon mais il a toutefois été possible de suivre l'évolution de la reproduction sur le Béal, bras dérivé de l'Alagnon où 46 frayères ont pu être comptabilisées (meilleur score depuis 2012) (BACH et al., 2014).

Par ailleurs, sur l'Allier, dans le cadre d'une comparaison état initial/état après réaménagement du barrage de Poutès, acté par un comité de suivi (DDT43, DREAL Centre et Auvergne, ONEMA, LOGRAMI, CNSS et EDF), le renforcement du nombre de stations échantillonnées sur le secteur Langeac/Langogne a été maintenu en 2015. Les pêches complémentaires ont été réalisées avec la participation de l'ONEMA (DiR6) début octobre.

3.3.1.2 Caractéristiques des sites d'échantillonnage

Localisation des sites d'échantillonnages

Depuis 2009, la répartition des stations est effectuée selon plusieurs critères :



- 🔵 la présence de frayères quand elle est connue ;
- 🔵 les points de déversement d'alevins (données CNSS) ;
- 🔵 la surface productive ;
- 🔵 la situation sur le gradient amont/aval.

En 2015, 83 stations ont été échantillonnées sur le bassin de l'Allier (Figure 158). Cette échantillonnage est important au regard de l'historique depuis 2000 (Figure 159).

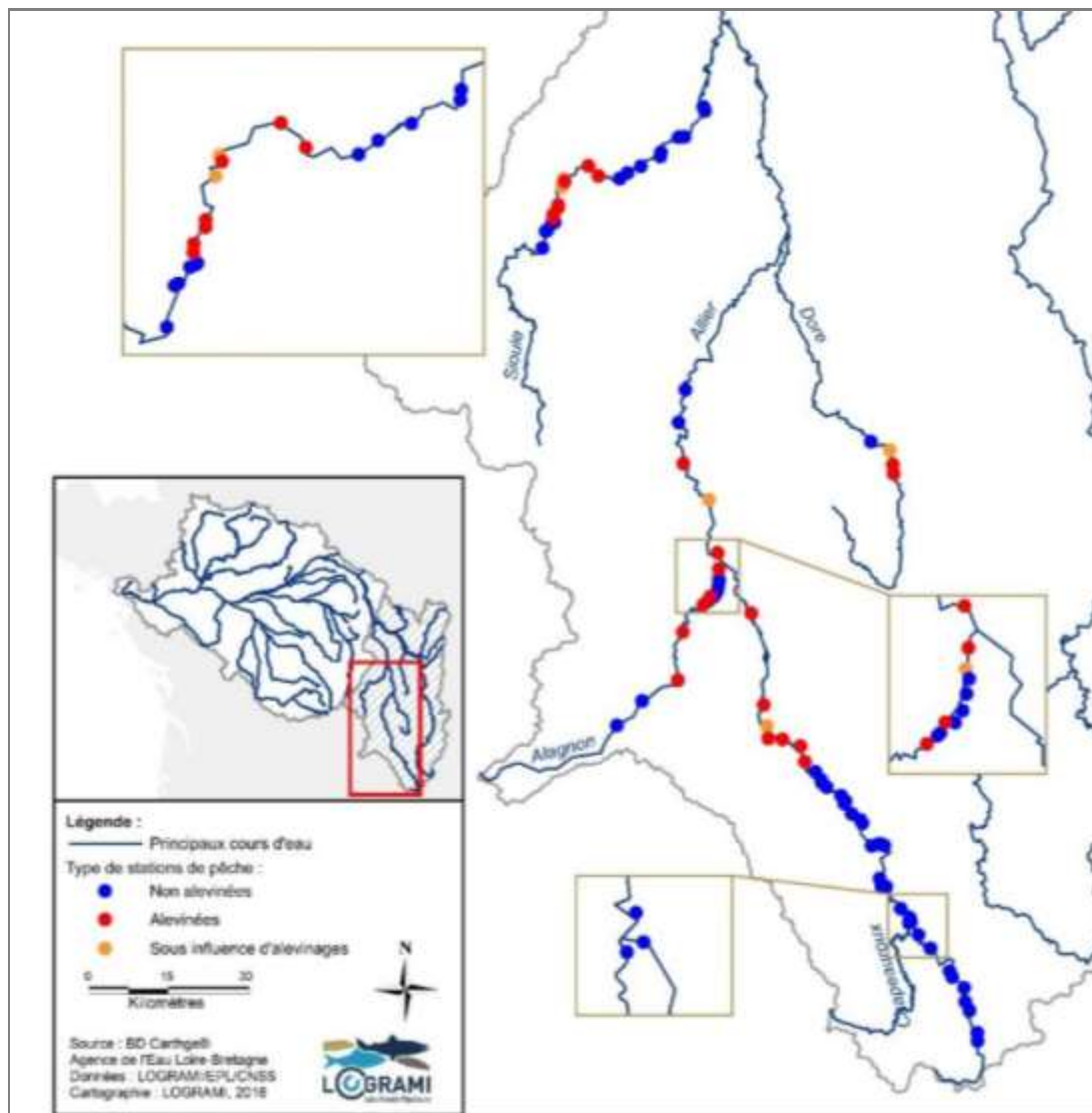


Figure 158 : Localisation des stations de pêche électrique de suivi d'abondance de juvéniles de saumon atlantique sur le bassin de l'Allier en 2015

Les stations se répartissent de la manière suivante :

- 🔵 41 sur l'Allier entre Cournon (63) et Laveyrune (07) (210 km), dont 1 nouvelle « Aval pont Laveyrune » ;
- 🔵 1 sur le Chapeauroux (48) ;



- 14 sur l'Alagnon entre la Combelle (63, à 1,5 km de la confluence avec l'Allier) et Ferrières St Mary (15) (48 km) (8 sur le cours principal de l'Alagnon et 6 sur le Béal) ;
- 4 sur la Dore entre Marat (63) et Job (63) (12 km) ;
- 23 sur la Sioule entre Broût-Venet (03) et l'aval du barrage de Queuille (63) (62 km) dont 1 nouvelle « Pont de Braynant ».

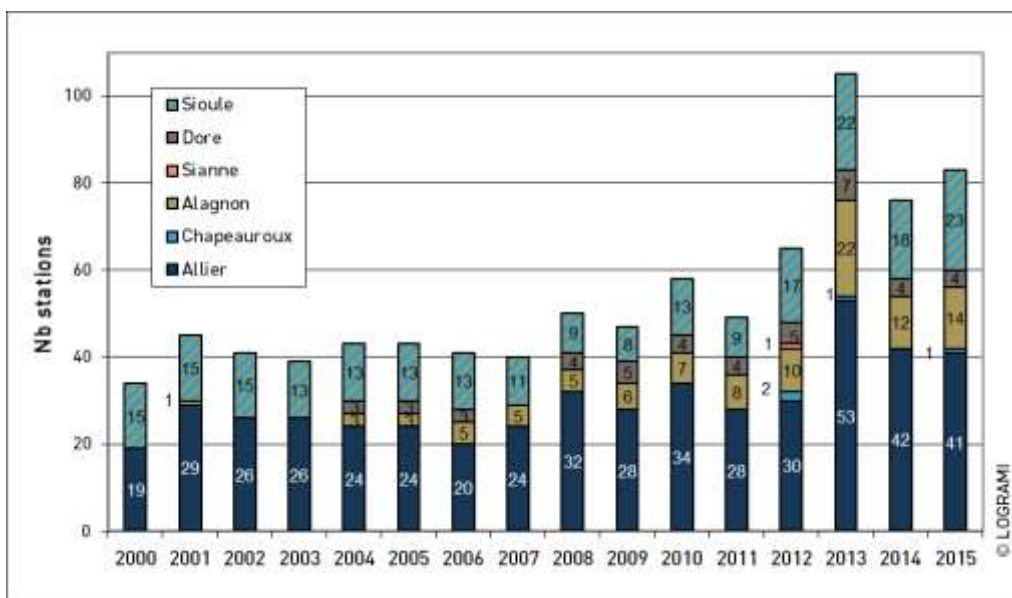


Figure 159 : Evolution du nombre de stations échantillonnées par pêche à l'électricité selon le protocole des indices d'abondance sur les différents cours d'eau du bassin de l'Allier

Pour tenir compte des différences importantes en termes de capacité d'accueil et de mise en charge des zones de production (frayères naturelles et alevinage), un découpage de l'Allier en cinq grands secteurs géographiques a été réalisé et utilisé historiquement par l'ONEMA lors de la présentations des résultats des précédentes campagnes de pêches. Le découpage de ces secteurs est notamment relié au caractère "pente" du cours d'eau Allier et prend également en compte les obstacles les plus limitants pour la migration des poissons. Par souci de continuité dans les comparaisons diachroniques nous réutiliserons ce découpage (Tableau 39).

Tableau 39 : Secteurs de l'Allier et nombre de stations imparties en 2015

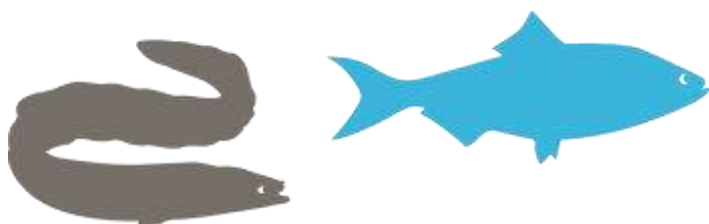
Secteur	Limites	Linéaire (km)	Nb stations 2015	Densité stations
Zone refuge	S1 Amont Laveyrune –Langogne	18	6	0.33
	S2 Langogne - Barrage de Poutès	45	9	0.20
	S3 Barrage de Poutès – Langeac	34	14	0.41
Aval zone refuge	S4 Langeac - Brioude	39	6	0.15
	S5 Brioude – Pont du Château	83	6	0.07

Caractérisation des stations

Les 83 stations échantillonnées sur le bassin de l'Allier se composent de 55 stations caractérisées comme « non alevinées », de 6 « sous influence des alevinages » et de 22 « alevinées » par le Conservatoire National du Saumon Sauvage (Tableau 40).

Tableau 40 : Répartition des stations échantillonnées en 2015 sur le bassin de l'Allier selon leur situation

Situation alevinage	Alevinage à plus de 2,5 km en amont et en aval				Alevinage à moins de 2,5 km en amont et en aval				Alevinage immédiatement sur la station			
Situation frayère	Frayère(s) sur la station	Frayère(s) à moins de 2,5 km en amont et en aval	Pas de frayère(s) à moins de 2,5 km en amont et en aval	Absence de données frayères	Frayère(s) sur la station	Frayère(s) plus proche que le point de déversement	Point de déversement plus proche qu'une frayère	Absence de données frayères	Frayère(s) sur la station	Frayère(s) à moins de 2,5 km en amont et en aval	Pas de frayère à proximité	Absence de données frayères
Origine présumée des tacons pêchés	Natifs	Natifs	Détermination au cas par cas	Très forte probabilité de natifs	Natifs avec faible risque d'apport de déversés Détermination délicate	Natifs avec risque d'apport de déversés Détermination délicate	Déversés	?	Natifs et déversés Détermination délicate	Déversés avec risque d'apport de natifs Détermination délicate	Déversés	?
Réponse aux objectifs initiaux	Évaluation reproduction naturelle	Évaluation dispersion naturelle	Évaluation dispersion naturelle ou Évaluation dispersion des alevins déversés	Évaluation présence de reproduction naturelle	Evaluation reproduction naturelle envisageable au cas par cas selon les conditions (distance du déversement, quantité déversée, présence d'obstacle transversal entre la station et le point de déversement...)		Évaluation dispersion des alevins déversés				Évaluation de l'efficacité des déversements	Analyses au cas par cas
Caractère des stations	Non alevinées				Sous influence d'alevinages				Alevinées			
Allier				31 (75,6%)				2 (4,9%)				8 (19,5%)
Alagnon	2 (14,3%)			6 (42,8%)				1 (7,2%)				5 (35,7%)
	8 (57,1%)				1 (7,2%)				5 (35,7%)			
Chapeauroux				1 (100%)								
Dore				1 (25%)				1 (25%)				2 (50%)
Sioule				14 (60,9%)				2 (8,7%)				7 (30,4%)
Total Bassin Allier	55 (66,3%)				6 (7,2%)				22 (26,5%)			



Déroulement des pêches et conditions hydrologiques

15 jours de pêche répartis sur la période 31 août – 8 octobre ont été nécessaires pour échantillonner ces 83 stations. Dans le cadre d'un suivi spécifique « Poutès », les agents de LOGRAMI ont été épaulés lors de 6 journées par des agents ONEMA pour échantillonner 29 stations de la zone refuge de l'Allier.

Les stations de l'Allier et de la Sioule ont été échantillonnées dans des conditions d'étiage prononcé (QMJ<QMM de référence). Les conditions de débit sur la Dore lors des échantillonnages correspondaient à un étiage classique pour le mois de septembre. Sur l'Alagnon, les débits étaient légèrement supérieurs aux moyennes de référence (étiage faiblement marqué).

3.3.1.3 Indice d'abondance à l'échelle du bassin de l'Allier

Toutes stations confondues l'indice d'abondance moyen du bassin s'élève en 2015 à 36,3 individus 0+/5 mn ($\pm 45,9$) (Figure 160). Au regard du barème existant, celui-ci correspond à une abondance de tacons 0+ considérée comme moyenne. Les indices varient de 0 à 184 ind. 0+/5 mn.

L'Allier est la plus densément peuplée devant la Sioule, l'Alagnon, la Dore et le Chapeauroux (Tableau 41). Les abondances moyennes par cours d'eau peuvent être considérées comme moyennes pour l'Alagnon, l'Allier et la Sioule, faible pour la Dore et très faible pour le Chapeauroux.

Tableau 41 : Indices d'abondance tacons 0+moyens et médians des cours d'eau échantillonnées en 2015 sur le bassin de l'Allier

Cours d'eau	Alagnon	Allier	Chapeauroux	Dore	Sioule
Indice d'abondance moyen	33 (± 22)	39,1 (± 50)	10	20 (± 12)	36,3($\pm 55,4$)
Indice d'abondance médian	29	19	-	24.5	4

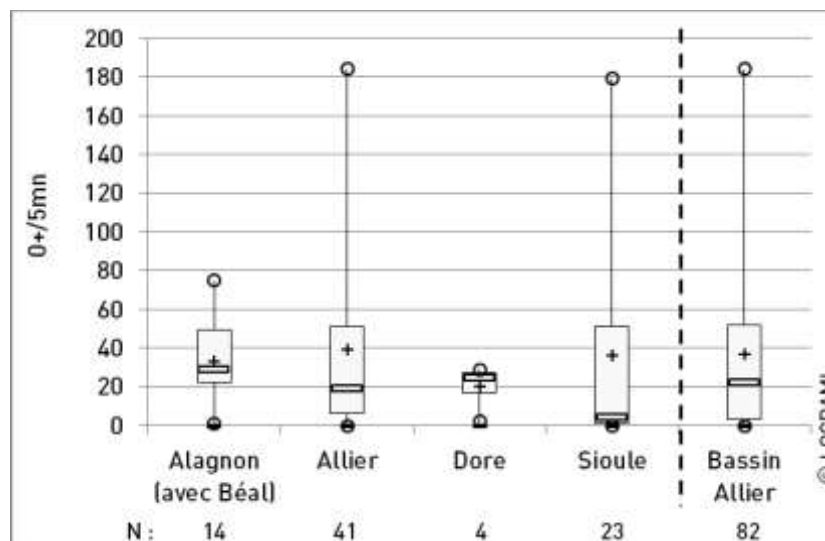
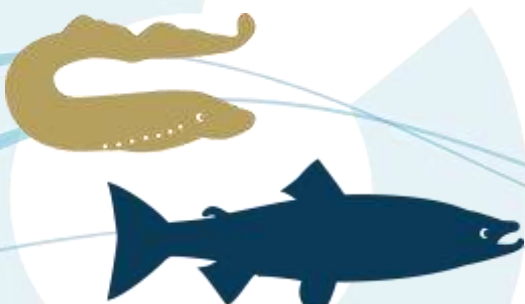


Figure 160 : Indices d'abondance tacons 0+ sur l'Alagnon, l'Allier, la Dore, la Sioule et sur l'ensemble du bassin de l'Allier en 2015 (82 stations)



3.3.1.4 Indice d'abondance sur l'Alagnon

14 stations ont été échantillonnées sur l'Alagnon dont 6 sur le Béal (bras de 6,8 km dérivé à Lempdes sur Alagnon).

5 des 8 stations du cours principal de l'Alagnon sont directement alevinées. Les deux stations les plus amont, Ferrières Saint-Mary et Peyreneyre, sont non alevinées. Elles se trouvent respectivement à 14 km et 7 km en amont du premier point de déversement. La station Tendrot amont se trouve sous influence d'alevinage (4,2 km en amont et 1,6 km à l'aval).

Les 6 stations du Béal sont considérées comme non alevinées malgré le déversement de 6779 alevins 800 m en amont de la prise d'eau. Nous émettons l'hypothèse que ces alevins ne pénètrent pas dans le Béal par effet tampon de la retenue du barrage de Lempdes.

En l'absence de données frayères en 2014 sur le cours principal, aucune évaluation de la production naturelle ne peut être établie contrairement au Béal où 46 frayères ont été comptabilisées en 2014 [BACH et al., 2014]. Sur ces sites dépourvus d'alevinage, nous observons des densités d'alevins très intéressantes révélant une production naturelle conséquente.

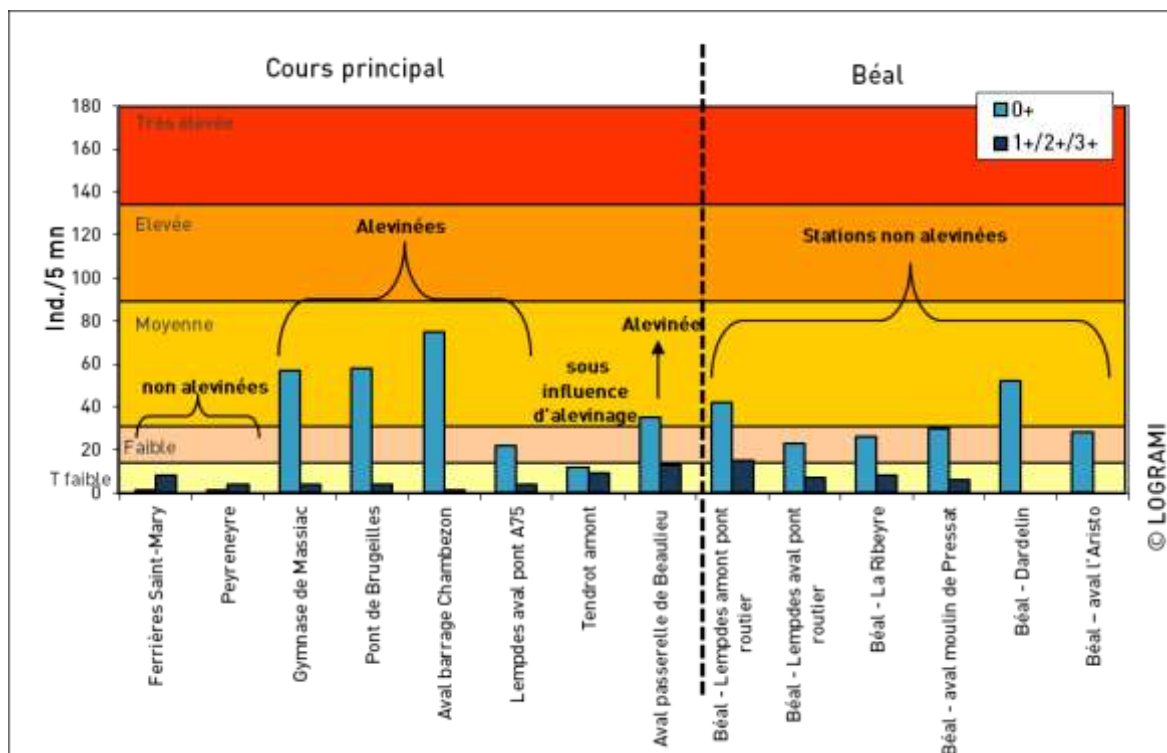


Figure 161 : Indices d'abondance tacons des stations échantillonnées sur l'Alagnon et le Béal en 2015 selon leur succession amont/aval et correspondance avec leur classe d'abondance.

Des tacons 0+ ont été capturés sur toutes les stations. Les indices d'abondance varient de 1 à 75 ind. 0+/5 mn (Figure 161). L'indice d'abondance moyen, toutes stations confondues, s'élève à 33 ind. 0+/5 mn ($\pm 21,8$), ce qui peut être considéré comme une abondance moyenne.

Des individus 1+ et 2 + (individus n'ayant pas dévalé lors de leur 1^{ère} ou 2^e année) ont été capturés sur toutes les stations du bassin de l'Alagnon excepté les 2 stations en aval du Béal (Dardelin et aval l'Aristo).

Sur le cours principal de l'Alagnon, les stations échantillonnées présentent des abondances de tacons 0+ très faibles à moyennes. Seules les stations alevinées présentent des classes d'abondance faibles et moyennes. Les deux stations non alevinées ainsi que la station Tendrot amont sous influence d'alevinage, présentent des classes d'abondance très faibles.

La présence d'un seul tacon 0+ sur les deux stations non alevinées les plus amont, Ferrières Saint-Mary et Peyrenne, constatée lors de ces pêches « indice d'abondance » concorde avec la capture d'un tacon 0+ réalisée à l'occasion d'une pêche de sauvetage sur l'Alagnon à 2,5 km en amont de Ferrières St-Mary en juillet 2015 par la FDAAPPM15. **Au regard des distances séparant ces points de captures avec le point de déversement le plus proche en aval (7km, 14 km et 16,5 km), la présence de tacons, bien que très limitée, pourrait signifier que des saumons se soient reproduits dans ce secteur en 2014.**

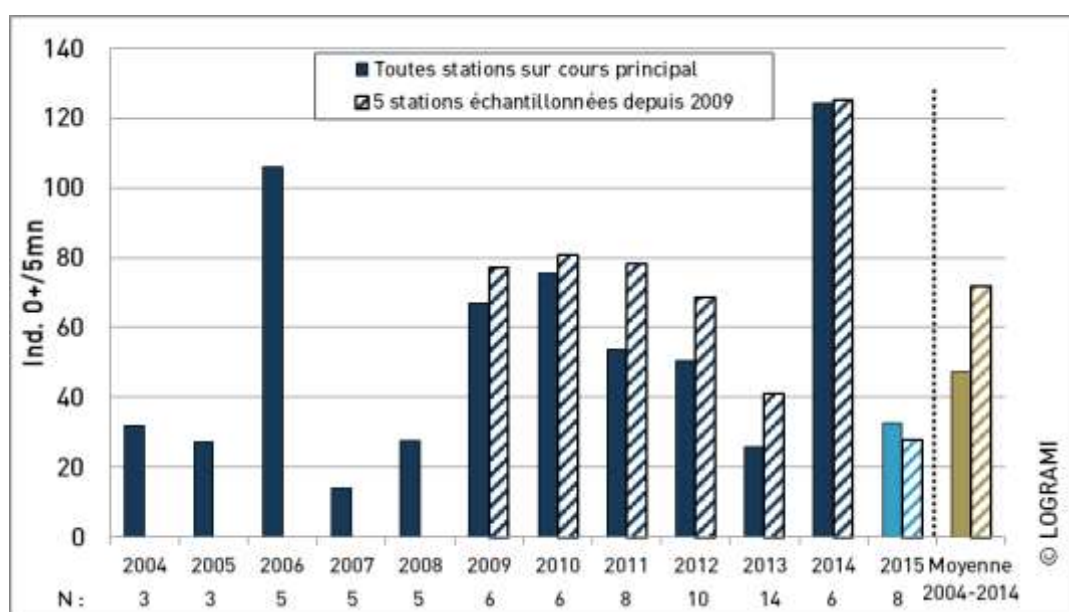


Figure 162 : Evolution sur la période 2004-2015 de l'indice d'abondance moyen sur le cours principal de l'Alagnon

Avec une valeur de 33 ind. 0+/5 mn ($\pm 28,2$) contre 53,7 ind. 0+/5 mn ($\pm 52,2$), l'indice moyen obtenu en 2015 est inférieur à la moyenne observée sur la période 2004-2014. Il constitue le plus faible indice d'abondance moyen pour les 5 stations échantillonnées depuis 2009 (Figure 162). **Ainsi, il semblerait que la survie estivale 2015 soit moins bonne que les années précédentes. Cette constatation est très probablement une conséquence des fortes chaleurs et de l'étiage sévère observées durant l'été 2015.**

Tableau 42 : Température de l'Alagnon à Lempdes sur Alagnon de juin à août sur la période 2011-2015

	2011	2012	2013	2014	2015
Moyenne juin-août	18,33	18,92	17,52	17,07	20,44
Min	12,46	12,86	10,90	13,06	16,38
Max	23,87	23,48	22,85	21,10	25,86



3.3.1.5 Indice d'abondance sur l'Allier

Résultats globaux 2015

41 stations ont été échantillonnées sur l'Allier. Des tacons 0+ ont été capturés depuis Laveyrune (07) jusqu'à Coudes (63) (Figure 158). Les indices varient de **0 à 184 ind. 0+/5 mn.** L'indice d'abondance moyen, toutes stations confondues, s'élève à **39,1 +/-49.8** (Figure 164) ce qui peut être considéré comme une abondance **moyenne**. 6 stations ne présentent pas de tacons 0+, 4 en amont du barrage de Poutès et les 2 stations les plus en aval. 41,5 % des stations présentent des abondances moyennes à très élevées.

A l'échelle des secteurs, d'aval en amont, l'indice d'abondance moyen augmente entre S5 et S4. Il augmente encore entre S4 et S3 puis chute entre S3 et S2. Il diminue plus fortement entre S2 et S1. L'indice d'abondance moyen le plus important est observé sur le secteur S3 (79,2 +/- 62) (Figure 163 et Figure 164).

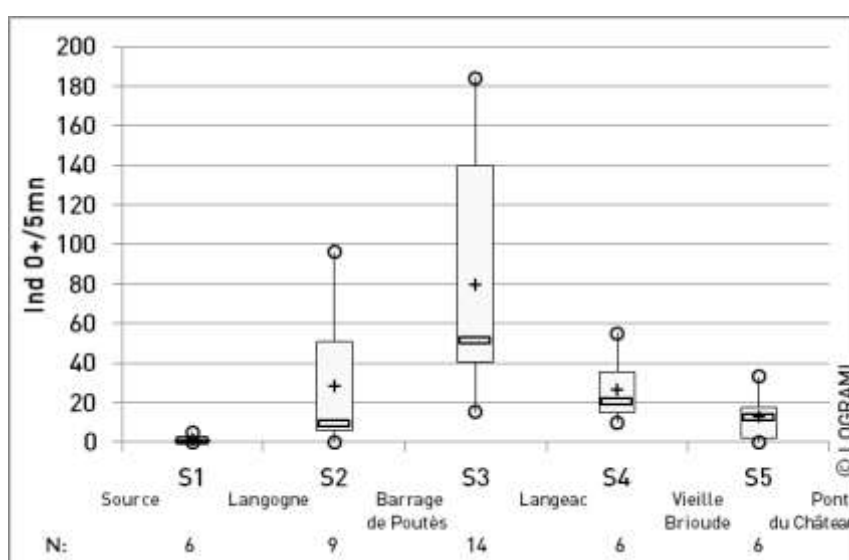


Figure 163 : Indices d'abondance tacons 0+ sur l'Allier en 2015 selon la localisation des stations dans les différents secteurs.

Des tacons 0+ ont été capturés sur 11 des 15 stations échantillonnées sur les secteurs situés en amont du barrage de Poutès (S1 et S2) où potentiellement 57 géniteurs pouvaient se reproduire (BACH et al., 2015). 8 de ces 11 stations présentent des indices très faibles, 2 présentent des indices moyens (St Médard bras RG et Village Vacances Alleyras) et seule la station Vabres, présente un indice élevé. Bien que globalement limitée sur l'ensemble de ces secteurs S1 et S2, la production naturelle peu toutefois y être ponctuellement satisfaisante.

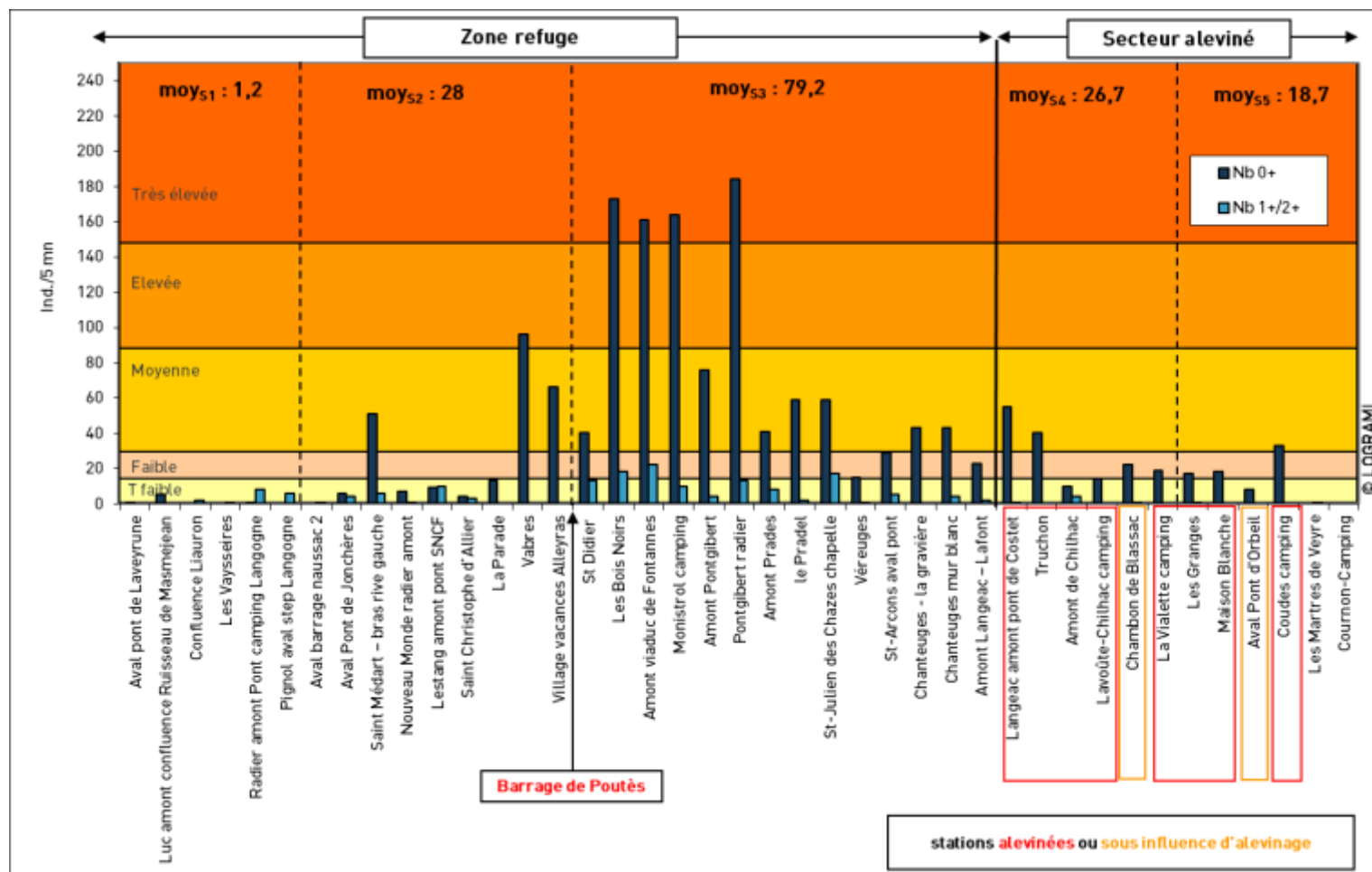
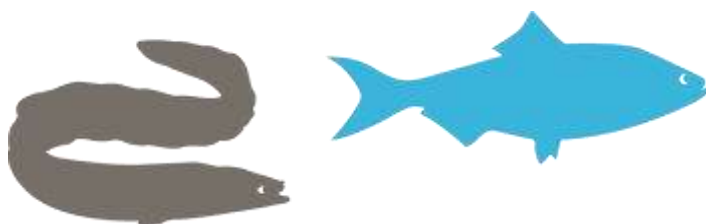


Figure 164 : Indices d'abondance tacons des stations échantillonnées sur l'Allier en 2015 selon leur succession amont/aval



Sur le secteur situé en aval du barrage de Poutès (S3), des tacons 0+ ont été capturés en quantités faibles à très élevées sur toutes les stations échantillonnées. **Les indices d'abondance révèlent une production naturelle conséquente sur ce secteur, notamment dans les 10 km en aval du barrage de Poutès.**

Malgré les alevinages réalisés sur le secteur S4, les indices obtenus y sont très faibles à moyens. Seules 2 stations (les plus en amont) sur 6 présentent des abondances moyennes.

Sur le secteur S5, seules 4 stations sur 6 échantillonnées présentent des tacons 0+ en quantité très faible à moyenne. **Tous comme pour le secteur S4, ces résultats sont regrettables au regard des déversements d'alevins qui y sont réalisés.**

Comparaison avec les données historiques

La comparaison est basée sur les résultats observés sur 20 stations échantillonnées au moins 10 fois sur la période 2000-2015 (16 ans). **L'indice moyen obtenu en 2015 sur l'Allier est très légèrement inférieur à la moyenne observée sur la période 2000-2014 (Figure 165).**

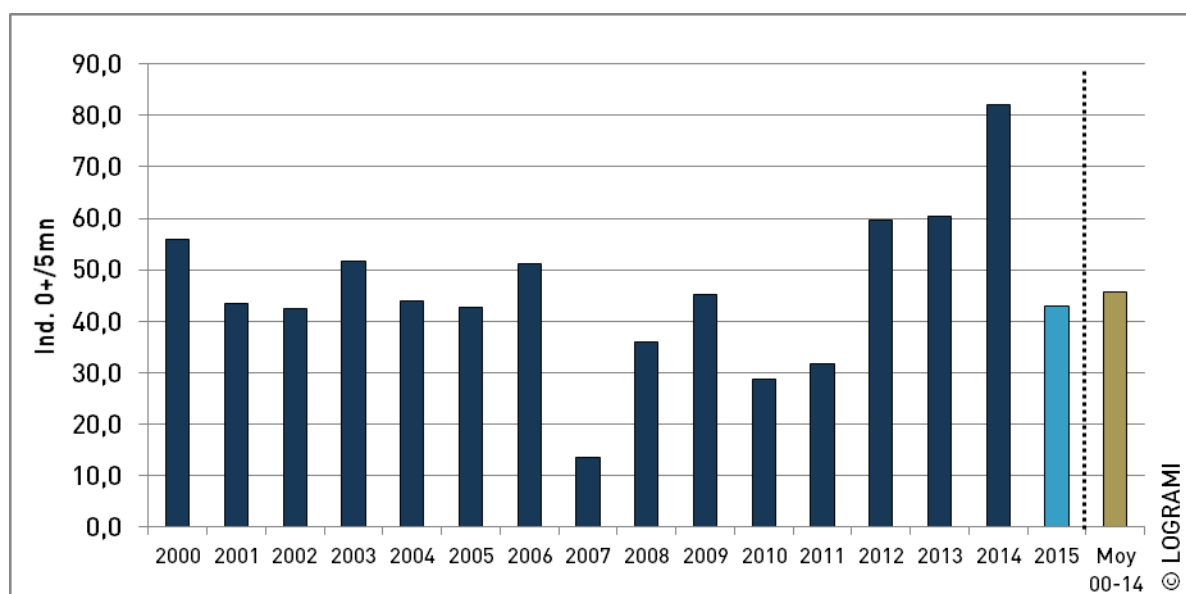


Figure 165 : Evolution sur la période 2000-2015 de l'indice d'abondance moyen calculé pour 20 stations échantillonnées sur l'Allier

Afin d'affiner l'échelle d'analyse, la comparaison peut être réalisée à l'échelle des secteurs de l'Allier historiquement définis (Figure 166) mais aussi en fonction des deux périodes aux stratégies d'alevinages bien distinctes (Figure 167). En effet, entre 2000 et 2006, des quantités importantes étaient déversées sur les secteurs amont S1, S2 et S3. En 2007, les alevinages ont été répartis à peu près équitablement entre la zone amont et la zone aval et à partir de 2008 plus aucun déversement (excepté 2 incubateurs de terrain en 2008) n'a été réalisé sur les secteurs S1, S2 et S3 constituant une zone refuge.

Ainsi, nous pouvons remarquer qu'en 2015 :



- pour le secteur S1, l'abondance moyenne de tacons 0+ est très nettement inférieure à la moyenne 2000-2006 et dans une moindre mesure inférieure à la moyenne observée entre 2007 et 2014 ;
- pour le secteur S2, l'indice moyen est inférieur à la moyenne 2000-2006 mais **supérieur à la moyenne 2007-2014**. Il constitue le second meilleur niveau d'abondance depuis 2008 derrière 2014 ;
- pour le secteur S3, l'indice moyen est supérieur aux moyennes 2000-2006, 2007 et 2008-2014. **C'est le 4^e meilleur niveau d'abondance depuis la définition de la zone refuge en 2008 derrière 2014, 2012 et 2013 ;**
- pour le secteur S4 et S5, les indice moyens sont supérieurs aux moyennes historiques 2000-2006 et 2007 mais nettement inférieurs aux moyennes 2008-2014. **Ils constituent les moins bons niveaux d'abondance depuis 2008.**

Globalement, depuis le changement de stratégie d'alevinage effectué en 2008 consistant à déverser les alevins uniquement en aval du barrage de Langeac, l'année 2015 se caractérise par une production d'alevins natifs dans la zone refuge plutôt satisfaisante alors que la production des secteurs alevinés S4 et S5 est réduite. Ce constat est probablement une conséquence des fortes chaleurs de l'été 2015 qui ont dû induire une diminution significative de la survie de l'œuf au tacon d'automne par rapport à 2014.

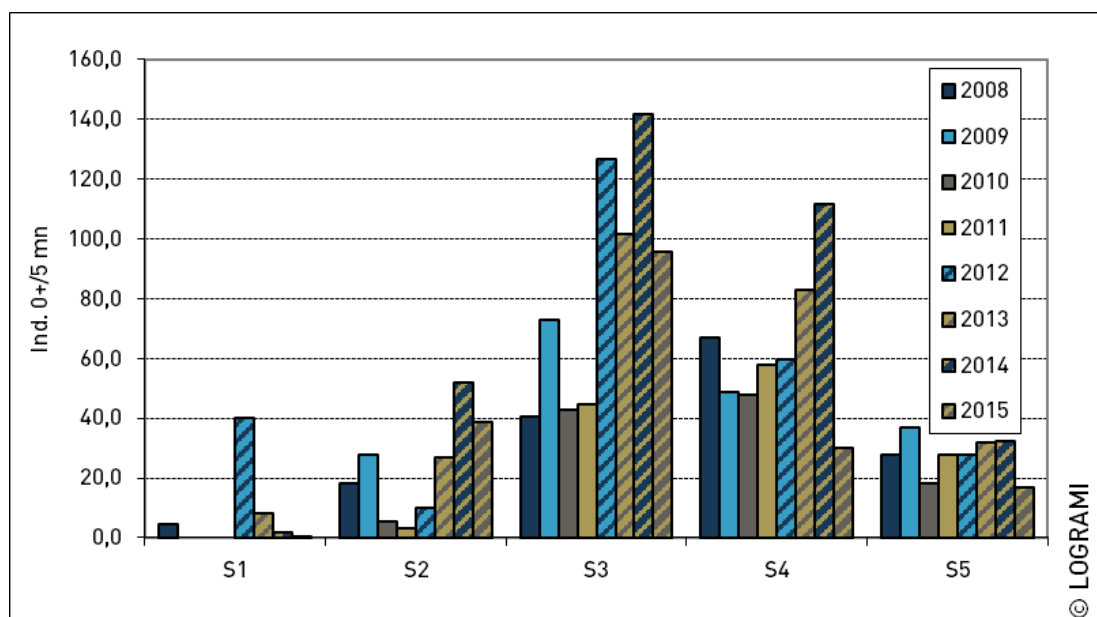
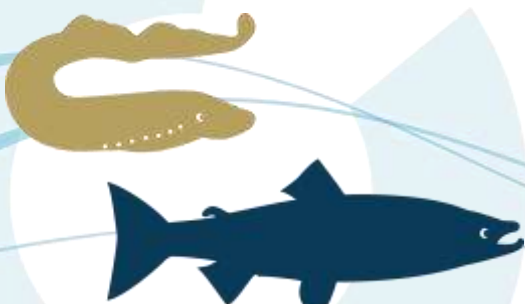


Figure 166 : Evolution de l'indice d'abondance tacons 0+ moyen pour chaque secteur de l'Allier depuis le changement de stratégie d'alevinage en 2008 (20 stations)



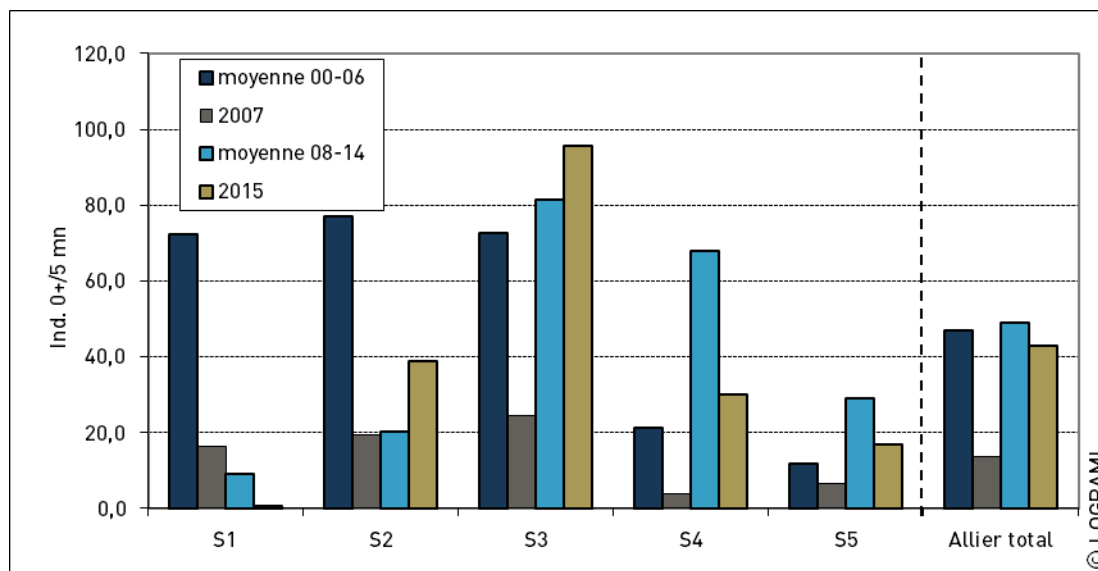


Figure 167 : Comparaison de l'indice d'abondance moyen observé en 2015 pour chaque secteur de l'Allier avec les indices moyens observés pour les périodes 2000-2006, 2007 et 2008-2014 (20 stations)

3.3.1.6 Indice d'abondance sur le Chapeauroux

Une station a été échantillonnée sur le Chapeauroux : Passerelle STEP Chapeauroux. 10 tacons 0+ et 11 individus 1+/2+ y ont été capturés. Bien que l'indice d'abondance soit considéré comme très faible, ces captures révèlent la réalisation de reproduction naturelle de saumon atlantique en 2014 sur la partie basse de cet affluent.

3.3.1.7 Indice d'abondance sur la Dore

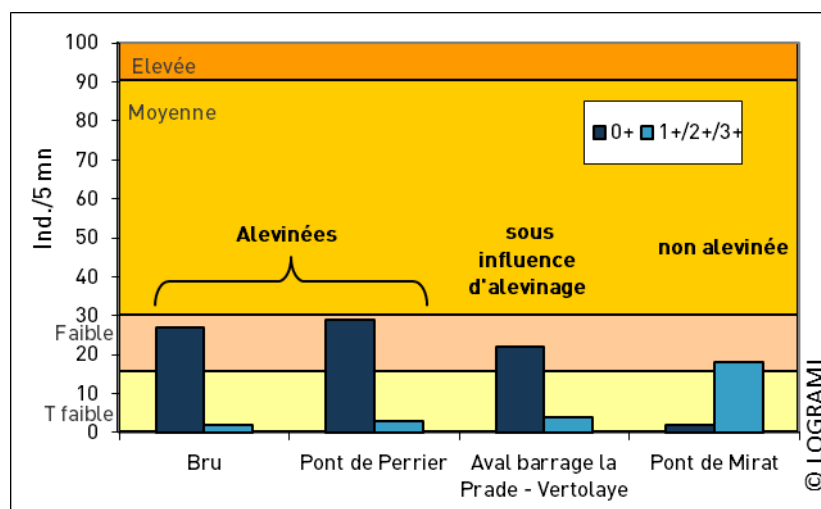


Figure 168 : Indices d'abondance tacons des stations échantillonnées sur la Dore en 2015 selon leur succession amont/aval

4 stations alevinées ont été échantillonnées sur la Dore en 2015. Les indices varient de 2 à 29 ind. 0+/5 mn (Figure 168). L'indice d'abondance moyen, toutes stations confondues, s'élève à 20 +/- 12,3 ce qui peut être considéré comme une abondance **faible**. Calculé sur les résultats des 3 stations échantillonnées depuis 2009, l'indice abondance moyen 2015 est très légèrement inférieur à la moyenne historique (Figure 169).

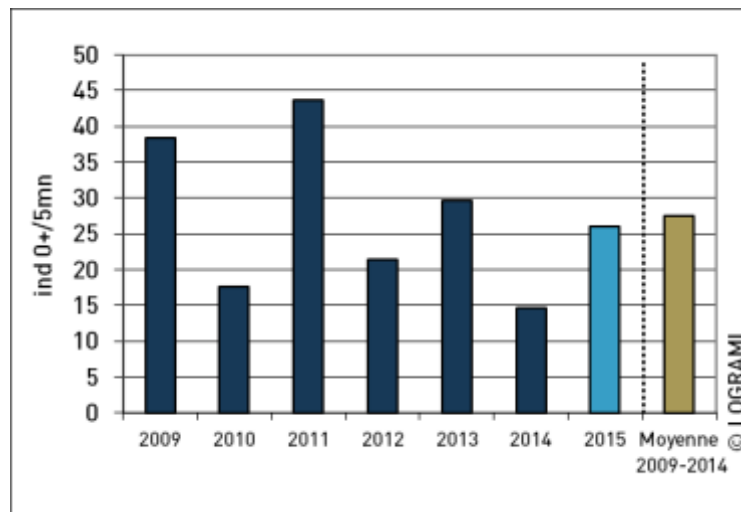


Figure 169 : Evolution sur la période 2009-2015 de l'indice d'abondance moyen de 3 stations échantillonnées sur la Dore

3.3.1.8 Indice d'abondance sur la Sioule

Résultats globaux 2015

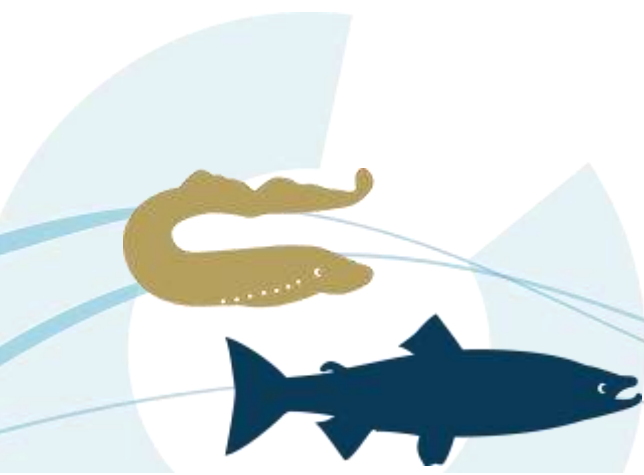
23 stations ont été échantillonnées sur la Sioule :

- 14 « non alevinées » ;
- 2 « sous influence d'alevinage » ;
- 7 directement « alevinées ».

Les indices varient de 0 à 179 ind. 0+/5 mn (Figure 170). L'indice d'abondance moyen, toutes stations confondues, s'élève à 36,3 +/- 55 ce qui peut être considéré comme une abondance **moyenne**. La station la plus amont ainsi que 4 stations sur la partie aval ne présentent pas de tacons 0+.

Les stations non alevinées, qu'elles soient situées en amont ou en aval de l'axe colonisable par les géniteurs, ne présentent au mieux que des indices d'abondance jugés très faibles.

Les stations directement alevinées présentent quant à elles des indices d'abondance faibles à très élevés. 5 de ces stations présentent des indices d'abondances élevés à très élevés.



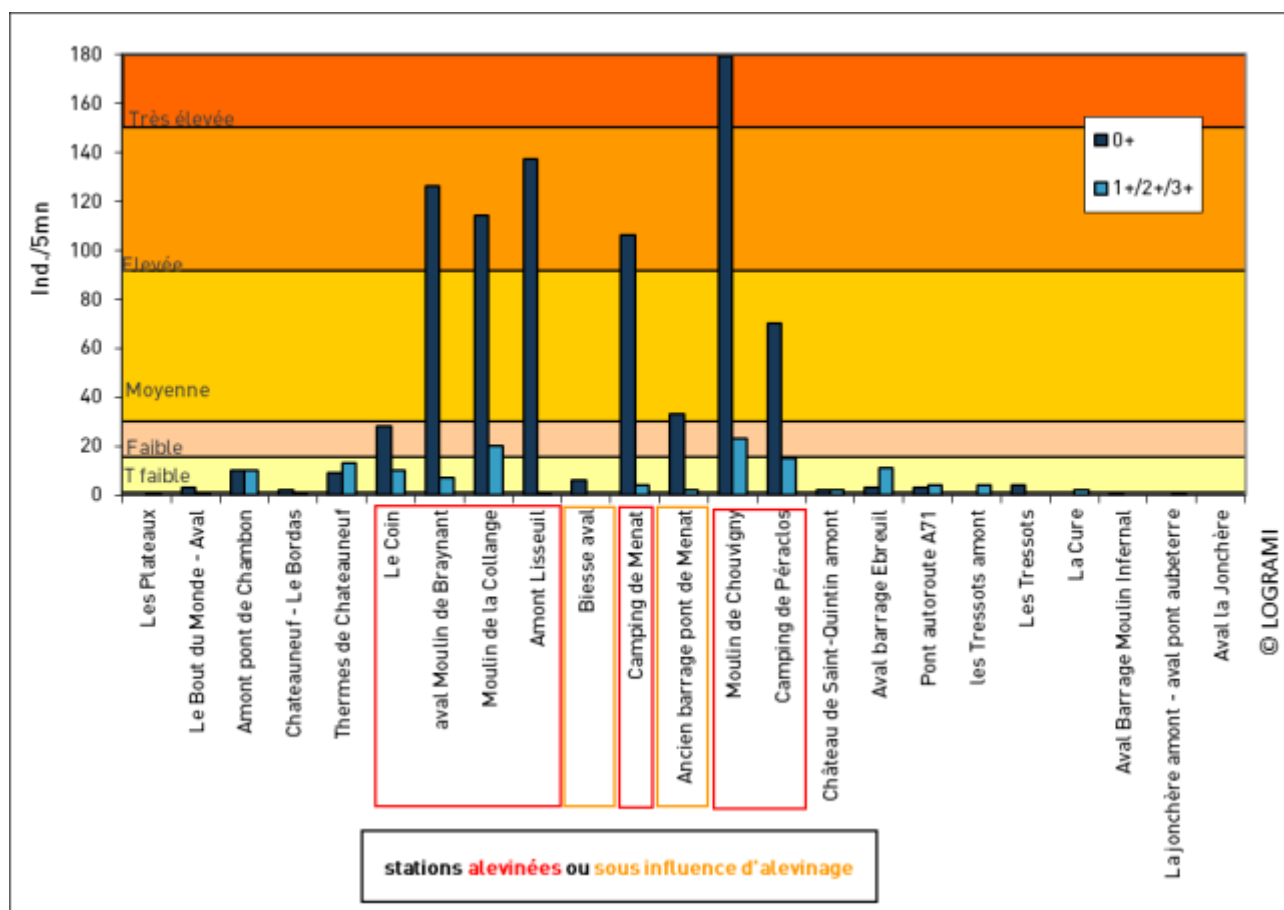


Figure 170 : Indices d'abondance tacons des stations échantillonnées sur la Sioule en 2015 selon leur succession amont/aval

Comparaison indices d'abondance juin/septembre

Les 23 stations échantillonnées en septembre 2015 avaient aussi été échantillonnées précédemment fin mai- début juin 2015 avant que les déversements d'alevins du CNSS ne soient réalisés.

Ces échantillonnages nous informent qu'un problème global de succès reproducteur intervient avant l'été gâchant l'exploitation de cet axe par des géniteurs (Cf. 1.3.3.2 partie Sioule : Figure 60). Les alevinages réalisés exclusivement sur la partie amont de l'axe sont, quant à eux, plutôt productifs. Grâce à cette localisation amont des déversements, il semblerait que les alevins déversés n'aient pas été impactés par les fortes chaleurs de l'été 2015 observées sur la partie aval de l'axe.

Comparaison avec les données historiques

La comparaison est basée sur les résultats observés sur 6 stations échantillonnées au moins 15 fois sur la période 2000-2015. Sur ces 6 stations, 4 ont été alevinées en 2015. L'indice moyen obtenu sur la Sioule en 2015 est très légèrement supérieur à la moyenne observée sur la période 2000-2014 (Figure 171). Ceci confirme que les conditions de développement des alevins déversés sur la partie amont de l'axe Sioule ont été plutôt favorables en 2015 contrairement à celles de la partie aval (Figure 172).

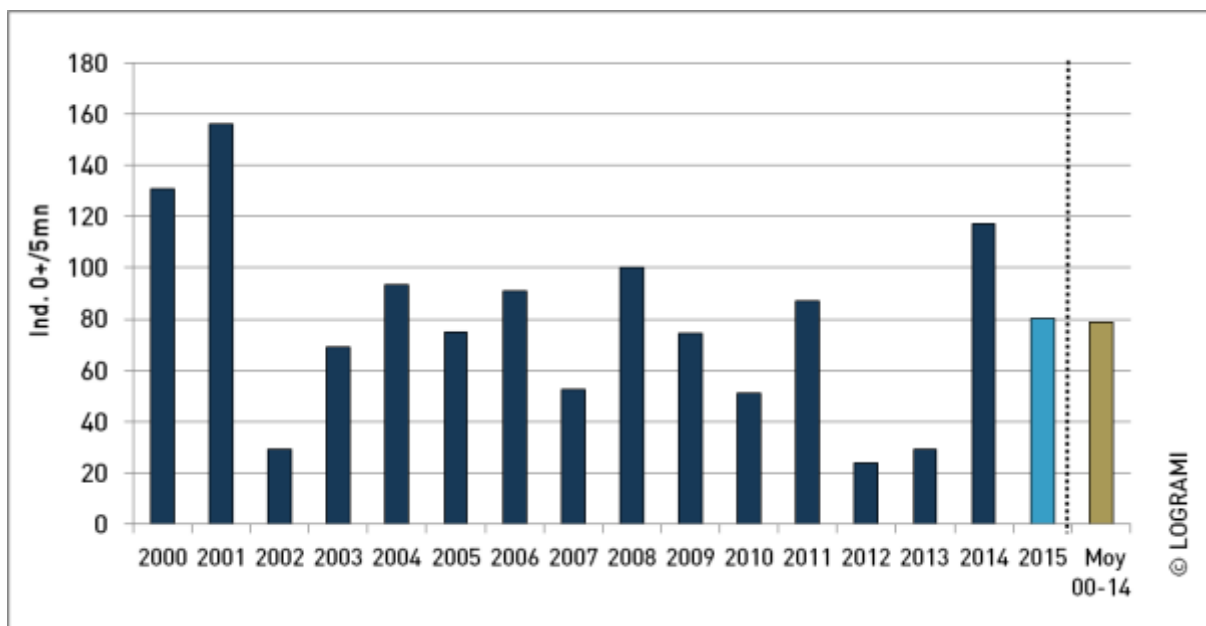


Figure 171 : Evolution sur la période 2000-2015 de l'indice d'abondance moyen de 6 stations échantillonnées sur la Sioule

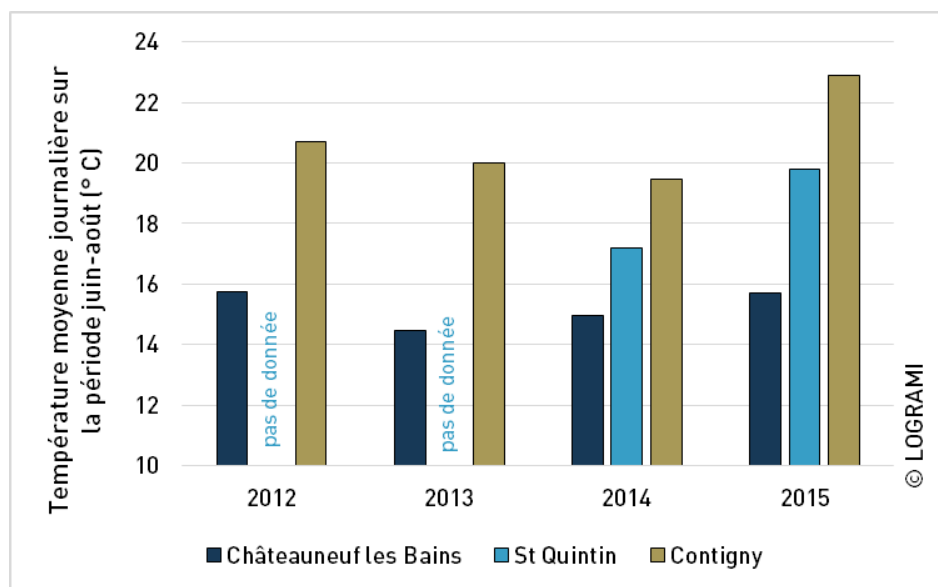
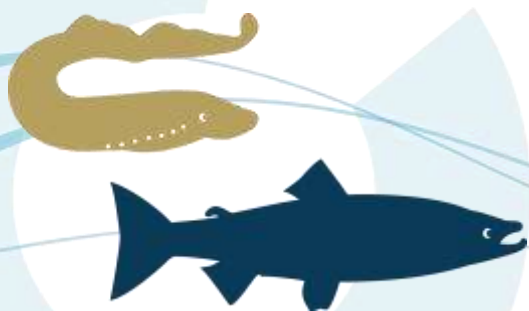


Figure 172 : Température moyenne journalière de la Sioule sur la période juin-août sur trois stations de données tempature depuis 2012

3.3.1.9 Taille des tacons 0+ pêchés

A l'échelle du bassin de l'Allier

Les tacons 0+ capturés sur l'ensemble du bassin de l'Allier ont des tailles comprises entre 51 mm et 135 mm (longueur totale) (Figure 173). La taille moyenne des tacons 0+ est de 85,0 ($\pm 13,7$) mm. 50% d'entre eux ont une taille comprise entre 75 et 94 mm (médiane 83 mm). L'âge 0+ d'un individu de 135 mm a été confirmée par analyse scalimétrique.



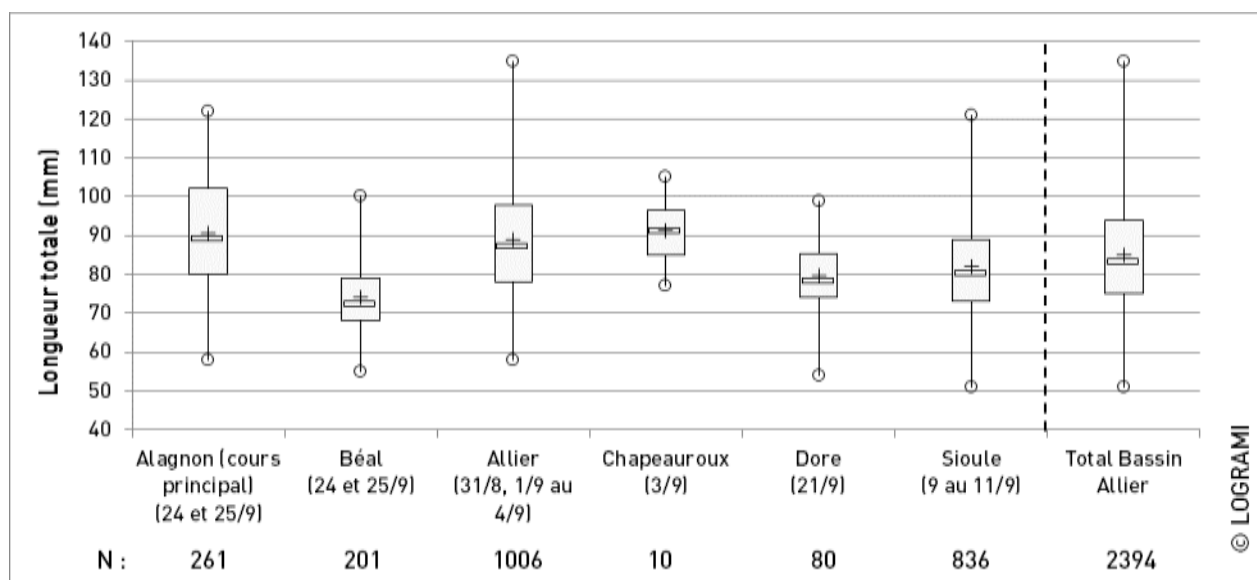


Figure 173 : Taille des tacons 0+ capturés en septembre 2015 sur l'ensemble des cours d'eau échantillonnés sur le bassin de l'Allier

A l'échelle des cours d'eau

Les étendues de la variabilité de la taille des tacons sont relativement similaires pour l'Alagnon, l'Allier et la Sioule (Figure 173). La Dore, le Béal et le Chapeauroux présentent des distributions de taille plus réduites en relation avec des effectifs moins importants.

Concernant les tailles moyennes, se succèdent par ordre croissant : le Béal, la Dore, la Sioule, l'Allier, l'Alagnon et le Chapeauroux avec respectivement : 74,0 ($\pm$ 9,1) mm, 79,6 ($\pm$ 9,6) mm, 81,8 ($\pm$ 12,1) mm, 88,9 ($\pm$ 14,1) mm, 90,5 ($\pm$ 13,0) mm et 91,3 ($\pm$ 8,7) mm.

Rigoureusement, seuls les cours d'eau échantillonnés dans un espace-temps restreint peuvent être comparés. Ainsi 2 groupes se distinguent :

- L'Allier, le Chapeauroux et la Sioule échantillonnés entre 31 août et le 11 septembre ;
- L'Alagnon, le Béal et la Dore échantillonnés entre le 21 et le 25 septembre ;

Au sein du premier groupe, seule la Sioule présente des tacons 0+ statistiquement plus petits, en moyenne, que ceux de l'Allier et du Chapeauroux (Tableau 43).

Pour le second groupe :

- les tacons 0+ du Béal sont, en moyenne, statistiquement plus petits que ceux du cours principal de l'Alagnon et de la Dore (Tableau 43) ;
- les tacons 0+ de la Dore sont, en moyenne, statistiquement plus petits que ceux de l'Alagnon (Tableau 43).

L'Alagnon ayant été échantillonné plus tardivement, il paraît alors plus évident que les tacons capturés sur l'Alagnon soient en moyenne plus grands que ceux de l'Allier et de la Sioule.



A l'inverse, les tacons 0+ de la Dore et du Béal ayant été capturés plus tardivement que ceux de l'Allier, de la Sioule et du Chapeauroux, leur différence de taille (tacons plus petits), ne peut être imputée au laps de temps séparant les échantillonnages. Ainsi, par un probable effet « rivière », le Béal et la Dore produiraient des tacons 0+ plus petits que ceux des autres cours d'eau du bassin de l'Allier.

Tableau 43 : Résultats du test post hoc de comparaison multiple entre les tailles des tacons 0+ des différents cours d'eau échantillonnés sur le bassin de l'Allier en 2015 (P value ajustement method : bonferroni) (en rouge: différence statistiquement significative)

	Alagnon	Allier	Béal	Chapeauroux	Dore
Allier	0,90602				
Béal	<2 ^e -16	<2 ^e -16			
Chapeauroux	1,00000	1,00000	0,00047		
Dore	3,5 ^e -10	6,6 ^e -09	0,01551	0,09368	
Sioule	<2 ^e -16	<2 ^e -16	1,5 ^e -13	0,30108	1,00000

Evolution de la taille des tacons 0+ le long de l'Allier

Les tailles moyennes des tacons varient selon les secteurs (Figure 174). D'après le test de Kruskal Wallis, les tailles de tacons 0+ d'au moins un échantillon différent statistiquement des autres (p-value < 2,2^e-16). D'après le test post-hoc de comparaison multiple, tous les secteurs sont statistiquement différents entre eux excepté le S1 qui n'est statistiquement différent d'aucun et le S3 qui ne diffère pas du S4. (Tableau 44). Le caractère atypique du S1 peut s'expliquer par son faible effectif et sa faible variabilité comparativement aux autres secteurs. Ainsi, les tacons 0+ capturés sur les secteurs S2 sont statistiquement plus grands 98,7 (± 14,6) mm que ceux capturés sur S3, S4 et S5 avec respectivement 88,3 (± 13,4) mm, 85,1 (± 11,2) mm et 77,7 (± 8,2) mm. La différence est aussi significative pour le S3 comparé au S5, et pour le S4 comparé au S5. **En 2015, sur l'Allier, la taille des tacons 0+ décroît selon le gradient amont aval entre S2 et S5 avec une relative stabilité entre S3 et S4.**

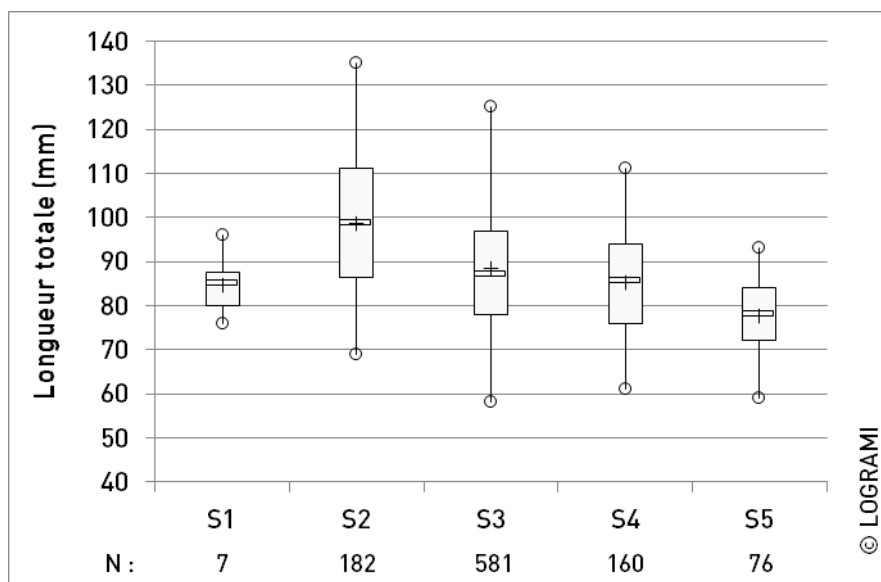


Figure 174 : Longueur totale des tacons 0+ capturés en 2015 sur les différents secteurs de l'Allier (début septembre uniquement)

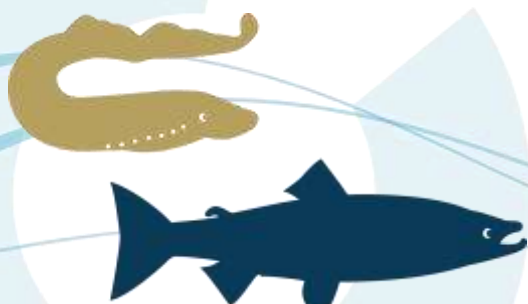


Tableau 44 : Résultats du test post hoc de comparaison multiple entre les tailles des tacons 0+ des différents secteurs de l'allier échantillonnés en 2015 (P value ajustement method: bonferroni) (en rouge: différence statistiquement significative)

	S1	S2	S3	S4
S2	0,8544			
S3	1,0000	<2 ^e -16		
S4	1,0000	<2 ^e -16	0,05372	
S5	1,0000	<2 ^e -16	3.7 ^e -10	0,00051

Ces différences de taille moyenne entre secteurs, ne peuvent être imputées à des différences de densité de tacons car pour des densités similaires, des tailles moyennes différentes sont observées selon les secteurs (Figure 175). Il existe donc un effet « secteur » agissant sur la taille des tacons 0+. La densité semble toutefois avoir une influence au sein des secteurs, sauf sur le secteur S4 présentant un mélange entre les poissons natifs et déversés.

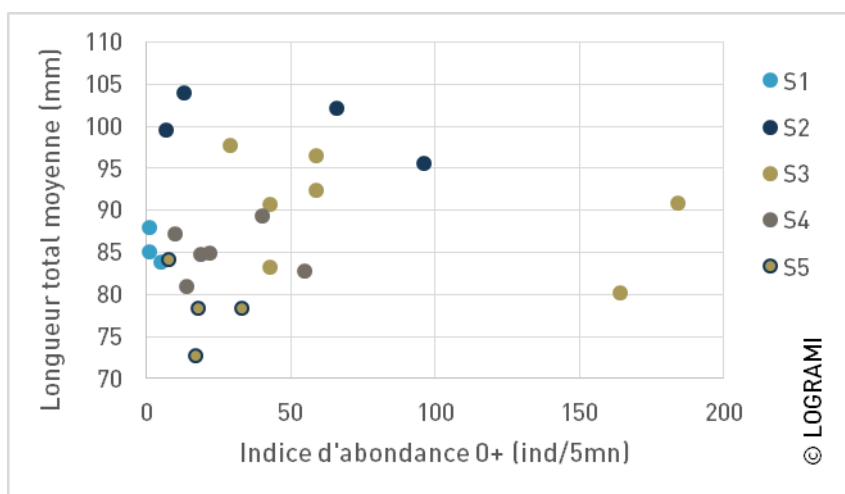


Figure 175 : Longueur totale moyenne et indice d'abondance tacons 0+ par station échantillonnée début septembre 2015 sur les 5 secteurs de l'Allier

3.3.1.10 Croissance des tacons 0+ durant le mois de septembre

Sur S2 et S3 entre les 2 sessions

Pour la 3^{ème} année consécutive, le renforcement du nombre de stations échantillonnées sur un secteur Langeac/Langogne réalisé de manière partenariale entre LOGRAMI et l'ONEMA (DiR6) s'est traduit par un échantillonnage début-octobre de 11 stations supplémentaires : 4 sur S2 le 06/10/2015, 3 sur S3 dans le Vieil Allier (TCC du barrage de Poutès) le 07/10/2015 et 4 sur S3 en aval du Vieil Allier (aval usine de Monistrol) le 08/10/2015. Même si les stations ne sont pas identiques, il est possible de comparer la taille des tacons capturés à l'échelle des 3 secteurs durant les deux périodes distinctes (Figure 176).

Respectivement pour S2, S3 Vieil Allier et S3 Aval Vieil Allier, des croissances moyennes de + 4,1 mm en 33 jours soit 0,12mm/j, de + 3 mm en 35 jours soit 0,08 mm/j et de + 2,8 mm en 36 jours soit 0,08 mm/j

sont observées entre les sessions d'échantillonnage. Pour une période quasiment identique, le secteur S2 présente une croissance plus élevée que le secteur S3. Ces croissances moyennes sont nettement inférieures à celles constatées en 2013 et 2014 (Tableau 45).

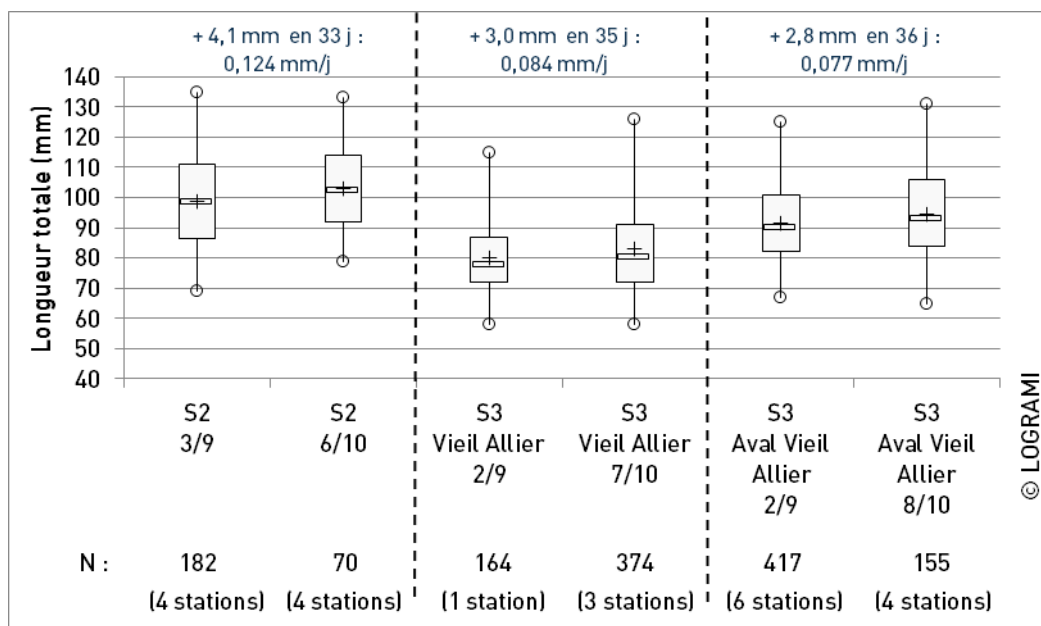


Figure 176 : Longueur totale des tacons 0+ capturés sur les secteurs S2 et S3 de l'Allier lors des 2 sessions réalisées en 2015

Tableau 45 : Croissances constatées sur les secteurs de l'Allier S2 et S3 depuis 2013

	S2	S3 Vieil Allier	S3 aval Vieil Allier
2013	0,46 mm/j [27j]	0,26 mm/j [27j]	
2014	0,18 mm /j [18j]	0,15 mm/j [20j]	0,16 mm/j [37j]
2015	0,12 mm/j [33j]	0,08 mm/j [35j]	0,08 mm/j [36j]

Sur les stations échantillonnées à 2 reprises

Dans le cadre de l'opération « pêche de calibration » consistant à déterminer une relation entre indice d'abondance tacons 0+ et densité surfacique de tacons 0+, des stations ont été échantillonnées à 2 reprises, début septembre et fin septembre. L'analyse des tailles moyennes permet d'appréhender la croissance moyenne des tacons 0+ au sein des stations.

Sur les 3 stations de l'Allier, où les 2 échantillonnages sont espacés d'au moins 26 jours, la croissance moyenne la plus élevée est observée à « Vabres » sur le secteur S2 avec 0,32 mm/j (Figure 177). La croissance moyenne à « Pontgibert radier » (S3) est plus importante qu'en « aval du Pont d'Orbeil ».

Sur l'Alagnon, au « Pont de Brugeilles », étonnamment, la taille moyenne des tacons 0+ est moins élevée lors de la deuxième pêche électrique. Un effet « échantillon » ainsi que le faible laps de temps entre les deux échantillonnages et le rafraîchissement observé durant cette période peut expliquer ce résultat. Les valeurs extrêmes (min et max) sont toutefois supérieures lors du second échantillonnage.



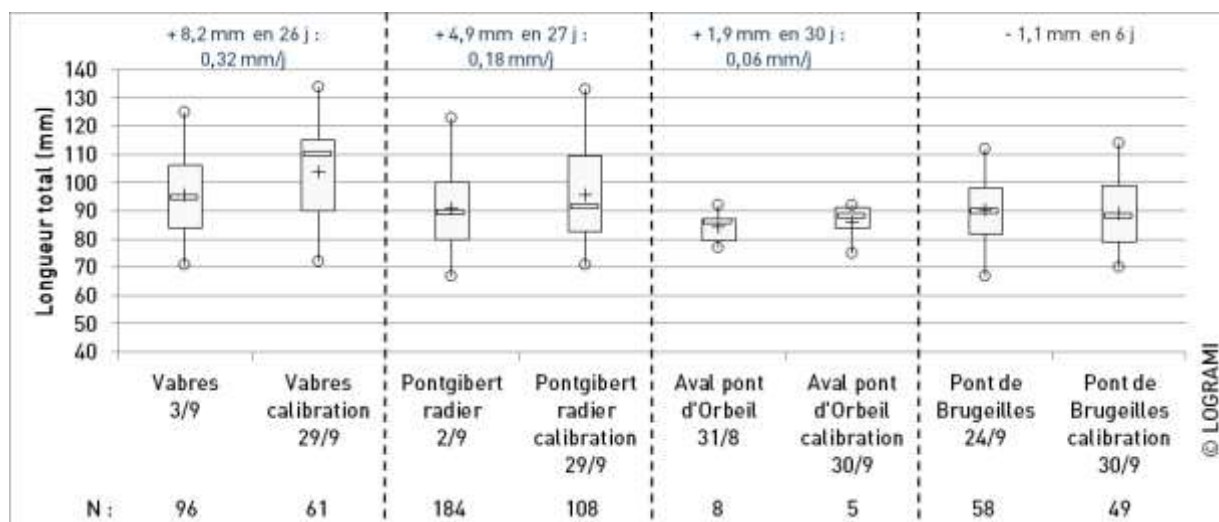


Figure 177 : Longueur totale des tacons 0+ capturés sur les stations échantillonnées à 2 reprises en 2015 sur l'Allier et l'Alagnon

3.4. Action 8 : Incrémentation annuelle du modèle de dynamique de population du saumon Loire Allier

3.4.1. Contexte

Un modèle de dynamique de population du saumon de Loire-Allier a été développé dans le cadre du plan Loire grandeur III et porté par l'INRA de St-Pée-sur-Nivelle. Il a abouti en juin 2012 à la production d'un modèle répondant aux 4 objectifs suivants :

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

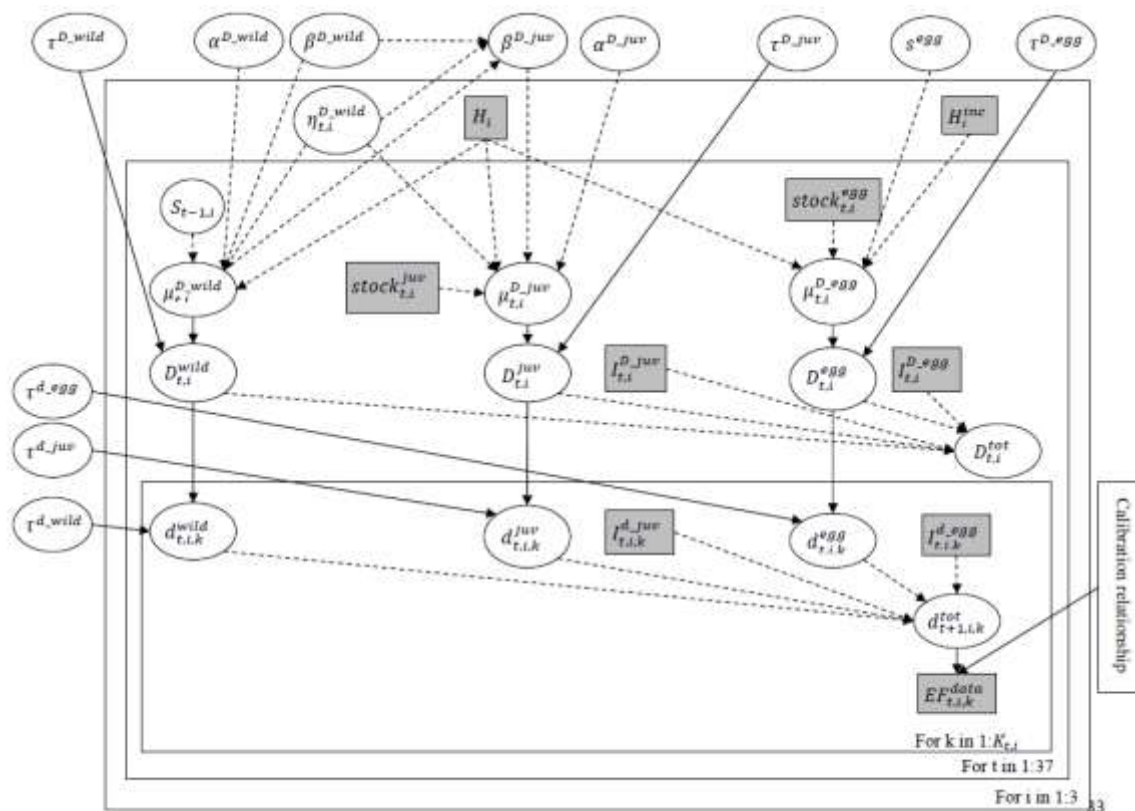


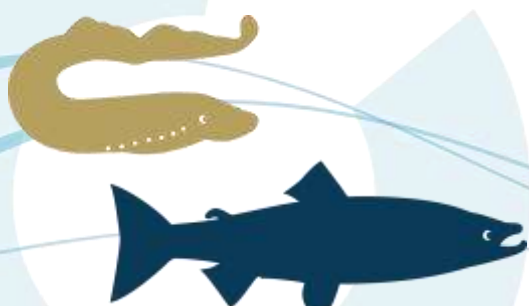
Figure 178 : Directed Acyclic Graph (DAG) of the model used to the average annual 0+ juvenile densities at macro and micro scales. Squares represent fixed quantities. All observed quantities are greyed. Arrows represent the parent-child dependencies between the different nodes: plain arrows represent probabilistic relationship between the parent(s) and child nodes, dashed arrows indicate deterministic relationship. The frames represent a repetition of structure over years, river sections and sites. Nodes outside the frame are unknown parameters constant across sites. Refers to either successive removal data or 5 minutes index of abundance. The link between this data and the 0+ juvenile densities is made with the calibration relationship. (Sources : Guillaume Dauphin & Etienne Prévost, INRA, in press 2014).

Suite à ce travail (post-doctorat de 2 ans et demi de Guillaume Dauphin sous la supervision d'Etienne Prévost), et afin de poursuivre le projet, l'INRA de St-Pée-sur-Nivelle a proposé un transfert du modèle vers le Tableau de bord SALT (projet financé INRA-ONEMA-LOGRAMI). Ce transfert a pour but de permettre aux acteurs du bassin (et en particulier du bassin de l'Allier) de s'approprier l'outil afin de :

- procéder à sa mise à jour régulière
- réfléchir à des nouveaux scénarii permettant de répondre à des questions de gestion.

Le transfert a eu lieu en 2014 et le travail sera poursuivi en 2015 (dossier Tableaux de Bord Migrateurs). Il est donc maintenant possible de procéder à la mise à jour annuelle de ce modèle. Pour se faire un certain nombre de données sont requises pour la plupart acquises dans ce présent programme :

- nombre de saumons comptés aux stations de vidéo-comptage (nombre de géniteurs potentiels de saumons,
- le comptage des frayères permet la calibration de la relation géniteurs/nids,
- nombre d'œufs, d'alevins et de smolts déversés et nombre d'adultes capturés pour la reproduction en pisciculture (données CNSS),



- le suivi des populations de tacons natifs et déversés réalisé chaque année sur le bassin versant de l'Allier, afin d'apprécier l'abondance des juvéniles de l'année par un indice d'abondance des tacons de l'année obtenu par pêche électrique en 5 minutes (tacons 0+).

Ainsi, le présent programme d'action permet donc **l'acquisition de données annuelles incrémentant le modèle de dynamique de population.**

Le suivi des populations de tacons natifs et déversés réalisé chaque année sur les bassins versants de l'Allier indique un nombre de tacons échantillonnés en 5 minutes. Le modèle de dynamique de population utilise une relation de densité d'alevins par mètre carré. Au sein du modèle, les deux types d'échantillonnages sont alors analysés (échantillonnage par point et par déplétion) afin de dresser une relation entre ces deux méthodes.

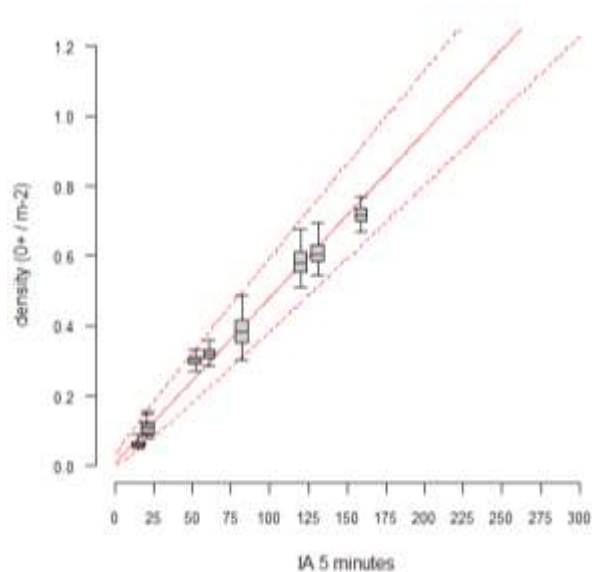


Figure 179 : Relation actuelle entre la pêche par échantillonnage ponctuel et la pêche par déplétion (Sources LOGRAMI)

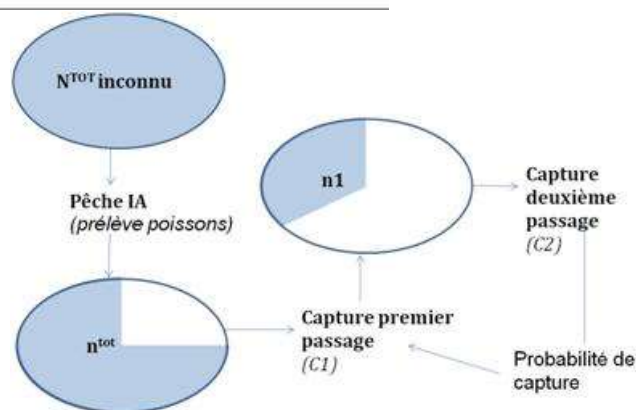


Figure 180 : Analyse de la relation entre la pêche par échantillonnage ponctuel et la pêche par déplétion (Sources LOGRAMI)

La relation de calibration entre les densités de tacons 0+ et les nombres d'individus capturés en 5 minutes effectives de pêche (pêche indice d'abondance), est un élément important du modèle puisqu'il permet de convertir toutes les pêches réalisées depuis 1994 sur le protocole des indices d'abondance en 5 minutes, en densité. Jusque-là cette relation de calibration était construite grâce à 9 points de

pêche réalisés dans la rivière Allier, sur le double protocole pêche d'indice d'abondance en 5 minutes et pêche complète (Figure 180). Lors de la réunion du groupe de travail sur le modèle, le 19 novembre 2014, l'idée de renforcer cette relation via l'ajout de nouveaux points avait été mentionnée.

Il est apparu nécessaire de procéder à une meilleure calibration de la relation d'indice d'abondance des juvéniles et les densités par surface productive notamment dans les valeurs extrêmes. Cette opération consiste donc à conforter cette relation en réalisant des pêches par point et des pêches par déplétion sur les mêmes sites.

3.4.2. Mise en œuvre

La pêche à l'électricité peut être utilisée pour estimer l'abondance des individus. L'estimation par stations dites « fermées » permet généralement une plus grande précision des estimations. Les différentes méthodes proviennent d'ouvrages traitant de la normalisation des méthodes d'échantillonnage en cours d'eau (TEMPLE et PEARSONS 2007; DUNHAM et al. 2009; RABENI et al. 2009).

Le protocole consiste à réaliser deux types de pêche sur un même site. Ceci afin d'obtenir une relation entre l'indice d'abondance de juvéniles de saumon (nbre individus/5 Mn) et la densité d'individus par m² de surface. Pour chaque site inventorié, l'effort de pêche est standardisé par le maintien de la même équipe aux mêmes postes et du temps de pêche lors des passages successifs sur un site. Un premier échantillonnage est réalisé selon le protocole de la pêche d'indice d'abondance. Les effectifs sont rapportés à un nombre de tacons 0+ pêché en 5 minutes. Lors d'un second échantillonnage, une pêche par déplétion est effectuée sur le même site. Les captures sont notées à chaque passage. Les poissons sont conservés entre les deux passages et la formule De Lury est appliquée afin de calculer la probabilité de capture et l'estimation de la densité totale.

Le nombre d'opérateurs nécessaire pour la réalisation de l'échantillonnage dépend des dimensions physiques du milieu dans lequel est réalisé l'échantillonnage. Par exemple : pour une pêche par déplétion d'un cours d'eau d'une largeur de 3 à 5m, l'échantillonnage comprendra de préférence un minimum de 5 personnes :

-  le responsable de la pêche, préposé à la télécommande, en contact visuel avec les opérateurs qui sont dans l'eau ;
-  un porteur d'anode ;
-  deux porteurs d'épuisette ;
-  un (ou deux) porteur(s) de bassine chargé du transfert et du stockage des poissons avant prise en charge par le chantier de biométrie.

Le nombre d'anodes est ajusté en fonction des caractéristiques de la rivière en retenant comme critère l'utilisation d'au moins une anode par 5m de largeur de cours d'eau selon les conditions. Ainsi, sur les pêches se limitant aux cours d'eau de moins de 9m (± 1 m), le nombre maximum d'anodes sera de 2.

3.4.2.1 Résultats

Les 29 et 30 septembre 2015, grâce à la mobilisation de 25 personnes, 4 nouveaux points sont venus enrichir la relation de calibration du modèle (Figure 181).



Figure 181 : Photographies de la mise en œuvre opérationnelle de la pêche par déplétion (Sources LOGRAMI)

Ces points ont été choisis après la réalisation d'une première pêche « Indice d'Abondance » de façon à avoir au moins un site avec une faible abondance, un avec une abondance moyenne et un avec une abondance forte. D'autre part, un point a été réalisé sur la rivière Alagnon de façon à vérifier la validité de l'utilisation de cette relation sur d'autres axes inclus dans le modèle.

Par rapport aux abondances visées (un site faible, un site moyen et un site fort), nous pouvons observer que le site faible a bien pu être échantillonné (station d'Orbeil avec 5 tacons 0+ en 5 minutes) (Figure 182). En revanche, nous espérions un meilleur résultat en terme de nombre d'individus 0+ par 5 minutes pour le site de Pontgibert sur lequel nous avons observé en moyenne sur les trois dernières années de



très bons résultats de pêche en 5 minutes (moyenne 2012-2014=179.3 $\pm$ 67.6). En effet, il serait très intéressant d'avoir un point avec une très forte abondance (>175 tacons 0+ par 5 minutes) et cela doit rester un objectif pour une prochaine campagne de pêche. Deux sites d'abondance moyenne ont été échantillonnés, l'un sur l'Allier (Vabres) et l'autre sur l'Alagnon (Pont de Brugeilles). La relation entre le nombre de 0+ pêchés et la densité de tacons présents pour ces deux sites a tendance à être supérieure aux autres sites, mais nous observons que le point réalisé dans l'Alagnon entre dans la gamme de la relation attendue (même si le point est situé dans la gamme supérieure de cette relation).

Par rapport à la relation antérieure, ces 4 nouveaux points (et en particulier la station de Vabres) ont tendance à nous donner une vision un peu plus optimiste de la densité de tacons 0+ pour un indice d'abondance donné. Une autre campagne de pêche est d'ores et déjà prévue pour l'automne 2016 avec la réalisation de 4 nouvelles pêches sur le double protocole pêche IA - pêche complète. Ces nouveaux points viendront ainsi compléter les 13 points déjà réalisés afin de renforcer la robustesse de cette relation.

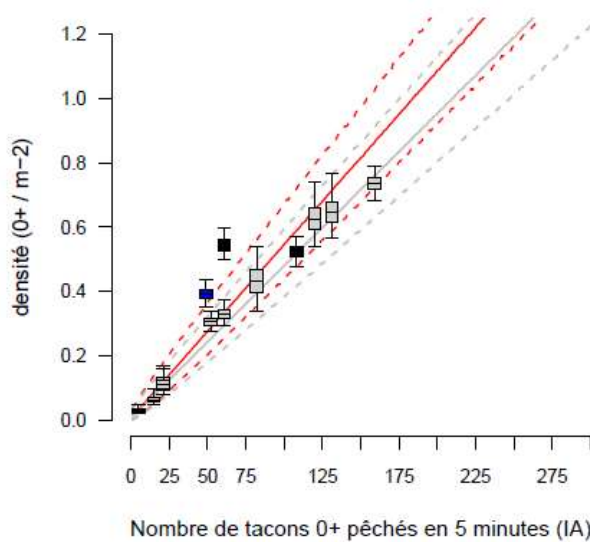


Figure 182 : Relation entre le nombre d'individus capturés en 5 min (IA) et la densité de tacons 0+. Les boxplots indiquent les quantiles à 2.5, 25, médiane, 75 et 97.5 : en gris les 9 points historiques (rivière Allier), en noir les 3 nouveaux points réalisés dans la rivière Allier et en bleu le nouveau point réalisé dans la rivière Alagnon. Les traits pleins et pointillés représentent respectivement la médiane et les quantiles 2.5 et 97.5 : en rouge pour la relation prenant en compte les anciens points plus les 4 nouveaux (soit 13 points) et en gris la relation qui ne prend en compte que les 9 points historiques



4. Les traits de vie

4.1. Contexte de l'étude

Dans le domaine de l'écologie et de l'évolution, les « traits biologiques », « traits de vie » ou « traits écologiques » d'une espèce ou d'une communauté d'espèce sont des descripteurs biologiques et comportementaux quantitatifs (croissance, mode/rythme/stratégie de reproduction et alimentation) ou écologiques (préférendum de température, débit, etc.) étudiés aux échelles spatiales de l'habitat et du paysage. Ils sont un produit de la sélection naturelle (produit neutre ou constituant une réponse adaptative aux modifications et contraintes de l'environnement).

Ainsi, les traits biologiques et écologiques représentent l'ensemble des caractéristiques biologiques des espèces ainsi que leurs relations avec l'environnement.

4.2. Action 9 : Structure en âge des saumons atlantiques

Les saumons observés aux stations de comptage sont mesurés individuellement. Leurs âges sont estimés grâce à l'utilisation d'un abaque reliant la taille du poisson à son âge de mer. Cette donnée permet entre autres de reconstituer les effectifs suivant l'année de dévalaison des saumons et ainsi d'émettre des hypothèses sur les variations interannuelles d'effectifs.

La mise en place d'un laboratoire d'acquisition de données biologiques à Vichy permettra à terme, via le prélèvement d'écaillés et la mesure de la taille des poissons capturés, de contribuer à la validation de cet abaque. Ces résultats sont en effet très importants dans un contexte de changement global puisque des indications de diminution de la taille des poissons pour un âge de mer identique sont déjà apparues dans d'autres bassins français. Pour le moment, ce phénomène a particulièrement été observé pour les poissons d'un an de mer (très peu présents dans le bassin de la Loire).

4.2.1. Sur le bassin Creuse-Gartempe

4.2.1.1 Station de comptage de Descartes

Les 204 saumons comptabilisés à Descartes ont pu être mesurés individuellement. Leurs tailles s'échelonnent de 57 à 103 cm pour une moyenne de 81 cm (± 10 cm).

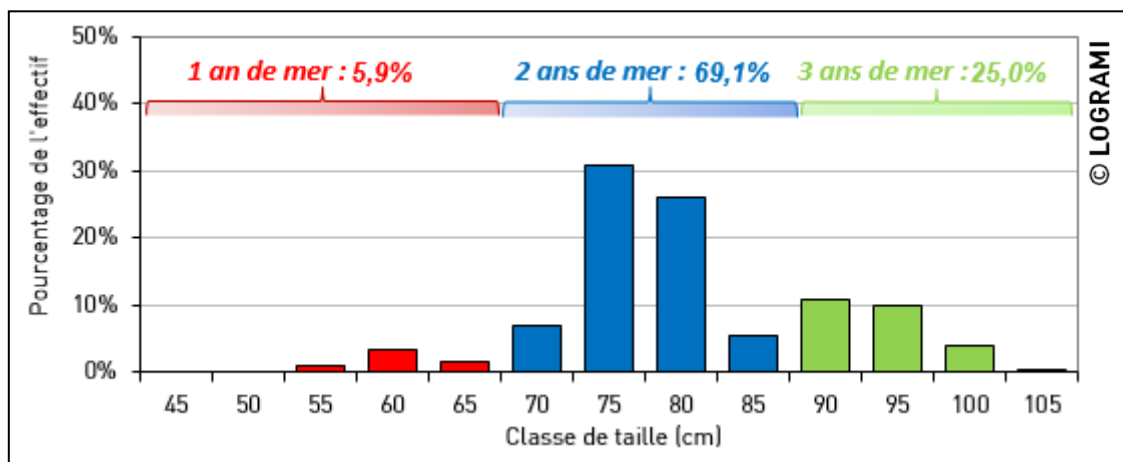


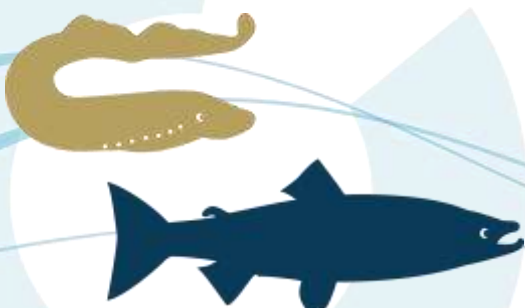
Figure 183 : Distribution en classes de taille des effectifs de saumon atlantique comptabilisés dans la passe à poissons de Descartes sur la Creuse en 2015 (n=204)

La classe de taille la plus représentée est celle des 75 cm totalisant 63 individus, soit 31 % de la population migrante (Figure 183). A partir d'un abaque, ces différentes tailles permettent d'établir l'âge de chaque saumon ayant franchi l'ouvrage de Descartes, ainsi l'effectif peut-être subdivisé en trois grandes classes d'âge : les saumons d'un an de mer (12 individus soit 6 % de l'effectif), de deux ans de mer (141 individus soit 69 % de l'effectif) et de trois ans de mer (51 individus soit 25 % de l'effectif).

La population migrante de l'année 2015 est donc en majorité composée de poissons de deux ans de mer. Les années précédentes cette classe d'âge était aussi majoritairement représentée. De 2007 à 2014, en moyenne 61 % (± 15 %) des individus ont été considérés comme des individus ayant séjourné deux ans en mer. **Le nombre de saumons de trois ans de mer compté en 2015 est aussi le plus important de l'historique.** En effet, en moyenne de 2007 à 2014, 16 saumons (± 17) franchissent chaque année le barrage de Descartes, alors qu'en 2015, 51 ont été comptabilisés. Enfin, concernant les saumons de un an de mer, l'effectif est proche de celui des années précédentes : 12 individus en 2015 contre 13 (± 10) en moyenne de 2007 à 2014.

La proportion de castillons (1 an de mer) est par ailleurs une spécificité du bassin de la Vienne par rapport aux autres axes migratoires plus lointains du bassin de la Loire. La proximité de la Vienne avec l'océan permet à ces poissons d'atteindre au minimum les parties aval de l'axe Creuse Gartempe avant la période de reproduction.

Ces différentes classes d'âge permettent de reconstituer le nombre de saumons de retour sur la Creuse selon leurs années de dévalaison (Figure 184). Les retours des poissons issus de la dévalaison de 2013 sont incomplets. En effet, les trois ans de mer de cette cohorte migreront à Descartes en 2016. Malgré cela, ces retours sont déjà les plus importants de l'historique avec 177 saumons passés à Descartes, 1 à 2 ans après leur dévalaison.



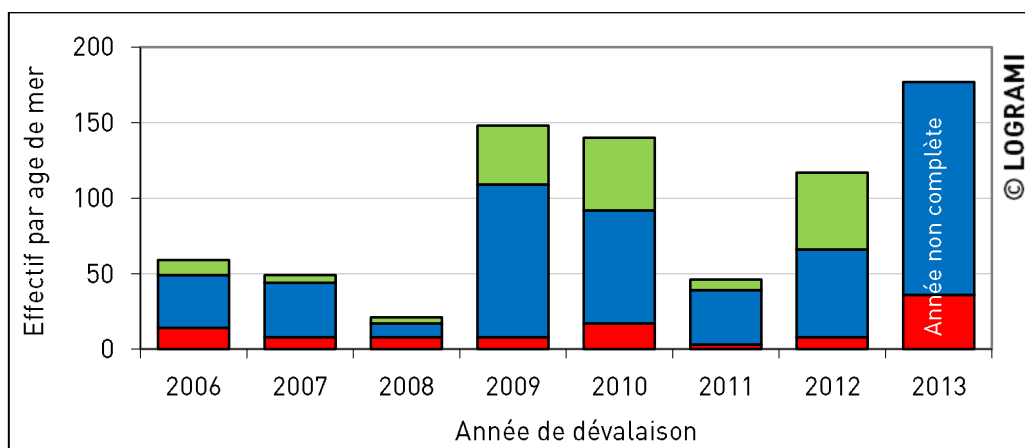


Figure 184 : Effectifs des retours de saumons par classe d'âge suivant leur année de dévalaison à Descartes (n=757)

Les faibles retours de la dévalaison 2008 peuvent en partie être liés à une pollution de l'estuaire de la Loire aux hydrocarbures qui a entraîné une forte mortalité de la faune pisciaire. De même, les faibles retours de l'année 2011 peuvent être expliqués par les conditions hydrométriques et thermiques très défavorables rencontrées lors de la dévalaison.

4.2.1.2 Station de comptage de Châtellerault

La taille moyenne des saumons passés à Châtellerault en 2015 est de 70 cm (± 12 cm). Sur les 10 individus comptabilisés, 5 ont passé un an en mer (soit 50 % de l'effectif), 4 deux ans en mer (soit 40 % de l'effectif) et 1 trois ans en mer (soit 10 % de l'effectif).

Depuis 2005, les mesures ont permis d'identifier la classe d'âge de 104 saumons. Les saumons ayant passé un an en mer sont les plus représentés (41 % de l'effectif total). A l'inverse seulement 14 % d'entre eux ont passé trois ans en mer. Ces classes d'âges ont permis de reconstituer les effectifs suivant leurs cohortes de dévalaisons. Ces effectifs sont globalement stables et faibles (Figure 185)

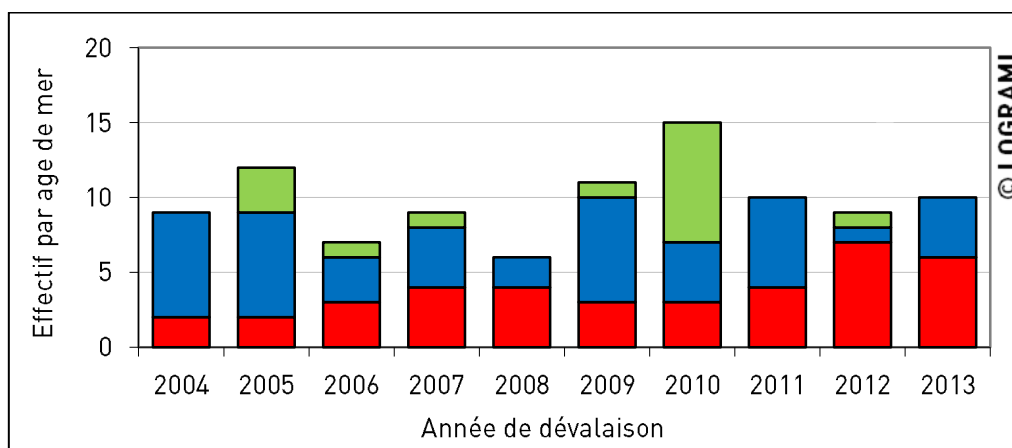


Figure 185 : Effectifs des retours de saumons par classe d'âge suivant leur année de dévalaison à Châtellerault (n=98)

Les premiers saumons de 1 an de mer arrivent en général à la fin du printemps sur le bassin de la Vienne. Durant cette période, la Creuse est moins attractive que la Vienne, il est probable que la



divagation soit donc plus importante pour cette classe d'âge que pour les autres. Cette hypothèse permettrait d'expliquer la proportion élevée de saumons d'un an de mer comptabilisée à Châtellerault par rapport à la station de Descartes. Pour rappel, l'axe Vienne ne peut à ce jour pas être considéré comme un axe productif pour le saumon, les zones de reproduction étant situées en amont d'un complexe hydroélectrique infranchissable. Les saumons s'orientent donc principalement sur le bassin Creuse-Gartempe.

4.2.2. Sur le bassin de la Loire amont

4.2.2.1 Station de comptage de Decize

Depuis l'installation de la station de comptage permanente à Decize en 2009, les géniteurs font l'objet d'une mesure de leur taille à partir du logiciel de vidéo-comptage. En 2015, le contingent migrant à la station de comptage de Decize est constitué de 2 % de saumons de 1 été (1 individu) ; 90 % de saumons de 2 étés (36 individus) et 8 % de saumons de 3 étés (3 individus). Depuis 2009, la classe de saumons de 2 étés est aussi majoritaire avec en moyenne 80 % des passages (Figure 186).

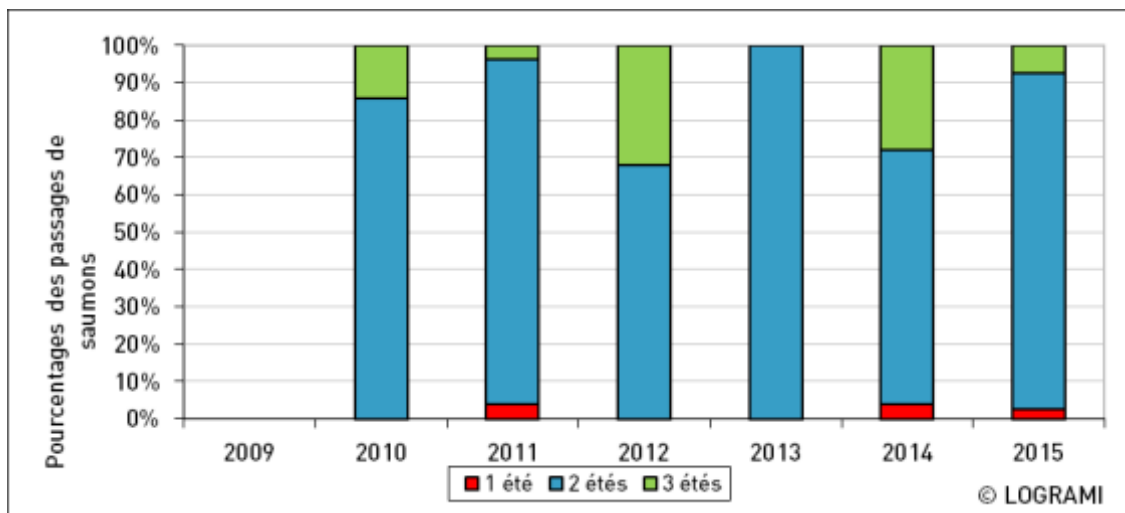
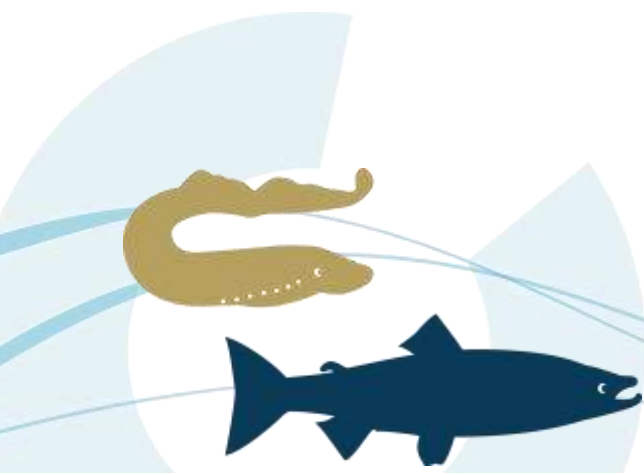


Figure 186 : Evolution de la répartition des classes d'âges de saumons à la station de comptage de Decize depuis 2009

4.2.2.2 Station de comptage de Gueugnon

Pour la première fois depuis le suivi de la passe de la station de comptage de Gueugnon en 2006, 2 individus de 3 étés ont été contrôlés en 2015 sur le bassin de l'Arroux (Figure 187). Ils représentent 20 % du contingent migrant de l'année. Au total, sur les 30 individus contrôlés sur la période 2006-2015, 28 saumons étaient des individus de 2 étés de mer.



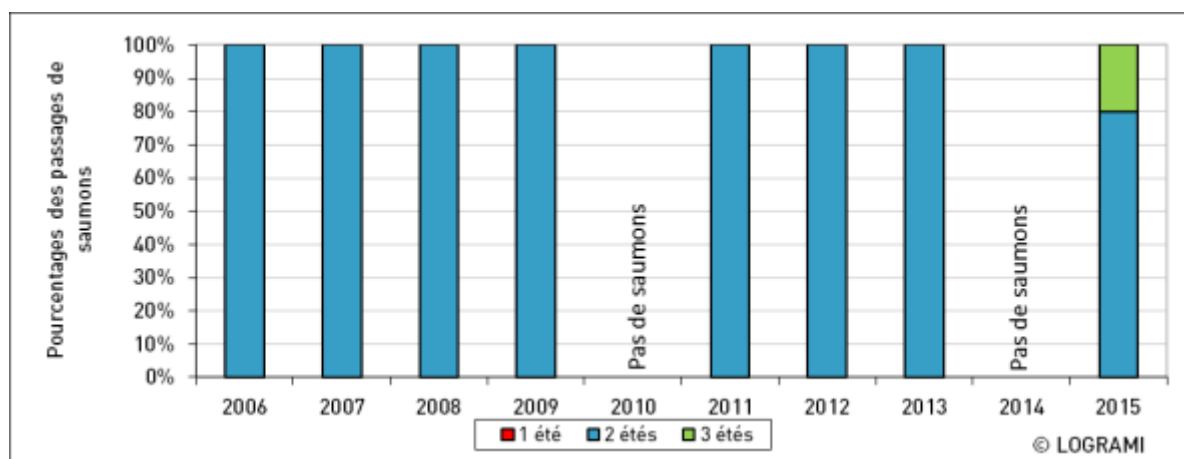


Figure 187 : Evolution de la répartition des classes d'âges de saumons à la station de comptage de Gueugnon depuis 2006

4.2.3. Sur le bassin de l'Allier

4.2.3.1 Station de comptage de Vichy

Les classes de tailles les plus représentées cette année en 2015 à la station de comptage de Vichy sont celles de 75cm (412 individus) et 80cm (246 individus) (Figure 188). Ces classes représentent 56% du total des passages. La classe la moins représentée est celle de 110cm avec 1 individu contrôlé.

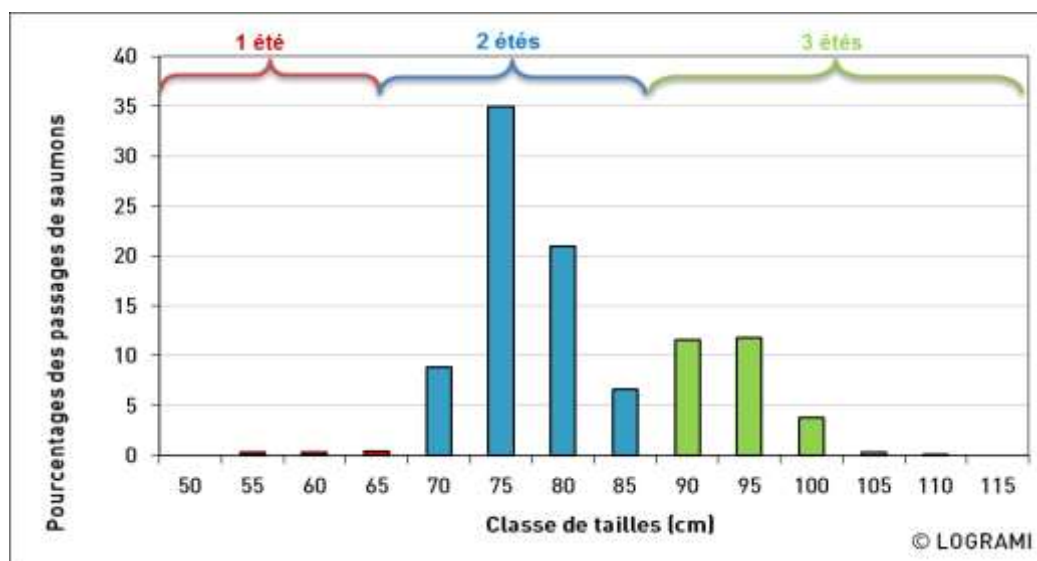


Figure 188 : Répartition des classes de taille de saumons à la station de comptage de Vichy en 2015

En 2015, le contingent de saumons contrôlés à la station de comptage de Vichy, est composé de 1% de saumons de 1^{er} été (12 individus), 71% de saumons de 2^{es} étés (140 individus) et 28% de saumons de 3^{es} étés (325 individus) (Figure 189). Depuis 1997, la proportion d'individus de 2^{es} étés représente également la

classe majoritaire avec 57% des individus. A noter, la plus faible proportion d'individus de 2 étés est enregistrée en 2009 avec 23% du contingent migrant contre le plus fort en 2006 avec 81%.

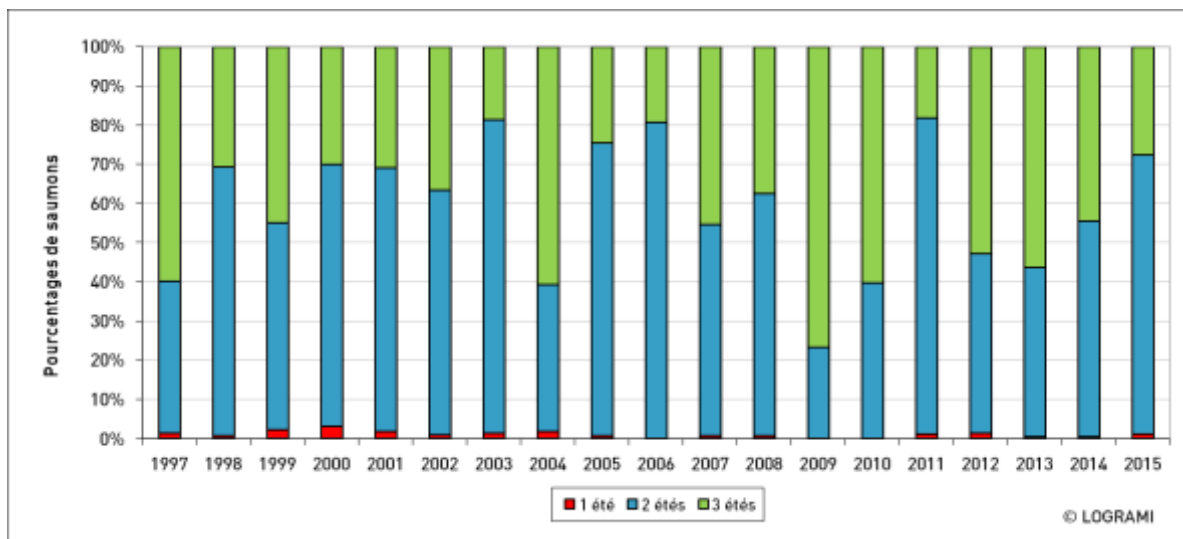


Figure 189 : Evolution de la répartition des classes d'âges de saumons à la station de comptage de Vichy depuis 1997

La moyenne interannuelle des retours de saumons par année de dévalaison à la station de comptage de Vichy s'élève à 587 individus (Figure 190). La composition des retours de saumons par année de dévalaison en fonction des âges de mer des individus est la suivante : moyenne 1 été : 2% ; moyenne 2 étés : 56% ; moyenne 3 étés : 42%. Les retours les plus importants sont issus de la dévalaison des juvéniles de 2001 : 1398 saumons de retour à Vichy. Sur la période 2009-2012, le taux de retour des géniteurs par année de dévalaison est évalué en moyenne à 804 individus ce qui représente une nette augmentation. Pour l'année 2013, le retour des géniteurs de 2 étés issus de la dévalaison des juvéniles de l'année 2012 s'élève à 840 géniteurs et représente le deuxième meilleur retour après 2001 pour cette classe d'âge.

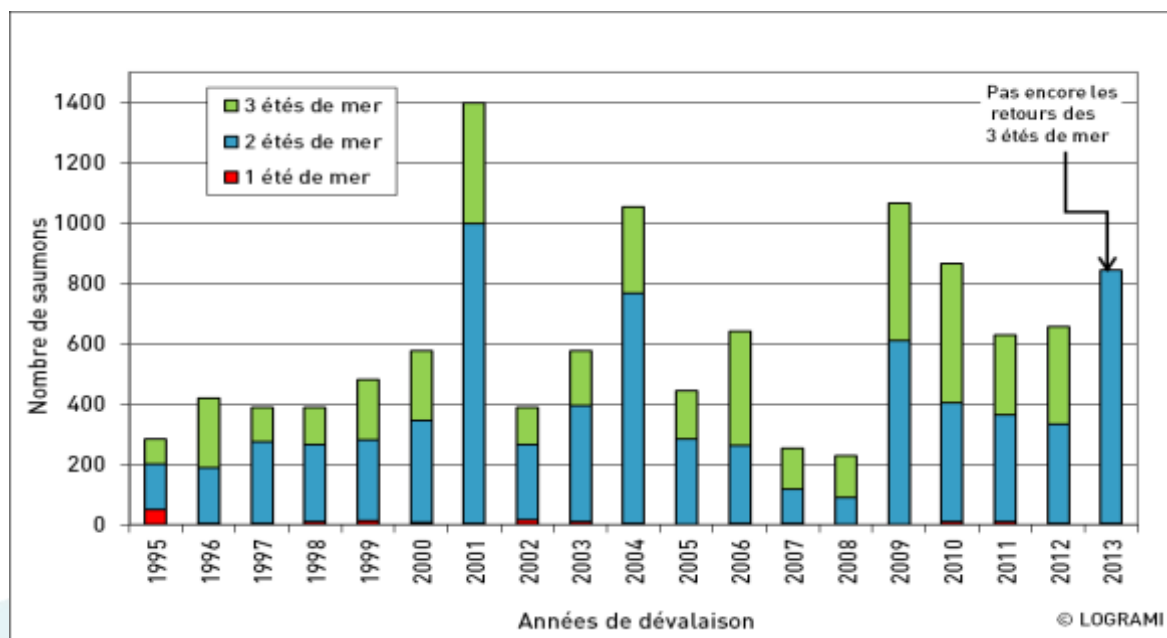
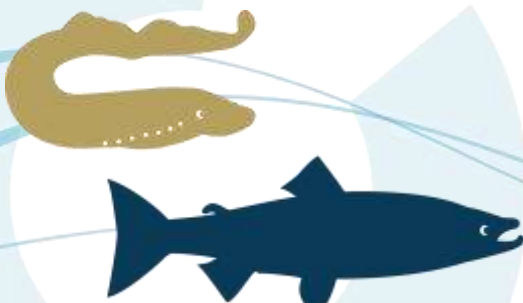


Figure 190 : Effectifs de retours de saumons par classe d'âge suivant leur année de dévalaison à Vichy



4.2.3.2 Station de comptage de Poutès

En 2015, aucun saumon de 1 été n'a été comptabilisé à Poutès. La majorité des individus comptabilisés (60 saumons soit 70,5%) mesure entre 75 et 85 cm.

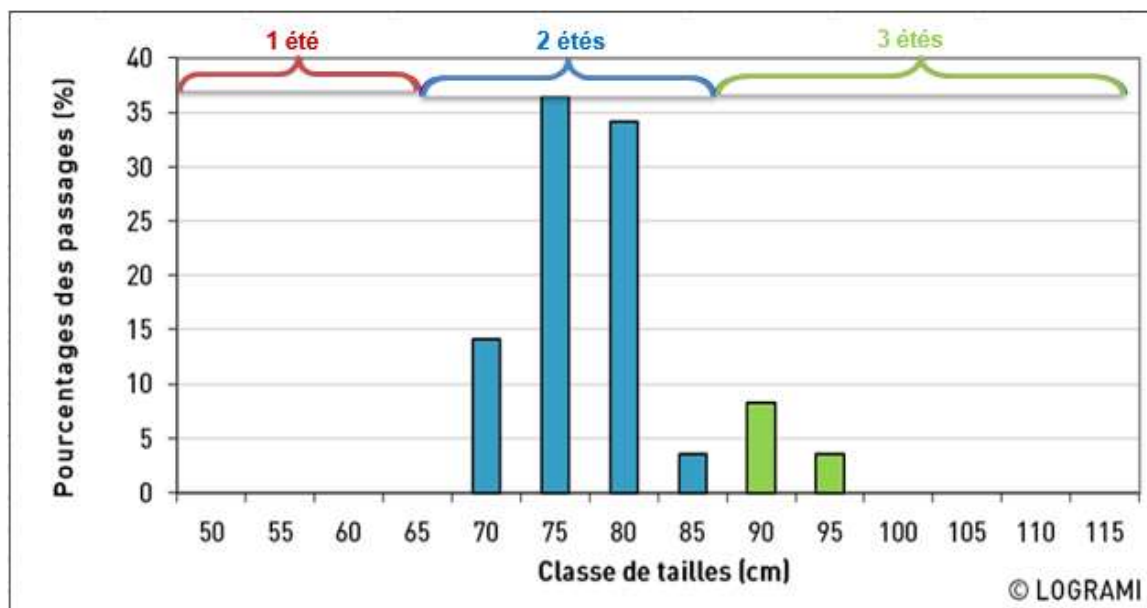


Figure 191 : Répartition des classes de taille de saumons à la station de comptage de Poutès en 2015

En 2015, la part d'individus de 2 ans de mer est forte avec 75 saumons (90%) et seulement 10 saumons de 3 ans de mer (Figure 192). Ces tendances sont fluctuantes depuis 1986 mais la part de saumons de 1 été est toujours anecdotique.

La moyenne interannuelle par classe d'âge depuis le début du suivi de la station de Poutès en 1986 s'élève à 4% pour les saumons de 1 an de mer, 64% pour les saumons de 2 ans de mer et 32 % pour les saumons de 3 ans de mer.

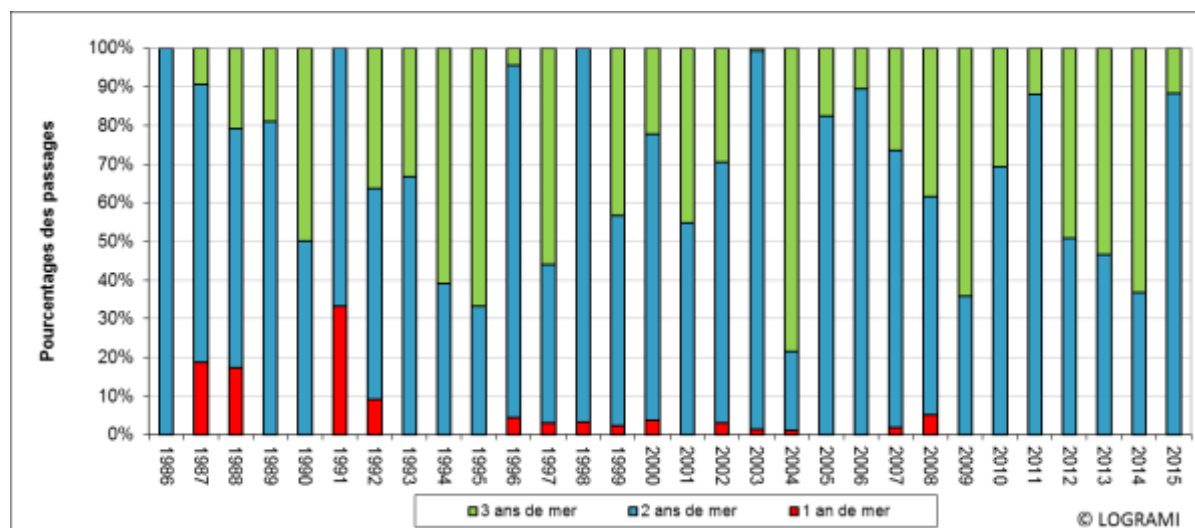


Figure 192 : Evolution de la répartition des classes d'âges de saumons à la station de comptage de Poutès depuis 1986

7,5 % du contingent de saumons observé à Vichy en 2015 (déduction faite des captures pour la salmoniculture de Chanteuges) a franchi le barrage de Poutès. La composition du contingent de saumons observée à Poutès en 2015 montre un déficit de saumons des trois années de mer, comparé à la population observée à Vichy (11,8% pour Poutès contre 27,5 % pour Vichy) (Figure 193).

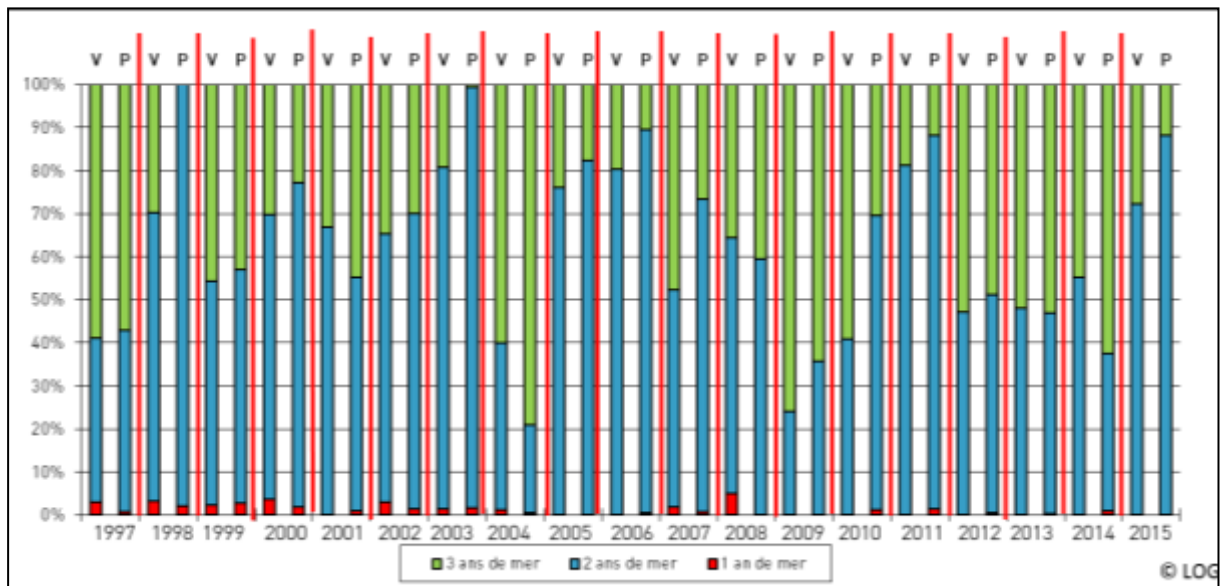


Figure 193 : Comparaison de l'évolution de la répartition des classes d'âges de saumons à la station de comptage de Vichy (V) et Poutès (P) depuis 1997

4.2.4. Conclusion

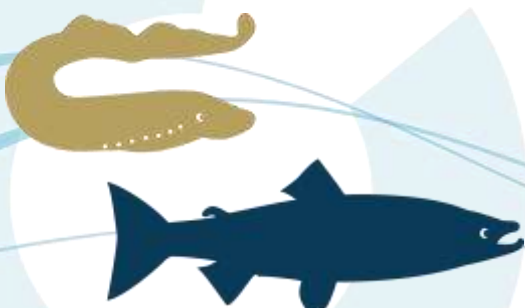
Les structures en âges permettent d'identifier des constantes populationnelles ou au contraire des variations annuelles.

La proportion de castillons (1 an de mer) est une spécificité du bassin de la Vienne, par rapport aux autres axes migratoires plus lointains du bassin de la Loire. La proximité de la Vienne avec l'océan, permet à ces poissons d'atteindre au minimum les parties aval du bassin Creuse Gartempe avant la période de reproduction. Ils représentent 6 % de l'effectif à Descartes. Sur le site de Châtellerault, ces individus sont les plus représentés (41 % de l'effectif total). Cette proportion élevée de 1 an de mer est probablement en lien avec un caractère plus erratique de ces individus d'autant plus marqué que la reproduction naturelle actuellement pas possible sur cet axe.

A contrario, sur l'amont du bassin, les 1 an de mer sont anecdotiques. La distance à parcourir depuis l'estuaire dans une période chaude n'est en effet pas favorable à cette classe d'âge. Sur la Loire amont et l'Allier, ces individus représentent seulement 2 % des migrants.

La classe d'âge des deux ans de mer est la plus importante sur la Loire amont et l'Allier. Ces individus constituent l'essentiel de la population de la Loire amont. En 2015, compte tenu des effectifs importants, ces saumons ont également été comptabilisés sur la station amont de Gueugnon.

L'axe Allier se particularise avec une proportion plus importante de saumons de 3 ans de mer. Sur la période 1997 à 2015, la proportion d'individus de 3 étés représente la classe majoritaire avec 42 % des individus. Sur l'ensemble de la série chronologique, nous observons une forte variabilité des représentations des classes d'âge puisque la plus faible proportion d'individus de 3 étés est enregistrée



en 2006 avec 19 % du contingent migrant contre le plus fort en 2009 avec 77 %. Cette proportion élevée de 3 ans de mer n'est pas aussi marquée à l'ouvrage de Poutès en amont, en lien avec des difficultés de franchissement de l'ouvrage actuel pour des saumons de grande taille.

Considérant l'année de dévalaison quelques soient les sites (Descartes ou Vichy), il apparaît nettement que les années 2009, 2010 et 2013 sont les plus productives en retour de géniteurs. Sur la série chronologique de Vichy, l'année de dévalaison 2001 a montré également des retours très importants.

L'année 2008 se particularise avec de très faibles retours que l'on pourrait imputer à une mortalité des smolts dans l'estuaire de la Loire suite à une pollution massive aux hydrocarbures. L'année de dévalaison 2011 est également critique, elle est sans conteste liée à de grandes difficultés de dévalaison suite à un été particulièrement sec marqué sur l'axe Creuse.

L'analyse des structures d'âge permet de mettre à jour des fonctionnements de population différentiels suivant les axes migratoires. Alors que le bassin Vienne Creuse se particularise par la présence des individus de 1 an, l'Allier est caractérisé par une plus grande proportion des 3 ans de mer. L'étude des retours engendrés par année de dévalaison permet en partie d'expliquer les retours de géniteurs dans un contexte de qualification du processus migratoire de la dévalaison.

4.3. Action 10 : Dimorphisme sexuel

Cette action consiste à étudier le dimorphisme sexuel : il s'agirait ici de proposer un abaque permettant de connaître le sexe d'un saumon au printemps connaissant la longueur de sa mâchoire.



Actuellement, nous manquons de données sur le ratio mâle/femelle, or ce ratio est extrêmement important pour pouvoir estimer le nombre d'œufs déposés chaque année. L'action proposée est innovante et permettrait d'aboutir à une méthode pour sexer les saumons dès le printemps.

A ce jour, il ne semble pas que cette méthode puisse être généralisée à tous les saumons comptés par vidéo étant donné la précision de

mesure sur la mâchoire nécessaire pour réaliser l'abaque. Néanmoins, l'acquisition de cette donnée et la construction de l'abaque représenterait déjà une nette avancée sur cette question de dimorphisme sexuel.



4.3.1. Détermination du sexe chez le saumon atlantique sur le bassin de l'Allier

Le sex-ratio est un paramètre indispensable à connaître dans les études de dynamique de population et pour la gestion des stocks du saumon atlantique. Cependant, la reconnaissance externe du sexe des saumons au moment de la migration printanière s'avère difficilement réalisable. La méthode de détermination du sexe la plus fiable et la plus utilisée demeure l'examen direct des gonades après autopsie (BAGLINIÈRE et al., 1987).

Pour la Truite de mer, LEBAIL (1981) a proposé une technique basée sur le dimorphisme sexuel de la longueur de la mâchoire supérieure, qui permet de sexer des individus vivants.

Il est apparu intéressant de mettre en place une méthode similaire sur des géniteurs de saumon du bassin de l'Allier. Les données exploitées proviennent des individus capturés au niveau de la station de comptage de Vichy.

4.3.1.1 Matériel et Méthode

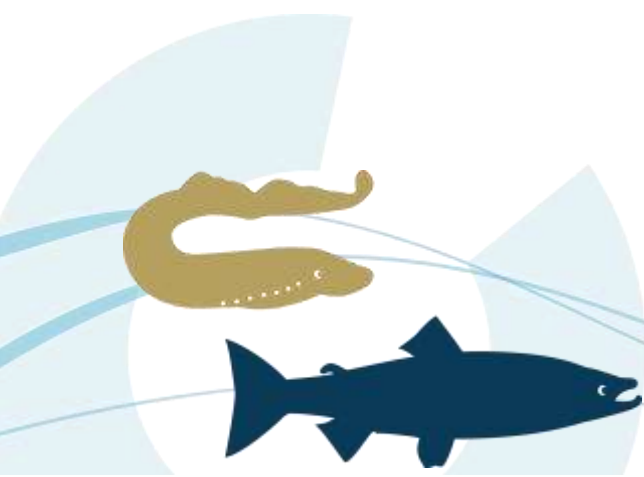
147 individus ont été utilisés lors de cette expérimentation. Les saumons proviennent des campagnes de capture réalisées par le CNSS (Conservatoire National du Saumon Sauvage) au pont barrage de Vichy entre 2011 et 2015. Ces campagnes ont pour objectif l'alimentation en géniteurs de la salmoniculture pour le programme de repeuplement du bassin de la Loire. Le sexe des saumons a été déterminé par « stripping » des individus au moment de la reproduction. 3 individus proviennent également de l'étude de radiopistage menée en 2009 sur le bassin de l'Allier. Le sexe de ces poissons avait été déterminé par autopsie de sujets retrouvés morts après leur reproduction.

Pour chaque saumon, la longueur à la fourche a été mesurée (LF) ainsi que celle de la longueur de la mâchoire supérieure (LM).

Des régressions linéaires ont été effectuées sur l'échantillon de base, ainsi que séparément par sexe. Les droites obtenues ont été comparées deux à deux par des analyses de covariance. Un taux d'erreur a été calculé en sexant à l'aide de l'abaque obtenu les individus utilisés pour la création de ce même abaque.

4.3.1.2 Résultats

Sur l'échantillon de base, il existe une forte relation linéaire entre la longueur à la fourche et celle de la mâchoire ($r=0,74$). Les régressions linéaires calculées séparément en fonction du sexe des poissons montrent qu'il est possible de distinguer les mâles ($r=0,92$) des femelles ($r=0,89$) à partir de la longueur relative de la mâchoire. Les pentes des droites de régression de chacun des deux sexes sont significativement différentes ($p < 0,005$, Figure 194). Ainsi, pour une même longueur de mâchoire, un mâle aura une longueur à la fourche beaucoup plus petite qu'une femelle.



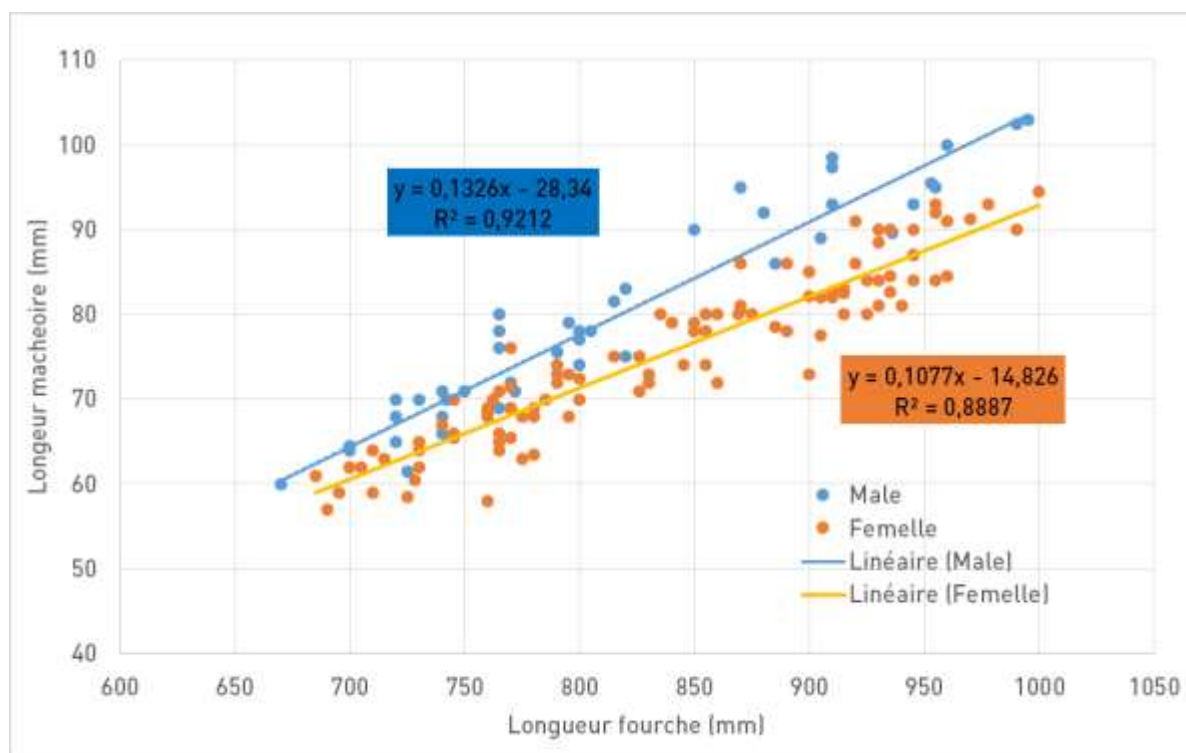


Figure 194 : Relation entre la longueur fourche (LF) et la longueur de la mâchoire supérieure (LM) en fonction du sexe des individus.

En utilisant l'équation moyenne (ou droite de séparation) des deux droites de régression (Tableau 46), il est alors possible, avec la mesure de sa mâchoire supérieure, de déterminer la taille d'un individu (LF) au-dessus ou en-dessous de laquelle un poisson sera classé en mâle ou en femelle. Un abaque peut ainsi être établi pour chaque valeur de mâchoire supérieure. De cette façon, si le saumon est plus long que le chiffre indiqué, c'est une femelle. Sinon c'est un mâle.

Tableau 46 : Calcul de l'équation moyenne de séparation entre les individus mâles et femelles

Equation droite male		Equation droite femelle		Equation droite de séparation	
a	0,1326	a	0,1077	a	0,12015
b	-28,34	b	-14,826	b	-21,583
y=0,1326x -28,34		y=0,1077x -14,826		y=0,12015x -21,583	

La longueur de la mâchoire supérieure permet de déterminer le sexe des individus de l'échantillon de base (n=147) avec un taux de succès proche de 86 %. L'équation moyenne donne au total 31 individus mal classés sur l'ensemble de l'échantillon. Le taux d'erreur s'élève à 20 % chez les saumons de 2 ans de mer contre seulement 6% chez les 3 ans de mer. Plus l'individu est petit et plus son sexage est incertain (Tableau 47).

Tableau 47 : Taux d'erreur de l'abaque en fonction de l'âge de mer des saumons



Classe Age	% Erreur Abaque	Effectif
1 an		0
2 ans	20%	80
3 ans	6%	67
Total	14%	147

4.3.1.3 Calcul du sex-ratio de la population

Grace à l'utilisation de cet abaque, il est possible de déterminer le sex-ratio de la population migrante à Vichy. Depuis 2014, un complément de piégeage est réalisé afin d'augmenter la représentativité de l'échantillon capturé au pont barrage de Vichy (Etude d'assignation génétique des saumons). Un sex-ratio peut ainsi être calculé pour les saisons de migration 2014.

Les 73 saumons capturés en 2014 permettent d'évaluer le sex-ratio de la population à 1. Il y a en moyenne 1 mâle pour 1 femelle (Tableau 48). Le même raisonnement pourra être réalisé pour la saison 2015 dès que le CNSS transmettra ses données (non disponibles à ce jour).

Tableau 48 : Sex-ratio de la population de saumons à Vichy en 2014

Année	Sexe saumon		Sex-ratio pop
	F	M	
2014	36	36	1,00

La population migrante totalisée au barrage de Vichy est composée majoritairement de mâles de 2 ans de mer (moyenne 40%) et de femelles de 3 ans de mer (moyenne 26%) (Tableau 49).

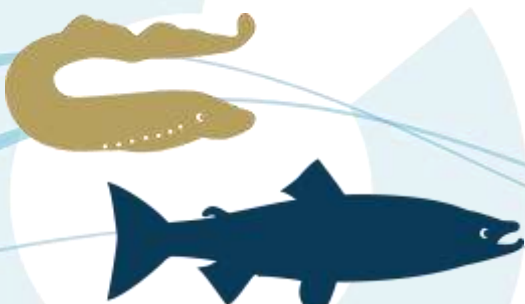
Tableau 49 : Composition de la population de saumon à Vichy en fonction du sexe des individus en 2014

Age de mer	Migration 2014	
	F	M
1 an	0%	0%
2 ans	24%	40%
3 ans	26%	10%

4.3.2. Conclusion

Cette première approche met en évidence un sex-ratio de la population de saumons à Vichy en 2014 de 1. La composition de la population est équilibrée en termes de rapport des sexes et déséquilibré en termes de classes d'âge de mer. Nous observons de fortes proportions de mâles parmi les saumons de 2 ans de mer et de femelles de 3 ans de mer. Cette majorité de femelles de grande taille est intéressante en termes de potentiel reproducteur. En effet, ces individus ont une fécondité absolue plus élevée (PREVOST et al, 1992). Comparativement, les données sur le sex-ratio des saumons de l'Elorn montre la même répartition en termes de classes d'âge mais un sex-ratio en faveur des femelles.

Cette expérimentation semble montrer qu'il est possible de déterminer le sexe des individus migrants à Vichy en utilisant la taille de la mâchoire supérieure. La précision de cet abaque (86 %) pourra être affinée par l'incrémentation de nouveaux individus dans le modèle linéaire.



4.4. Action 11 : Amplitude de la période de reproduction

Cette action est une analyse ciblée sur **l'amplitude de la période de reproduction des différentes espèces de poissons migrateurs**. Il s'agit d'étudier en fonction des territoires grâce aux suivis de reproduction, les périodes privilégiées pour la réalisation des étapes du cycle de vie des espèces concernées.

Cette étude permet de cibler les périodes de vigilance de suivi des espèces afin de couvrir l'ensemble du processus génésique. Cette analyse sert également à caractériser l'année de reproduction comparativement aux séries chronologiques observées en termes de précocité et d'étalement.

En relation avec les paramètres du milieu, ces observations permettront de qualifier l'année en termes de succès reproducteur attendu. Enfin, cette analyse aboutit à la mise en place des protocoles adaptés au suivi avec le souci de l'optimisation (test de scénarii de sous échantillonnage de la reproduction d'aloses par exemple).

4.4.1. Période de reproduction des aloses

En 2015, le suivi de la reproduction des aloses a été mené de manière exhaustive seulement au niveau de la frayère de Châtellerault sur la Vienne (voir § 3.1.2.1). La période de reproduction de cette espèce ne sera donc décrite que pour cet axe.

4.4.1.1 Amplitude de la période de reproduction

Le suivi a débuté le 21 avril et a mis en évidence une activité de reproduction dès le premier jour, avec une température de l'eau de 17,5 °C. Les conditions étaient cependant favorables dès le 14 avril, avec une température moyenne de 16,5 °C entre le 14 et le 21 avril. Il est donc probable que l'activité ait commencé quelques jours avant le début du suivi. La majeure partie de la reproduction a eu lieu entre le 6 mai et le 6 juin. En effet, cette période concentre 80 % des bulls entendus sur l'ensemble de la saison avec les nuits présentant les plus importants pics d'activité (Figure 195).

La hausse des débits observée du 30 avril au 5 mai (pic à 318 m³.s⁻¹ le 4 mai) et du 11 au 15 juin (>100 m³.s⁻¹) a induit une diminution de la température de l'eau, inhibant ainsi l'activité de reproduction. En effet, la température a chuté jusqu'à 14,7 °C le 2 mai. Après cette période, la température n'est jamais redescendue en dessous du seuil de 16 °C.



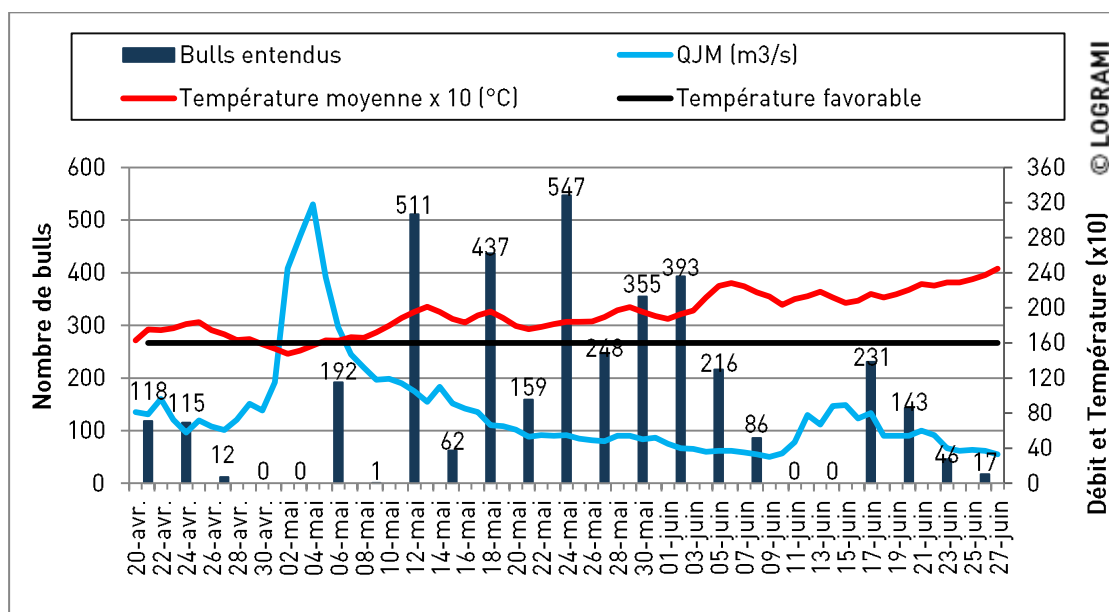


Figure 195 : Activité de reproduction en fonction des conditions environnementales (Données hydro : SPC VCA - Centre de Poitiers / HYDRO-MEDD/DE)

Le suivi a été interrompu le 27 juin, en raison d'une diminution notable du nombre de bulls compté par nuit. Il est probable qu'une activité de faible intensité ait eu lieu après cette date au début du mois de juillet. **En 2015, la reproduction se serait donc déroulée sur une période de douze semaines à partir du 14 avril.** Cette période d'activité estimée est la même qu'en 2014 où la reproduction avait débuté le 14 avril et s'était terminée douze semaines et demi plus tard.

L'amplitude de la période de reproduction n'a pas été évaluée avant l'année 2014. Il semble complexe de définir à posteriori la fin de la période, celle-ci étant notamment dépendante de l'amplitude migratoire et de la densité d'aloses présente. A l'inverse, nous pouvons estimer le début de la saison assez facilement en analysant les températures de l'eau. Lorsque celles-ci dépassent 16 °C, elles sont considérées comme favorables pour la reproduction des aloses. **Ainsi, sur la période 2004-2015, le seuil des 16 °C est atteint en moyenne à partir du 26 avril (± 12 jours).** Le début de la reproduction en 2015 a donc été assez précoce (Figure 196).

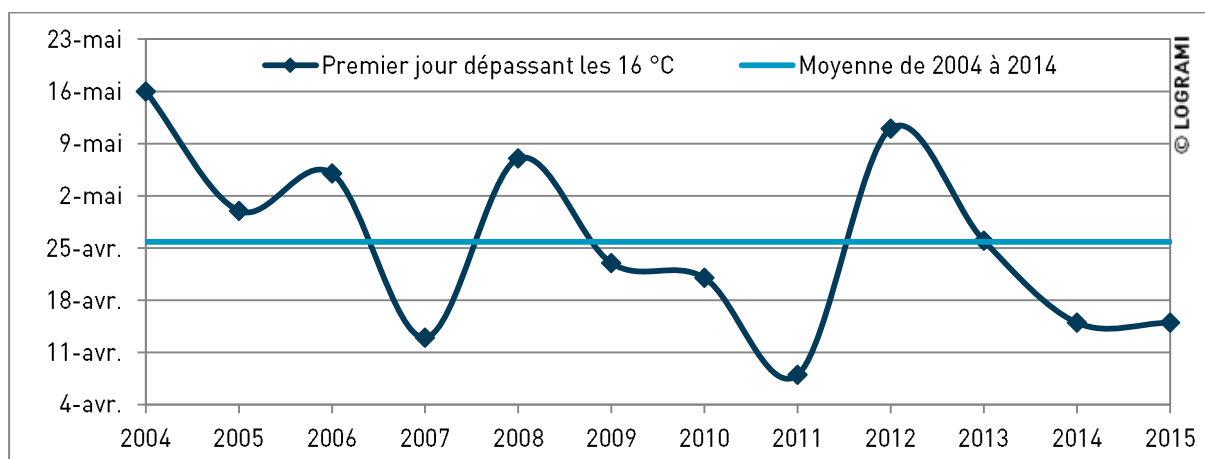


Figure 196 : Variation du début supposé de la période de reproduction sur la Vienne à Châtellerault de 2004 à 2015

4.4.1.2 Amplitude horaire de la reproduction

La distribution de l'activité de reproduction au cours de la nuit est habituellement représentée par quart d'heure. En 2015, l'amplitude horaire de l'activité s'est étalée de 23h00 à 5h15, avec un pic d'activité à 2h00, concentrant plus de 9 % des observations (Figure 197).

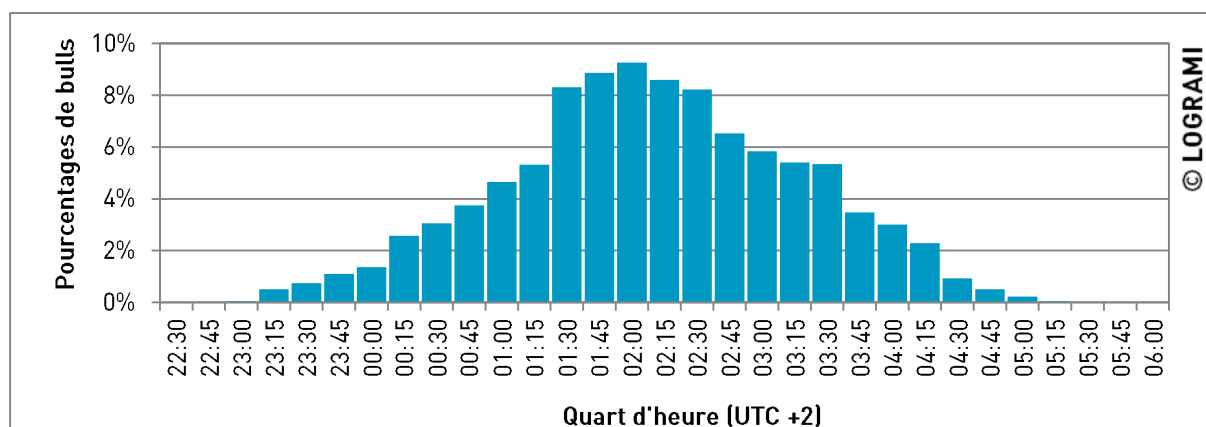


Figure 197 : Répartition horaire de l'activité de reproduction sur la frayère de Châtelleraut en 2015 (n=3 891)

Au cours de la saison, un décalage de ce pic et plus globalement de l'activité a pu être observé. Il peut être mis en évidence en découpant la période de reproduction en deux parties (Figure 198). En début de suivi (du 20 avril au 23 mai), l'activité de ponte commence plus tôt dans la nuit (à 23h00 contre 23h30 entre le 24 mai et le 27 juin). Ce décalage de l'activité nocturne peut s'expliquer par le décalage sur la saison de l'heure du coucher de soleil (en moyenne 21h18 ± 12 min du 20 avril au 23 mai contre 21h53 ± 6 min du 24 mai au 27 juin).

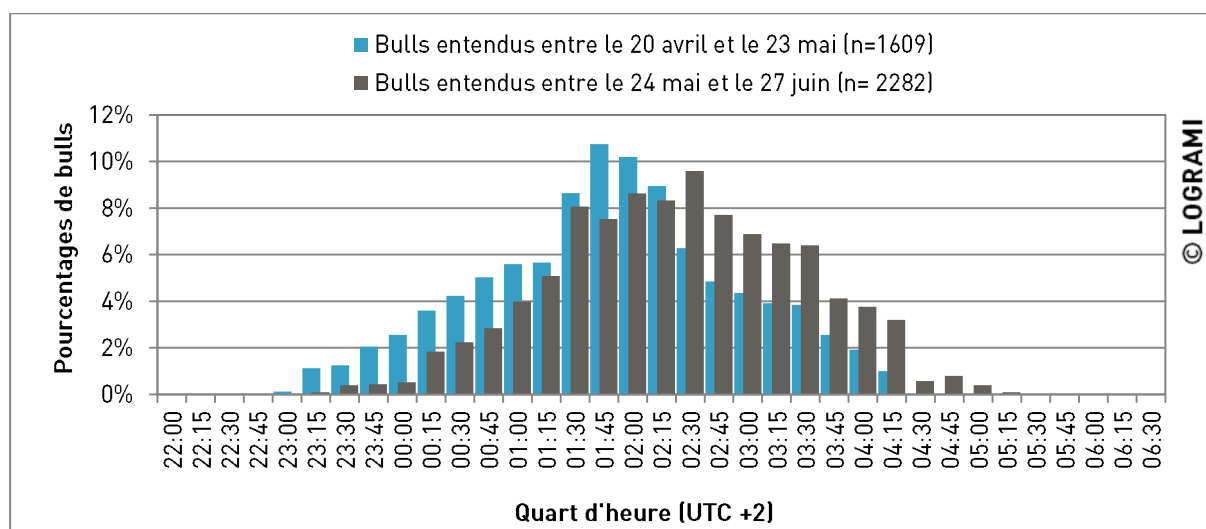


Figure 198 : Décalage de l'activité de reproduction des aloses au cours de la saison sur la frayère de Châtelleraut en 2015



4.4.2. Période de reproduction des lamproies marines

Le suivi des lamproies marines réalisé en 2015 n'a pas permis de définir avec précision l'amplitude de la période de reproduction de cette espèce. En effet seuls les fronts de colonisation sur le bassin de la Vienne ont été déterminés en 2015 (voir §2.3.2.2).

Toutefois des observations ponctuelles de lamproies marines sur nids permettent de définir une période approximative. **Le premier nid a ainsi été observé dès le 29 avril sur la Vienne à Châtellerault.** La dernière lamproie sur nid a été vue le 5 juin sur la Creuse à La-Celle-Saint-Avant. Les prospections ont par la suite été stoppées et n'ont repris que le 22 juin sur le haut du bassin. Après cette date, aucun des nids identifiés n'était occupé par des géniteurs. **La reproduction s'est donc probablement terminée aux alentours de mi-juin. En 2015, elle aura donc duré entre sept et huit semaines.**

Les observations faites les années précédentes laissent penser que la période de reproduction des lamproies varie de quelques semaines selon les conditions environnementales, la distance à la mer et le niveau d'étagement des rivières colonisées.

4.4.3. Période de reproduction des saumons atlantiques

Le suivi de la reproduction du saumon atlantique réalisé sur le bassin Creuse - Gartempe n'est pas considéré comme exhaustif (voir §2.3.3.1, p. 125). Toutefois les observations réalisées en 2015 permettent de définir une amplitude minimum de la période de reproduction. Sur la Creuse, la seule frayère validée a été creusée le 16 décembre. Sur la Gartempe, un saumon a été observé sur frayère dès le 11 novembre. Deux autres frayères ont été réalisées sur ce cours d'eau début décembre. **La reproduction sur le bassin Creuse Gartempe s'est donc étalée sur plus d'un mois, de mi-novembre à mi-décembre.**

Par ailleurs et pour la 4^{ème} année consécutive, le Béal dans la traversée de Lempdes sur Alagnon a fait l'objet d'un suivi régulier de l'activité de reproduction des saumons atlantiques. La dynamique de reproduction montre que celle-ci peut commencer dès début novembre et s'étaler jusque début décembre soit une amplitude de 4 semaines. Durant l'année 2015, la reproduction a été particulièrement tardive et s'est concentrée sur 3 semaines.



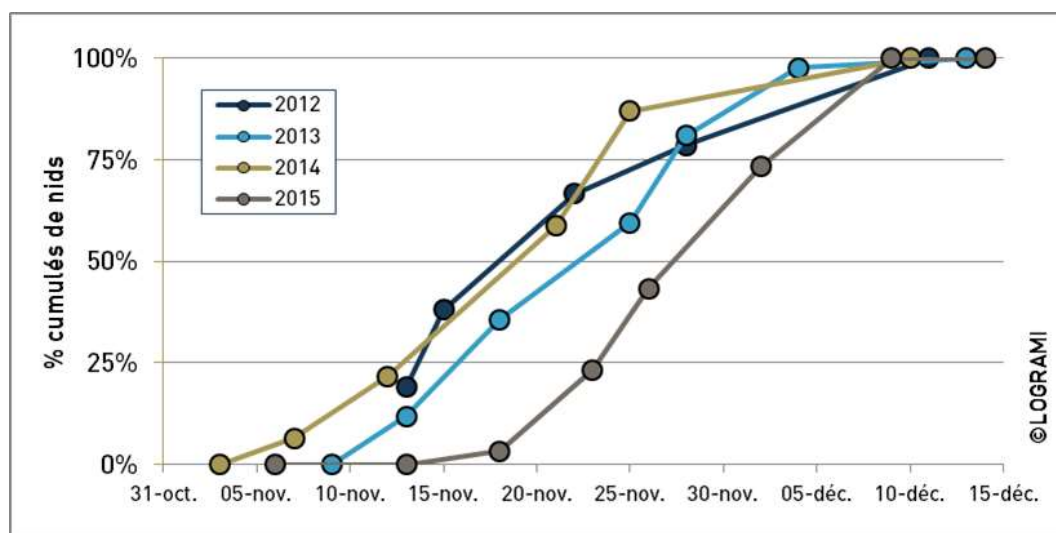


Figure 199 : Dynamique de la reproduction des saumons atlantiques dans le Béal à Lempdes sur Alagnon (Source LOGRAMI)

4.4.4. Conclusion

La connaissance des traits biologiques et écologiques permettent de comprendre l'évolution des populations et de leur structures (âges, tailles, sex-ratio...). Ceci est indispensable pour suivre et alerter les gestionnaires sur l'observation d'un phénomène inhabituel tel qu'un sex-ratio anormalement déséquilibré ou une diminution de la taille qui aurait un impact sur la productivité.

Les analyses identifient des constantes populationnelles en termes de structure d'âge et au contraire des variations annuelles avec le déficit d'une classe d'âge par exemple. Ainsi, les populations de saumons du bassin Loire se particularisent par la présence des 1 an de mer quasi exclusivement sur le bassin Vienne-Creuse alors que l'Allier montre une proportion d'individus de 3 ans de mer conséquente. L'année 2015 se distingue par un déficit de ces grands individus probablement en lien avec des difficultés de migrations pour ces individus de plus gros gabarits (hypothèse d'exigence de débit élevé, alimentation des passes à poissons, capacité de saut moindre).

La mise en place d'un abaque à partir d'échantillon à Vichy semble probant avec près de 86% de précision. Cette première approche met en évidence un sex-ratio de la population de saumons à Vichy en 2014 de 1. La composition de la population est équilibrée en termes de rapport des sexes et déséquilibrée en termes de classes d'âge de mer puisque nous observons de fortes proportions de mâles parmi les saumons de 2 ans de mer et de femelles de 3 ans de mer.

Enfin, la connaissance des processus dynamiques de la reproduction permettent de réduire les efforts d'échantillonnage en minimisant les pertes d'informations. Il apparaît clairement que les processus de reproduction pour l'ensemble des espèces présentent une temporalité marquée avec des amplitudes de quelques semaines à un mois et demi. Pour l'aloise, le seuil de température de 16 °C marque le début de la reproduction, il peut être atteint dès le début avril mais plus généralement vers la fin de ce même mois sur la Vienne à Châtelleraut. La reproduction s'échelonne ensuite sur une période dix à douze semaines.





La reproduction de la lamproie est légèrement plus tardive que l'alose et s'échelonne jusqu'à fin juin à début juillet. Elle s'étale sur une amplitude de 7 à 8 semaines.

Concernant les saumons atlantiques, la reproduction peut démarrer dès fin octobre et s'échelonner jusqu'à la mi-décembre. L'année 2015 se particularise par une reproduction tardive et concentrée sur quelques semaines.



5. Les migrations des poissons migrateurs amphihalins

5.1. Contexte de l'étude

Un environnement saisonnier est un environnement variable mais prédictible d'une année à l'autre. Cette situation représente le type d'environnement le plus répandu en milieu naturel dans lequel les organismes peuvent trouver des indices des conditions à venir. Généralement, un environnement saisonnier se compose d'une période plus ou moins longue propice à la reproduction et à la croissance des organismes, et d'une période pendant laquelle la reproduction et la croissance ne sont pas possibles (conditions climatiques sévères, manque de nourriture...).

Pour se soustraire aux conditions contraignantes de la saison de non-reproduction, de nombreuses espèces dont les poissons migrateurs vont migrer vers des régions plus clémentes. Malgré cela, les conditions environnementales pendant la saison de reproduction auront des répercussions sur les populations pendant la saison de non reproduction et réciproquement (FRETWELL, 1972).

Cette organisation saisonnière va imposer de fortes contraintes sur la phénologie des organismes. Par exemple, la date du début de la reproduction est un paramètre important puisque le succès reproducteur ne sera maximisé que lorsque les variations de la demande énergétique des jeunes au cours de la saison seront parfaitement synchronisées sur la disponibilité des proies (LACK 1968 ; VISSER & HOLLEMAN 2001 ; ROFF 2002 ; VISSER et al. 2006 ; DURANT et al. 2007).

Cependant, comme le début de la reproduction a lieu bien avant le moment où la demande énergétique est la plus forte, les individus devront se baser sur un certain nombre d'indices (température, photopériode...) pour initier la reproduction au bon moment. L'étude de l'apparition saisonnière des principales étapes du cycle de vie d'une population est la phénologie. Elle peut être appréhendée par **l'analyse des flux migratoires des espèces en migration génésique comparativement à l'hydrologie et la température**. Cette étude souligne l'adéquation entre la stratégie migratoire de l'espèce et le succès reproducteur.

5.2. Objectifs

L'objectif est de connaître les périodes de migration des différentes composantes des populations et l'impact à la fois des conditions environnementales dites « naturelles » ou impactées par les activités humaines et des ouvrages transversaux. Ces éléments doivent être pris en compte pour permettre aux gestionnaires :

- ❧ d'adapter si besoin les périodes de prélèvements sur certaines espèces,
- ❧ d'adapter la gestion des ressources en eau aux exigences des poissons migrateurs amphihalins dans le cadre des SAGE,
- ❧ d'adapter le choix en matière d'aménagement des ouvrages transversaux et de modalités d'aménagement (en particulier lorsque l'option d'amélioration de la continuité écologique



retenue est la gestion des vannages ou bien les arrêts de turbinage pour la migration de dévalaison).

5.3. Action 12 : Amplitude de la période de migration

Cette action est une analyse ciblée sur **l'amplitude des périodes de migration des différentes espèces de poissons migrateurs**. Cette étude permet de cibler les périodes de vigilance de suivi des espèces et de caractériser l'année de migration (précocité, étalement). Les périodes de migration sont étudiées à l'échelle de l'année et de la journée pour toutes les espèces.

5.3.1. Amplitudes des migrations annuelles

L'amplitude de la période de migration est variable suivant l'espèce, la station de comptage, l'année suivie et pour les saumons leurs âges de mer. Les analyses sont donc déclinées suivant ces différentes variables. **A noter que les années avec un effectif inférieur à 20 individus ont été retirées du jeu de données**, le faible nombre d'individu ne donnant pas une amplitude de migration annuelle fiable.

5.3.1.1 Amplitude de migration des aloses

Variation suivant les stations de comptage

Les premières aloses sont contrôlées généralement sur la Creuse à Descartes (Figure 200). Il s'agit de la station de comptage la plus proche de l'estuaire. En moyenne, la moitié de la migration à Descartes a lieu dès le 7 mai (± 7 jours). A l'inverse la migration est plus tardive à Vichy sur l'Allier, où 50 % de la migration a lieu au 29 mai (± 8 jours). **Malgré une distance à l'océan plus importante, la période de migration des aloses à Decize sur la Loire est proche de celle de Châtelleraut sur la Vienne** (50 % des passages ont en moyenne eu lieu le 20 mai (± 11 jours) à Châtelleraut et le 19 mai (± 13 jours) à Decize).

L'amplitude totale de migration est plus importante à Descartes (106 ± 26 jours) et à Châtelleraut (115 ± 20 jours) qu'à Decize (53 ± 11 jours) et Vichy (70 ± 18 jours) où les périodes de migrations sont beaucoup plus concentrées.

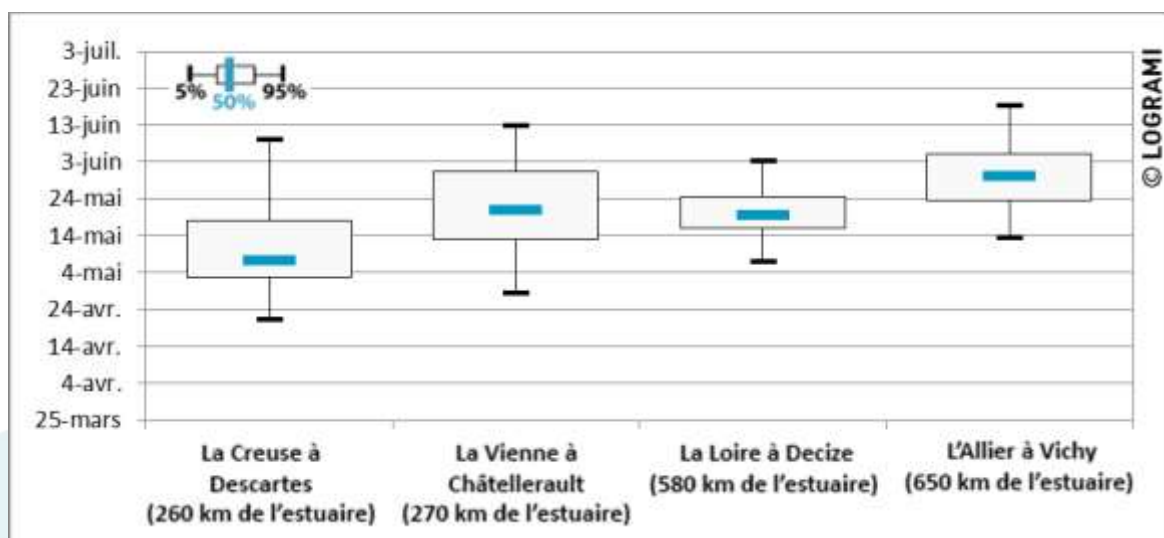


Figure 200 : Comparaison des périodes de passages des aloses aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire

En 2015, les rythmes et amplitudes de migration des aloses ont aussi varié d'une station à l'autre (Figure 201). A 50 % de migration, des décalages temporels sont à noter : 8 jours entre Descartes et Châtellerault, 22 jours entre Châtellerault et Decize et 2 jours entre Decize et Vichy. L'amplitude totale de migration fut de 82 jours pour Descartes, 115 jours pour Châtellerault, 69 jours pour Decize et 63 jours pour Vichy. Contrairement à la moyenne des années précédentes, un décalage important entre les périodes de migration de Châtellerault et de Decize est à noter en 2015. **La logique d'une arrivée plus précoce aux stations situées sur l'aval du bassin de la Loire est respectée.**

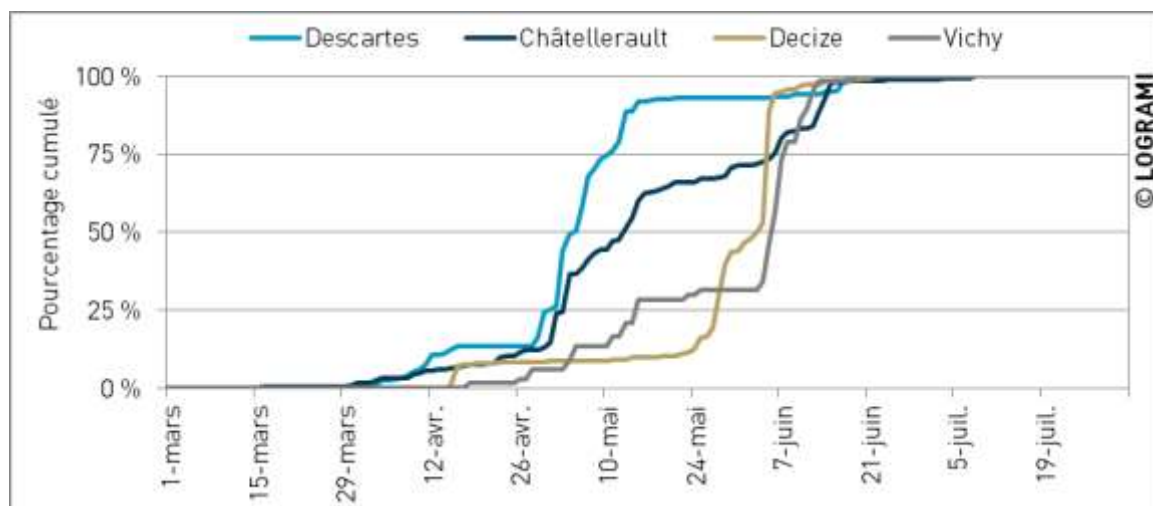


Figure 201 : Comparaison des rythmes de migration des aloses en 2015 aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire

Variations interannuelles par station de comptage

Sur la Creuse à Descartes, la période de migration en 2015 fut proche de celle des années précédentes. La moitié des individus a franchi l'ouvrage le 5 mai alors qu'en moyenne de 2007 à 2014, 50 % des aloses étaient comptabilisés le 7 mai (± 8 jours). **La période de migration fut cependant plus longue puisque 90 % des aloses sont passées en 67 jours en 2015 contre 47 en moyenne de 2007 à 2014 (± 12 jours) (Figure 202).**

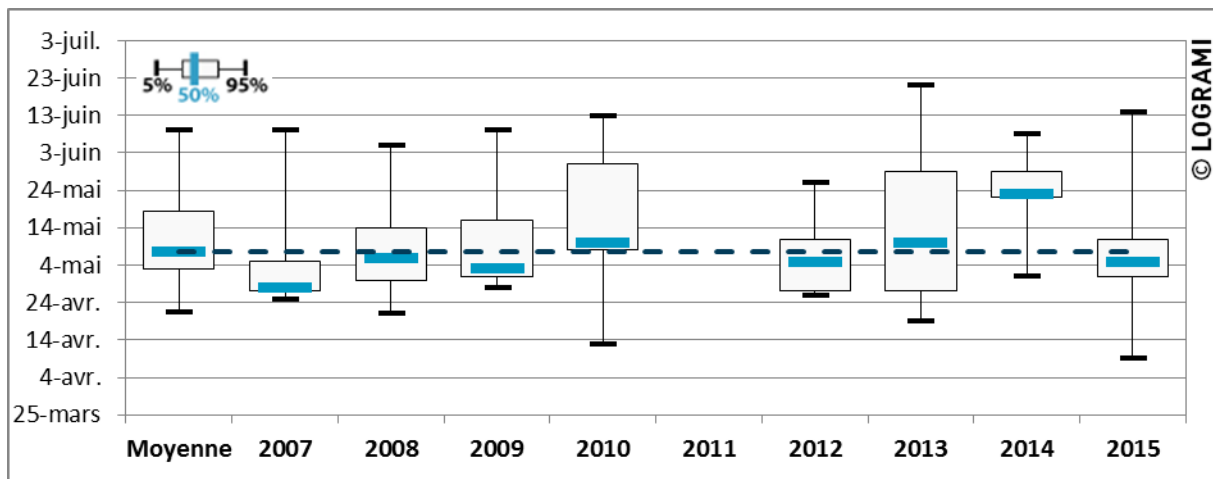


Figure 202 : Comparaison des périodes de passages des aloses à Descartes depuis 2007

Sur la Vienne à Châtelleraut, la migration des aloses est précoce en 2015. La moitié des individus a franchi l'ouvrage dès le 13 mai, alors qu'en moyenne de 2004 à 2014, 50 % des passages ont été effectués à partir du 21 mai (± 11 jours). La durée de la période de migration est plus longue que celle des autres années, 90 % des individus sont en effet passés en 66 jours contre en moyenne 44 jours (± 8) les années précédentes (Figure 203).

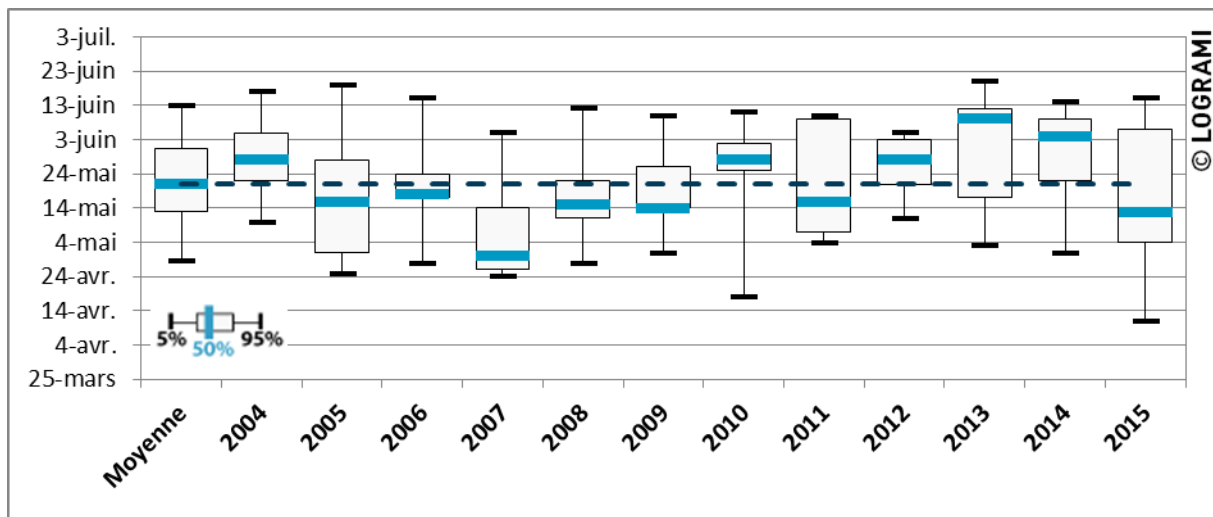
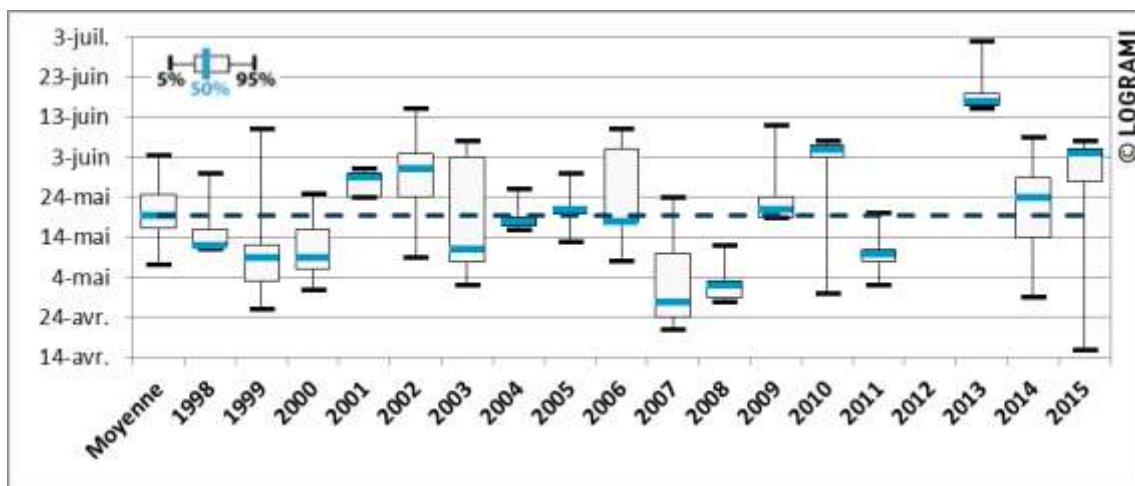


Figure 203 : Comparaison des périodes de passages des aloses à Châtelleraut depuis 2004

A la station de comptage de Decize, la période de migration de l'année 2015 est plus tardive que celle des années précédentes (période 1998-2014) (Figure 204). La moitié des individus a franchi l'ouvrage de Decize le 4 juin, alors qu'en moyenne, sur la période 1998-2014, la moitié des individus est passée le 18 mai (± 13 jours). 90 % des individus sont en effet passés en 53 jours contre en moyenne 28 jours (± 13 jours) pour la période 1998-2015. A noter, l'année 2015 relève la plus précoce et intense activité de migration depuis les suivis (5% des passages au 16 avril). Néanmoins, la particularité de 2015 est que la majorité des aloses est passée sur une période beaucoup plus courte car 50 % des effectifs ont franchi le barrage en seulement 9 jours contre 10 jours en moyenne de 1998 à 2014 (± 7 jours).



* Le comptage des individus à la station de Decize en 2009 est non exhaustif (Installation tardive du nouveau dispositif de vidéo-comptage).

Figure 204 : Comparaison des périodes de passages des aloses à Decize depuis 1998

Pour la station de comptage de Vichy, la migration de 2015 est plus tardive que celles des années précédentes. 50% des passages ont été effectués le 6 juin alors qu'en moyenne de 1998 à 2014, la moitié de la migration a eu lieu le 29 mai (± 8 jours) (Figure 205). La période de migration est un peu plus longue, 90% des passages sont effectués en 46 jours contre 37 jours (± 11 jours) les années précédentes.

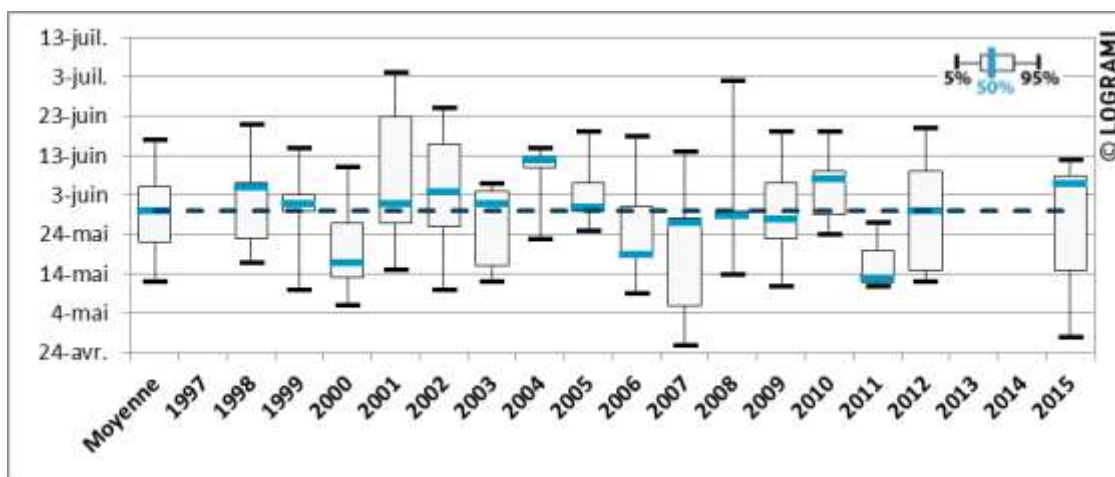


Figure 205 : Comparaison des périodes de passages des aloses à Vichy depuis 1998

5.3.1.2 Amplitude de migration des lamproies marines

Variation suivant les stations de comptage

Les premières lamproies marines sont comptabilisées sur le bassin de la Vienne, la période de migration est très proche sur la Creuse à Descartes et sur la Vienne à Châtellerault (Figure 206). 50 %



de la migration a lieu en moyenne le 5 mai (± 6 jours) à Descartes et le 6 mai (± 6 jours) à Châtelleraut. **Un décalage important est à noter entre ces deux stations et celles situées plus en amont sur le bassin de la Loire.** En effet, la moitié des passages n'a été effectué qu'à partir du 21 mai (± 10 jours) à Decize et du 25 mai (± 5 jours) à Vichy.

L'amplitude totale de la période de migration est, comme pour l'aloise, beaucoup plus importante sur les stations de comptage situées à l'aval : 134 (± 42) jours à Descartes, 102 (± 29) jours à Châtelleraut, 33 (± 14) jours à Decize et 31 (± 5) jours à Vichy.

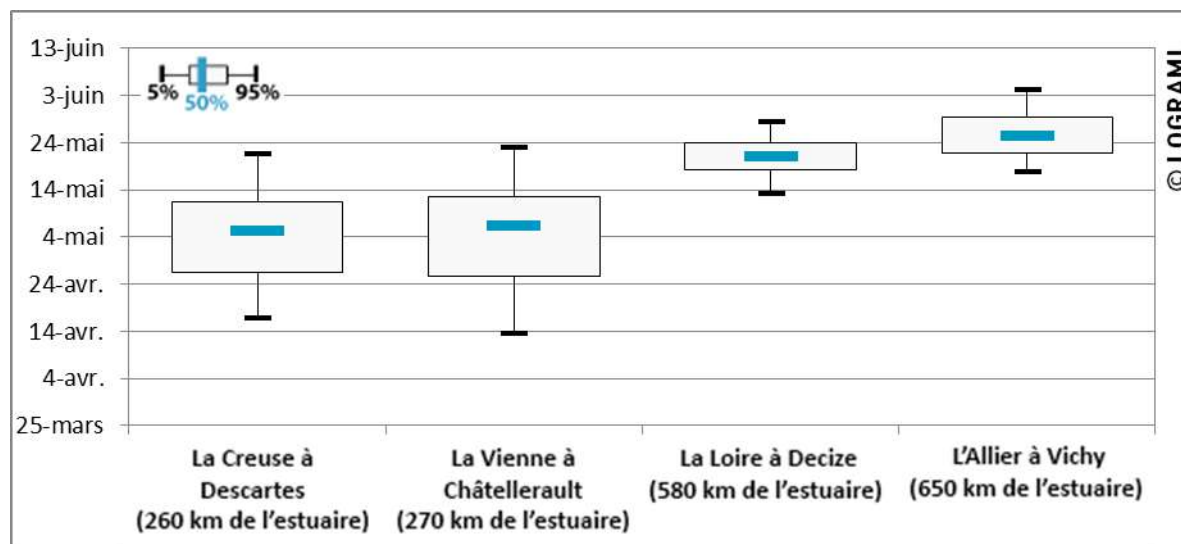


Figure 206 : Comparaison des périodes de passages des lamproies marines aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire

En 2015, aucune lamproie marine n'a été comptée à Vichy, seuls les rythmes de migration à Descartes, Châtelleraut et Decize peuvent donc être comparés (Figure 207). Les passages à la station de comptage de Descartes ont été légèrement plus précoces qu'à Châtelleraut. Nous pouvons observer un décalage de 2 jours à 50 % de la migration. **Les passages de lamproies à Decize ont été beaucoup plus tardifs, la moitié de la migration ayant eu lieu 20 jours après celle de Châtelleraut.**

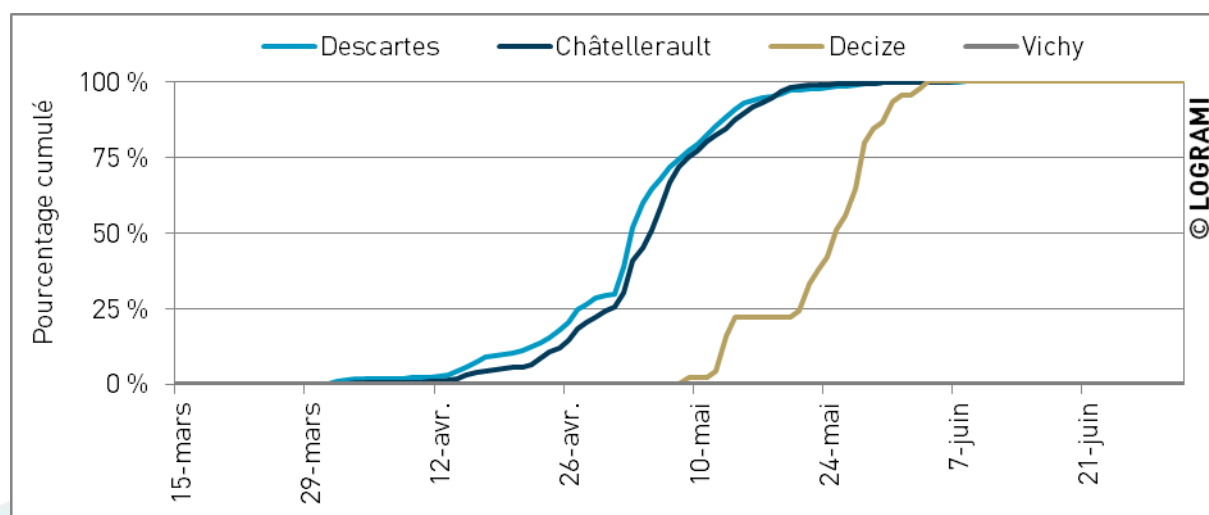


Figure 207 : Comparaison des rythmes de migration de lamproies marines en 2015 aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire



Variations interannuelles par station de comptage

Sur la Creuse à Descartes, la **période de migration des lamproies marines en 2015 est proche de celle des années précédentes**. La moitié des individus a en effet franchi le barrage de Descartes dès le 3 mai alors que de 2007 à 2014 en moyenne 50 % des lamproies étaient comptabilisés à partir du 5 mai (± 6 jours) (Figure 208). L'amplitude de migration totale des lamproies s'étend sur 130 jours mais 90 % des individus ont franchi le barrage de Descartes sur une période beaucoup plus courte de **34 jours**. Cette période est similaire à celle des années précédentes, où 90 % des passages étaient en moyenne comptabilisés en 36 jours (± 6).

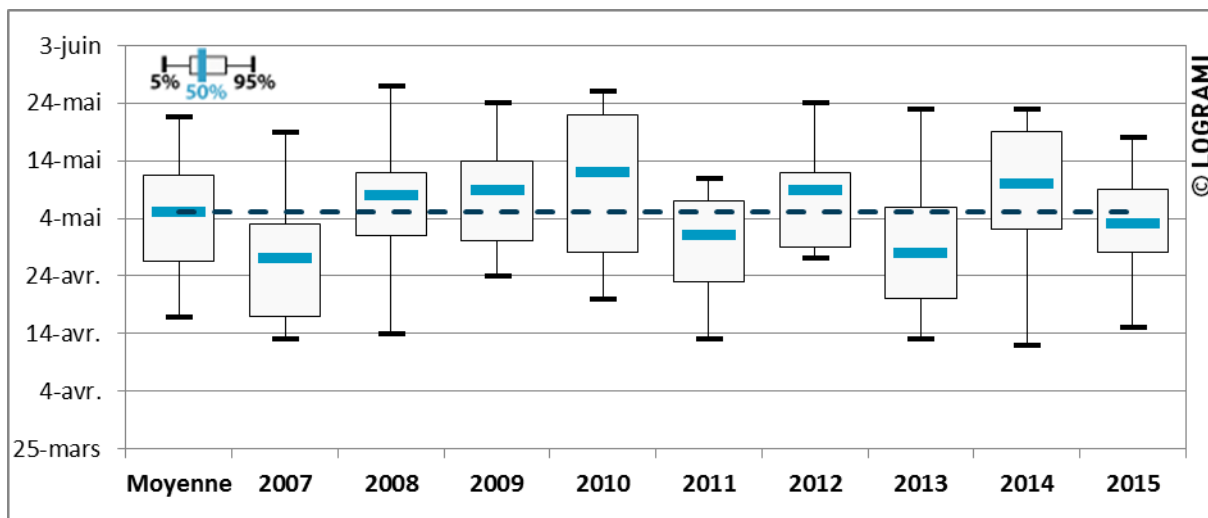


Figure 208 : Comparaison des périodes de passages des lamproies marines à Descartes depuis 2007

En 2015, sur la Vienne à Châtellerault la période de migration est proche de celle des années précédentes (Figure 209). La moitié des passages a eu lieu le 5 mai alors, qu'en moyenne de 2005 à 2014, 50 % des passages était effectué dès le 6 mai (± 7 jours). En 2015, 90 % des passages ont été réalisés en 31 jours, cette durée de migration est plus courte que celle des années antérieures (en moyenne 41 jours ± 10).

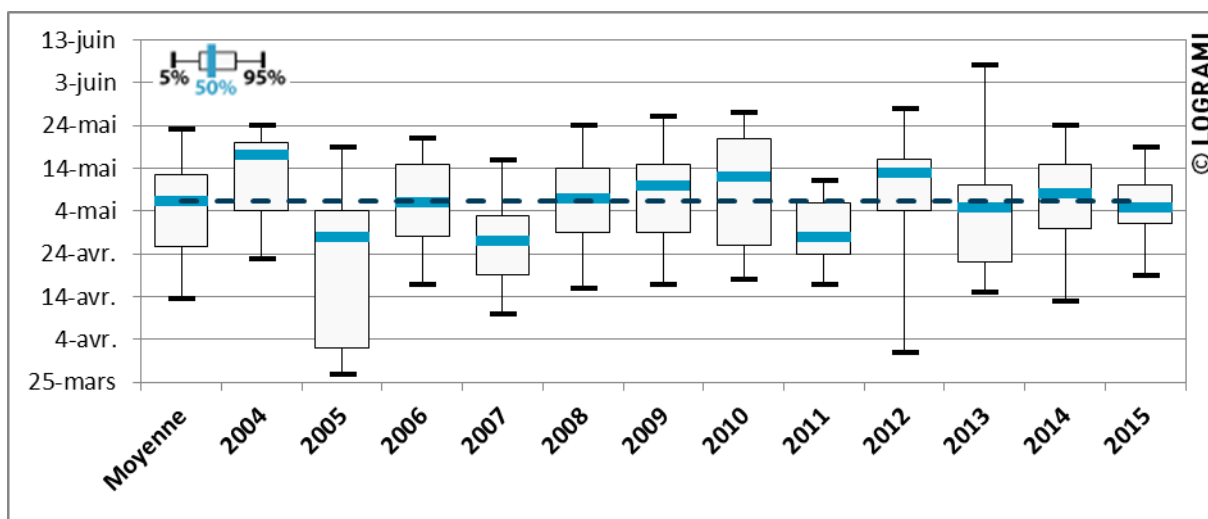


Figure 209 : Comparaison des périodes de passages des lamproies marines à Châtellerault depuis 2004

En 2015, à la station de comptage de Decize, la période de migration est légèrement plus tardive que les années précédentes (Figure 210). La moitié des passages est enregistrée le 25 mai alors qu'en moyenne, de 1997 à 2015, 20% des passages étaient effectués le 21 mai (± 10 jours). L'amplitude de migration de l'année 2015 est plus élevée que les données historiques car 90% des passages ont été effectués en 20 jours contre 16 jours pour les valeurs de référence.

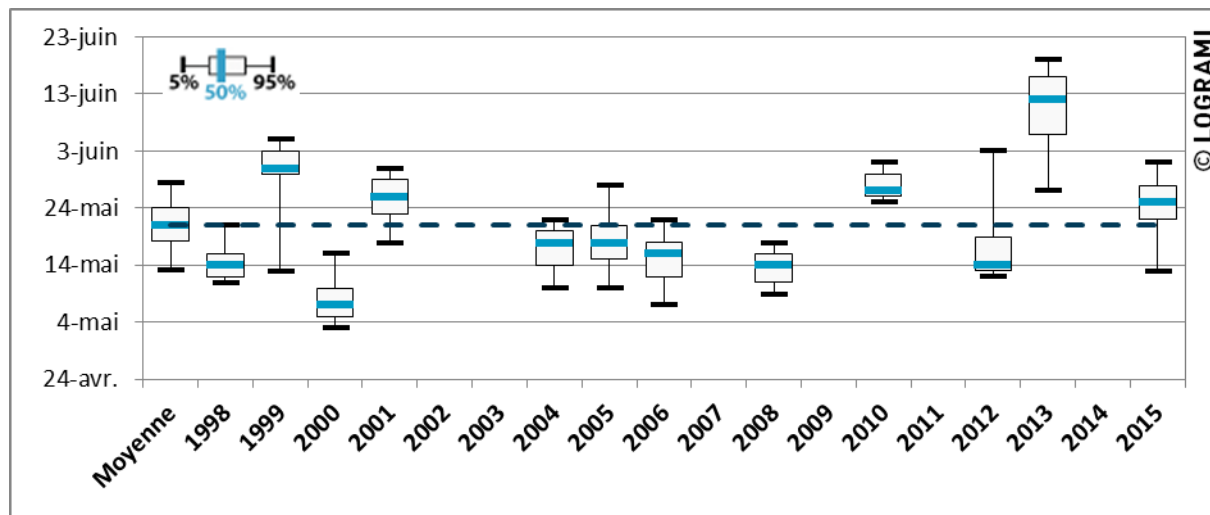


Figure 210 : Comparaison des périodes de passages des lamproies marines à Decize depuis 1998

Pour la station de comptage de Vichy, les années permettant cette analyse graphique (Effectif supérieur à 20 individus) démontrent qu'en moyenne 50% des passages sont effectués le 25 mai (± 2 jours) (Figure 211). 90% des passages sont quant à eux effectués en 37 jours (± 10 jours) entre le 13 mai et le 18 juin.

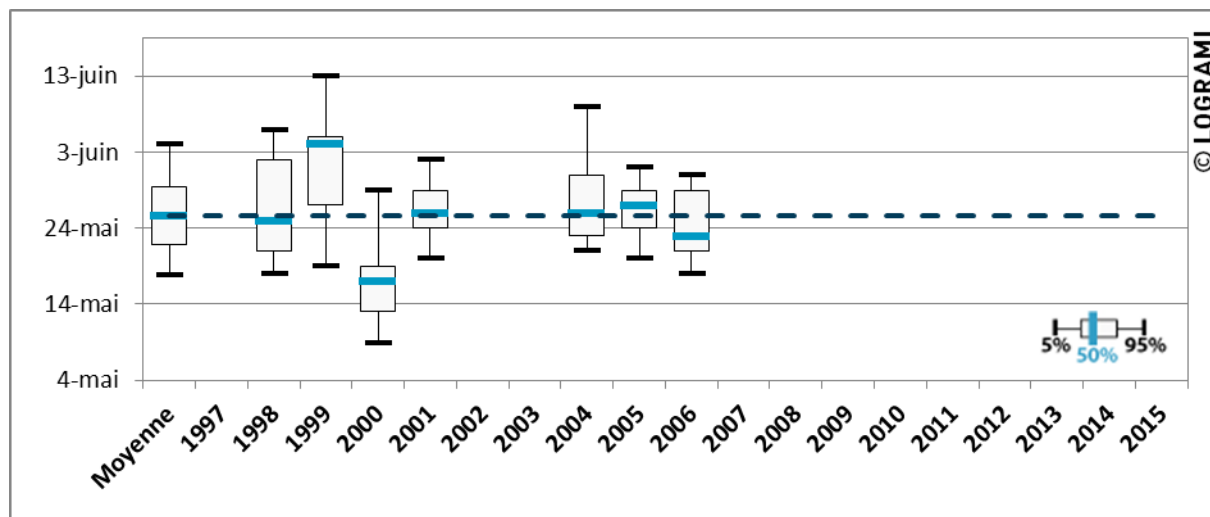


Figure 211 : Comparaison des périodes de passages des lamproies marines à Vichy depuis 1997

5.3.1.3 Amplitude de migration des saumons

Evaluation de la migration des saumons par l'analyse des seuils de températures

Le nombre d'heures par mois où la température est optimale pour la migration (7 à 20 °C) et le franchissement d'obstacles est représenté ci-après pour la Creuse à Descartes et l'Allier à Vichy (Figure 212).

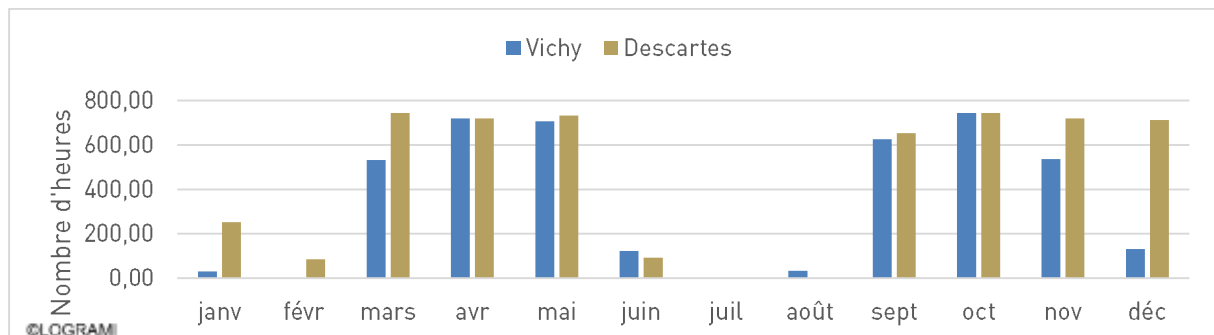


Figure 212 : Nombre d'heures mensuelles où la température est optimale pour la migration du saumon à Vichy et à Descartes

Deux périodes semblent propices à la migration des saumons de l'Allier à Vichy : la première, durant le printemps, s'étend du mois de mars à juin. La seconde, s'étend du mois d'août au mois de décembre. Quelques températures comprises entre 7 et 20°C sont enregistrées en janvier.

Sur la Creuse à Descartes, la distinction entre ces deux périodes n'est pas aussi marquée qu'à Vichy. Néanmoins une première période est visible de février à juin et une seconde de septembre à janvier.

Au regard des températures, la migration peut donc commencer plus tôt sur l'axe Creuse-Gartempe que sur l'axe Allier.

Variation suivant les stations de comptage

Le nombre de saumons migrant sur la Vienne à Châtellerault étant très limité, la période de migration à cette station ne pourra pas être comparée. A Decize sur la Loire, les saumons n'ont été discriminés des autres grands salmonidés qu'à partir de 2009, année de restauration de la station de comptage. La période de migration à cette station a donc été définie à partir des sept dernières années.



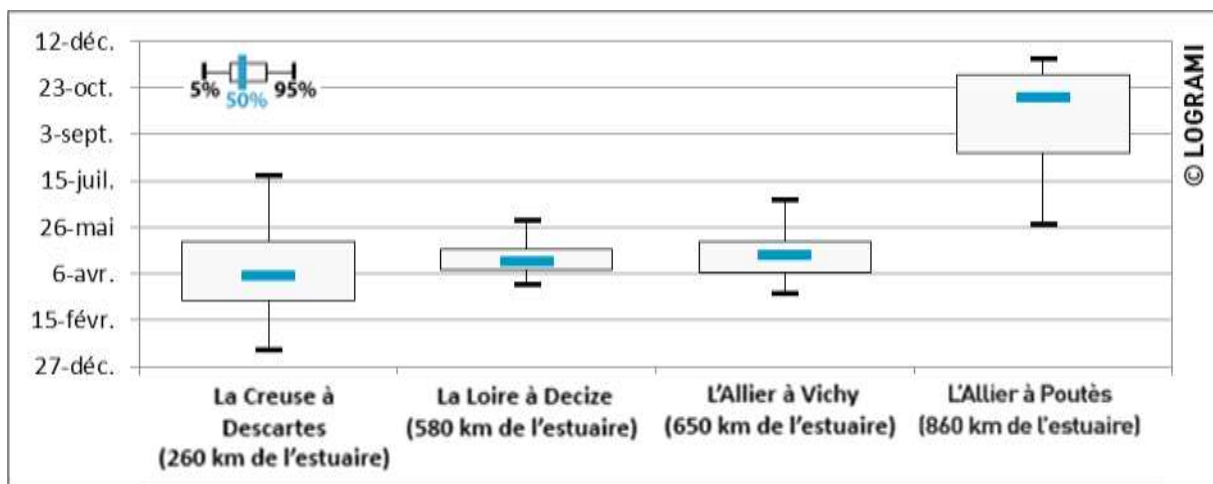


Figure 213 : Comparaison des périodes de passages des saumons atlantiques aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire

À Descartes sur l'axe Creuse, les premiers saumons sont généralement contrôlés en fin d'année n-1. Du fait de la proximité de cette station de comptage avec l'estuaire de la Loire, la migration est logiquement plus précoce (Figure 213). La moitié des passages ont lieu en moyenne avant le 4 avril (± 23 jours) alors que 50 % de la migration sont réalisés le 19 avril (± 9 jours) à Decize sur la Loire et le 25 avril (± 6 jours) à Vichy sur l'Allier. Par ailleurs, la migration est plus étalée à Descartes qu'aux autres stations. La présence de saumons de 1 an de mer, migrant plus tardivement, peut expliquer cet étalement sur le début de l'été.

L'amplitude totale de la période de migration est relativement importante chez le saumon, certains individus pouvant notamment être comptabilisés en reprise de migration automnale. Elle s'élève en moyenne à 252 jours à Descartes (± 52), 89 jours à Decize (± 23) et 277 jours à Vichy (± 41).

Avec une amplitude moyenne de 204 jours (± 35), la migration à Poutès sur l'Allier est elle aussi importante. Elle est cependant fractionnée par l'arrêt estival de migration. Environ 25 % des poissons franchissent le barrage avant l'été, mais la majorité des passages a lieu en fin d'année juste avant la période de reproduction (50 % des passages ont lieu après le 13 octobre (± 35 jours)).

En 2015, les rythmes et amplitudes migratoires, observés aux différentes stations de comptage, ont suivi la même logique que les années précédentes. A 50 % de migration, des décalages temporels entre les stations sont à noter : 18 jours entre Descartes et Decize, 5 jours entre Decize et Vichy et 163 jours entre Vichy et Poutès (Figure 214). L'amplitude totale de migration fut de 286 jours pour Descartes, 84 jours pour Decize, 323 jours pour Vichy et 165 jours pour Poutès.



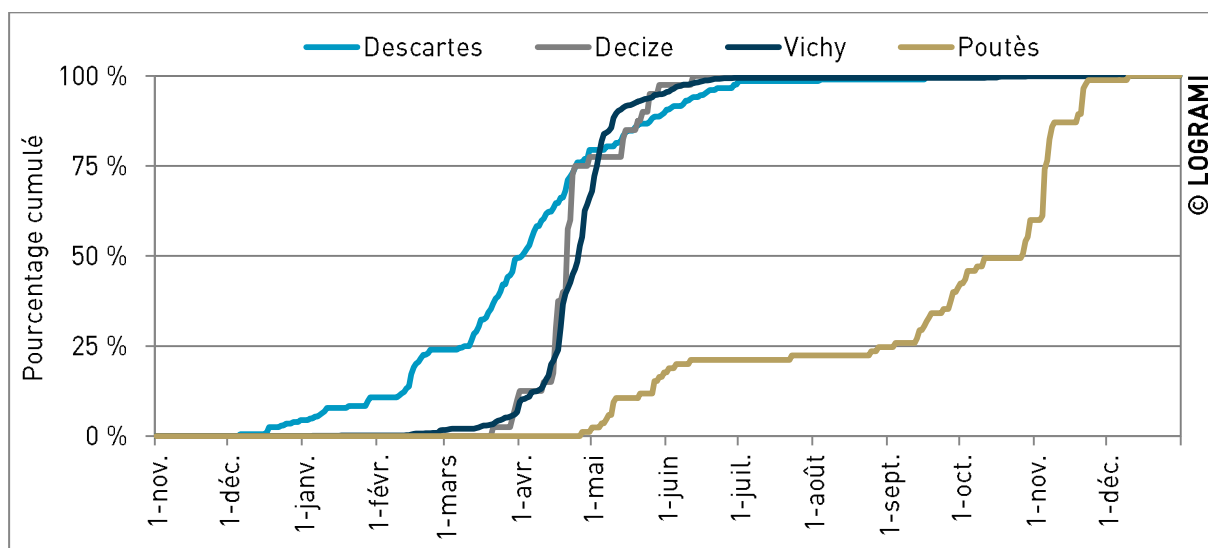


Figure 214 : Comparaison des rythmes de migration de saumons en 2015 aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire

Variations interannuelles par station de comptage

Sur la Creuse à Descartes, la période de migration en 2015 est similaire à celle des années précédentes. 50 % des individus sont passés avant le 3 avril alors qu'en moyenne, de 2007 à 2014, ce chiffre est atteint le 5 avril (± 25 jours) (Figure 215). L'amplitude est un peu plus courte que les années précédentes, 90 % des saumons sont passés en 163 jours contre 192 jours (± 38) de 2007 à 2014. Les fortes chaleurs constatées durant le mois de juin ont certainement stoppé la migration.

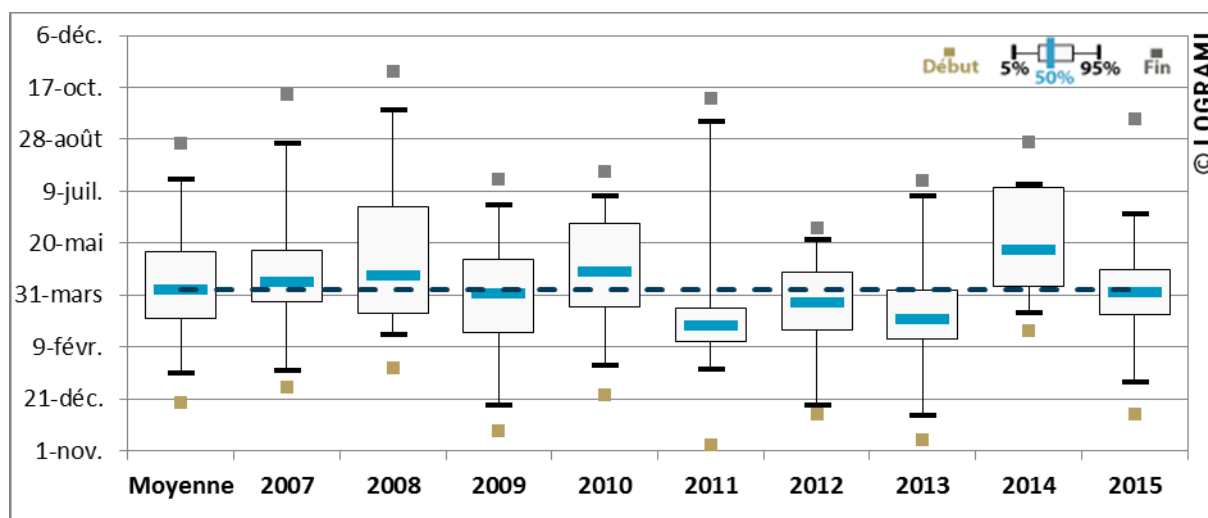


Figure 215 : Comparaison des périodes de passages de saumons à Descartes depuis 2007

En 2015, sur l'Allier à Vichy la période de migration est plus courte et plus précoce que celle des années précédentes (Figure 216). La moitié des passages a eu lieu au 26 avril alors qu'en moyenne de 1997 à 2014, 50 % des passages était effectué au 4 mai (± 39 jours). En 2015, 90 % des passages ont été réalisés en 67 jours, cette durée de migration est plus courte que celle des années antérieures (en

moyenne 102 jours $\pm$ 46). Les fortes chaleurs rencontrées sur l'Allier durant le mois de juin semblent avoir stoppé la migration des saumons. En effet, en 2015, 95 % des passages a eu lieu le 31 mai alors, qu'en moyenne de 1997 à 2014, 95 % des passages étaient effectués au 24 juin ($\pm$ 44 jours).

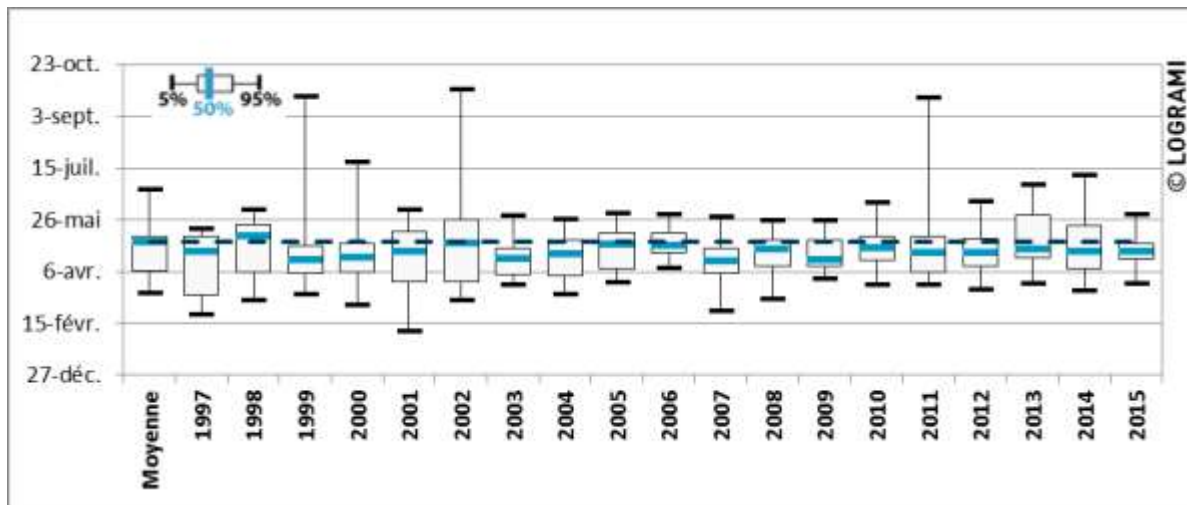


Figure 216 : Comparaison des périodes de passages de saumons à Vichy depuis 1997

En 2015, sur l'Allier à Poutès la période de migration est proche de celle des années précédentes. La moitié des passages a eu lieu le 27 octobre alors, qu'en moyenne de 1986 à 2014, 50 % des passages ont été effectués le 14 octobre (Figure 217). En 2015, 90 % des passages ont été réalisés en 198 jours, cette durée de migration est légèrement supérieure à la moyenne des années antérieures (174 jours).

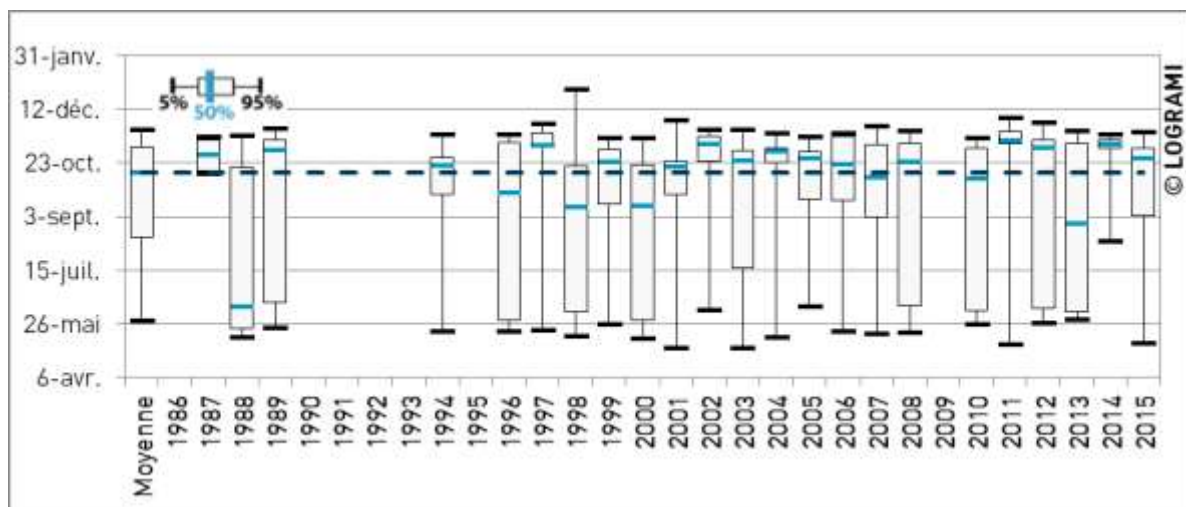


Figure 217 : Comparaison des périodes de passages de saumons à Poutès depuis 1986

L'installation d'une station de comptage permanente en 2009 à Decize permet de couvrir dorénavant l'intégralité de la période de migration des saumons. Les années ayant des effectifs inférieurs à 20 individus ne sont pas prises en compte dans l'analyse graphique.

En 2015, sur la Loire à Decize la période de migration est proche de celle des années précédentes (Figure 218). La moitié des passages a eu lieu le 21 avril alors, qu'en moyenne de 2009 à 2014, 50 % des passages étaient effectués le 19 avril ($\pm$ 6 jours). En 2015, 90 % des passages ont été réalisés en 57

jours, cette durée de migration est plus courte que celle des années antérieures (en moyenne 71 jours $\pm$ 20).

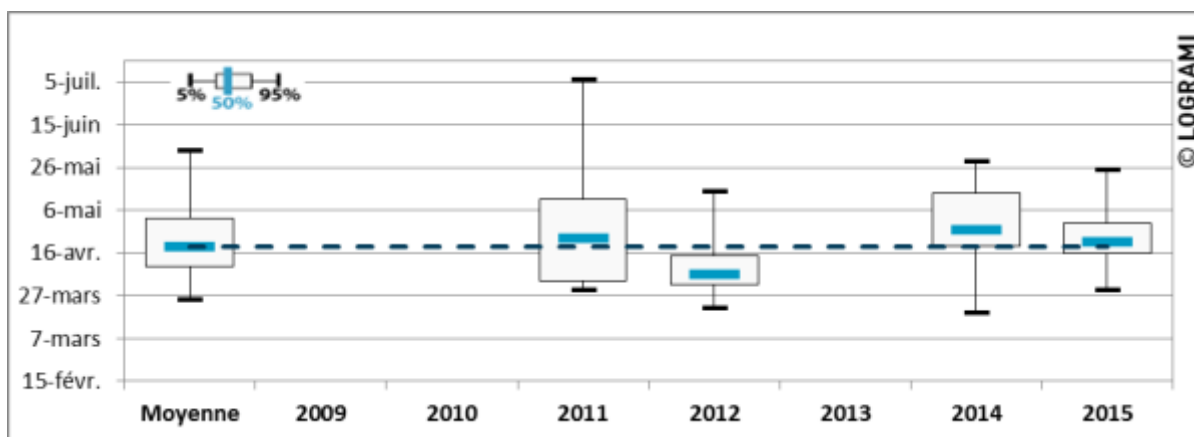


Figure 218 : Comparaison des périodes de passages de saumons à Decize depuis 2009

Variations selon l'âge de mer des saumons

La période de migration varie aussi suivant l'âge de mer des saumons, chaque classe d'âge ayant une période spécifique de migration dans l'année.

La Figure 219, reprenant l'ensemble des saumons comptés depuis 2007 à Descartes, montre ces périodes. La période hivernale et printanière est ainsi plus propice aux individus de tailles importantes. La totalité des trois ans de mer ont ainsi franchi l'ouvrage de Descartes avant le mois de mai. De même, les saumons de deux ans de mer ont tendance à migrer avant la période estivale. Les poissons d'un an de mer arrivent plus tardivement sur le bassin, et sont donc contrôlés à Descartes de mars à octobre avec un pic en juillet.

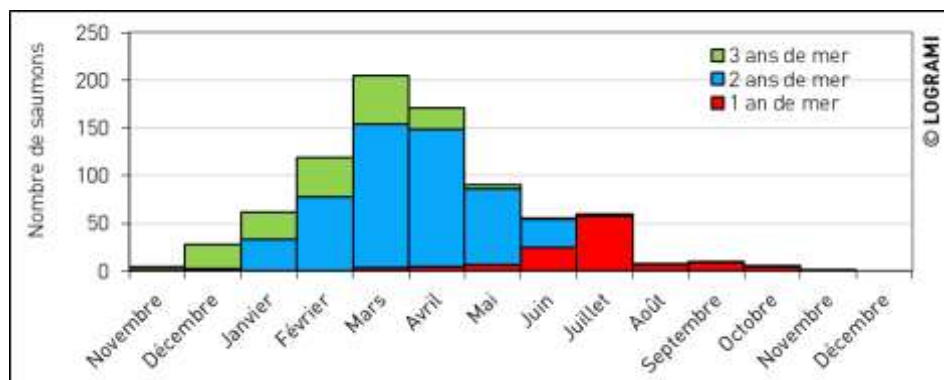


Figure 219 : Répartition des classes d'âge des saumons ayant franchi le barrage de Descartes depuis 2007 sur une année (n=819)

La Figure 220 reprend l'ensemble des saumons comptés depuis 1998 à Vichy avec leur répartition mensuelle par classe de taille.

La période printanière (mars à juin) regroupe la quasi-totalité de la migration annuelle des saumons. On constate que les individus de 3 ans de mer arrivent les premiers à la station de comptage. 75 % des



trois ans de mer ont ainsi franchi le pont barrage de Vichy avant le mois d'avril. Cependant, les saumons de deux ans de mer ont tendance à migrer un peu plus tardivement. En effet, 57 % des individus de 2 ans de mer sont totalisés avant fin avril. Très peu d'individus d'un an de mer arrivent sur le haut du bassin. Ces derniers sont contrôlés majoritairement du mois d'avril au mois de juillet (86 individus).

La majeure partie des saumons, toutes classes de tailles confondues, migre avant la période estivale :

- 1 an de mer : 60 % des passages avant le mois de juin
- 2 ans de mer : 96,6 % des passages avant le mois de juin
- 3 ans de mer : 97,4 % des passages avant le mois de juin

Une seconde vague de migration est observée à l'automne (septembre à octobre). Elle est composée de 62 % de saumons de 2 ans de mer (154 individus sur 247 comptabilisés à cette période).

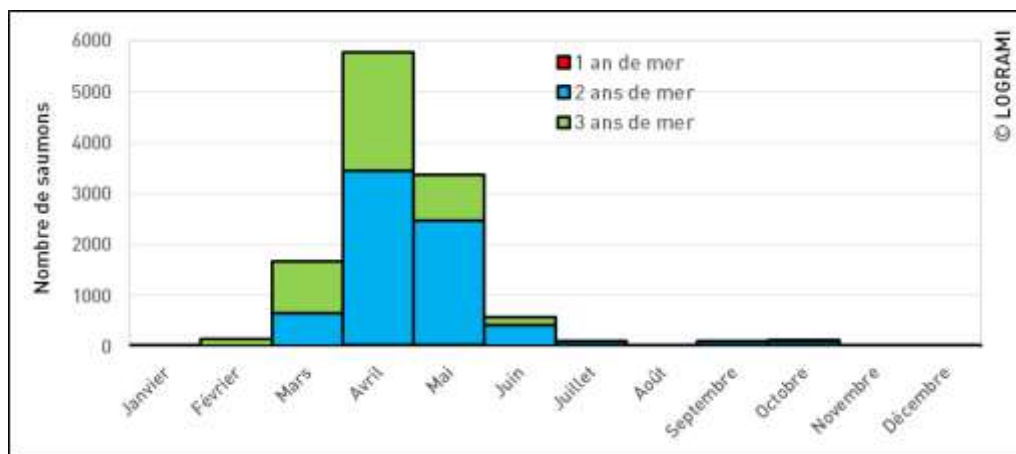


Figure 220 : Répartition des classes d'âge des saumons ayant franchi le barrage de Vichy depuis 1997 sur une année (n=11967)

5.3.1.4 Amplitude de migration des anguilles

L'amplitude et la période de migration de l'anguille jaune ne peuvent être décrits qu'à partir des données de la station de comptage de Châtelleraut. D'autres voies de passages étant possibles pour cette espèce aux autres stations du bassin de la Loire.

La période de migration de l'année 2015 est plus précoce que celles des années précédentes (Figure 221). La moitié des individus a franchi l'ouvrage de Châtelleraut au 17 mai, alors qu'en moyenne de 2004 à 2014 la moitié des individus est passée au 7 juin (± 19 jours). La durée de la période de migration est par contre similaire à celle des années antérieures. **90 % des individus sont en effet passés sur 57 jours**, contre en moyenne 58 jours (± 20) de 2004 à 2014. L'amplitude totale de migration est beaucoup plus importante, elle aura duré 139 jours en 2015.

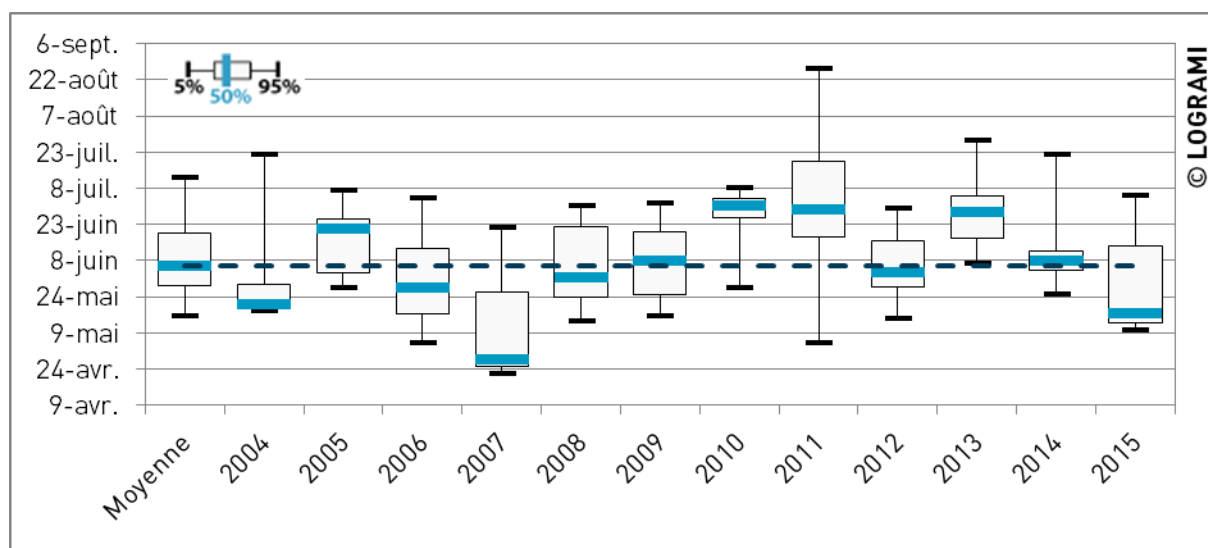


Figure 221 : Comparaison des périodes de passages des anguilles à Châtelleraut depuis 2004

5.3.2. Passages journaliers en 2015

5.3.2.1 Passages journaliers des aloses

Sur la Creuse à Descartes, la première alose a été comptabilisée le 29 mars, la dernière le 18 juin. Durant le mois d'avril, les passages sont faibles et discontinus. La migration s'est réellement intensifiée à la fin du mois d'avril, lors d'une augmentation de débit (Figure 222). Le pic de migration a lieu le 2 mai avec le comptage de 133 aloses sur cette seule journée (soit 18 % de l'effectif). Après le 15 mai, le débit diminue et devient inférieur à 50 m³/s, en conséquence les passages redeviennent faibles et discontinus. 79 % des aloses sont passées entre le 28 avril et le 14 mai. Une légère augmentation des débits entrainera les derniers passages mi-juin (44 aloses du 13 au 18 juin). En 2015, les passages d'aloses à Descartes semblent donc être corrélés aux débits.

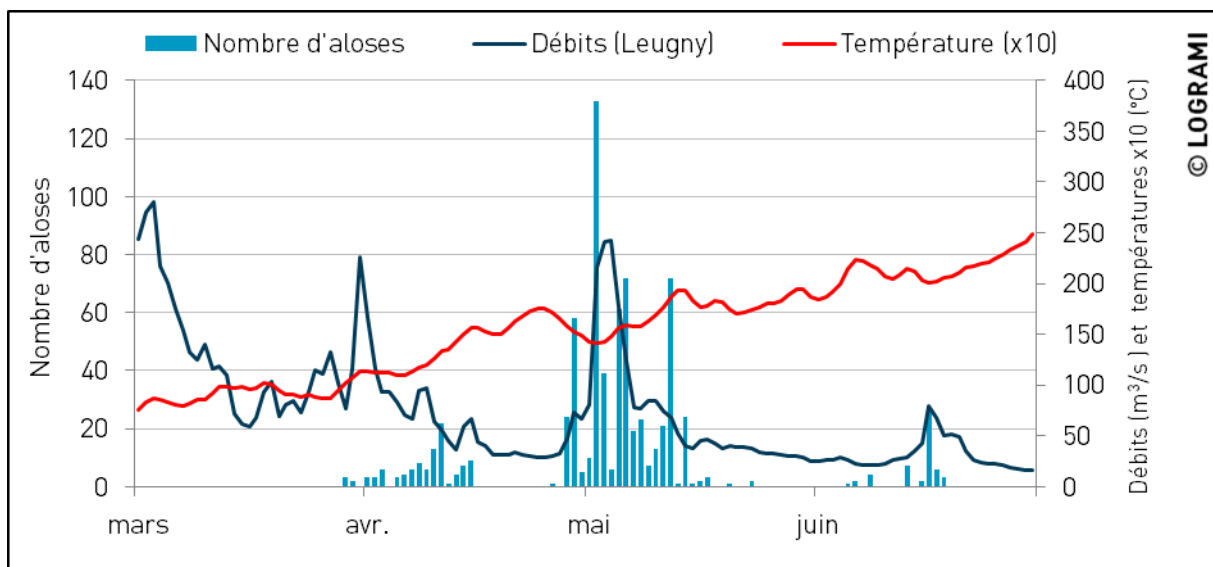


Figure 222 : Passages journaliers d'aloses à Descartes en relation avec la température de l'eau et des débits de la Creuse à Leugny en 2015 (n=749) (Source hydro : SPCVCA – Centre de Poitiers / Hydro – MEDD/DE)

Sur la Vienne à Châtelleraut, la première alose a été comptabilisée le 14 mars, la dernière le 6 juillet. Avant le mois de mai, les passages d'aloses sont discontinus et faibles. Le pic de migration a lieu le 3 mai avec 39 individus franchissant l'ouvrage (soit 12 % de l'effectif). Ce pic peut être expliqué par une augmentation des débits de la Vienne, stimulant la migration de certains individus (Figure 223). Par la suite les effectifs journaliers sont inférieurs à 20 aloses. Après la mi-juin, les passages deviennent très rares.

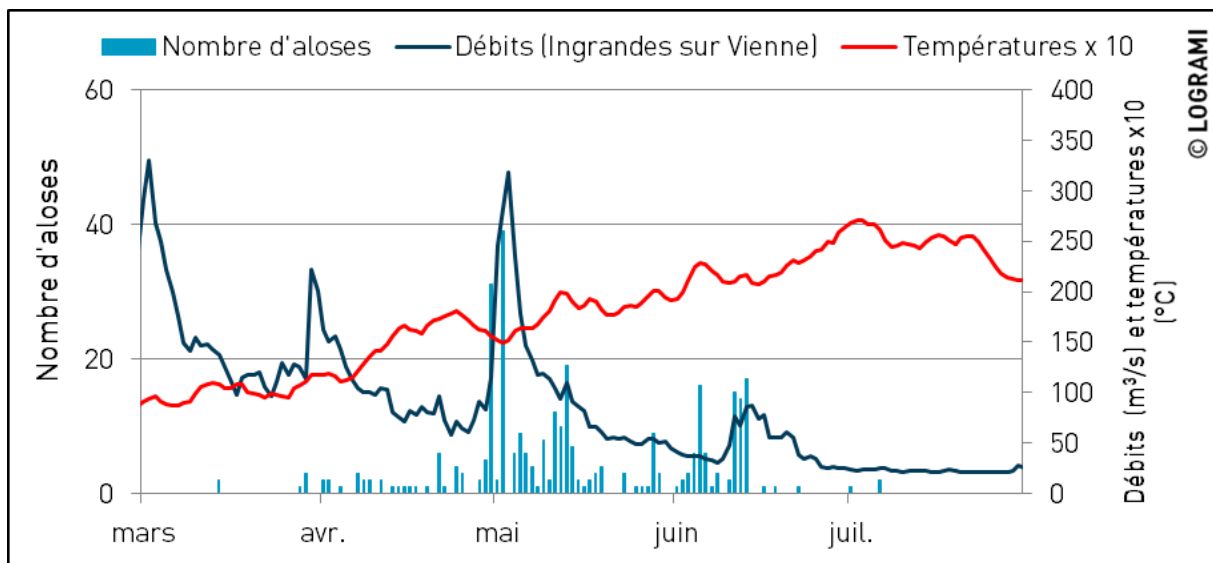


Figure 223 : Passages journaliers d'aloses à Châtelleraut en relation avec la température de l'eau et des débits de la Vienne à Ingrandes-sur-Vienne en 2015 (n=325) (Source hydro : SPCVCA – Centre de Poitiers / Hydro – MEDD/DE)

La première alose a été comptabilisée à la station de Decize le 15 avril et la dernière le 26 juin (Figure 224). Nous constatons que l'activité migratoire s'intensifie nettement lorsque les températures de l'eau dépassent 16°C. La période de migration s'étale donc sur 73 jours. Une première phase de migration a lieu entre le 15 et le 17 avril avec 47 individus comptabilisés (soit 7 % de l'effectif). La migration est



ensuite stoppée par l'augmentation des débits de la Loire avec plus de 700 m³/s enregistrés à la station de Nevers. L'augmentation des débits a eu pour conséquence l'ouverture de certaines hausses du barrage concurrençant ainsi l'attrait de la passe à poissons. Les passages repartent réellement à partir du 22 mai jusqu'au 26 juin, période durant laquelle 561 aloses sont comptabilisées (soit 90%). Le pic journalier est atteint le 5 juin avec 224 aloses comptabilisées.

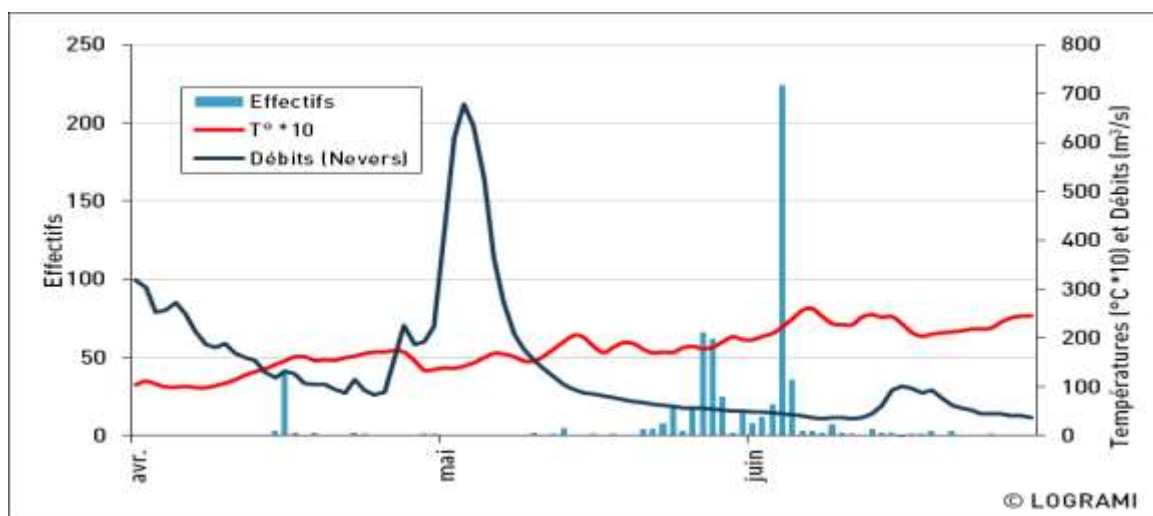


Figure 224 : Passages journaliers d'aloses à Decize en relation avec la température de l'eau et des débits de la Loire amont à Nevers en 2015

Le premier individu à franchir le barrage de Vichy est observé le 17 avril et le dernier le 18 juin soit au total 63 jours de migration (Figure 225). Les passages sont faibles et irréguliers de mi-avril à fin mai ne dépassant pas 5 individus par jours. L'analyse de l'évolution du flux migratoire permet de dégager une forte période d'activité. En effet les passages journaliers observés entre le 3 et le 12 juin (47 aloses) représentent 70% du contingent observé en 2015. Le pic journalier est atteint le 7 juin avec 11 individus contrôlés, représentant 16% de l'effectif total.

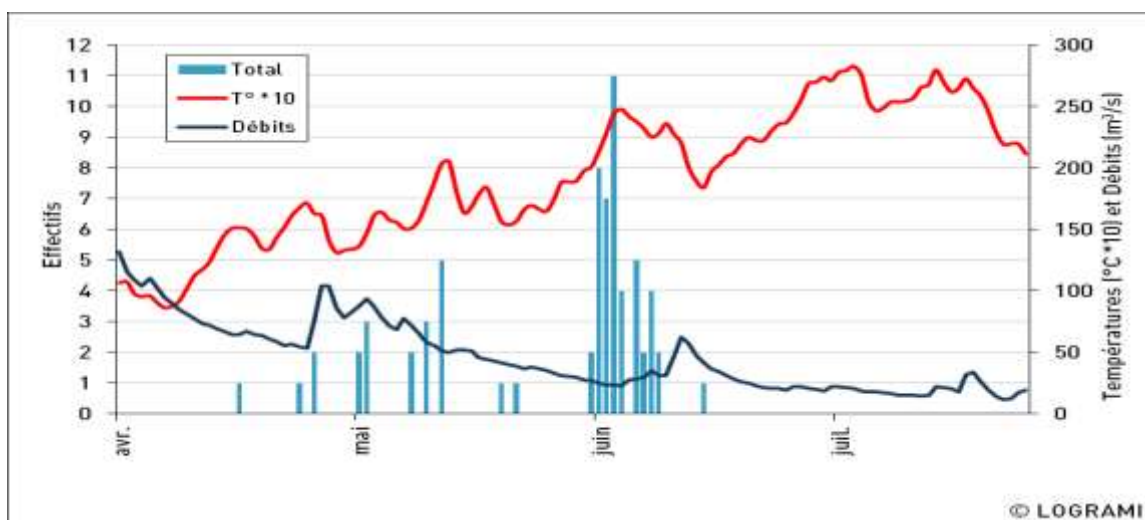


Figure 225 : Passages journaliers d'aloses à Vichy en relation avec la température de l'eau et des débits de l'Allier à St Yorre en 2015



Nous constatons que cette intensité migratoire est liée à l'atteinte du seuil de température de 16°C stimulant la migration et la reproduction des poissons. A l'échelle journalière, l'irrégularité des passages semble être fortement corrélée aux variations de températures, mais aussi au faible nombre d'individus. A plusieurs reprises, un arrêt total des passages journaliers est observé lors de baisses importantes des températures.

5.3.2.2 Passages journaliers des lamproies marines

Sur la Creuse à Descartes, la première lamproie marine a franchi le barrage le 30 janvier, la dernière le 7 juin. La migration est très faible et discontinue les trois premiers mois de l'année. Avant le début du mois d'avril, le nombre de lamproies comptabilisées ne représente que 0,7 % de l'effectif annuel. La migration s'accélère par la suite en avril où le nombre de passages journaliers dépassent régulièrement les 100 individus. Par la suite, l'augmentation des débits et la stabilisation de la température au-dessus du seuil des 15 °C ont favorisé les remontées. 79 % des passages ont ainsi eu lieu entre le 23 avril et le 14 mai. **Le pic de migration a lieu le 2 mai avec le passage de 3 130 lamproies dans la même journée.** Durant le mois de juin les passages deviennent rares (Figure 226).

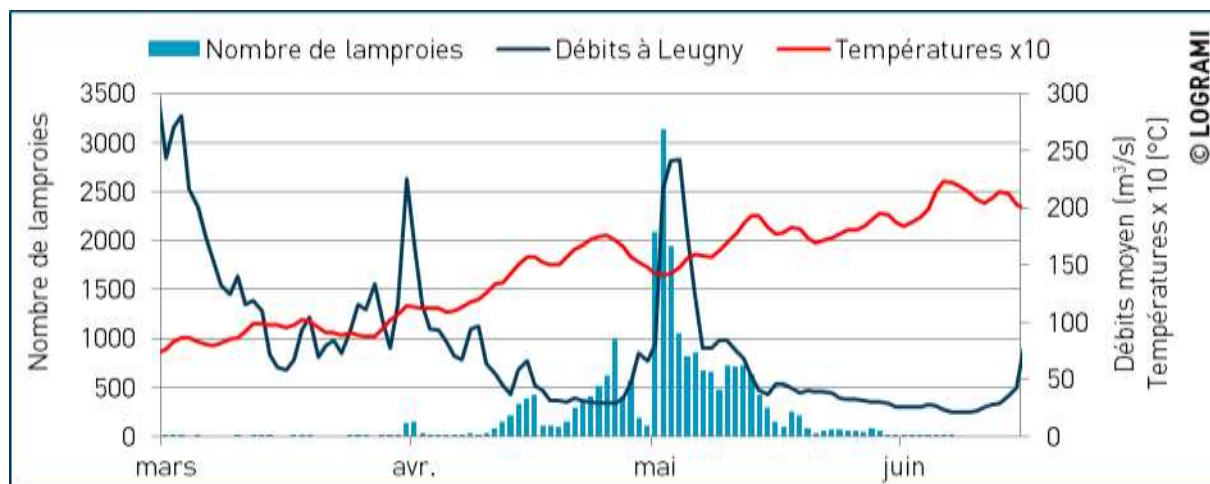


Figure 226 : Passages journaliers de lamproies marines à Descartes en relation avec la température de l'eau et des débits de la Creuse à Leugny en 2015 (n=27 340) (Source hydro : SPCVCA – Centre de Poitiers / Hydro – MEDD/DE)

La première lamproie a franchi le barrage de Châtellerault le 13 mars, la dernière le 13 juin. Les passages avant le 13 avril sont très faibles et discontinus, ils représentent 1 % de la migration annuelle. Durant la fin du mois d'avril, la migration s'intensifie avec la stabilisation de la température de l'eau au-dessus des 15°C. L'augmentation des débits au début du mois de mai entraîne une forte augmentation des passages. Le pic de migration est atteint le 2 mai avec le passage de 3 627 individus dans la journée (soit 11 % de l'effectif de l'année). 98 % des passages ont eu lieu entre le 13 avril et le 21 mai. Les lamproies marines deviennent par la suite plus rares jusqu'à la fin de la migration (Figure 227).



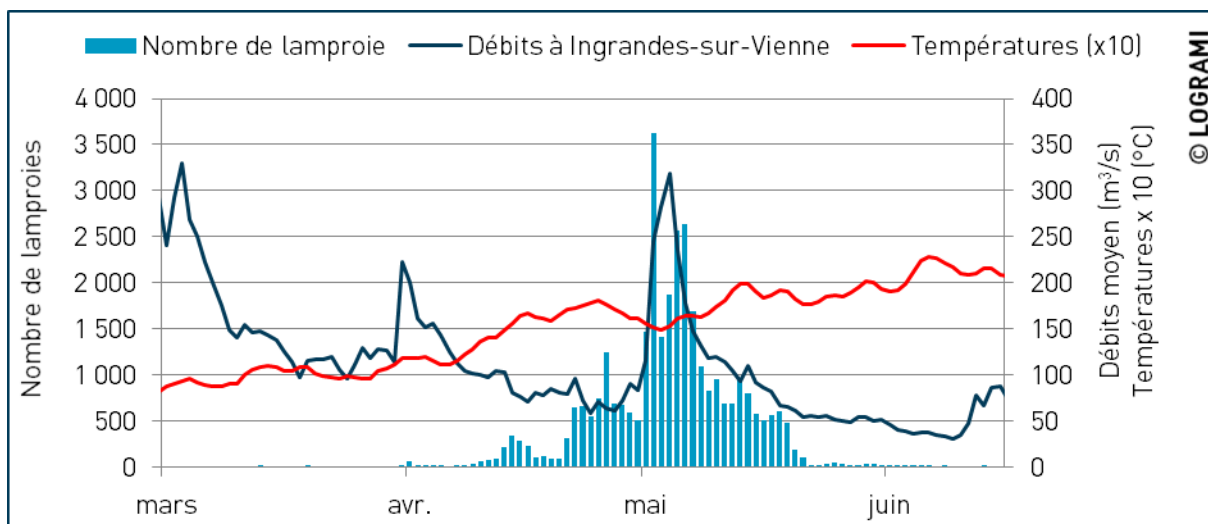


Figure 227 : Passages journaliers de lamproies marines à Châtellerault en relation avec la température de l'eau et des débits de la Vienne à Ingrandes-sur-Vienne en 2015 (n=33 138) (Source hydro : SPCVCA – Centre de Poitiers / Hydro – MEDD/DE)

Le premier individu à franchir le barrage de Decize a été observé le 9 mai et le dernier le 4 juin soit au total 27 jours de migration (Figure 228). L'analyse des flux migratoires permet de dégager deux fortes périodes d'activité. La première, observée du 9 au 14 avril (10 individus) et la deuxième du 21 avril au 4 juin (35 individus). Le pic de passages journaliers se produit le 28 mai avec 7 lamproies comptabilisées. Les remontées de lamproies se sont produites avec des températures comprises entre 16,9 °C et 23,9 °C.

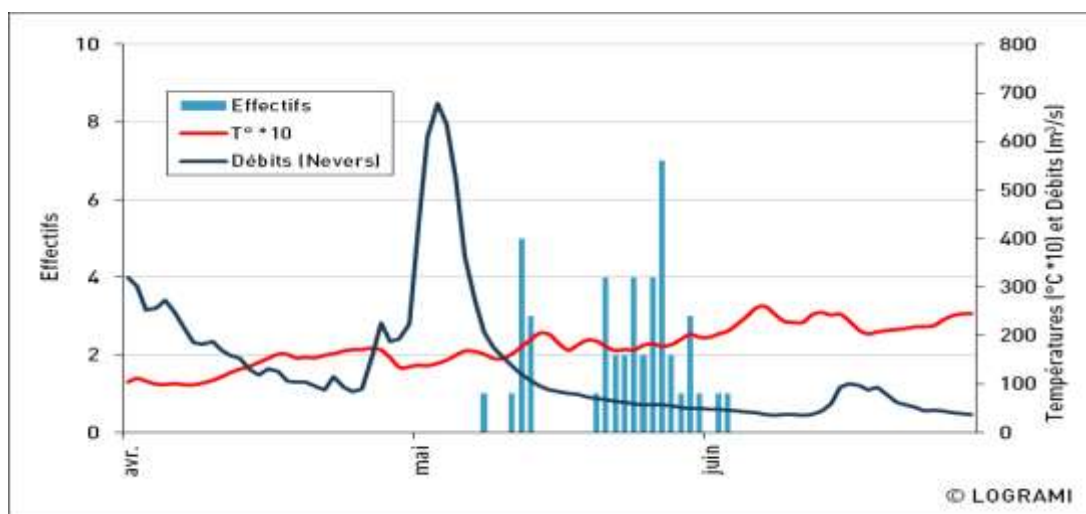


Figure 228 : Passages journaliers de lamproies à Decize en relation avec la température de l'eau et des débits de la Loire amont à Nevers en 2015



5.3.2.3 Passages journaliers des saumons atlantiques

Sur la Creuse à Descartes, le premier saumon a franchi le barrage le 6 décembre 2014 et le dernier a été comptabilisé le 17 septembre 2015. Des saumons sont observés régulièrement jusqu'au mois de juillet avec une intensification de la migration durant les mois de mars et d'avril (55 % de l'effectif annuel durant ces deux mois). Les pics journaliers de migration sont de faibles intensités, le maximum de passages en un jour étant de 7 saumons (le 15 février et le 30 mars). Les augmentations de débits, couplées à une baisse de température ont eu à plusieurs reprises un impact négatif sur la migration (Figure 229). Deux saumons ont par ailleurs été comptés après la période estivale, ces individus ont certainement repris leurs migrations après un arrêt sur le bas de la Vienne.

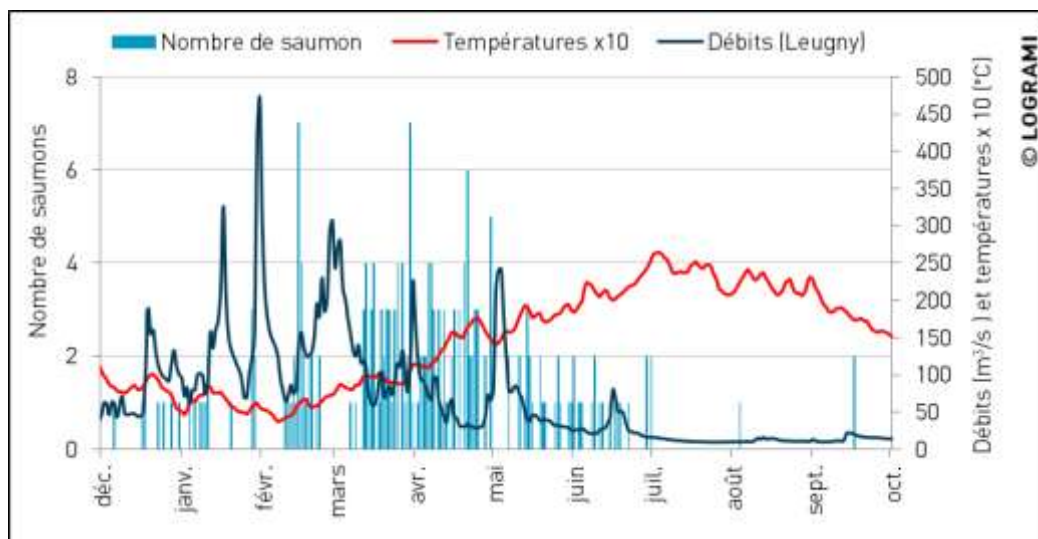


Figure 229 : Passages journaliers de saumons à Descartes en relation avec la température de l'eau et des débits de la Creuse à Leugny en 2015 (n=204) (Source hydro : SPCVCA – Centre de Poitiers / Hydro – MEDD/DE)

Sur la Vienne à Châtellerault, le premier saumon a été compté le 17 février, le dernier le 27 novembre. Les passages ont été diffus toute l'année, ne dépassant jamais un individu par jour. Une période de migration plus concentrée est cependant à noter : 50 % des passages ont eu lieu entre le 15 mai et le 13 juin.

Le premier saumon à franchir le barrage de Decize a été observé le 20 mars et le dernier le 11 juin (Figure 230). L'intégralité des passages s'est déroulée avec des températures de l'eau comprises entre 12,4°C et 20,5°C. La migration s'est donc déroulée sur une période totale de 84 jours. Les premiers passages sont observés lors de la baisse des débits mi-avril. La migration s'est vue coupée en deux par l'augmentation des débits de la Loire début mai avec près de 700m³/s à la station de Nevers. Une première période de forte migration se distingue réellement entre le 14 et le 23 avril, période durant laquelle 24 saumons franchissent le barrage de Decize soit 60% de l'effectif total. Pendant la deuxième phase de migration du 13 mai au 28 mai, 8 individus ont été comptabilisés représentant 20% de la population migrante. Le pic de migration journalier est enregistré le 20 avril avec 7 individus comptabilisés (17% du contingent migrant). Pendant la phase de migration automnale, aucun saumon n'a été comptabilisé à la station de Decize.



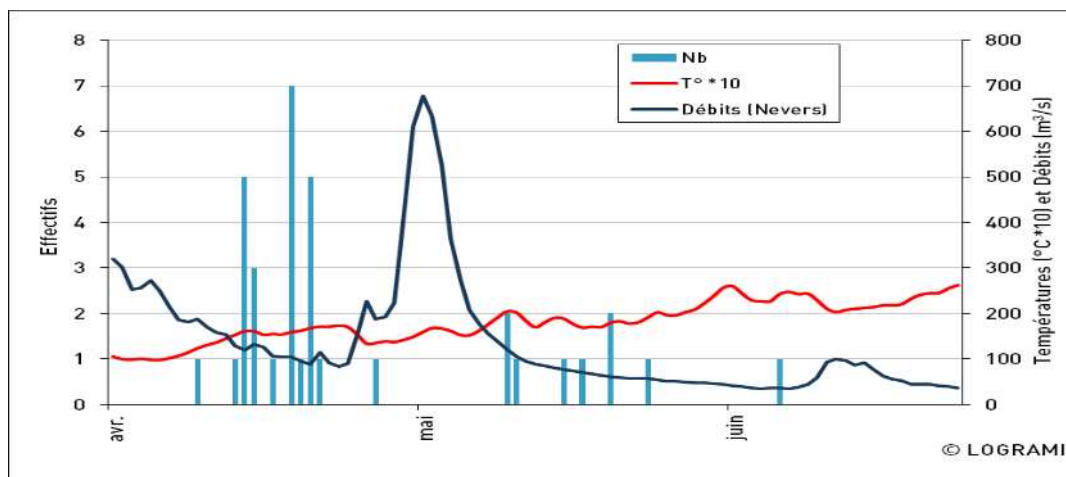


Figure 230 : Passages journaliers de saumons à Decize en relation avec la température de l'eau et des débits de la Loire amont à Nevers en 2015

A la station de comptage de Gueugnon, 10 saumons ont été observés entre le 25 avril et le 12 mai soit une période de 19 jours. Les remontées des saumons se sont déroulées avec des températures de l'eau comprises entre 13°C et 17,3°C. La migration a été scindée en deux suite à une crue de l'Arroux début mai atteignant un pic de 163m³/s le 3 mai. La première phase de migration, du 25 au 29 avril, représente 7 saumons soit 70% du contingent migrant. Les pics journaliers sont atteints les 27 et 28 avril avec 2 individus comptabilisés. Pendant la deuxième phase de migration, 3 individus sont comptabilisés début mai en l'espace de 4 jours.

L'unique saumon comptabilisé à Roanne a franchi l'ouvrage le 28 avril. Cet individu préalablement comptabilisé à la station de Decize quelques jours plus tôt a parcouru 145km en 7 jours soit 18,6km par jour. Cependant, après avoir séjourné plus de 5 jours en amont du barrage de Roanne, cet individu a dévalé l'ouvrage par la passe à poissons.

A Vichy, le premier saumon a été observé aux passes à poissons le 1^{er} janvier et le dernier le 21 novembre, ceci représente une période de migration de 322 jours (Figure 231). Nous constatons très nettement que les passages de géniteurs s'intensifient lorsque la température de l'eau dépasse les 7°C. Pendant la phase de migration printanière l'analyse de l'évolution du flux migratoire permet de dégager une seule période de forte activité migratoire. En effet les conditions environnementales régulières n'ont pas interrompu l'activité de migration pendant cette phase (augmentation progressive de la température et diminution progressive des débits). Ainsi, 832 individus ont franchi le barrage de Vichy entre 10 avril et le 5 mai et représentent ainsi 70% de la population migrante. Durant cette période, une légère augmentation du débit de l'Allier enregistrée à Vichy entre le 21 et le 25 mai (passage de 130m³/s à 170m³/s) a stimulé la migration des saumons. En effet, le pic journalier est atteint quelques jours plus tard le 27 mai avec 85 passages enregistrés.

Pendant la phase de migration automnale, seulement 7 individus ont été comptabilisés à la station de Vichy. Les faibles débits rencontrés pendant cette période ont très certainement pénalisé la progression des saumons ayant survécu à la période estivale très sèche sur la partie moyenne de la Loire. Les remontées des saumons durant cette période se sont déroulées avec une température de l'eau comprises entre 11,2°C et 17,2°C.



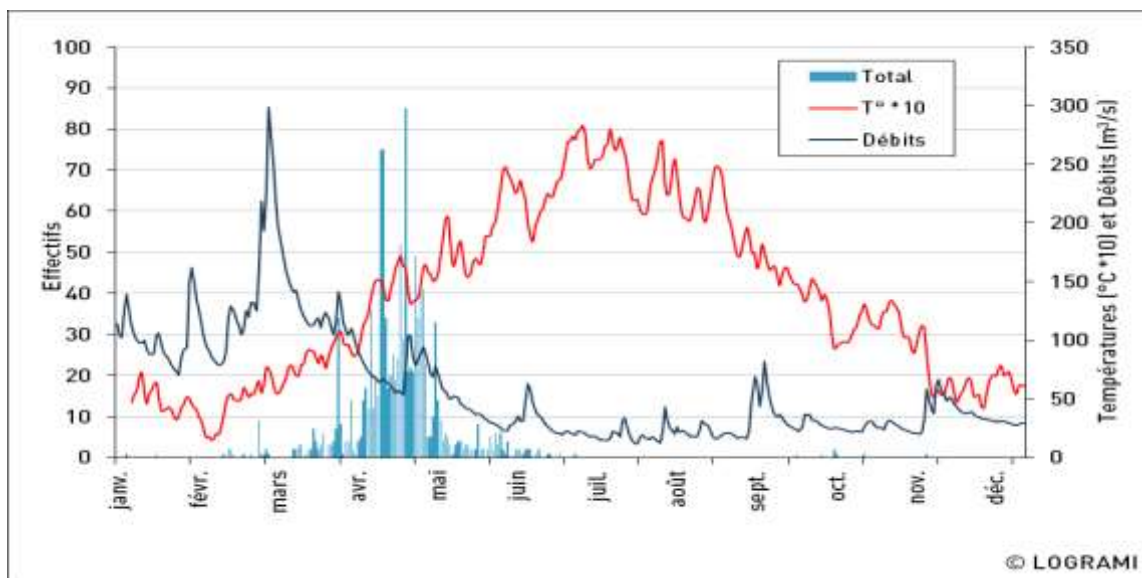


Figure 231 : Passages journaliers de saumons à Vichy en relation avec la température de l'eau et des débits de l'Allier à St Yorre en 2015

En 2015 à Poutès, les 85 saumons ont été observés entre le 27 avril et le 10 décembre, soit 228 jours (Figure 232).

La migration printanière (jusque fin août) concerne 21 saumons soit 24,7 % du contingent migrant. La période de migration au printemps s'étale sur 131 jours, entre les 27 avril et le 28 août. Au cours de cette période des saumons sont observés lors de 17 journées.

Les passages à l'automne s'étalent du 4 septembre au 10 décembre soit une période de 31 jours. Au cours du mois de novembre, les passages sont les plus abondants avec 33 saumons, soit 38,8 % des passages de l'année. Le maximum des passages journaliers est noté le 5 novembre avec le dénombrement de 11 saumons.

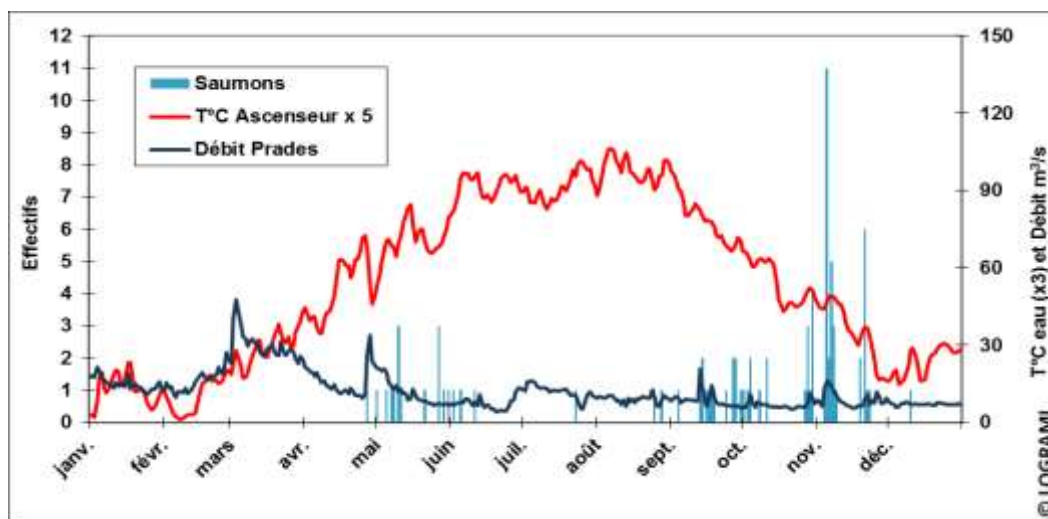
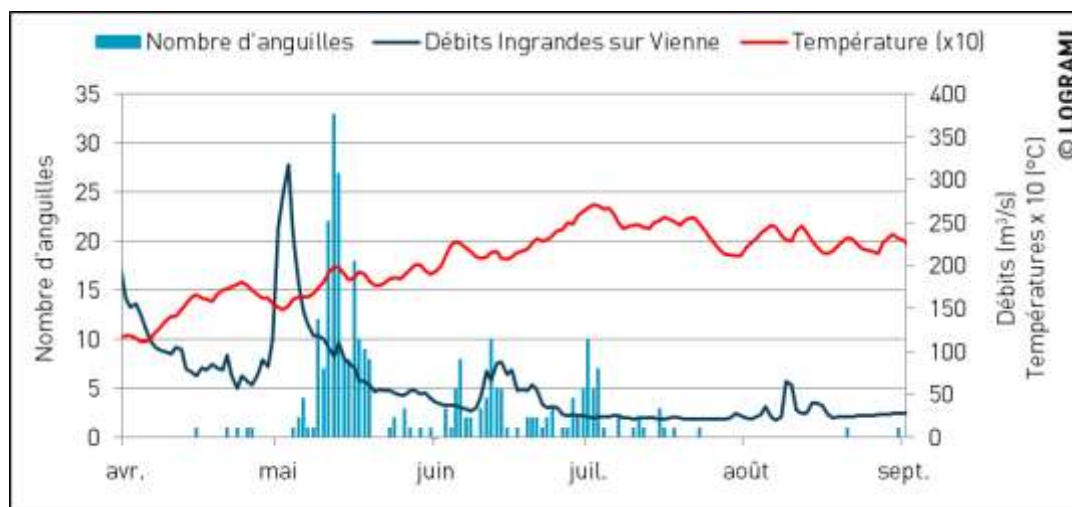


Figure 232 : Passages journaliers de saumons à Poutès en relation avec la température de l'eau et des débits de l'Allier à Prades en 2015

Les passages sont synchronisés avec les pics de débit de début-mai, mi-septembre et début novembre. Les remontées de saumons dans l'ascenseur se sont déroulées avec des températures comprises entre 22°C et 7,3°C.

5.3.2.4 Passages journaliers des anguilles

Sur la Vienne à Châtelleraut, la première anguille a été comptabilisée le 16 avril, la dernière le 1^{er} septembre. La migration des anguilles s'est intensifiée à partir du 10 mai lorsque les débits de la Vienne ont chuté et la température s'est rapprochée de 20 °C. 55 % des anguilles sont passées entre le 10 mai et le 20 mai. Le pic de migration journalier a eu lieu durant cette période, le 13 mai, avec 33 individus comptabilisés (soit 11 % de l'effectif annuel). Pendant les mois de juin et juillet les passages sont fréquents mais restent inférieurs à 10 individus par jour, ils représentent 37 % de l'effectif annuel (Figure 233).



5.3.3. Conclusion

Pour le saumon, les études effectuées sur cette thématique ne font pas état des mêmes extrêmes. La borne inférieure de 7° a été confirmée sur la Loire lors d'une manipulation de radiopistage (BARIL et GUENEAU, 1986). Néanmoins, elle peut être abaissée dans certains cas, comme lors des derniers jours de migrations, lorsque les saumons rejoignent les zones de frayères (FONTENELLE, 1975), où suivant les axes migratoires. Ainsi, selon la période de migration, la taille des rivières et la présence d'obstacles, la température minimale propice à la migration, nous pouvons passer de 7 à 3 °C (THIOULOUSE, 1972 ; TELLIER, 1987). Nos observations attestent que le minimum peut être inférieur à 7 °C. COHENDET en 1993 fait quant à lui état de températures favorables au franchissement d'obstacles comprises entre 9 et 17°C mais il précise que le seuil amont peut être repoussé à 20 °C dans certaines conditions (COHENDET, 1993).

La répartition des températures favorables à la migration entre la Creuse et l'Allier montre que la migration peut commencer plus tôt sur la Creuse. Néanmoins, la précocité d'une migration est fonction



de plusieurs variables comme la distance à parcourir, les débits, l'âge des poissons. Les températures plus favorables sur la Creuse ne sont donc pas uniques responsables de la précocité des migrations sur cet axe comparativement à l'axe Allier. D'autant plus que plus de 10% des poissons passant à Descartes franchissent le barrage dans une eau inférieure à 7 °C (LOGRAMI, np). Le seuil de 7 °C ne permet donc pas d'expliquer le début d'une migration.

Développer les connaissances sur ces seuils migratoires au niveau des axes du bassin de la Loire permettrait d'être plus précis sur la description des migrations.

Les premières aloses sont contrôlées généralement sur la Creuse à Descartes. Il s'agit de la station de comptage la plus proche de l'estuaire. Malgré une distance à l'océan plus importante, la période de migration des aloses à Decize sur la Loire est proche de celle de Châtelleraut sur la Vienne.

En 2015, les rythmes et amplitudes de migration des aloses sont aussi variés d'une station à l'autre. A 50 % de migration, des décalages temporels sont à noter : 8 jours entre Descartes et Châtelleraut, 22 jours entre Châtelleraut et Decize et 2 jours entre Decize et Vichy.

Chez la lamproie marine, un décalage important est à noter entre les deux stations les plus aval (Descartes et Châtelleraut) et celles situées plus en amont (Decize et Vichy). L'amplitude totale de la période de migration est, comme pour l'aloise, beaucoup plus importante sur les stations de comptage situées à l'aval.

En 2015, Les passages de lamproies à la station de comptage de Descartes ont été légèrement plus précoces que ceux à Châtelleraut. Un décalage de 2 jours à 50 % de la migration peut en effet être observé. Les passages de lamproies à Decize ont été beaucoup plus tardifs, la moitié de la migration ayant eu lieu 20 jours après celle de Châtelleraut.

Les premiers saumons sont généralement contrôlés à Descartes sur l'axe Creuse, en fin d'année n-1. Du fait de la proximité avec l'estuaire de la Loire de cette station de comptage, la migration est logiquement plus précoce. L'amplitude totale de la période de migration est relativement importante chez le saumon, certains individus pouvant notamment être comptabilisés en reprise de migration automnale.

En 2015, les rythmes et amplitudes migratoires, observés aux différentes stations de comptage, ont suivi la même logique que les années précédentes. A 50 % de migration, des décalages temporels entre les stations sont à noter : 18 jours entre Descartes et Decize, 5 jours entre Decize et Vichy et 163 jours entre Vichy et Poutès.

La présence de différents comportements migratoires chez le saumon et d'une variabilité de température inter stations implique qu'il est difficile de lier la température aux processus biologiques de cette espèce. En effet, les géniteurs peuvent faire plus d'une dizaine de kilomètres par jour pendant la migration. Cette vitesse est encore supérieure s'il y a une absence d'obstacles à la migration. (LOGRAMI, 2009 et 2012 ; BARIL et GUENEAU, 1986). La densification du réseau de sondes température apporterait plus de robustesse à cette étude et permettrait l'analyse d'autres processus biologiques liés à la température et conditionnant la pérennité des communautés pisciaires migratrices. Cette



mesure permettrait de qualifier spatialement les conditions de températures au regard des processus biologiques.

Les périodes de migration des saumons mises en avant avec les températures sont discutables. En effet la plage de température idéale à la migration et au franchissement d'obstacles (THIOULOUSE, 1972) est parfois variable. (BARIL et GUENEAU, 1986 ; FONTENELLE, 1975 ; THIOULOUSE, 1972 ; TELLIER, 1987 ; COHENDET, 1993).

Développer les connaissances sur ces seuils migratoires au niveau des axes du bassin de la Loire permettrait d'être plus précis sur la description des migrations et du franchissement des obstacles. Pour étudier l'influence des températures sur la migration des géniteurs, une étude de radiopistage de saumons équipés d'enregistreurs thermiques miniaturisés serait sans doute la meilleure solution. Elle permettrait d'étudier de manière précise l'impact de la température sur la migration. Cette manipulation permettrait en outre d'étudier la survie estivale et la reproduction de cette espèce.

5.4. Action 13 : Comportement de migration des poissons

Les rythmes horaires de migration sont dépendants du cycle biologique de l'espèce concerné. Ils varient donc peu d'une station de comptage à l'autre. Les historiques de passages aux stations de Descartes, Châtellerault, Decize et Vichy ont ainsi été couplés pour décrire les migrations nycthémérales de chaque espèce.

5.4.1. Rythme horaire de migration des aloses

Les migrations d'aloses sont essentiellement diurnes, 96 % des aloses ont en effet été comptées entre 05h et 20h UTC (*Coordinated Universal Time*). L'analyse des heures de passage sur l'ensemble de l'historique montre une augmentation progressive des franchissements au fil de la journée. Un pic de passage est atteint pour la tranche horaire comprise entre 18 et 19h UTC, avec 10 % de l'effectif total. Les passages diminuent par la suite fortement jusqu'à 21h GMT (Figure 234).

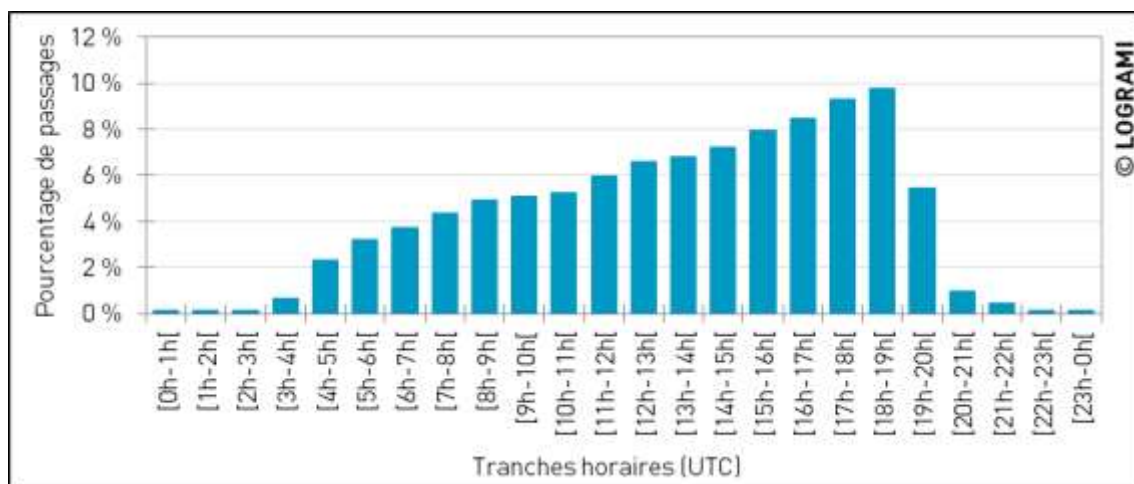


Figure 234 : Passages horaires des aloses aux stations de comptage du bassin de la Loire (n= 119 844)



5.4.2. Rythme horaire de migration des lamproies marines

La migration des lamproies est souvent décrite comme nocturne dans la littérature. Mais depuis le début du suivi de Châtellerault, seulement 71 % des passages ont lieu entre 20h et 5h UTC. La migration n'est donc pas strictement nocturne. La tombée de la nuit est accompagnée par une augmentation progressive de l'activité. Les passages sont ensuite plus soutenus dans la deuxième partie de la nuit, ils avoisinent les 9 % par heure. Un pic d'activité est observé pour la tranche horaire 01-02h UTC durant laquelle 10 % de l'effectif total a franchi l'ouvrage. L'activité diminue par la suite progressivement jusqu'en milieu de matinée (Figure 235).

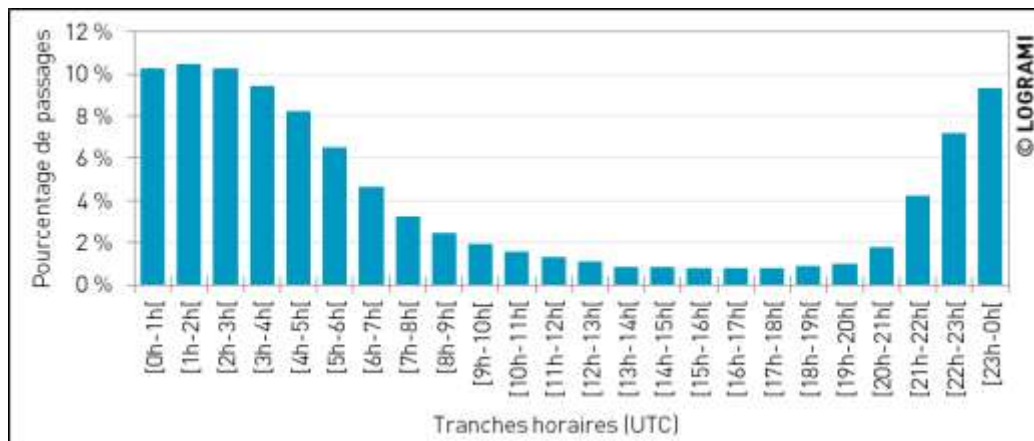


Figure 235 : Passages horaires des lamproies marines aux stations de comptage du bassin de la Loire (n=490 608)

5.4.3. Rythme horaire de migration des saumons

Les passages de saumons aux stations de comptage du bassin de la Loire sont essentiellement diurnes, 98 % ont été comptés entre 05h et 20h UTC (Figure 236). L'activité migratoire augmente entre 4h et 7h UTC, puis se stabilise avec 6 à 7 % de franchissements par tranche horaire. Aucun pic horaire ne se distingue durant la journée. Après 19h UTC, les passages diminuent fortement et restent inférieurs à 2 % par tranche horaire durant toute la nuit.

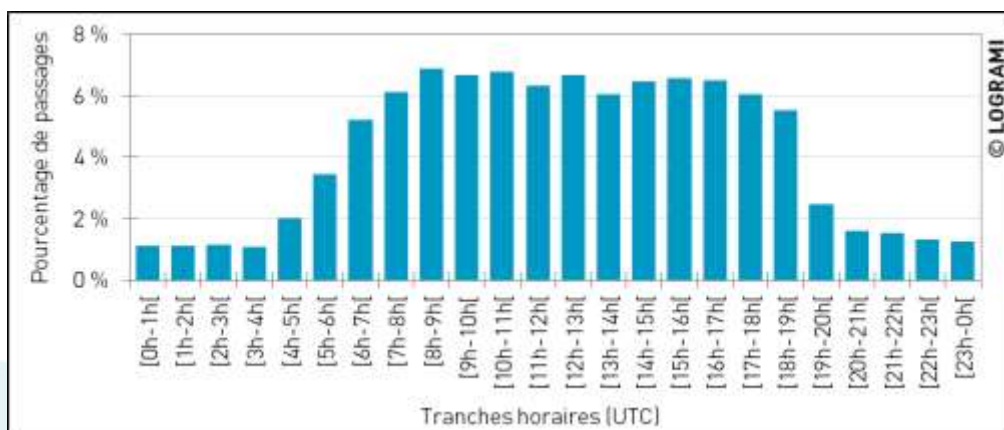
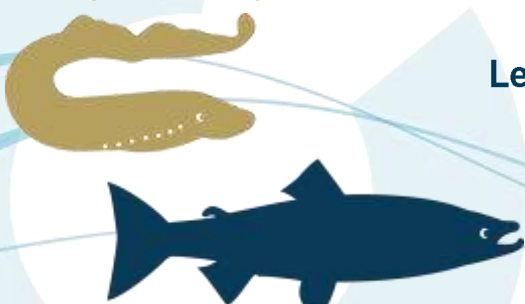


Figure 236 : Passages horaires des saumons aux stations de comptage du bassin de la Loire (n=12 817)



5.4.4. Rythme horaire de migration des anguilles

Seules les données de la station de comptage de Châtelleraut sont exhaustives et donc utilisables pour décrire l'activité horaire des anguilles. La migration à Châtelleraut est majoritairement nocturne : 60 % des passages ont eu lieu entre 20h et 5h UTC. Un pic horaire peut être établi, il est situé entre 2h et 3 h UTC, période durant laquelle 12 % des anguilles ont franchi l'ouvrage. Les passages diurnes restent relativement importants. La migration est faible en début de matinée mais augmente au fil de la journée (Figure 237).

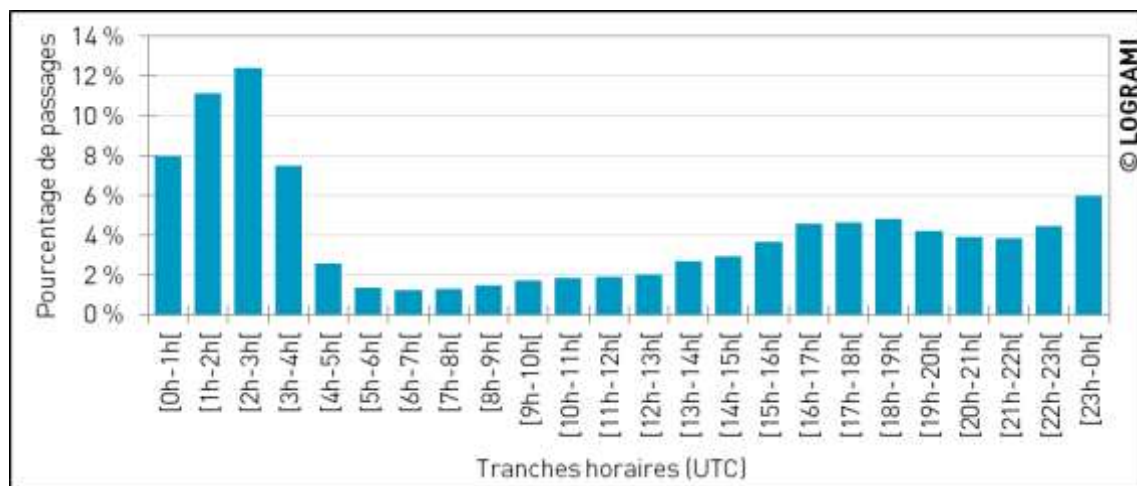


Figure 237 : Passages horaires des anguilles à la station de comptage de Châtelleraut (n=20 141)

5.4.5. Conclusion

Chaque espèce de poissons migrateurs a une activité migratoire différente durant la journée. Les données compilées depuis 1997 aux stations de vidéos-comptages renseignent sur ces rythmes.

Ainsi le saumon atlantique et les aloses ont une migration diurne. Pour le saumon, l'activité est similaire durant toute la journée, alors que pour l'alose elle s'intensifie en fin d'après-midi. Les déplacements de la lamproie marine et de l'anguille sont majoritairement nocturnes, avec des pics d'activité en milieu de nuit.



6. La pression de pêche

6.1. Action 14 : connaissance des pêcheries et prévention de la pêche illégale, contexte de l'étude

Les poissons migrateurs (hors saumon) représentent également dans le bassin de la Loire un revenu économique tant au niveau de la pêche professionnelle que de la pêche de loisir. Dans ce cadre, il est important que le gestionnaire soit toujours attentif à ce que la pression de pêche ne soit pas en inadéquation avec l'état des populations et les pressions que peuvent supporter ces espèces (compte tenu de leurs effectifs et de leur dynamique de population). La bonne gestion de la pêche est ainsi une condition sine qua non pour un développement durable des pêcheries et du tourisme lié à la pêche dans le bassin.

L'information issue des statistiques de captures ou de prise de données biologiques sur les lieux de débarquement est beaucoup plus importante et moins coûteuse que celle que l'on pourrait obtenir par des campagnes spécialisées. Il est donc essentiel que les réseaux des suivis institutionnels soient performants et accessibles pour le traitement de cette information.

Cependant, les techniques de pêche sont nombreuses. Le choix d'une technique de capture par un pêcheur dépend à la fois de la structure du milieu : longueur, largeur, profondeur, nature du fond, turbidité... et des espèces ciblées. La connaissance de la **sélectivité des engins** de pêche a alors pour objectif **de définir la différence qui existe entre le stock exploité (fraction exploitable d'une population) et la population biologique**.

Ainsi, l'utilisation des données issues des pêcheries doit faire intervenir un certain nombre de notions fondamentales. Notamment, il est indispensable de traiter les statistiques de captures en tenant compte de la spécificité des techniques de pêches utilisées au risque sinon d'obtenir une information biaisée relative uniquement au prélèvement (exploitation) et non à la définition de la population dans son ensemble (dynamique de population). Les données de pêcheries peuvent alors être utilisées intrinsèquement pour connaître le prélèvement (mortalité par pêche) mais également être destinées à orienter les connaissances biologiques.

6.2. : Objectifs

L'objectif est d'adapter la pression et les modalités de pêche à l'état des populations. Hors, la connaissance des pêcheries est aujourd'hui très limitée. Nous ne disposons pas de données sur la pêche de poissons migrateurs amphihalins Natura 2000 en mer. Les COGEPOMI suivent les prélèvements halieutiques professionnels et récréatifs (accidentels et autorisés) dans les eaux continentales en Bretagne, Loire, Gironde-Garonne-Dordogne et Adour. Il faut noter que les prélèvements récréatifs peuvent se faire en aval mais également en amont des stations de comptage contrairement aux pêcheries professionnelles qui restent en aval de celles-ci. Un premier bilan peut être dressé permettant de mesurer les enjeux des prélèvements.

Il s'agit alors de réaliser une comparaison des données de captures (données de pêche SNPE) aux données des stations de comptage. Cette action est conditionnée par l'accès aux données de captures des différentes pêcheries.

Le droit de pêche est également défini par le cahier des clauses particulières du droit de pêche. Il est renouvelé tous les 5 ans et sera actualisé en 2016. Une étude a été réalisée sur les périodes 1999 à 2005 [Source Logrami, 2005]. Ce travail peut éclairer sur certaines orientations de gestion.

Enfin, malgré l'interdiction de capture du saumon atlantique, de nombreux témoignages et les résultats des suivis par radio pistages mettent en évidence une capture importante de saumons. Ces captures sont accidentelles, ou intentionnelles pour des secteurs bien connus (comme à l'amont du bassin) mais sont également effectués par méconnaissance et confusion avec les truites.

Afin de réduire les captures illicites ou effectuées par méconnaissances de la distinction entre le saumon et la truite, une campagne d'informations par panneaux présentant d'une part le saumon adulte et son interdiction de pêche ainsi que les différences avec une truite adulte, et d'autre part l'interdiction de pêche du saumon à tous les stades ainsi que les différences entre les deux espèces au stade juvénile.

6.3. Prélèvements dans les eaux continentales

Le dernier rapport du CSP datant de 2004 dresse la synthèse nationale du Suivi national de la pêche aux engins pour la période 1999 à 2002. Même si ces données sont historiques, elles permettent d'estimer les différentes pêcheries.

6.3.1. Captures des lamproies

Dans ce rapport, il est mentionné que les amateurs et les professionnels totalisent plus de 24 000 sorties de pêche consacrées aux lamproies réparties dans 6 secteurs (3 seulement pour les amateurs).

Ainsi concernant les captures de lamproie, la Loire moyenne se démarquait des autres bassins par une plus forte capture par sortie allant de 2,5 à près de 4 kg pour les pêcheurs amateurs aux engins et de 30 à près de 55 kg par sortie pour les professionnels de la Loire aval.

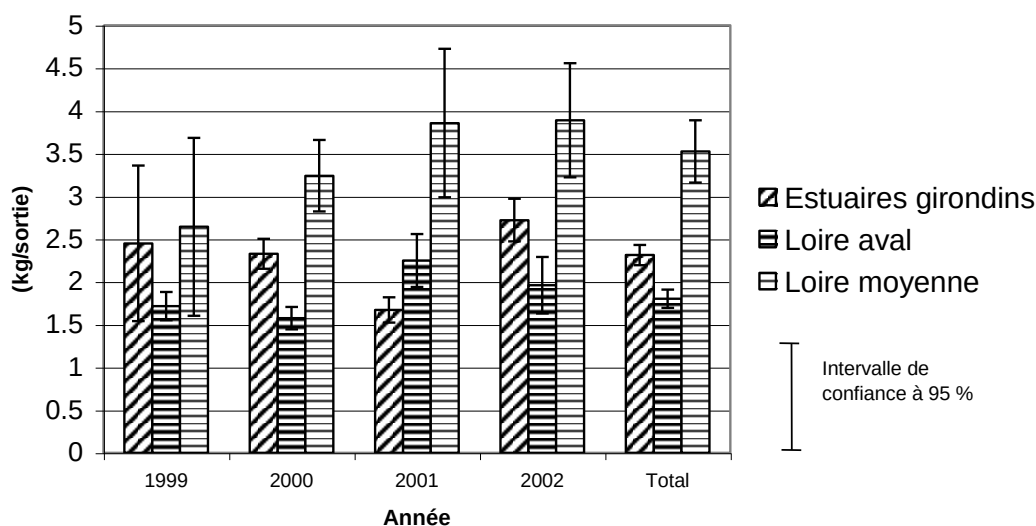


Figure 238 : Captures par unité d'effort de lamproies par les pêcheurs amateurs (Sources CSP, 2004)

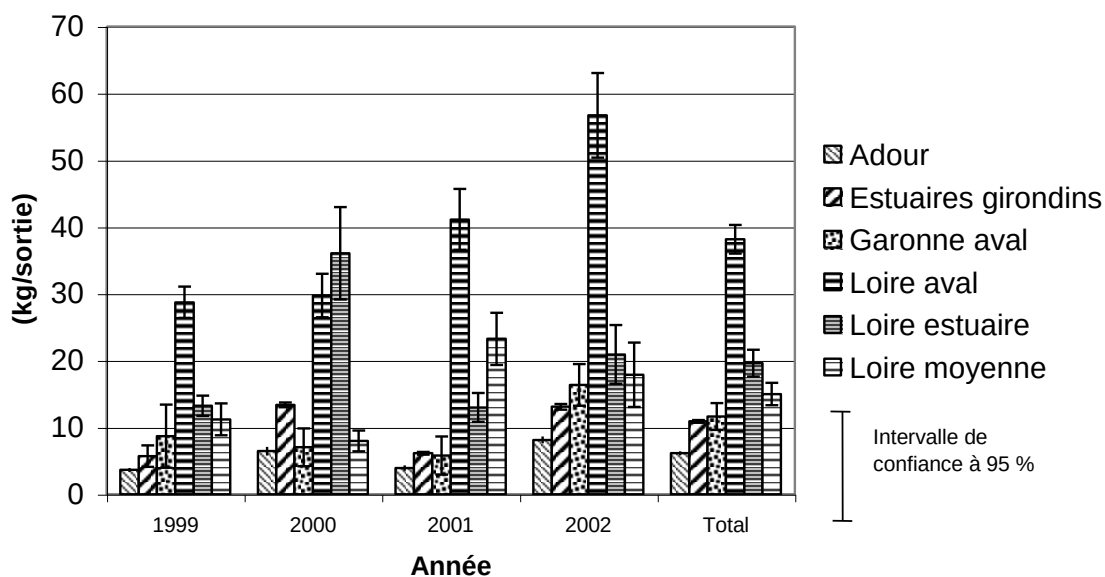


Figure 239 : Captures par unité d'effort de lamproies par les pêcheurs professionnels (Sources CSP, 2004)

6.3.2. Captures des aloses

La saison de pêche des aloses prolonge celle des lamproies jusqu'en mai. La distinction entre alose feinte et grande alose n'est pas systématiquement disponible. Les données ont donc été regroupées comme pour les lamproies.

Le rapport de 2004 mentionne que le nombre de sorties consacrées aux aloses est de 18 000 environ. De 1999 à 2002, c'est une pêche à très haut rendement avec des valeurs moyennes dépassant les 100 kg/sortie pour les professionnels.

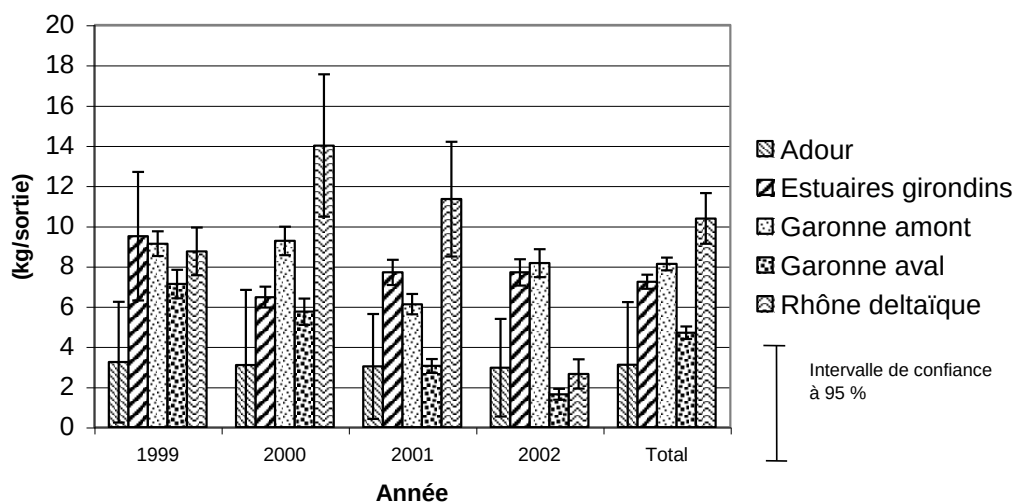
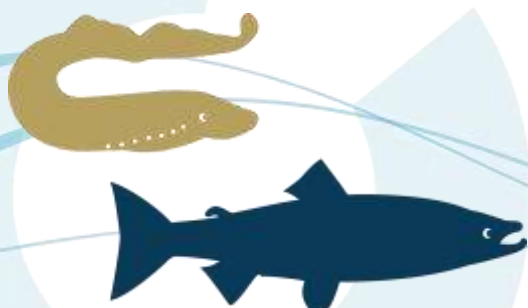


Figure 240 : Captures par unité d'effort d'aloses par les pêcheurs amateurs (Sources CSP, 2004)



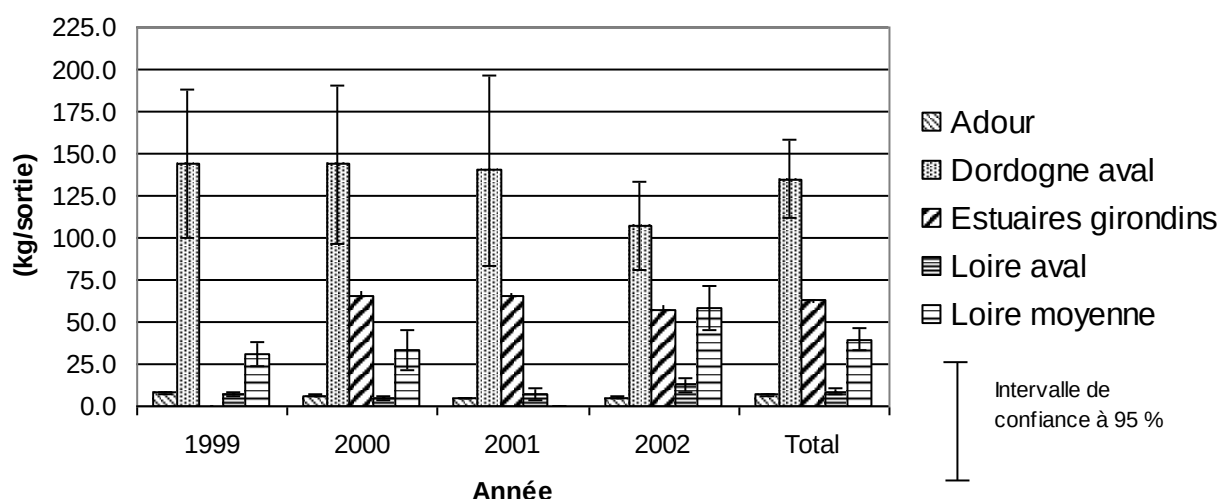


Figure 241 : Captures par unité d'effort d'aloses par les pêcheurs amateurs (Sources CSP, 2004)

Nous ne disposons pas encore de données validées du SNPE depuis ce dernier rapport, mais nous devrions pouvoir les présenter dans un prochain document puisque les données devraient être prochainement rendues publiques comme la loi l'exige.

Les différents COGEPOMI montrent une disparité tant sur la protection des espèces que sur les quantités prélevées.

Tableau 50 : Prélèvements par pêche en eaux continentales (Sources: 1 : La pêche du saumon en France en 2011 et 2012 ONEMA ; 2 : PLAGEPOMI des Cours d'eau bretons 2013-2017 ; 3 : PLAGEPOMI Bassin Loire, Sèvre niortaise et côtiers vendéens 2014-2019 ; 4 : Surveillance halieutique de l'estuaire de la Gironde Suivi des captures 2012 M. Girardin et G. Castelnau 2013 ; 5 : PLAGEPOMI Adour et cours d'eau côtiers 2008-2012) in M.Mao, 2015

Espèce	Bretagne	Loire	Garonne-Dordogne	Adour et Nivelle
Saumon (nombre moyen de saumons pêchés entre 2002 et 2012) [1]	Bretagne Nord : 456 individus/an Bretagne Sud : 545 individus/an	Pêche interdite	Pêche interdite	1 610 individus/an
Aloses	Pêcherie professionnelle en aval du barrage d'Arzal mais pas de données [2]	Moyenne 2004-2010 = 8t/an [3] Soit 5 480 individus/an*	Pêche interdite depuis le moratoire de 2008 [4]	Pêche uniquement Adour Moyenne 2003-2006 : 3,5 à 6,5 t/an [5] Soit 2 397 à 4 452 individus/an* + Zone maritime de l'estuaire : 6 à 15t/an [5] Soit 4 110 à 10 274 individus/an*
Lamproie marine	2 pêcheries professionnelles (une aux filets en aval du barrage d'Arzal ; une à la bourgne ou nasse dans la partie estuarienne de l'Aulne et de la Douffine) [2]	Moyenne 2004-2010 = 25,6t/an [3] Soit 25 600 individus/an*	Moyenne 2008-2012 = 166 018 lamproies/an [4]	Moyenne 2003-2006 : 3 à 11 t/an [5] Soit 3 000 à 11 000 individus/an* + Zone maritime de l'estuaire : 5 à 15 t/an [5] Soit 5000 à 15000 individus/an*

6.4. Droits de pêches

L'analyse du Cahier des Clauses Particulières (CCP) du droit de pêche sur le Domaine Public fluvial (DPF) a été effectuée en 2005 afin d'établir un bilan des variabilités interdépartementales du droit de pêche (Sources LOGRAMI). Ces cahiers sont valables pour une durée de 5 ans. L'analyse a été établie en deux questionnements distincts : il s'agit tout d'abord d'effectuer un bilan des droits de gestion (public maritime, public fluvial, privé) du réseau hydrographique ; dans un second temps, les analyses des usagers du droit de pêche de l'état sur le DPF par catégorie de pêche pour l'ensemble des départements du Bassin Loire, des Côtiers Vendéens et de la Sèvre Niortaise. Ces dernières permettent d'envisager les termes de la gestion aux différentes échelles de perception que sont le bassin versant, la région, le département et la rivière. Ce bilan fait état de l'évolution des droits de pêche entre la période 1999-2004 et 2005-2011.

Il y a environ 900 lots de pêche sur l'ensemble du DPF du Bassin Loire. Leur longueur moyenne est de 4,4 km et diffère selon le département. Ainsi, les départements de l'Allier, de l'Indre-et-Loire, de la Sarthe et de la Loire-Atlantique se démarquent avec des longueurs de lots plus importantes que les autres départements du bassin. La Loire-Atlantique apparaît avec une longueur des lots très variable. Il n'y a pas de relation entre la longueur des lots et la distance à la mer.

6.4.1. Catégories de pêcheurs

En eaux douces, cinq catégories de pêcheurs peuvent exercer leurs activités :

- ❶ Les **marins-pêcheurs d'estuaire et les pêcheurs professionnels d'origine maritime** ont accès à la zone mixte des estuaires, entre l'aval la limite de salure des eaux et l'amont de l'ancienne limite des affaires maritimes. Ils ne sont pas soumis aux cahiers des clauses mais aux licences CIPE.
- ❷ Les **pêcheurs professionnels fluviaux** peuvent accéder au DPF en fonction des droits ouverts par l'administration (locations ou licences professionnelles) ainsi qu'aux cours d'eau ou plans d'eau non domaniaux avec l'accord du propriétaire.
- ❸ Les **pêcheurs amateurs aux lignes** sont membres d'une Association Agréée pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique (AAPPMA) et ont accès aux eaux douces du domaine privé et du domaine public, pour les secteurs où l'AAPPMA est locataire.
- ❹ Les **pêcheurs amateurs aux engins** sont membres d'une ADAPAEF (Association Départementale Agréée des Pêcheurs Amateurs aux Engins et aux Filets sur le DPF) et ont accès au DPF, par le biais de la délivrance de licence « petite pêche ».
- ❺ Les **pêcheurs professionnels d'origine maritime sont des marins pêcheurs** exerçant une partie de leur activité dans l'estuaire de la Loire en amont de la limite de salure des eaux. Ils appartiennent à l'Association Agréée Départementale des Pêcheurs Professionnels Maritimes et Fluviaux en Eau Douce de Loire-Atlantique. La pêche professionnelle en eau douce est encadrée par les Associations Agréées de Pêche Professionnelle en Eau douce (AAPPED) départementales ou interdépartementales et par la Coordination Nationale de la Pêche

Professionnelle en Eau Douce (CNAPPED), issue du regroupement des AAPPED. Leur activité est ciblée sur les civelles mais 8% d'entre eux en 2002 ont également ciblé leur activité sur l'anguille.

Les pêcheurs professionnels fluviaux (au sens strict, c'est-à-dire d'origine continentale) sont adhérents de l'Association Agréée Interdépartementale des Pêcheurs Professionnels en eau douce du Bassin de la Loire et des cours d'eau Bretons (AAIPPBLB) ou de l'Association Agréée Départementale des Pêcheurs Professionnels Maritimes et Fluviaux en Eau Douce de Loire-Atlantique.

Il est important de signaler que seules les AAPPMA peuvent être locataires des lots du DPF. Sur l'ensemble du DPF, le droit de pêche aux lignes peut être loué par lot à l'AAPPMA et éventuellement à la Fédération départementale. L'attribution des licences par le préfet (annuelles pour les amateurs, quinquennales pour les professionnels) se fait selon des quotas établis dans les cahiers des charges pour la période de 5 ans considérée.

6.4.2. Variabilité du statut hydrographique

Le statut hydrographique du bassin Loire se répartit de manière suivante : le domaine maritime représente 1%, le DPF, 35% et le domaine privé, 64%. Ce constat souligne les difficultés de gestion du réseau hydrographique que peut rencontrer l'Etat. Cependant, au niveau de l'axe principal de la Loire, le statut hydrographique public domine ce qui est encourageant pour les démarches de restauration et de gestion des espèces migratrices. A l'échelle du bassin versant, le domaine privé est concentré dans les têtes de bassin, les petits affluents secondaires et les marais, cela peut avoir des conséquences en termes de gestion de la ressource hydraulique (non maîtrise de la source).

Du point de vue des migrateurs, ce bilan révèle que les voies de migration depuis l'estuaire peuvent être contrôlées par l'Etat.

6.4.3. Effectifs de pêcheurs par catégorie

6.4.3.1 Pêcheurs amateurs aux engins

Le nombre de pêcheurs aux engins était potentiellement de 4701 pêcheurs en 1999-2004 et 4392 en 2005-2011. Ces chiffres correspondent à la somme du nombre de licences autorisées sur chaque lot. Concrètement, ils peuvent comptabiliser plusieurs fois les mêmes pêcheurs si ceux-ci ont loué plusieurs lots de pêche.

Au niveau du bassin, le plus grand nombre de licences aux engins se situe sur l'axe Loire aval et moyenne ainsi que sur la Sèvre Niortaise. Cinq départements (Loire-Atlantique, Vendée, Deux Sèvres, Maine et Loire et Indre et Loire) se situant à l'aval du bassin, représentent 68 % des licences sur l'ensemble du bassin en 2004 (3290 licences) et 70 % en 2005 (3294 licences). Ces résultats montrent une forte activité de pêche aux engins autorisée en aval du bassin qui serait due à la présence des anguilles.



Le nombre de licences aux engins pour l'ensemble du bassin versant a baissé entre les deux périodes étudiées. La Loire-Atlantique se démarque avec une diminution très importante (-300, soit 20% du nombre de licences). Au contraire, certains départements sur la Loire ont augmenté le nombre de locations du droit de pêche aux engins : de 7 licences en Indre-et-Loire (soit 2%), 38 licences dans le Loiret (soit 35%) et 68 licences en Loir-et-Cher (soit 48%).

Concrètement, le nombre de pêcheurs amateurs aux engins actuels avoisine 1500 individus sur le bassin Loire (Source Logrami).

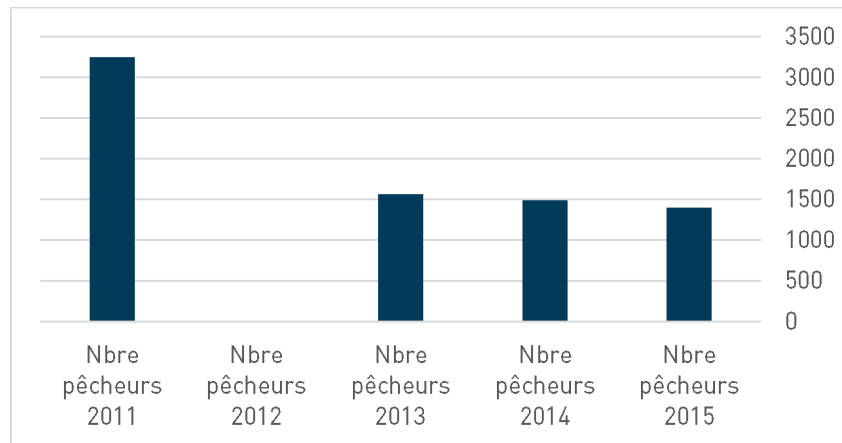
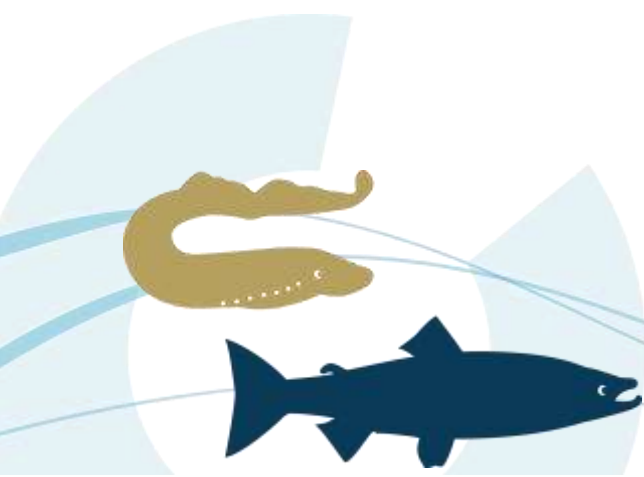


Figure 242 : Effectifs de pêcheurs amateurs aux engins (Source : LOGRAMI d'après données FNADAPAEF)

6.4.3.2 Pêcheurs amateurs à la ligne

Les pêcheurs aux lignes adhèrent à une AAPPMA. Les pressions de pêches établies dans le cadre du cahier des clauses particulières du droit de pêche sur le domaine public fluvial correspondent au nombre de ces associations par kilomètre. En effet, la location du droit de pêche du DPF est définie pour une association allocataire et n'est pas fonction du nombre de pêcheurs. Concernant la pêche à la ligne, l'Etat ne gère donc pas le nombre de pêcheurs mais le nombre d'associations et les kilomètres de rivières loués. Tous les départements ayant du DPF louent des lots de pêche aux AAPPMA.

Pour aller plus loin dans l'analyse, l'étude des taxes piscicoles (taxes complètes) permet de suivre les effectifs par département. Le nombre de pêcheurs aux lignes a évolué de 250 000 à 210 000 de 2005 à 2014. La capture des poissons migrateurs n'est cependant pas une activité ciblée par cette catégorie de pêcheurs.



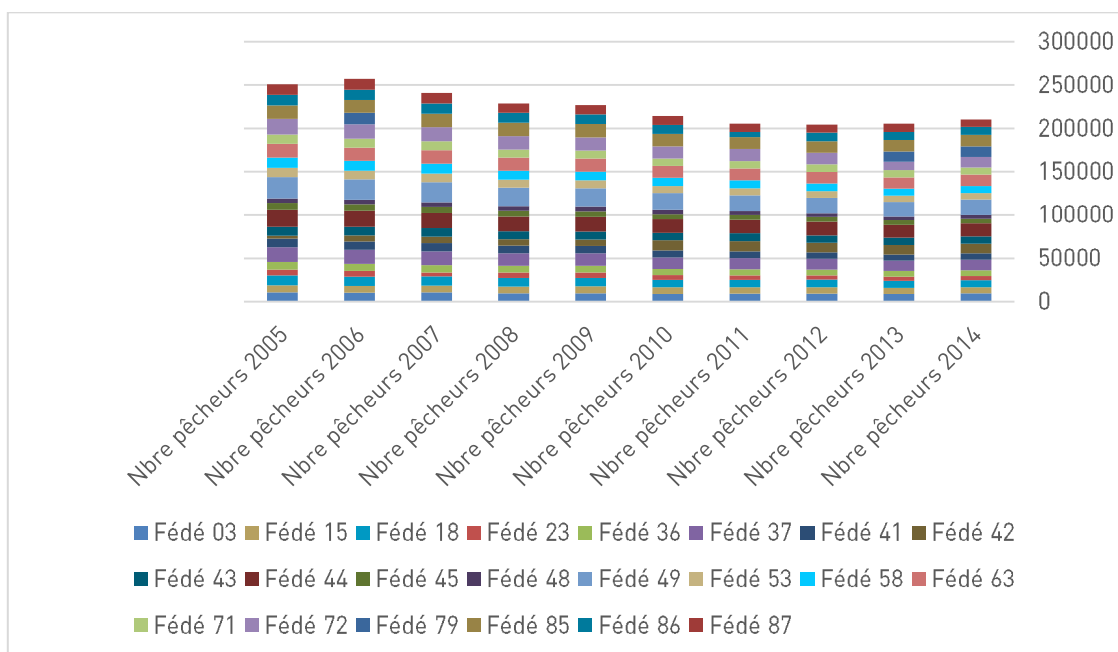


Figure 243 : Nombre de pêcheurs amateurs aux lignes dans le bassin de la Loire de 2005 à 2014 (Source : LOGRAMI et FDPMA du bassin)

6.4.3.3 Pêcheurs professionnels

Le nombre d'allocations du droit de pêche était potentiellement de 651 pêcheurs-lots en 1999-2004 et 631 pêcheurs-lots en 2005-2011 sur l'ensemble du bassin. De la même manière que les pêcheurs amateurs, le nombre de pêcheurs professionnels est très inférieur puisqu'ils louent généralement plusieurs lots. Aussi, selon les données SNPE de l'ONEMA, le nombre de pêcheurs professionnels serait de 300. Sur l'ensemble des lots autorisant la pêche professionnelle, le nombre de licences professionnelles est en moyenne de 1,30 +/- 4,97 pêcheurs par lot en 1999-2004 et 1,37 +/- 2,97 en 2005-2011.

Le plus grand nombre de pêcheurs professionnels (85 %) se trouvent dans les trois départements aval (Loire-Atlantique, Maine-et-Loire et Indre-et-Loire) et dans le bassin Maine. La présence de ces pêcheurs dans ces départements est due à la présence des civelles et des anguilles argentées. Tandis que les pêcheurs professionnels, en amont sur l'axe Loire et sur l'Allier, ciblent leur pêche principalement sur d'autres espèces. Parmi les migrateurs, les aloses et les lamproies marines sont ciblées par les pêcheries professionnelles de Loire moyenne.

Une augmentation du nombre de licences autorisées concerne 45% des départements et au contraire une diminution est notée dans 30% des départements du bassin versant ayant du DPF. Un seul département n'a pas vu son nombre d'autorisations modifié (la Haute Loire), tandis que 4 départements n'autorisent pas la pêche aux professionnels sur le DPF (Mayenne, Yonne, Vienne et Indre).

La majorité des rivières ne peut pas être attribuée à la pêche professionnelle (de 76 à 75 % en 1999-2004 et 2005-2011). Ce résultat doit être mis en rapport avec les techniques et les pressions de pêche exercées par cette activité, incompatibles avec des affluents de petite taille. Dans deux rivières, l'Allier et la Dore, des lots sont alloués en 2005-2011, contrairement aux années précédentes.



Le département de Loire-Atlantique se distingue au sein des Pays de la Loire par une diminution de 46 licences entre les deux périodes, soit 9%. Cette situation est à mettre en relation avec la réactualisation du nombre de licences professionnelles à la pêche à la civelle. Bien que la plupart des départements aient le même nombre de locations du droit de pêche (50%) ; une partie non négligeable (35 % des départements) l'a augmentée entre 1999-2004 et 2005-2011. Ainsi, le nombre de licences des départements de l'axe Loire moyenne (Indre-et-Loire, Loir-et-Cher, Loiret) est passé de 2 à 7 licences. L'origine de ce résultat est certainement un développement de l'activité de pêche au niveau de l'axe majeur ciblé sur les migrateurs. Nous pouvons également évoquer l'orientation du ministère (voire circulaires) qui a encouragé les services gestionnaires à augmenter le nombre de licences et faciliter l'accession à la pêche professionnelle au DPF. De même, une augmentation est constatée en Loire amont, vraisemblablement axée sur d'autres espèces.

6.4.3.4 Conclusion

Entre les périodes 1999-2004 et 2005-2011, le nombre de licences potentielles a fortement diminué pour les amateurs aux engins (-309 licences) et faiblement concernant les professionnels (-20 licences). Les amateurs aux lignes montrent une diminution de l'ordre de 16% entre 2005 et 2014 (soit environ 41 000 pêcheurs de moins).

D'une manière générale, les professionnels correspondent à la catégorie montrant la plus forte augmentation (avec 35 % des départements concernés) et les amateurs aux engins à la catégorie ayant la plus forte baisse (avec 30 % des départements concernés).

Cette analyse pourrait être menée dans l'avenir en comparant les périodes précédentes avec l'actuelle 2012-2016 et la future 2017-2022.

6.5. Panneaux d'information et de sensibilisation sur le saumon atlantique

6.5.1. Contexte

La baisse importante des effectifs de saumon en Loire a conduit, en 1994, à l'interdiction de la pêche de cette espèce sur le bassin de la Loire. Le radiopistage de géniteurs de saumons sur l'Allier en 2009 a mis en évidence des disparitions pour le moins obscures d'individus suivis. En 2011, parmi les 25 saumons morts avant la période de reproduction lors du radiopistage sur l'axe Creuse-Gartempe, des observations permettent d'avoir de fortes suspicions de braconnage pour plusieurs d'entre eux.

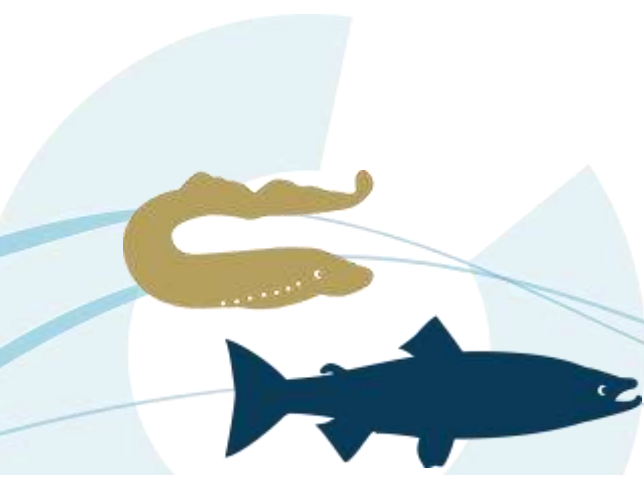




Figure 244 : Récupération d'un émetteur rejeté à l'eau par un braconnier (Source LOGRAMI)

De nombreux témoignages et annonces sur des blogs font état de captures volontaires ou accidentelles de saumon. La Fédération de pêche de Haute Loire mentionne des actes de braconnage récurrents qu'elle évalue à une cinquantaine de saumons par an.

En 2011, l'enquête réalisée par des étudiants de l'ENSAT auprès de 500 pêcheurs dans le cadre de l'opération de sensibilisation à l'interdiction de capture du saumon a montré qu'une majorité d'entre eux ignore encore cette interdiction (68%). Par

ailleurs, cette même enquête fait ressortir que les moyens de communication les plus pertinents seraient la presse spécialisée et la mise en place de panneaux in situ.

Ainsi, la communication par voie de presse a été réalisée à la suite du travail d'enquête des étudiants en 2011 et pourra être réitérée si le besoin s'en fait sentir.

Le second moyen cité dans l'enquête, à savoir la mise en place de panneaux in situ a fait l'objet d'une action en 2013. Cette action s'inscrit dans le cadre de la mesure 25 du Plan de gestion des poissons migrateurs 2009-2013.

6.5.2. Cibles

La mise en place de panneaux d'information doit permettre de :

- ❏ sensibiliser le public à la présence du saumon sur les rivières du bassin de la Loire et à sa protection,
- ❏ sensibiliser les pêcheurs à l'interdiction de la pêche du saumon et à l'amende encourue,
- ❏ éviter les captures accidentelles à différents stades en informant les pêcheurs sur l'identification et les différenciations tacon/smolt/truite.

6.5.3. Mise en œuvre

A partir du travail réalisé en 2011, deux types de panneaux ont été réalisés en 2013 :

- ❏ des panneaux formulant l'interdiction de la pêche du saumon avec un objectif de protection du saumon adulte,
- ❏ des panneaux formulant l'interdiction de la pêche du saumon et visant à montrer les différences tacon/smolt/truite fario dans l'objectif d'informer les pêcheurs qui ne sauraient pas faire ou ne font pas la différence entre les deux espèces au stade juvénile.





Figure 245 : Panneaux d'information sur la différenciation des truites et des saumons mis en place sur le bassin de la Loire (Source LOGRAMI et FDPMA 36)

La réalisation de ces panneaux, pour qu'ils soient à la fois attrayants et pédagogiques, a nécessité l'intervention d'un prestataire extérieur (graphiste) pour les deux maquettes.

Les années 2014 et 2015 ont été consacrées à la distribution et à l'implantation de 100 panneaux par les Fédérations de Pêche et de Protection du Milieu Aquatique concernées.

6.6. Information sur le site web de Logrami

L'année 2015 a vu une migration importante de saumons conjointement à des conditions particulières qui ont favorisé les captures accidentelles. Face à ces éléments, nous avons diffusé, via le site internet de LOGRAMI, un message de prévention à l'égard des captures de saumons et une aide pour la remise à l'eau du poisson. :

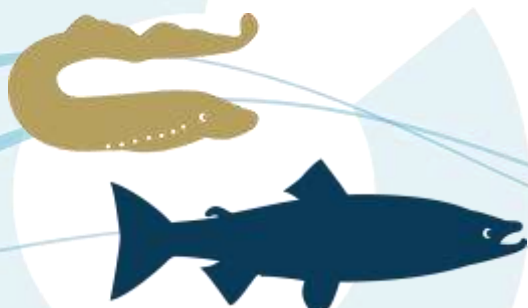
« Les retours plus nombreux de saumons ces dernières années et les conditions d'eaux basses hivernales facilitent les captures accidentelles de saumons atlantiques. La pêche du saumon est interdite sur les cours d'eau du bassin de la Loire. Toute infraction à cette interdiction est un délit passible d'une amende de 22 500 € (Article L.436-6 du Code de l'environnement).

Si vous capturez un saumon, remettez-le rapidement et soigneusement à l'eau. Vous pouvez aussi nous en informer (date, lieu, etc...), vous participerez ainsi à la préservation de cette espèce à forte valeur patrimoniale.

Mais que veut dire une remise à l'eau ? Un poisson vit dans l'eau, si vous respectez le poisson, il ne doit JAMAIS être sorti de l'eau. Pour un stress minimum, il ne faut pas manipuler le poisson, le plus respectueux des gestes, reste encore de COUPER LA LIGNE dès que constatez que le poisson est un saumon car si vous essayez de le ramener à vous, vous le fatiguez, vous l'écaillez, vous le stressiez et vous participez donc à réduire considérablement ses chances de remonter jusqu'aux frayères.

Les saumons font un long voyage pour les atteindre, sans se nourrir, s'ils sont ralentis, fatigués par des obstacles ou par des pêches successives, ils n'ont aucune chance d'atteindre l'amont des rivières pour la fraie.

Soyez acteur de la restauration, ne manipulez pas les saumons, ne les sortez pas de l'eau, libérez les le plus rapidement possible ! »



6.7. Bilan de l'action de sensibilisation

Le programme de sensibilisation au patrimoine naturel et à l'interdiction de capture du saumon atlantique et de la truite de mer a permis l'implantation de 100 panneaux sur les bords de rivière.

Cette action a mobilisé 14 fédérations de pêche et de protection du milieu aquatique du bassin de la Loire qui en assuraient l'implantation. Les fédérations ont en effet eu à charge les demandes administratives et le choix des sites les plus pertinents afin de sensibiliser un maximum de personnes.

Les panneaux ont été sélectionnés en fonction des stades susceptibles d'être soumis à prélèvements intentionnels ou non. Les panneaux ont été insérés sur des structures durables telles que des ponts ou des poteaux sellés sur les rives.

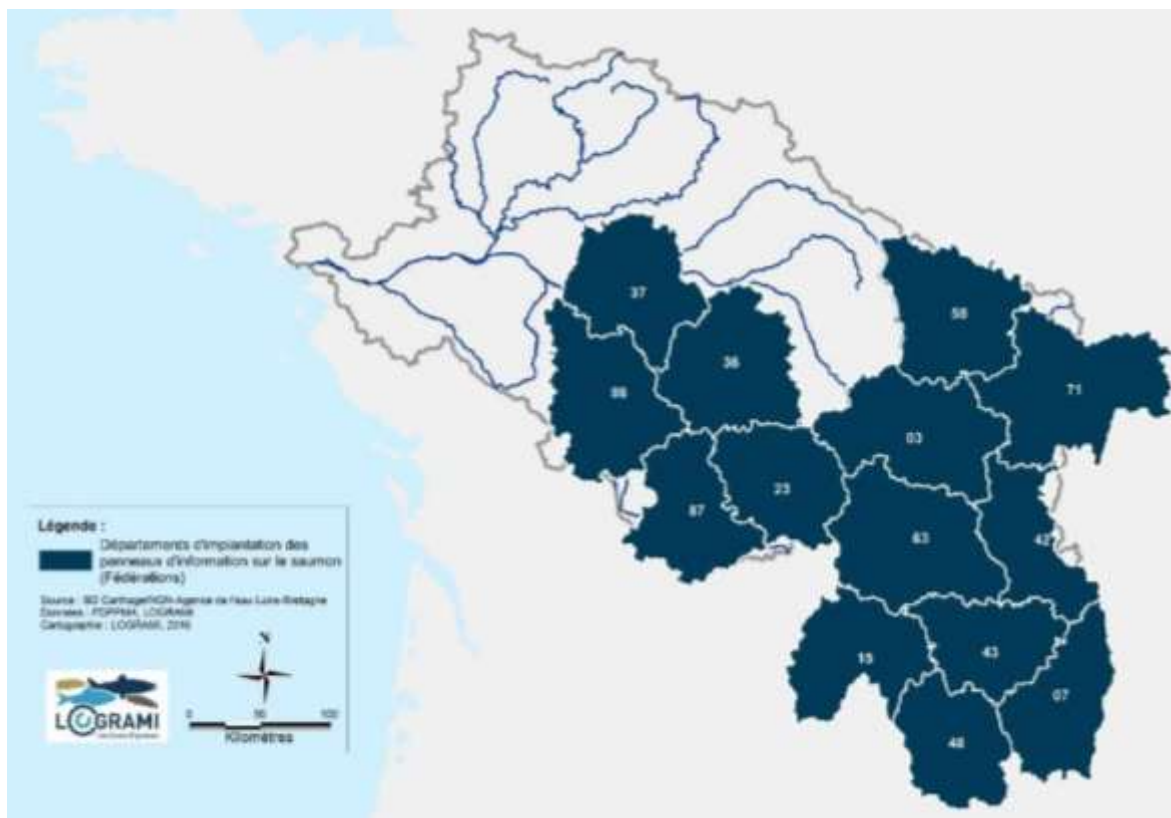


Figure 246 : Départements d'implantation des panneaux d'information et de sensibilisation au saumon sur la période 2014-2015

Les zones ciblées sont constituées des zones de frayères du saumon atlantique et de développement des juvéniles. Pour autant, il est apparu que les saumons sont également vulnérables lors de leur migration génésique. La nécessité de développer l'information sur les axes migratoires engendre une nouvelle série d'implantations à l'horizon 2016 sur l'axe Loire (notamment les départements 41, 45, 18, etc.).



7. L'évaluation de l'efficacité des programmes de soutien d'effectifs (saumon atlantique)

7.1. Contexte de l'étude

L'objectif central du Plagepomi pour le saumon est de garantir la pérennité de la population, et d'aboutir à terme à une population sauvage autonome, autrement dit, d'améliorer son statut de conservation.

Le recours au déversement est parfois nécessaire, quand le saumon a complètement disparu d'un cours d'eau (repeuplement) ou si son niveau est faible (déversement ou soutien d'effectif). La population du bassin Loire réduite numériquement a fait l'objet depuis de nombreuses années d'opérations de soutien d'effectifs. Ainsi, des déversements sont effectués sur l'Allier afin de renforcer la population et sur la Gartempe des repeuplements sont effectués pour réinstaller une population qui avait disparue.

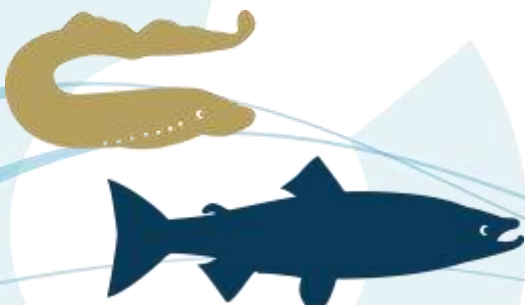
Cependant, le modèle de dynamique de population développé sur la population de l'Allier par l'INRA et actuellement porté par le Tableau de Bord SALT (Marion Legrand) nous apprend que **si le déversement permet de maintenir la population en dehors du risque d'extinction, il ne participe pas à la dynamique de population du saumon et ne permet pas d'augmenter significativement les potentialités d'auto régénération**. Pour rappel, les grandes conclusions en 2012 étaient que la population de saumons de l'Allier n'est actuellement pas viable. En l'absence de déversement, la population à Vichy décroît. La contribution du programme de déversement à la production de 0+ est importante depuis les années 90 mais le programme n'a pas résolu le problème du rétablissement d'une population se maintenant de façon autonome. Le taux de retour 0+ - adulte a sévèrement baissé depuis les années quatre-vingt. Ainsi, P. Martin (Conservatoire National du Saumon Sauvage) a rappelé à Oloron Sainte Marie en 2009 que « la pisciculture n'est que palliative et n'a de sens que si les problèmes sont réglés en parallèle ».

Les déversements dans le bassin de la Loire portent sur plusieurs stades : œufs, alevins, smolts. Les jeunes saumons issus de pisciculture et relâchés à un stade précoce (œufs et alevins) ne sont pas marqués, ce qui ne permet pas de les différencier visuellement par la suite des saumons nés dans la rivière. Les saumons relâchés au stade tardif du smolt (prêts à migrer vers la mer), après au moins un an de vie en élevage, subissent en revanche une ablation de la nageoire adipeuse qui permet de les distinguer ultérieurement (en particulier aux stations de comptage) des saumons natifs ou déversés à un autre stade. Par ailleurs, des analyses génétiques effectuées sur les saumons de retour sont à même de permettre la caractérisation de leur provenance lorsque les géniteurs de la pisciculture dont ils proviennent potentiellement ont été génotypés.

7.2. Objectifs

Il s'agit donc d'évaluer la portée de l'opération de soutien d'effectifs et de mesurer sa contribution à la restauration de l'espèce. Ce chapitre porte sur 6 indicateurs de l'opération de soutien d'effectifs :

-  Impact de l'opération de piégeage sur le comportement de migration des saumons



- La production de juvéniles à partir d'incubateurs
- L'implantation des juvéniles déversés au stade alevins
- Les taux de retour des juvéniles lâchés au stade pré-smolts
- L'identification de l'origine des adultes de retour
- La dynamique migratoire génésique selon l'origine des saumons

7.3. Action 15 : Impact de l'opération de piégeage sur le comportement de la migration des saumons

Pour répondre à l'obligation d'alimenter la pisciculture avec des géniteurs de retour (comprenant des sauvages et des retours issus de déversement) et pour répondre à l'objectif de différenciation entre les saumons d'élevages (issus des déversements d'alevins) et les natifs de retour à Vichy, des saumons **adultes de retour sont piégés au niveau de la station de comptage de Vichy**. Toutefois, ces opérations mettent en œuvre un dispositif de piégeage susceptible de modifier les comportements migratoires des saumons.

Afin de mettre en évidence l'impact de l'opération de piégeage, une analyse du comportement des saumons est réalisée au niveau de la station de comptage de Vichy située quelques mètres en aval du piège.

Cette année 2015, tout comme observé sur la période 2009-2014 (BACH et al., 2014), les opérations de piégeage ont eu un impact sur le comportement des saumons au droit de la vitre de comptage et ont engendré des retards importants dans les migrations. L'opération de piégeage a provoqué une **augmentation de 30% des allers-retours avant le passage**, une **augmentation de 37% des refus de passage le jour même** et une **augmentation de 45 minutes du retard moyen**.

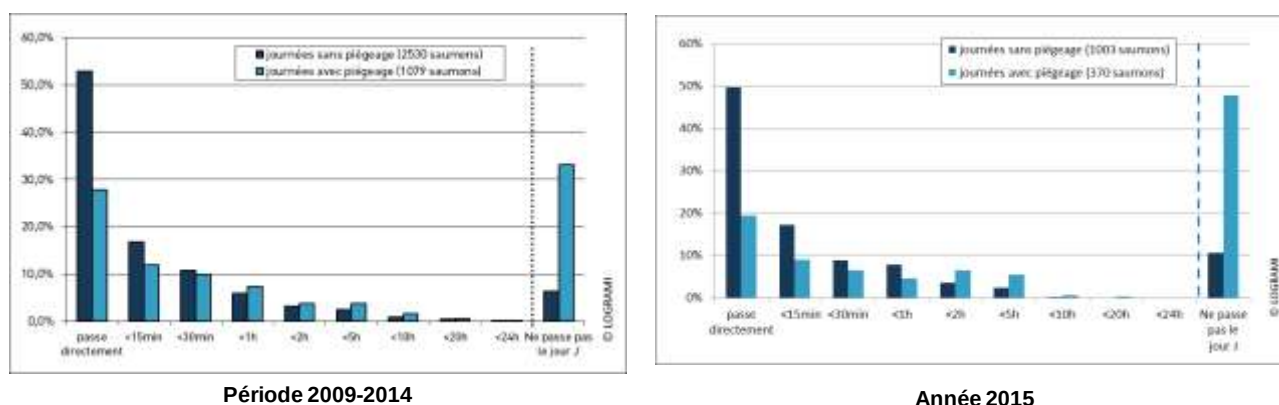


Figure 247 : Comportement des saumons après leur première visualisation à la station de comptage rive droite de Vichy en fonction de la mise en œuvre ou non du piège de 2009 à 2014 et en 2015 (Source LOGRAMI)

Il faut avoir conscience que l'opération de piégeage a un impact majeur sur l'ensemble de la dynamique migratoire. La proportion des retards à Vichy voire du refus de passage du poisson est radicalement plus élevée lors des opérations de piégeage que les jours sans piégeage.

Les opérations de piégeage à Vichy ralentissent voire empêchent la migration printanière d'une part non négligeable de saumons. Ces retards peuvent amoindrir significativement les chances de survie estivale de ces saumons. En effet, il s'avère que plus vite les saumons atteignent les secteurs amont de l'Allier, plus ils ont des chances de survivre aux fortes températures de l'eau estivale (25°C, étant létal chez le saumon atlantique) (BACH et al, 2011).

7.4. Action 16 : La production de juvéniles à partir d'incubateurs

7.4.1.1 Contexte

En 2015, sous l'impulsion de différentes collectivités piscicoles de la région Roannaise (Loire, 42), un incubateur à saumons a été mis en charge avec 10000 œufs en provenance du Conservatoire National du Saumon Sauvage. L'incubateur est implanté sur le Renaison, petit affluent rive gauche de la Loire aux caractéristiques salmonicoles, dans le parc Beaulieu sur la Commune de Riorges (Roannais Agglomération). Une étude spécifique sur les habitats favorables au développement des juvéniles de saumon atlantique a montré que le tronçon du Renaison situé entre l'incubateur et la confluence avec la Loire présente environ 8500 m² d'équivalents Radier-Rapide (ASCONIT, 2012).

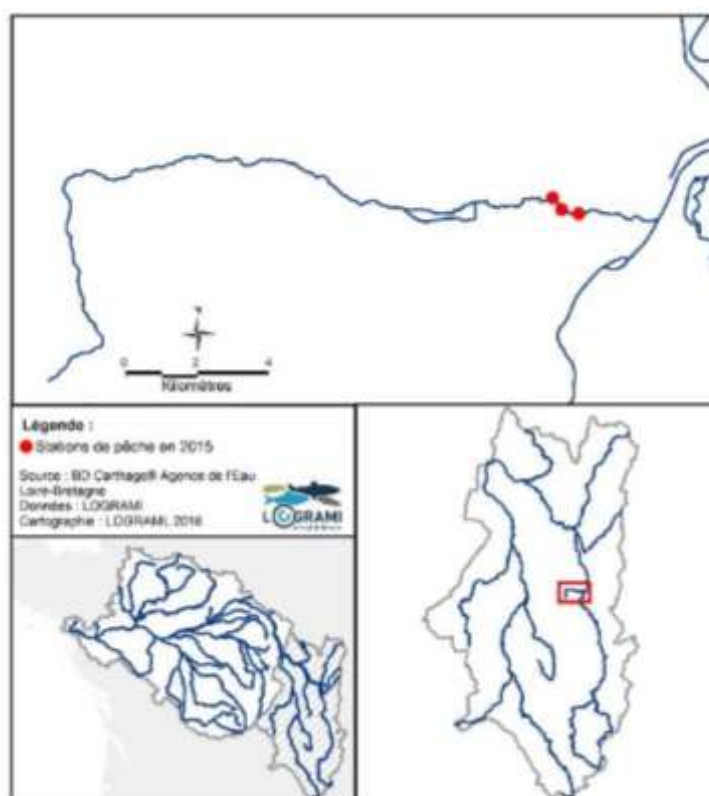


Figure 248 : Localisation d'ensemble de l'incubateur à saumons de Riorges (42) sur le Renaison et des 3 stations de pêche à l'électricité échantillonnées en 2015

Afin d'évaluer la production de juvéniles de ce type d'installation, LOGRAMI en collaboration avec la FDAAPPMA 42 a mis en place un suivi par pêches à l'électricité basé sur le protocole standardisé des « Indices d'abondance ». Ainsi 2 stations au printemps (01/06/2015) et 3 à l'automne (09/10/2015) ont été échantillonnées afin de suivre l'évolution de la production de l'incubateur au cours de la saison de développement des juvéniles.

Les 2 stations échantillonnées au printemps sont situées à l'aval de l'incubateur. La première, « Aval barrage Beaulieu », qui correspond aux 315 premiers mètres situés en aval immédiat de l'incubateur représente environ 1775 m² d'habitats favorables pour 1046 m² d'équivalents Radier-Rapide (Figure 249). La seconde, « Aval patinoire », correspond à un tronçon de 340 m linéaires situé entre 825 m et 485 m en aval de l'incubateur et présentant une surface de 2657 m² pour 1136 m² d'équivalents Radier-Rapide. Ces 2 stations sont donc similaires en terme de potentiel d'accueil pour les juvéniles de saumons.

La troisième station, ajoutée à l'automne, qui se situe en amont du barrage de Beaulieu, correspond à un tronçon de 330 m linéaire situé entre 225 m et 555 m en amont de l'incubateur et présentant une surface de 1951 m² pour 1257 m² d'équivalents Radier-Rapide. Cette station a été ajoutée afin de vérifier si des tacons 0+ pouvaient utiliser la passe à poissons du barrage de Beaulieu qui est une passe à bassins dimensionnée pour faire remonter spécifiquement les truites fario. Les indices d'abondances obtenus sont comparés aux classes d'abondance standardisées utilisées pour qualifier la densité d'alevins échantillonnés en 5 minutes.

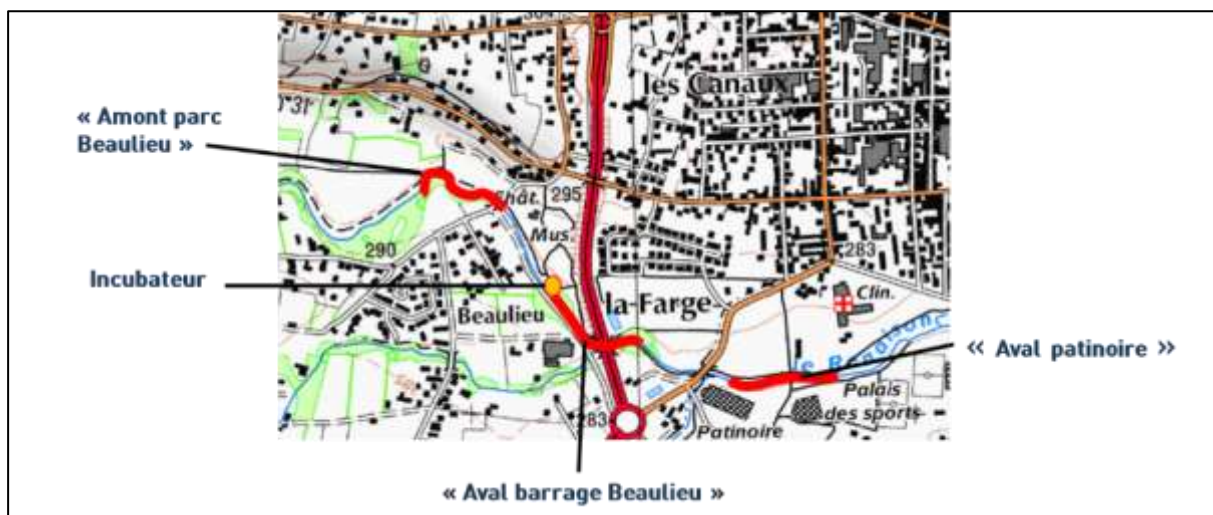


Figure 249 : Localisation précise de l'incubateur à saumons de Riorges (42) sur le Renaison et des 3 stations de pêche à l'électricité échantillonnées en 2015



7.4.1.2 Résultats 2015

Indices d'Abondance

Lors de la campagne printanière, 126 tacons 0+ ont été capturés sur la station « aval barrage Beaulieu » (abondance élevée) contre seulement 2 tacons 0+ sur la station « aval patinoire » (abondance très faible) (Figure 250).

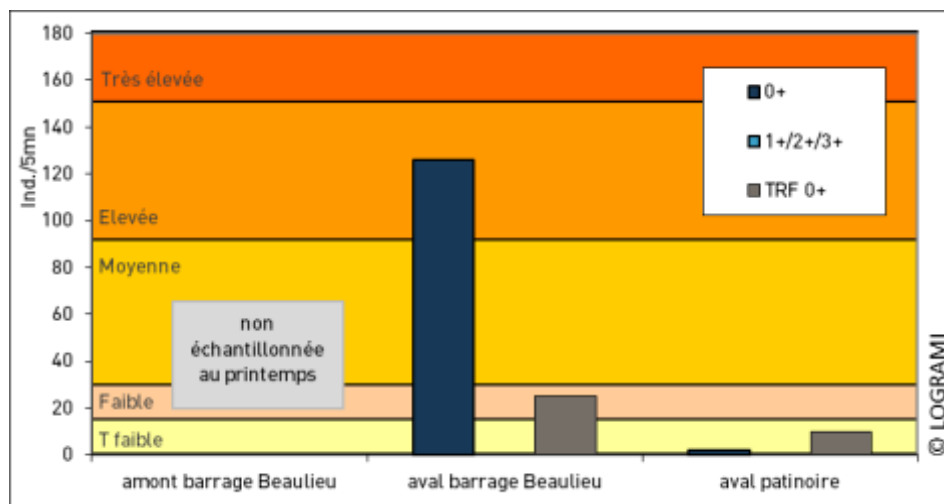


Figure 250 : Indices d'abondance tacons et truitelles des stations échantillonnées sur le Renaison le 01/06/2015 selon leur succession amont/aval et correspondance avec leur classe d'abondance.

A l'automne, 82 tacons 0+ ont été capturés sur la station « aval barrage Beaulieu » (abondance moyenne) contre seulement 46 tacons 0+ sur la station « aval patinoire » (abondance moyenne) (Figure 251). Aucun tacon n'a été capturé sur la station située en amont du barrage de Beaulieu.

Ces résultats révèlent une bonne survie entre le printemps et l'automne sur la station "Aval barrage Beaulieu" située en aval immédiat de l'incubateur puisque l'abondance observée passe d'élevée au printemps à une abondance jugée moyenne après l'été.

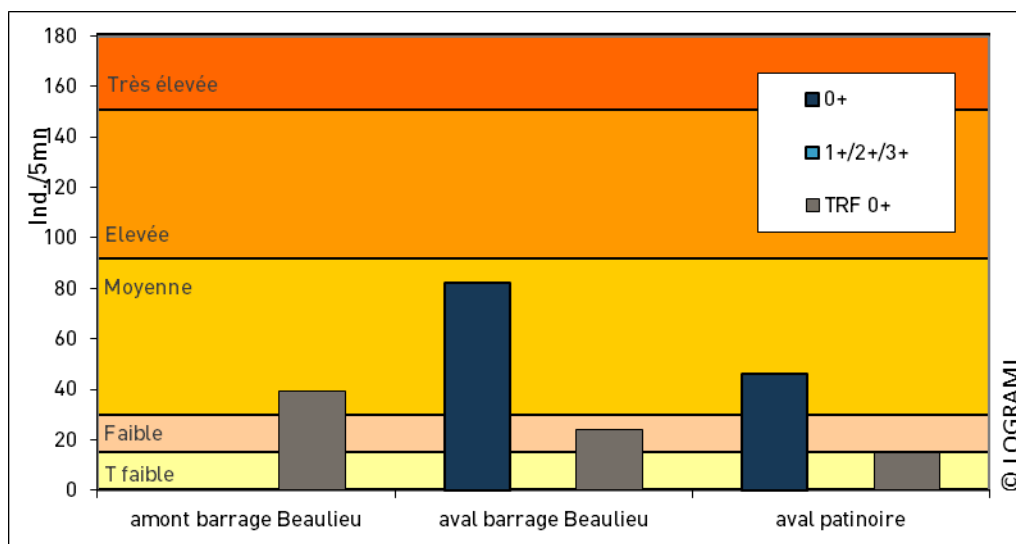


Figure 251 : Indices d'abondance tacons et truitelles des stations échantillonnées sur le Renaison le 09/10/2015 selon leur succession amont/aval et correspondance avec leur classe d'abondance.



Nous constatons une dispersion vers l'aval très faible au printemps mais qui semble s'opérer ensuite puisque 46 tacons ont été pêchés sur la station "Aval patinoire" en octobre contre seulement 2 le 1^{er} juin. Cette dispersion est notamment influencée par les débits et la compétition territoriale entre les juvéniles qui augmente avec leur croissance.

Aucun alevin 1+, 2+ et 3+ n'a été capturé lors de ces opérations. Pour autant, l'incubateur a été également mis en charge les années précédentes. Ces résultats soulignent l'adéquation de l'habitat avec les stades de croissance.

Aucun tacon n'a été capturé en amont du seuil du parc de Beaulieu ce qui laisse penser que les juvéniles 0+ ne sont pas aptes à utiliser la passe à bassins qui s'y trouve lors de leurs 8 premiers mois de vie.

Enfin, les abondances de truitelles de l'année (0+) bien que non spécifiquement ciblées par ces pêches sont relativement constantes entre le printemps et l'automne pour les 2 stations échantillonnées. Elles sont toutefois plus abondantes en amont du barrage du parc de Beaulieu. Un échantillonnage au printemps permettrait de discerner si ces densités sont liées à un habitat préférentiel pour la truite ou une compétition interspécifique.

Caractéristiques morphologiques des tacons

Croissance printemps-automne 2015

Tableau 51 : Caractéristiques morphologiques des tacons capturés sur le Renaison en 2015

Station		Longueur totale (mm)		Poids (g)	
		printemps	automne	printemps	automne
Aval barrage Beaulieu	Min	34	62	0,8	5,5
	Max	46	111		
	Moy	41	83		
	Med	41	82		
Aval patinoire	Min	36	70	0,7	7,5
	Max	41	121	0,8	
	Moy	38,5	91,4	0,75	
	Med	38,5	90		

Les 01/06/2015, seuls les 30 premiers tacons de la station « Aval barrage Beaulieu » ont été mesurés. Par ailleurs, exceptés pour les 2 individus capturés le 01/06/2015 sur la station « Aval patinoire », les poids ayant été mesurés par lot, il n'y a pas de données individuelles pour ce paramètre.

A l'automne, avec une longueur totale moyenne de 91,4 mm contre 83 mm, les tacons capturés sur la station "Aval patinoire" sont plus grands en moyenne que ceux capturés sur la station « Aval barrage Beaulieu » (Test de Mann Whitney U : 1143.5 ; P value : 0.002) (Tableau 51). Cette différence se visualise aussi sur les répartitions des tacons par classes de tailles avec des valeurs supérieures des tailles minimales et maximales et un décalage vers la droite de la bimodalité définissant les 2 groupes de tacons constituant la population, ceux smoltifiant et dévalant la 1^{ère} année et ceux smoltifiant et dévalant lors de leur seconde année en rivière. (Figure 252 et Figure 253)



Par ailleurs, la croissance est aussi plus importante sur la station « Aval Patinoire » avec un gain de 52,9 mm en moyenne contre 42 mm. Cette observation confirme la relation de densité-dépendance avec la croissance de tacons.

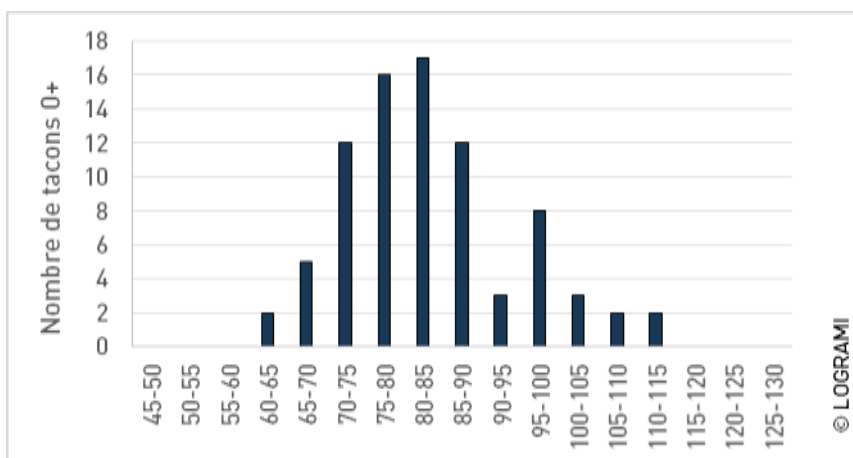


Figure 252 : Répartition par classe de taille des tacons 0+ capturés sur la station « Aval barrage Beaulieu » sur le Renaison le 09/10/2015

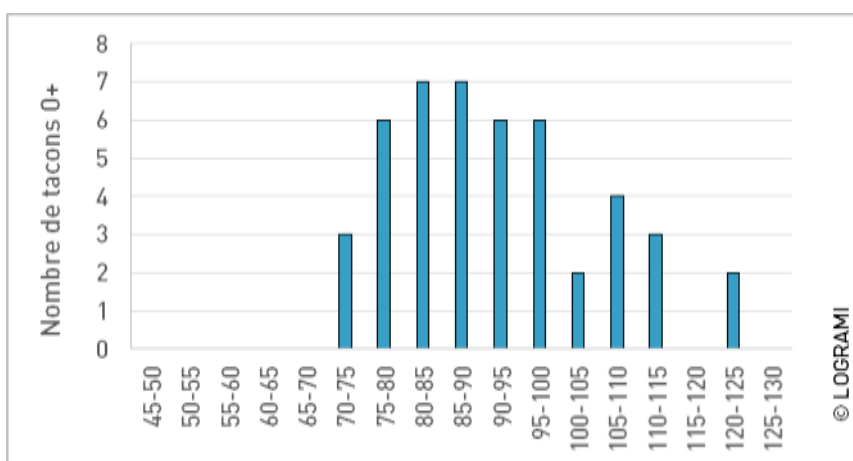
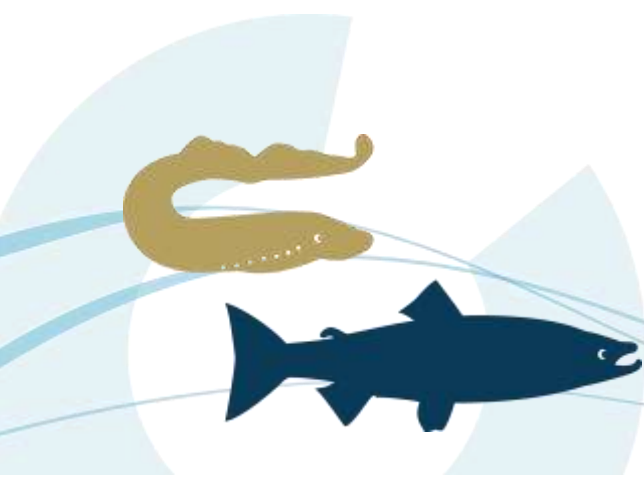


Figure 253 : Répartition par classe de taille des tacons 0+ capturés sur la station « Aval patinoire » sur le Renaison le 09/10/2015

Comparaison des tailles au printemps Renaison-Sioule

Les tailles des tacons 0+ capturés sur 2 stations du Renaison le 1^{er} juin 2015 peuvent être comparées à celles des tacons 0+ capturés sur 13 stations de la Sioule les 28 mai, 29 mai, 2 juin et 3 juin 2015. Avec une longueur totale moyenne de 40,7 mm contre 46,5 mm, les 31 tacons tirés au hasard (sur les 128) et mesurés sur le Renaison sont significativement plus petits en moyenne que les 37 tacons 0+ capturés sur la Sioule à la même période (Mann-whitney p-value = 3.233e-07) (Figure 254).



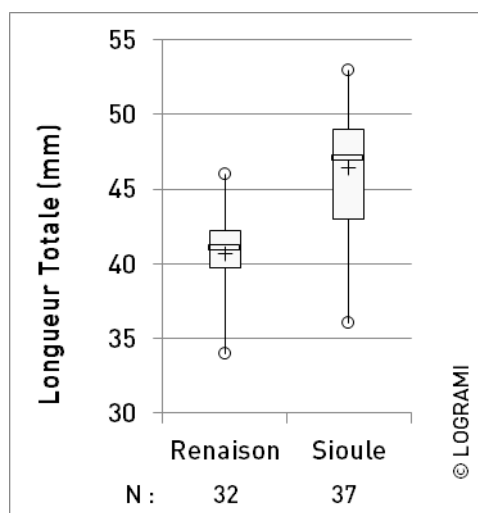


Figure 254 : Longueur totale des tacons 0+ capturés sur le Renaison et la Sioule au printemps 2015

Plusieurs paramètres, aux parts explicatives difficilement quantifiables, peuvent influencer cette différence de taille des tacons :

- une densité de tacons plus importante sur les stations du Renaison que sur celle de la Sioule ;
- une compétition interspécifique plus importante (forte population de truite sur le Renaison) ;
- une température de l'eau probablement plus fraîche sur le Renaison.

Comparaison des tailles à l'automne Renaison-Allier

Les tailles des tacons 0+ capturés sur les 2 stations du Renaison le 9 octobre 2015 peuvent être comparées à celles des tacons 0+ capturés sur les 11 stations de l'Allier les 6, 7 et 8 octobre 2015. D'après le test post-hoc de comparaison multiple après un test de Kruskal Wallis (p -value < $2,2 \times 10^{-16}$), il apparaît que les tacons 0+ d'automne du Renaison sont significativement plus petits que ceux des secteurs S2 et S3 de l'Allier mais **sont, en revanche, semblables à ceux du Vieil-Allier (tronçon court-circuité par le complexe Poutès-Monistrol)** (Tableau 52 et Figure 255).

Tableau 52 : Résultats du test post hoc de comparaison multiple entre les tailles des tacons 0+ des différents secteurs de l'Allier et du Renaison échantillonnés en 2015 (P value ajustement method: bonferroni) (en rouge: différence statistiquement significative)

	S2	S3	S4
Renaison	8,5e-16	0,28533	1,0e-5

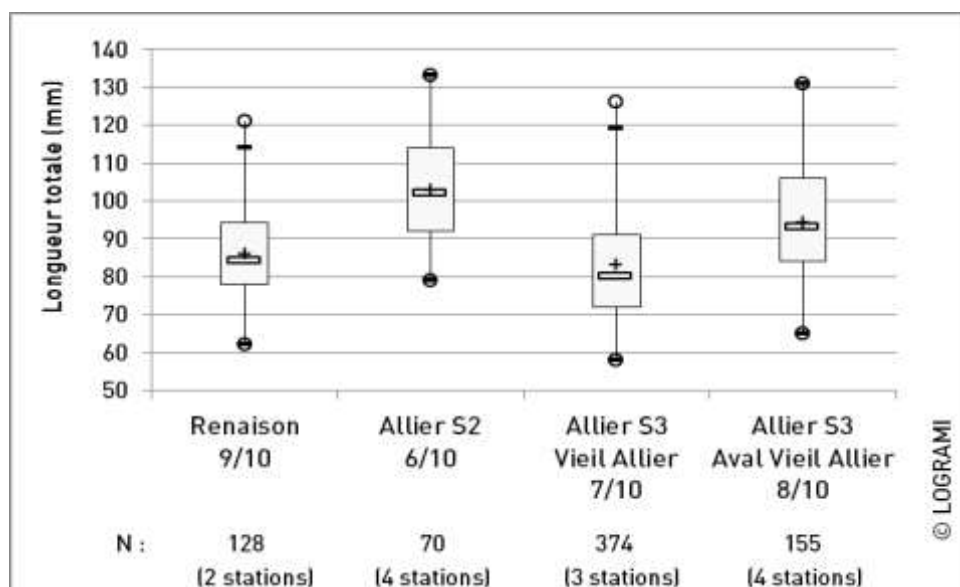


Figure 255 : Longueur totale des tacons 0+ capturés sur le Renaison et l'Allier en octobre 2015.

7.4.1.3 Conclusion

L'incubateur et la qualité du Renaison, dans les conditions environnementales de 2015, a produit des tacons 0+ en quantité moyenne jusqu'à l'automne sur au moins 800m en aval de l'incubateur. Au printemps comme à l'automne, les tacons du Renaison sont globalement plus petits que ceux capturés sur le bassin de l'Allier. Ils apparaissent de même taille que ceux capturés dans le tronçon de l'Allier court-circuité par le complexe Poutès-Monistrol qui présente chaque année des tacons de plus petites tailles que sur les autres secteurs de l'Allier. La forte densité observée est probablement responsable, en partie, de cette faible croissance.

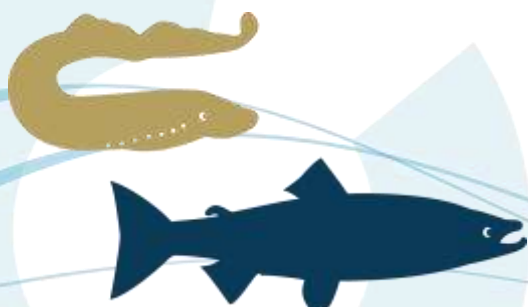
Les futurs suivis permettront de confirmer les résultats de 2015 afin d'appréhender l'avenir de ces tacons (traits de vie, stratégie de dévalaison différentielle, dispersion vers l'aval et l'amont...).

L'incubateur et la qualité du Renaison, dans les conditions environnementales de 2015, a permis de produire de tacons 0+ en quantité moyenne jusqu'à l'automne sur au moins 800m en aval de l'incubateur. Ce constat confirme le caractère salmonicole de ce tronçon du Renaison, réputé pour sa population de truites conséquente (GRES, comm. pers.). Ces individus présentent des tailles comparables aux secteurs de fortes densités d'alevins de l'Allier.

7.5. Action 17 : Production des tacons d'automne à partir de déversements au stade alevin

Le **taux d'implantation** est révélé par le suivi par pêches électriques des juvéniles de saumon. Il a pour objectifs de connaître la survie des juvéniles déversés au stade alevin et vérifier la fonctionnalité des zones favorables aux juvéniles.

L'évaluation de l'efficacité des programmes de soutien d'effectifs (saumon atlantique)



Les sites faisant l'objet de l'échantillonnage sont cartographiés, les effectifs d'alevins déversés sont comptabilisés ainsi l'implantation prend en compte la densité de juvéniles au moment du déversement comparativement à l'échantillonnage réalisé à l'automne.

Dans cette partie, et compte tenu de l'absence de marquage physique des alevins déversés, on considérera l'ensemble des juvéniles de saumon pêchés sur les stations déversées comme étant des individus issus de déversement.

Les indices d'abondance sur les stations déversées ne tiennent pas compte des différences de densité au déversement entre les stations. Ainsi, l'évaluation de l'efficacité de l'alevinage repose sur une estimation du **taux d'implantation** des alevins déversés sur chaque station alevinée. Il est exprimé en pourcentage de la densité observée lors des pêches électriques par rapport à la densité alevinée (BACH et al, 2010) :

$$\text{Taux d'implantation} = \text{« Densité tacons pêchée »} / \text{« Densité d'alevins déversés »} * 100$$

Avec :

- Densité tacons pêchée est égale à 0,358*IA (ind. 0+/5 mn) pour le bassin de la Gartempe. Pour le bassin de l'Allier, elle est estimée d'après un modèle historique renforcé par de nouvelles pêches de calibration réalisées en 2015 (§ 3.4)
- Densité d'alevins déversés = Nombre d'alevins déversés / Surface d'habitats favorables à proximité de la station

Le nombre d'alevins déversés est fourni par le Conservatoire National du Saumon Sauvage responsable des déversements (CNSS, non publié). La densité d'alevins déversés préconisée par le cahier des charges du marché de repeuplement sur le bassin de la Loire est de 1 alevin/m² de surface de production. Néanmoins, cette densité théorique doit être recalculée pour chaque radier.

Calculé jusqu'en 2012 en se basant sur les anciennes données de surfaces de production (BACH et al., 2013), ces taux d'implantation ont été mis à jour avec les données de la cartographie des habitats actualisée sur la Gartempe limousine en 2012 par LOGRAMI (BACH et al., 2013).

Le taux d'implantation a été calculé pour chaque station alevinée du cours principal de la Gartempe en 2015. Les surfaces de production correspondent aux radiers et rapides dans un rayon de 500 m autour du point de déversement et de pêche.

7.5.1. Implantation des juvéniles déversés sur la Gartempe

7.5.1.1 Taux d'implantation en 2015

En 2015, les densités déversées sur les 18 stations alevinées de la Gartempe ont varié de 0,48 à 4,63 ind./m² (moyenne : 1,74 ind./m² ; médiane : 1,36 ind./m²). Sur ces bases, le taux d'implantation moyen calculé pour ces 18 stations est de 3,2 %. Il oscille en fonction des stations de 0,6 à 8,1 % (médiane : 2,9 ; écart-type : 2,3).



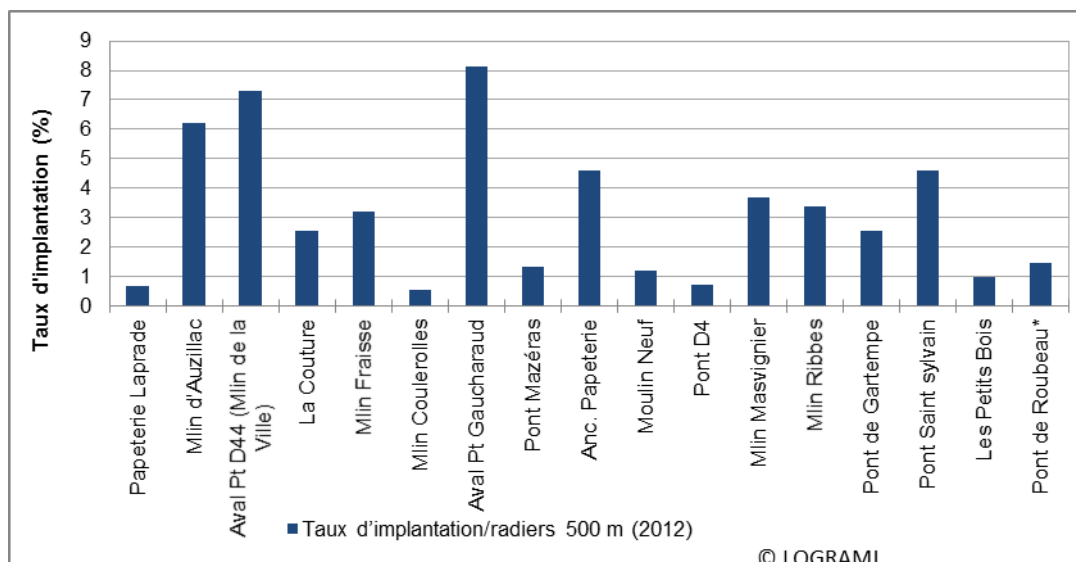


Figure 256 : Taux d'implantation des juvéniles de saumon sur les stations alevinées de la Gartempe en 2015

Les références donnent 10 % comme taux moyen d'implantation pour des alevins nourris jusqu'au stade alevin 3 mois (pré-estivaux) (RICHARD A., non daté). Or, les juvéniles repris par pêche électrique sont à un stade plus élevé (juvéniles de 6 mois environ) et ont survécu à une bonne partie de l'été, période critique pour leur survie. Dans ce contexte, nous pouvons donc considérer que **les taux d'implantation obtenus lors de ces pêches sont très variables et moyens à bons** sur 10 des 17 stations pêchées (Mlin d'Auzillac, Aval Pt D44, La Couture, Mlin Fraisse, Aval Pont Gaucharaud, Anc. Papeterie, Mlin Masvignier, Mlin Ribbes, Pont de Gartempe et Pont Saint Sylvain).

Par ailleurs, nous pouvons supposer que ces taux sont des minima. En effet, il est probable que la dispersion des juvéniles soit effective au-delà des 500 m du point de déversement, en particulier lorsque les densités au déversement sont supérieures aux surfaces disponibles dans cette zone. En effet, le cahier des charges du repeuplement sur le bassin de la Loire préconise une densité maximum au déversement de 100 alevins pour 100 m². Or, en 2015, les densités au déversement calculées par rapport aux surfaces de radiers disponibles dans les 500 m autour du point de déversement et à partir des effectifs déversés (CNSS, non publié) s'étendent de 48 à 463 ind./100 m² (moyenne : 168 ; médiane : 134 ; écart-type : 107,5).

7.5.1.2 Evolution des taux d'implantation sur la période 1999-2015

L'évolution des taux d'implantation est illustrée sur 9 stations de références. Ces stations ont été alevinées et pêchées au moins 10 années sur 17 depuis 1999. De plus, 8 d'entre elles ont été alevinées et pêchées au moins 15 années sur 17.

Depuis 1999, la moyenne interannuelle **des taux d'implantation sur ces stations de référence s'élève à 3,24 %**. Les taux d'implantation fluctuent entre 0 % (aucun individu pêché) et 16,70 %. Avec 3,65 %, le taux d'implantation moyen de 2015 est supérieur à la moyenne interannuelle.

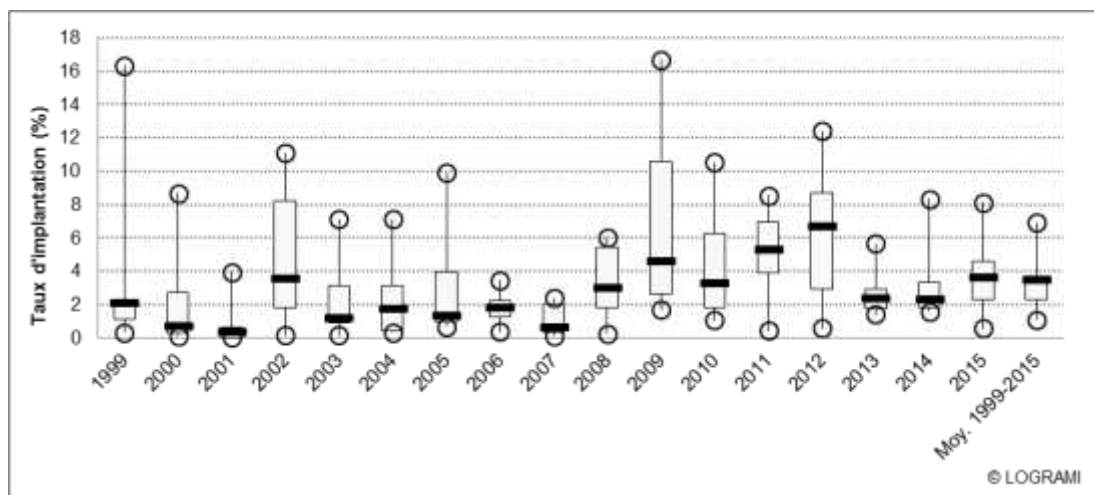


Figure 257 : Boxplot des taux d'implantation moyens des juvéniles de saumon 0+ (basés sur les surfaces de radiers-rapides dans un rayon de 500 m autour du pont déversé/pêché) sur les stations de références alevinées du bassin de la Gartempe de 1999 à 2015 (Source : LOGRAMI – ONEMA)

7.5.1.3 Facteurs biométriques

Les facteurs de condition montrent l'embonpoint des poissons. Calculés sur la base des éléments de biométrie réalisés lors des pêches de fin d'été-début d'automne (taille, poids), ils sont un indicateur de l'implantation des juvéniles déversés entre la date de déversement et la date des pêches.

Analyse tailles, poids et FC Gartempe

Afin d'analyser les tailles des tacons pêchés sur les stations déversées, nous avons au préalable regardé les **poids moyens au déversement** des différents lots, seule donnée disponible avant les déversements. Le tableau montre les poids au déversement des différents lots d'alevins déversés sur la Gartempe.

Tableau 53 : Poids moyens par lots des alevins 0+ déversés sur la Gartempe en 2015 (Source : CNSS)

Secteur déversement de la Gartempe	Limites	Poids moyen (g)
Zone aval	De Moulin d'Ardent à Moulin de la Vilette	0,29
Zone amont	De la Couture à Pont de la Vallade - Villedary	0,24

En 2015, la **taille moyenne** des 249 juvéniles repris par pêche électrique sur les 18 stations alevinées est de 83,8 mm longueur fourche (médiane : 83 ; minimum : 61 ; maximum : 102) contre 82,5 mm en 2014. Les pêches d'indices d'abondance ont été réalisées en deux temps, l'un fin août, l'autre début octobre. Ainsi la croissance des tacons durant les 35 jours entre les pêches est nettement marquée. En effet, la moyenne des tailles de tacon pris en août est de 82 mm (médiane : 82 ; minimum : 61 ; maximum : 110) alors qu'elle est de 93 mm (médiane : 93 ; minimum : 64 ; maximum : 114) en octobre (Figure 258).



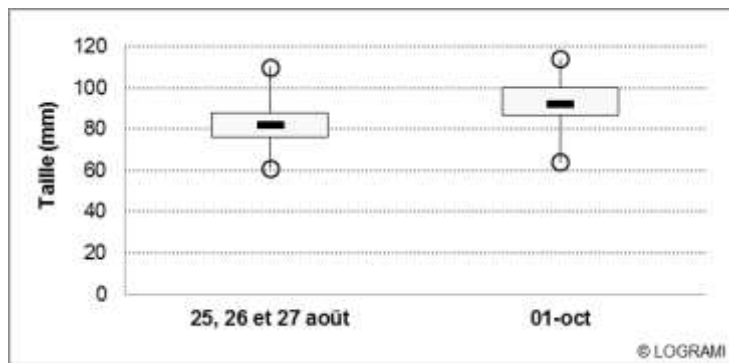


Figure 258 : Boxplot des tailles des tacons 0+ pêchés sur les stations alevinées du bassin de la Gartempe les 25,26 et 27 août et le 01 octobre 2015

Pour la cinquième année consécutive, les tacons 0+ capturés sur les stations de pêche du cours d'eau de la Gartempe ont été pesés à l'aide d'une balance de précision ($\pm 0,2$ g). Un **facteur de condition** a ensuite été calculé pour l'ensemble des individus. Le facteur de condition indique la relation entre le poids et le volume du poisson (exprimé par sa longueur au cube) :

$FC = [P/L^3] \cdot 100$ avec P = poids en gramme et L = longueur fourche en centimètre.

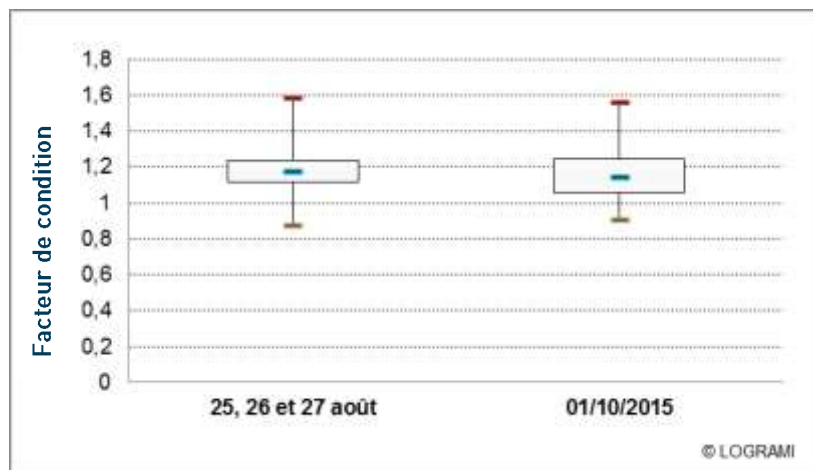
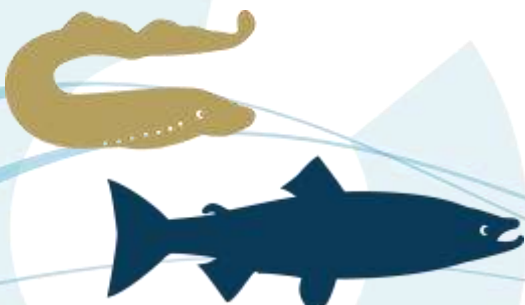


Figure 259 : Boxplot des facteurs de condition des tacons 0+ pêchés sur les stations alevinées du bassin de la Gartempe en 2015 les 25,26 et 27 août et le 01 octobre 2015

Les coefficients de facteurs de condition des tacons 0+ pêchés sur la Gartempe varient de 0,88 à 1,59 avec une moyenne de 1,18 (médiane : 1,17 ; écart-type : 0,11). La moyenne des facteurs de condition des tacons pris en août et en octobre est similaire : 1,2. Ce qui signifie que les alevins pêchés en octobre ont plus progressé en termes de taille que de poids.

Il est intéressant de calculer le coefficient d'allométrie (b), issu de la relation taille (L)-poids (P) du type $P = a \cdot L^b$, qui traduit aussi l'embonpoint d'un poisson. Sur la Gartempe, le coefficient d'allométrie obtenu en 2015 est similaire à celui de 2014 (2,95 contre 2,93), traduisant le même embonpoint qu'en 2014 (BACH et al., 2015). Or les alevins déversés en 2015 faisaient en moyenne 0,05g de moins que ceux de 2014 (moyenne du poids des alevins au déversement : 0,25g). **Cela témoigne d'une croissance plus élevée en 2015 qu'en 2014.**



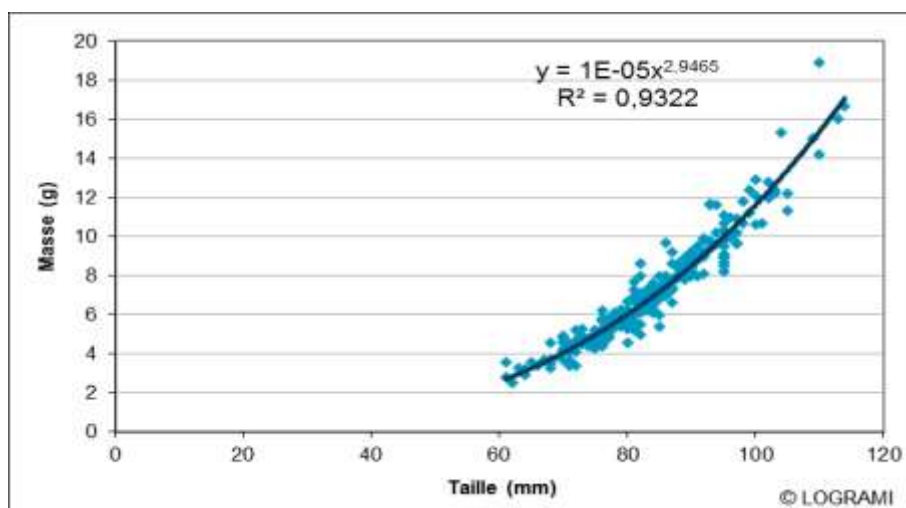


Figure 260 : Relation taille-poids des tacons 0+ pêchés sur les stations déversées de la Gartempe en 2015

Croissance des alevins déversés jusqu'au stade tacon d'automne

Avant déversement au stade alevins, seul le poids de chaque lot déversé est mesuré. La « croissance » ne peut donc être analysée qu'en termes de poids.

Afin de calculer leur croissance chaque individu pêché sur une station s'est vu affecté, *a posteriori*, le poids au déversement du lot auquel la station appartient. Ce poids est ensuite comparé au poids individuel relevé lors des pêches électriques.

Sur l'ensemble des juvéniles 0+ repris par pêches électriques sur les stations déversées, la prise de poids moyenne est de 6,9 g (minimum : 2,26 ; maximum : 18,6 ; médiane : 6,6 ; écart-type : 2,6). Selon les stations, la moyenne de prise de poids s'étale de 4,4 à 11,4 g.

Les alevins issus des indices d'abondance réalisés fin août ont une prise de poids moyenne de 0,07 g/jour (minimum : 0,05 ; maximum : 0,08 ; médiane : 0,07). Les alevins pêchés le 1^{er} octobre affichent la même prise de poids moyenne de 0,07 g/jour (valeurs comprises entre 0,07 et 0,09 g).

7.5.2. Qualification des juvéniles de saumons de l'Allier

7.5.2.1 Densités déversées et essai de calcul de taux d'implantation en 2015

En 2015, les densités déversées par surface d'Equivalents Radier-Rapide sur les 22 stations alevinées du bassin de l'Allier varient de 0,40 à 5,2 ind./m² (moyenne : 2,05 ind./m² ; médiane : 1,47 ind./m²) (Figure 261). En moyenne, les stations de la Dore et de la Sioule sont plus densément alevinées que



celles de l'Alagnon et l'Allier. Au total, 14 stations présentent des densités déversées supérieures aux recommandations du marché (1 alevin/m² d'ERR).

Lorsque nous considérons toutes les surfaces favorables (surface de plats courants non pondérées par le facteur 1/5^{ème}), les densités déversées diminuent logiquement sur les stations où les plats courants sont bien représentés. Nous constatons ainsi que les densités déversées, notamment sur la Sioule, respectent plus scrupuleusement la recommandation « 1 alevin/m² ».

Le CNSS établirait donc son plan d'alevinage en prenant en compte l'ensemble des surfaces favorables non pondérées. Par ailleurs, datant de 1999, les données « habitats » du bassin de l'Allier sont désuètes pour certains secteurs où, en 17 ans, la dynamique fluviale a remanié le lit de la rivière et modifié la distribution des faciès. Il apparaît donc nécessaire d'actualiser rapidement les données de surfaces favorables au développement des juvéniles de saumon sur le bassin de l'Allier.

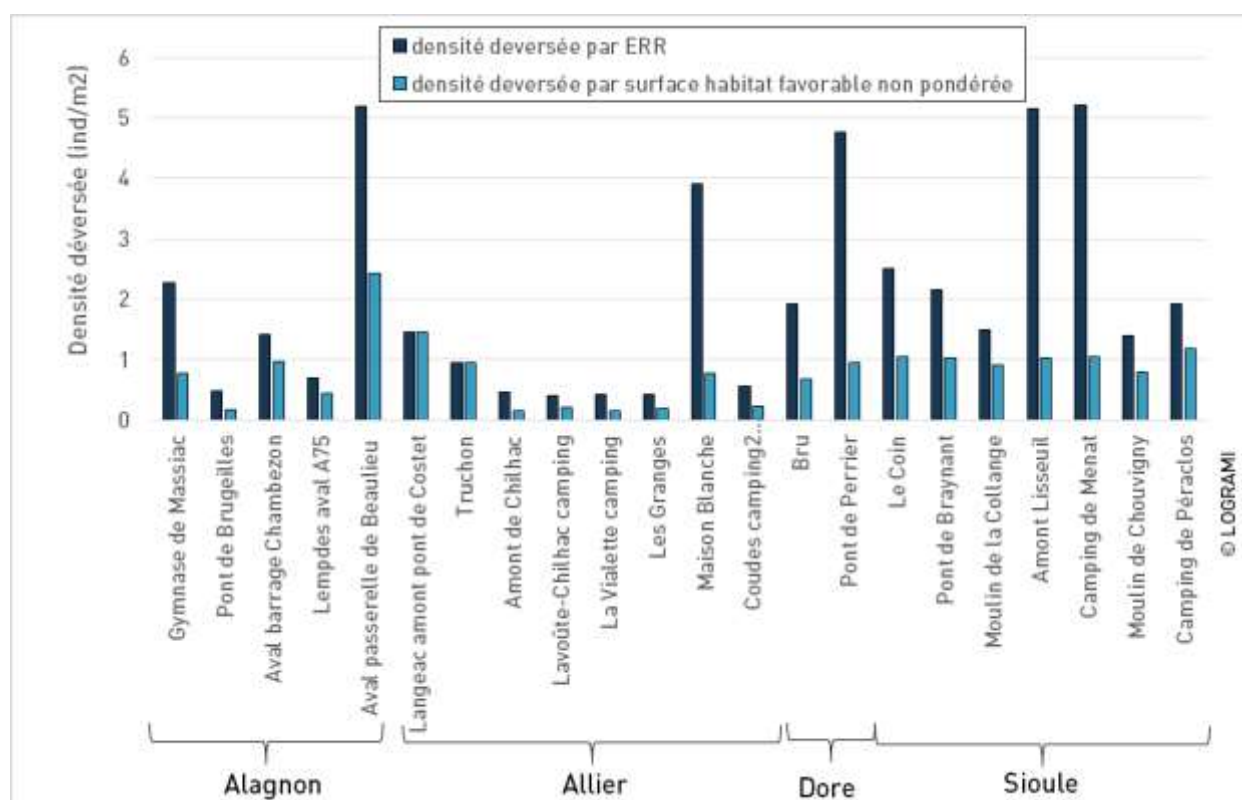
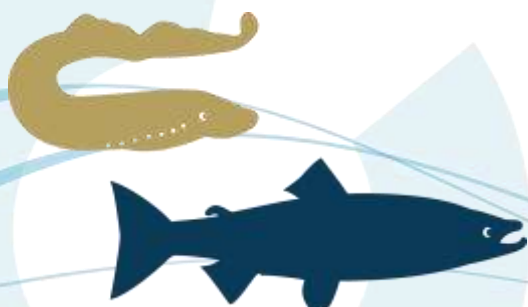


Figure 261 : Densité d'alevins déversés (EPL-CNSS, 2015) par surface d'équivalents Radier-Rapide et par surface d'habitats favorables non pondérée (MALAVOI, 1999) sur les stations échantillonnées du bassin de l'Allier en 2015

Dans ces conditions, il est délicat présenter des taux d'implantation crédibles sur le bassin de l'Allier mais ceux-ci ont tout de même été calculés afin de vérifier leur distribution selon les stations et les cours d'eau. Ainsi, en considérant les densités rapportées aux surfaces d'Equivalents Radier-Rapide, le taux d'implantation moyen calculé pour les 22 stations est de 23 % (Figure 262). Il oscille en fonction des stations de 3 à 70 % (médiane : 20 % ; écart-type : 18%). A l'échelle des cours d'eau, la Dore se distingue par de plus faibles taux d'implantation, tandis que l'Allier présente des taux relativement homogènes (moyenne 20%). L'Alagnon et la Sioule présentent quant à eux des taux d'implantation plus hétérogènes selon les stations.



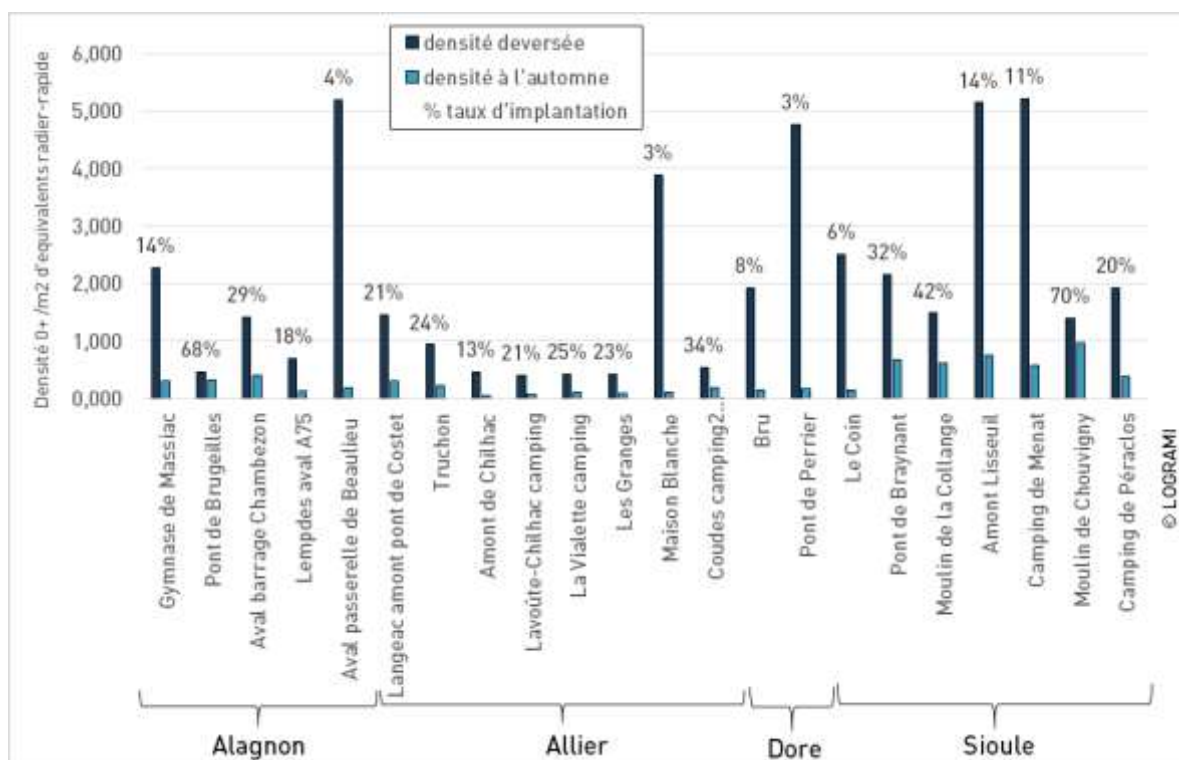


Figure 262 : Densité d'alevins déversée, densité de tacons 0+ à l'automne et taux d'implantation résultant pour chaque station alevinée du bassin de l'Allier échantillonnée en 2015.

Calculés selon la même méthodologie, le taux d'implantation moyen du bassin de l'Allier varie de 9 à 32 % depuis 2009 (Figure 263). Le taux le plus faible observé en 2013 est très probablement induit par le faible nombre de stations alevinées.

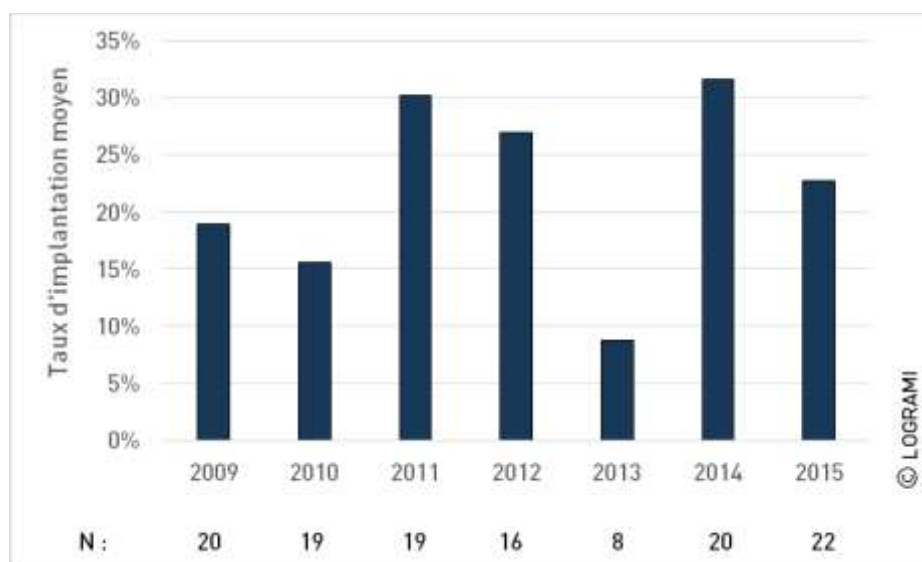


Figure 263 : Taux d'implantation moyen sur le bassin de l'Allier depuis 2009

7.5.2.2 Morphologies des tacons déversés

Une prise de masse journalière moyenne des tacons 0+ entre le déversement et l'échantillonnage automnal a pu être calculée pour 19 des 22 stations alevinées du bassin de l'Allier (pas de poids mesurés sur 3 stations de l'Allier). Elle varie entre 0,036 g/j et 0,063 g/j (Figure 264).

La Dore est la rivière où les tacons grossissent le moins.

Au sein de la Sioule, la prise de masse semble corrélée négativement linéairement à l'indice d'abondance et donc à la densité de tacons ($R^2 = 0,7307$).

Sur l'Alagnon, la même relation semble observée hormis sur un point. Ce point correspond à la station « Lempdes aval pont A75 » qui se trouve sur le tronçon court-circuité de l'Alagnon par la prise d'eau du Béal de Lempdes sur Alagnon et où les conditions de développement ont été très contraignantes à cause des fortes chaleurs de l'été 2015 et le non-respect du débit réservé.

Sur l'Allier, les 3 stations du secteur S5 (secteurs le plus aval) présentent des prises de masse moins importantes que les 2 stations du secteur S4.

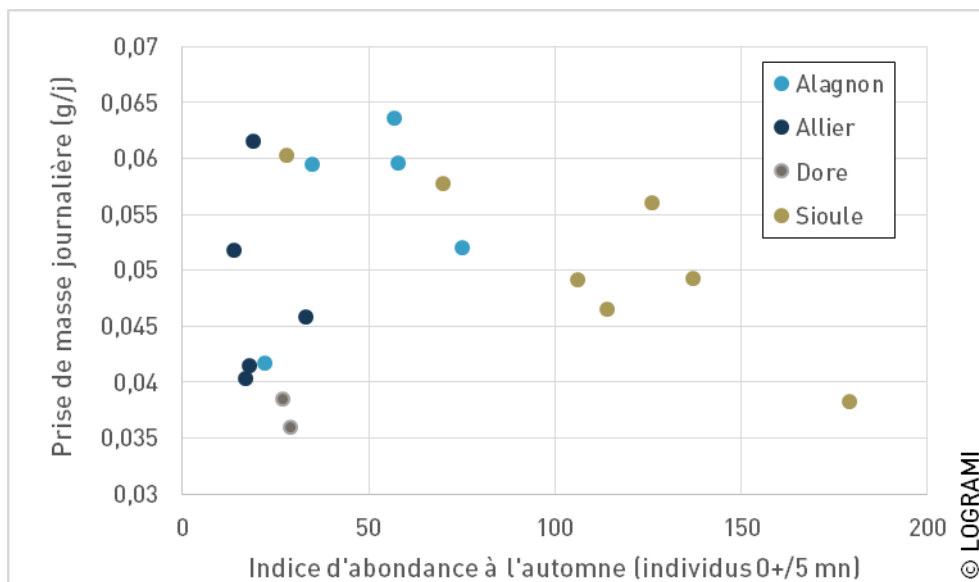


Figure 264 : Prise de masse journalière moyenne des tacons 0+ entre le déversement et l'échantillonnage automnal sur les stations alevinées du bassin de l'Allier en fonction de l'indice d'abondance des tacons en automne

7.5.3. Conclusion sur l'implantation des juvéniles déversés

Sur la Gartempe, depuis 1999, la moyenne interannuelle des **taux d'implantation sur ces stations de référence s'élève à 3,24 %**. Les taux d'implantation fluctuent entre 0 % (aucun individu pêché) et 16,70 %.

A l'échelle des cours d'eau de l'amont du bassin de l'Allier, la Dore se distingue par de plus faibles taux d'implantation, tandis que l'Allier présente des taux relativement homogènes (moyenne 20% mais les taux sont basés sur une cartographie ancienne). L'Alagnon et la Sioule présentent quant à eux des taux d'implantation plus hétérogènes selon les stations.

Une croissance différente est observée selon les cours d'eau. Elle **varie entre 0,036 g/j et 0,063 g/j** et révèle probablement des capacités productives variables liées à l'habitat et les phénomènes de densité-dépendance.

7.6. Action 18 : Taux de retour des individus déversés au stade pré-smolt

Depuis 2003 sur l'Allier, et 2009 sur la Gartempe et l'Arroux, l'ensemble des smolts déversés est marqué par ablation de la nageoire adipeuse. Le vidéo-comptage permet de déterminer si un saumon adulte possède une nageoire adipeuse ou non. Il est donc possible de distinguer les adultes revenant en rivière issus du plan de déversement au stade smolt, des autres issus soit de reproduction naturelle soit d'alevinages à des stades plus précoces. **Le recensement systématique de la présence ou de l'absence de la nageoire adipeuse couplé aux données numériques de déversement de smolts permet ainsi de dégager un taux de retour de ces individus déversés.**

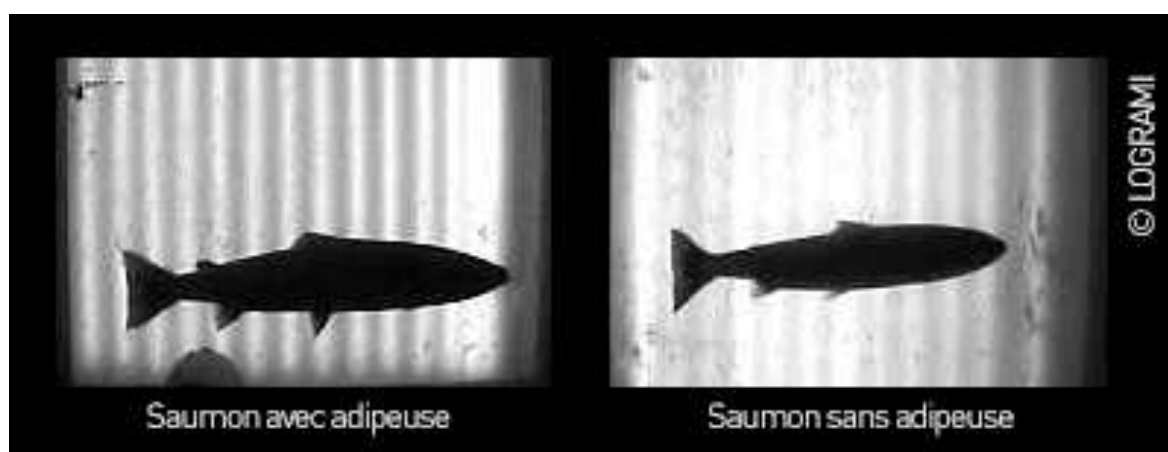


Figure 265 : Différence des profils de saumons au vidéo-comptage en fonction de la présence ou non de nageoire adipeuse



En 2015, un total de 1 431 saumons a été dénombré aux stations de comptage du bassin de la Loire. 274 d'entre eux n'avaient pas d'adipeuse (soit 19,1 % de l'effectif annuel). Ces poissons sans adipeuse ont été dénombrés à Vichy sur l'Allier (173 individus), à Descartes sur la Creuse (91 individus), à Decize sur la Loire (5 individus) et à Châtelleraut sur la Vienne (5 individus).

Selon les axes, les proportions de saumons issus des déversements au stade smolt sont variables. Sur la Creuse, le nombre de saumons sans adipeuse représente ainsi 45 % de l'effectif annuel alors que sur l'Allier il ne représente que 13 %. Ces variations peuvent entre autres s'expliquer par des niveaux de reproduction naturelle différents entre les axes. Aucune opération de repeuplement étant menée sur l'axe Vienne, les saumons passant à Châtelleraut sont très probablement issus des déversements réalisés sur la Gartempe et correspondent à des individus en divagation.

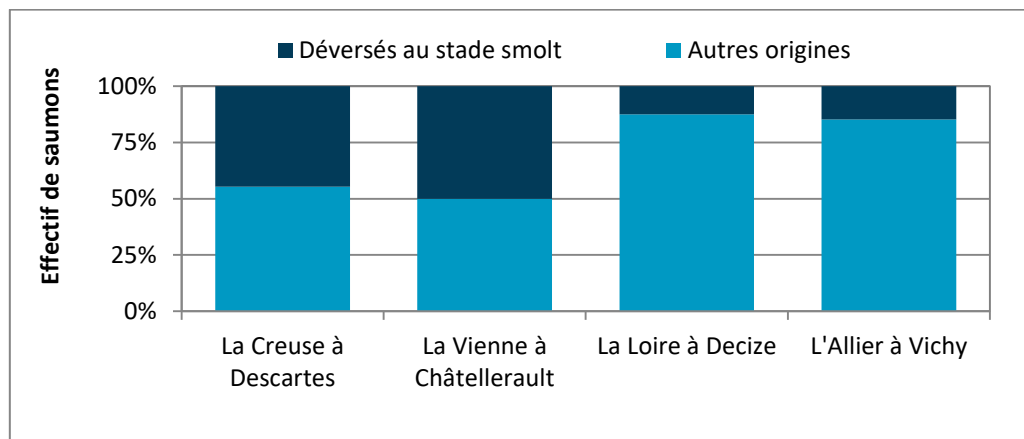


Figure 266 : Origines des saumons comptabilisés sur le bassin de la Loire en 2015

Il est par ailleurs à noter que 10 saumons ont été comptés à Gueugnon sur l'Arroux dont seulement 1 sans adipeuse (soit 20 % des individus sans adipeuse passés à Decize).

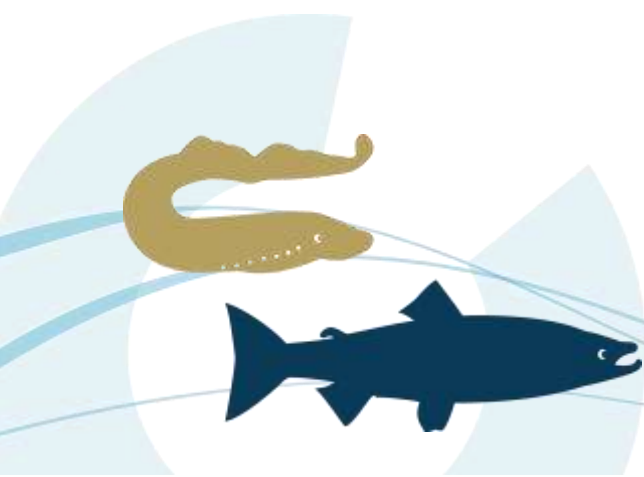
7.6.1. Sur le bassin Creuse-Gartempe

7.6.1.1 Bilan des déversements depuis 2009

En 2009 et 2010, les smolts déversés sur la Gartempe sont issus des piscicultures locales du Talbat et de Verger. A partir de 2012, tous les smolts sont produits par la salmoniculture de Chanteuges.

Durant la première année de vie du jeune saumon atlantique, une bimodalité de la croissance peut être observée. Les smolts appartenant au mode haut ont une croissance plus rapide, ils dévaleront l'année de leur déversement. Les smolts appartenant au mode bas dévaleront quant à eux un an après.

Depuis 2009, les deux modes ont été utilisées pour le programme de déversement de la Gartempe. Les déversements de mode haut sont toutefois majoritaires et exclusifs depuis 2012.



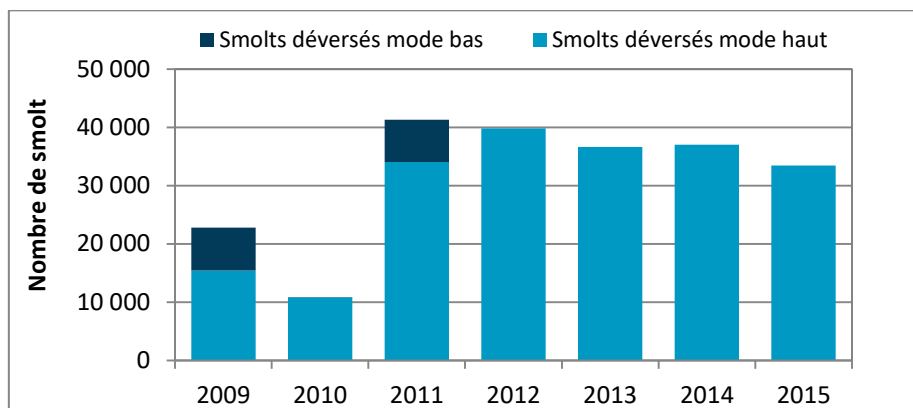


Figure 267 : Evolution des déversements de smolts marqués sur la Gartempe depuis 2009 (Données : EPL / CNSS)

De 2009 à 2012, la stratégie des déversements de smolts a fortement varié. Les localisations et le nombre d'individus déversés par point ont en effet évolué au fil des années, prenant rarement en compte les aménagements hydroélectriques.

En 2011, une partie des smolts a ainsi été déversé sur la partie amont de la Gartempe dans le département de la Creuse. Depuis 2013, il a été décidé de déverser les smolts à l'aval des microcentrales hydroélectriques les plus impactantes. Ce changement de stratégie permet d'éviter l'entraînement dans les turbines et donc de limiter la mortalité des poissons déversés à ce stade contrairement aux natifs ou ceux déversés à un stade plus précoce. Le taux de survie des smolts déversés est donc plus élevé que pour les autres stades.

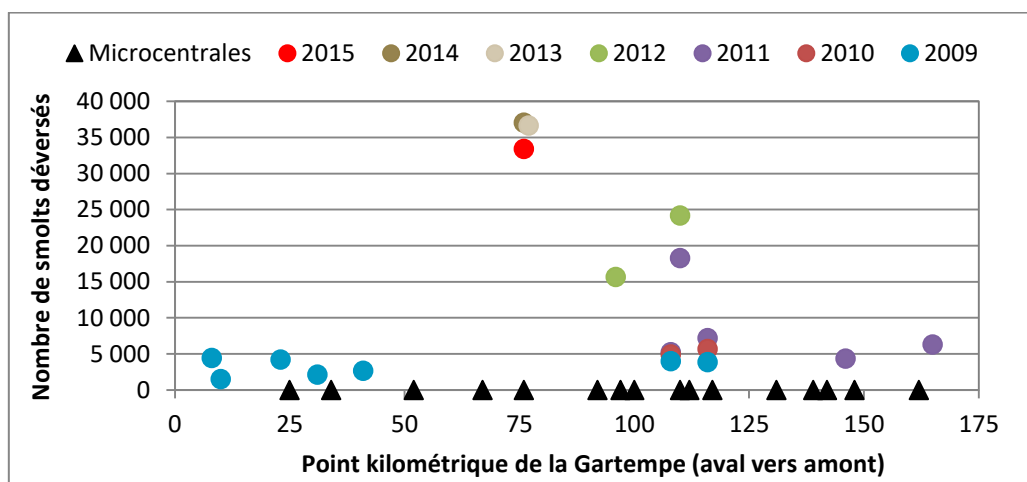


Figure 268 : Localisation des déversements de smolts (de 2009 à 2015) et des microcentrales en activité (en 2015) sur la Gartempe (Données : EPL / CNSS et LOGRAMI)

7.6.1.2 Conditions hydrométriques

La période de dévalaison a été définie à partir des données de piégeage de smolts réalisés sur la Gartempe (de 1994 à 1997, 95 % des smolts piégés ont dévalé en avril et mai). Pour caractériser les



conditions de dévalaison, des indices hydrologiques annuels (débit moyen de la période / débits moyens de référence) ont été calculés à Montmorillon.

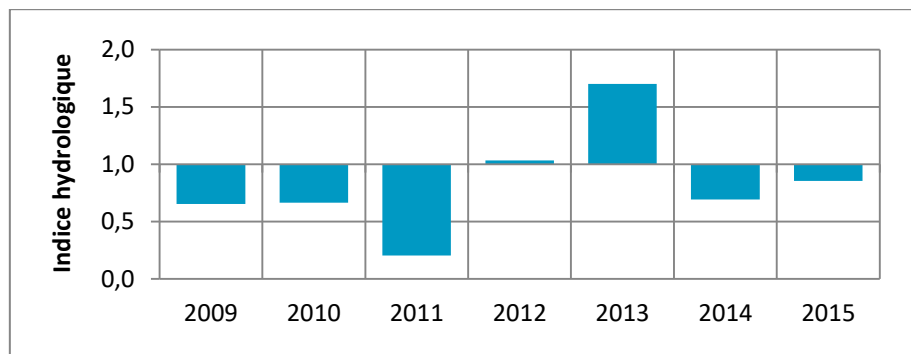


Figure 269 : Indice hydrologique de 2009 à 2015 durant la période de dévalaison des smolts à Montmorillon sur la Gartempe (Données hydro : SPC VCA- Centre de Poitiers/Hydro – MEDD/DE)

Avec un indice de 0,2 et une moyenne de 5,3 m³/s ($\pm$ 1,9), 2011 est l'année où les conditions hydrologiques sont les plus défavorables pour la dévalaison des smolts. A l'inverse, en 2013, le débit moyen sur la période est de 44,5 m³/s ($\pm$ 22,2) et l'indice de 1,7 : les conditions hydrologiques sont donc très favorables pour le franchissement en surverse des nombreux seuils de la Gartempe.

7.6.1.3 Origine des saumons de retours

En 2015, 91 saumons sans adipeuse ont été observés à Descartes, soit 45 % de l'effectif annuel. Ces saumons issus des déversements au stade smolt sont représentés dans les trois classes d'âge (25 % des 1 an de mer, 48 % des 2 ans de mer et 41 % des 3 ans de mer). **En moyenne de 2012 à 2015, les saumons sans adipeuse représentent 22 % ($\pm$ 17%) de l'effectif annuel.**

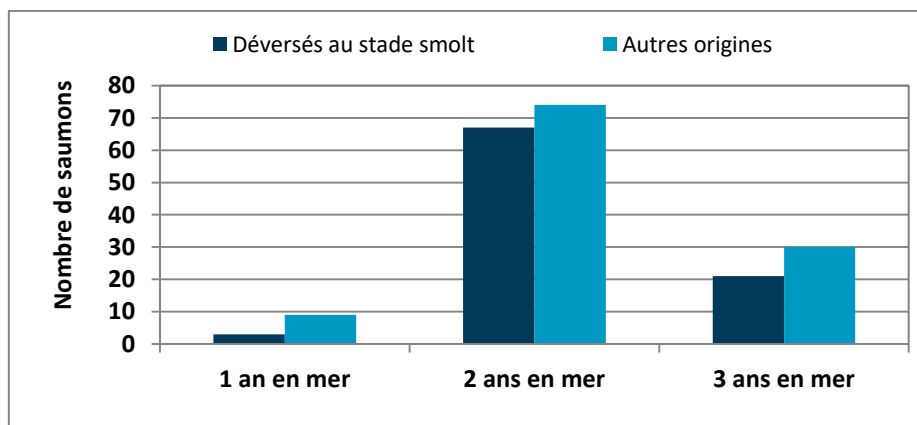
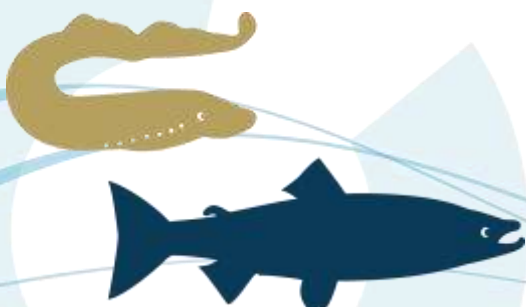


Figure 270 : Origines des saumons par classe d'âge comptabilisés en 2015 à Descartes

L'âge de mer des saumons permet par ailleurs d'estimer leur année de dévalaison (une à trois années avant leur comptage à Descartes). L'évolution du nombre de retour par année de dévalaison peut ainsi être représentée.



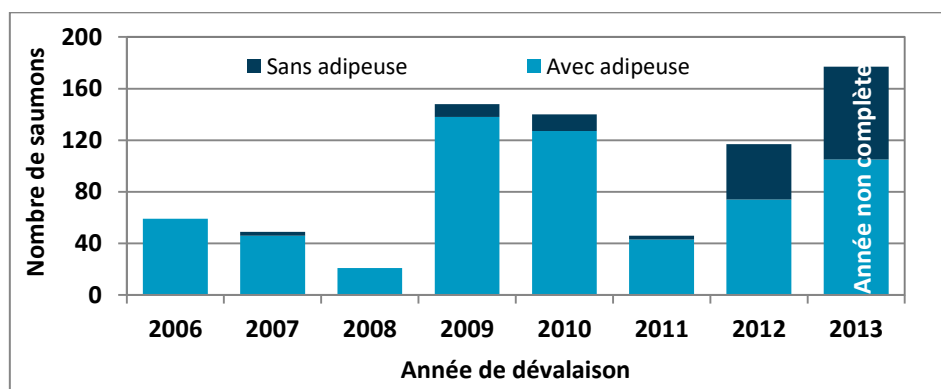


Figure 271 : Retours de saumons à Descartes suivant leurs années de dévalaison

A Descartes, de 2013 à 2015, 117 saumons issus de la dévalaison de 2012 ont été comptabilisés. Parmi eux, 43 ne possédaient pas d'adipeuse et sont donc issus du programme de déversement au stade smolt (soit 36,8 % des 117 saumons). La proportion de saumons sans adipeuse est la plus importante depuis le début du suivi. Les retours de la dévalaison de 2013 sont à ce jour incomplets, les trois ans de mer issus de cette cohorte ne migreront en effet qu'en 2016. Les retours sont, malgré cela, les plus importants de la série chronologique, avec 177 saumons comptabilisés dont 72 sans adipeuse (40,7 %). Ces chiffres devraient augmenter en prenant en compte la migration de 2016.

De 2007 à 2011, 179 saumons issus des dévalaison de 2004 à 2008 ont été contrôlés à la station de comptage de Descartes. Parmi eux, trois ne possédaient pas d'adipeuse (soit 1,7 % de l'effectif) alors que, jusqu'en 2008, les smolts déversés sur ce bassin n'étaient pas marqués. Ces individus sont très probablement issus du plan de déversement de l'Allier, où le marquage par ablation de l'adipeuse est effectué depuis 2003. Le même constat a été effectué à la station de Châtelleraut sur la Vienne, où depuis 2004, 10 saumons sur les 109 comptés ne possédaient pas d'adipeuse (soit 9,2 % de l'effectif total). Ces résultats montrent les limites de la notion de homing et l'existence d'un phénomène de divagation entre sous bassins.

7.6.1.4 Taux de retour des smolts déversés

A partir du nombre de smolts déversés de 2009 à 2012, des passages de saumons marqués et en omettant le phénomène de divagation, les premiers taux de retour pour le bassin Creuse – Gartempe peuvent être calculés (Tableau 54).

Tableau 54 : Taux de retour des smolts déversés sur le bassin Creuse - Gartempe de 2009 à 2012 (Sources : LOGRAMI)

Année de dévalaison	2009	2010	2011	2012
Taux de retour	0,065 %	0,072 %	0,009 %	0,091 %

Le taux de retour de l'année 2012 est le plus important des quatre années suivies, **9 saumons adultes sont revenus à Descartes pour 10 000 smolts déversés**. En 2011, le taux de retour est particulièrement faible. Il est probable que les mauvaises conditions hydrologiques rencontrées cette année-là durant la période de dévalaison aient entraîné un retard à la migration ou une mortalité importante des smolts. D'avril à juin 2011, la moyenne des débits de la Gartempe à Montmorillon était en effet de 4,7 m³/s alors que le débit moyen de référence sur la même période est de 22,4 m³/s (calculé

sur 60 ans). Par ailleurs en 2011, contrairement aux années précédentes, 26 % des smolts ont été déversés sur la partie amont de la Gartempe. La majorité de ces poissons a donc très certainement été entraînée dans les turbines des microcentrales lors de leurs dévalaisons.

Le taux moyen de retour de smolts depuis 2009 pourrait être en moyenne de **0,059 % ($\pm 0,035$ %)** en prenant l'hypothèse que tous les retours sans adipeuse sont issus des déversements sur cet axe. En moyenne, de 2009 à 2012, **environ 6 saumons sont revenus à Descartes pour 10 000 smolts déversés sur le bassin de la Gartempe**. Ce taux de retour est certainement surestimé compte tenu des phénomènes de divagation observés les années précédentes.

7.6.2. Sur le bassin de l'Allier

7.6.2.1 Bilan des déversements depuis 2003

Depuis 2003, la totalité des smolts déversés dans le bassin versant de l'Allier est issue de la salmoniculture de Chanteuges. Ils font tous l'objet d'une ablation de la nageoire adipeuse.

Une bimodalité de la croissance peut être observée chez les jeunes individus de saumon. L'analyse biométrique de ces individus permet d'estimer le pourcentage de smolts aptes à dévaler l'année de leur déversement (mode haut), la partie restante dévalera l'année suivante (mode bas). Depuis 2003, les deux modes de déversements ont été utilisés pour le programme de repeuplement du bassin de l'Allier. En moyenne, 250 000 smolts sont déversés chaque année sur le bassin de l'Allier. Depuis 2011, les déversements ont augmenté pour atteindre une moyenne de 380 000 individus. Les déversements de mode haut sont majoritaires et représentent en moyenne de 63% (Figure 272).

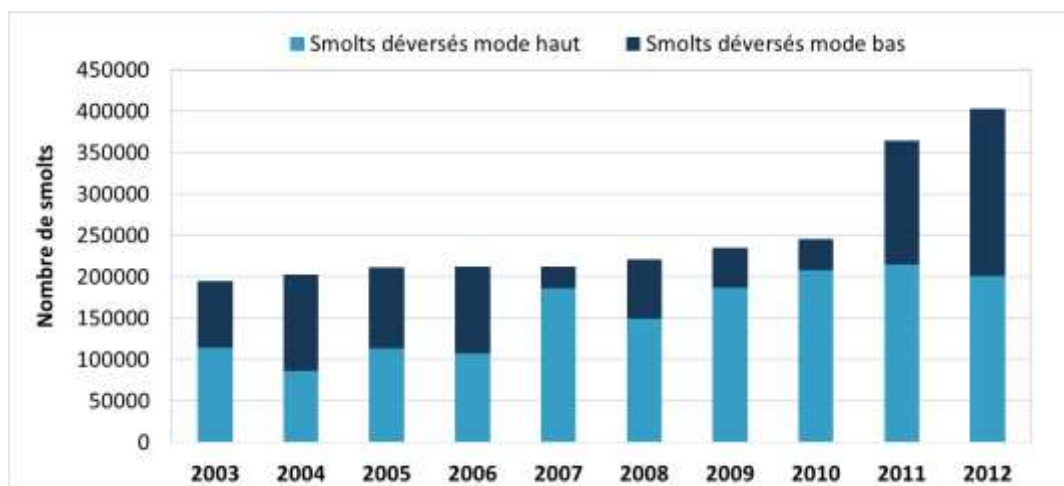
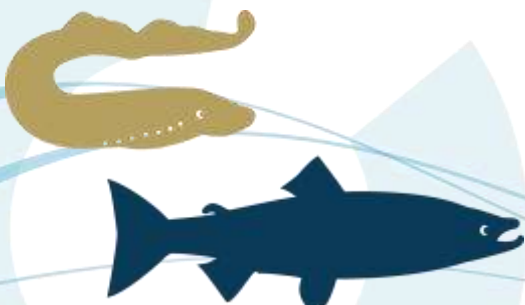


Figure 272 : Evolution des déversements de smolts marqués sur le bassin de l'Allier depuis 2003 (Données : EPL/CNSS)

7.6.2.2 Origine des saumons de retour

Les premiers retours de géniteurs issus des déversements de 2003 ont été comptabilisés en 2005 à la station de comptage de Vichy (Ces individus avaient séjourné 2 ans en mer). Le retour complet des géniteurs issus des déversements de smolts en 2003 est enregistré au cours de l'année 2006 (retour des individus de 3 ans de mer).

**L'évaluation de l'efficacité des
programmes de soutien d'effectifs
(saumon atlantique)**



La proportion de saumons sans adipeuse est passée de 24 % en 2006 à seulement 5,6% en 2011 et est proche de 10% depuis lors. La moyenne interannuelle du nombre de saumons sans adipeuse s'élève à de 16,4 % ($\pm 0,05\%$) (Figure 273).

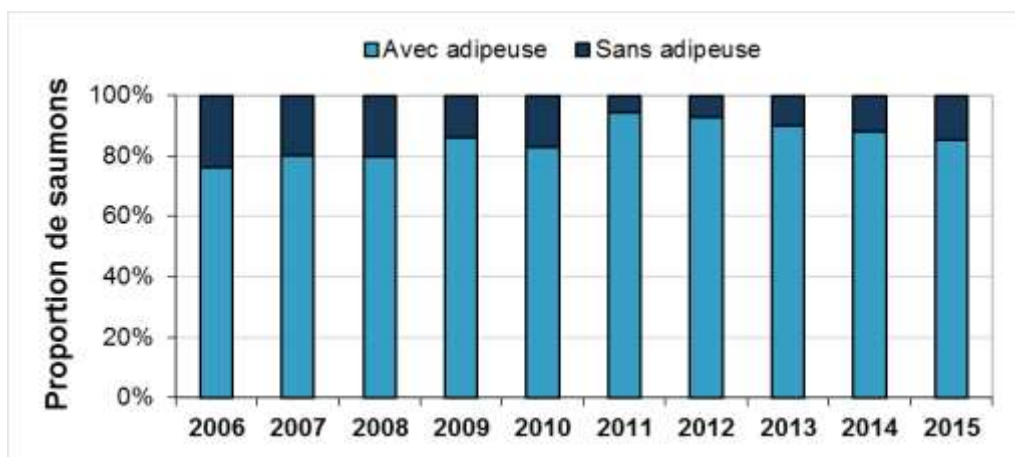


Figure 273 : Evolution de la composition de la population de saumons atlantiques à la station de comptage de Vichy depuis 2006

En 2015, 173 saumons sans adipeuse ont été observés à Vichy, soit 14,5 % de l'effectif annuel. Ces saumons issus des déversements au stade smolt sont représentés dans les trois classes d'âge (1,7 % des 1 an de mer, 61,3 % des 2 ans de mer et 37 % des 3 ans de mer) (Figure 274). En moyenne de 2006 à 2015, les saumons sans adipeuse représente 14,5 % ($\pm 0,05\%$) de l'effectif annuel.

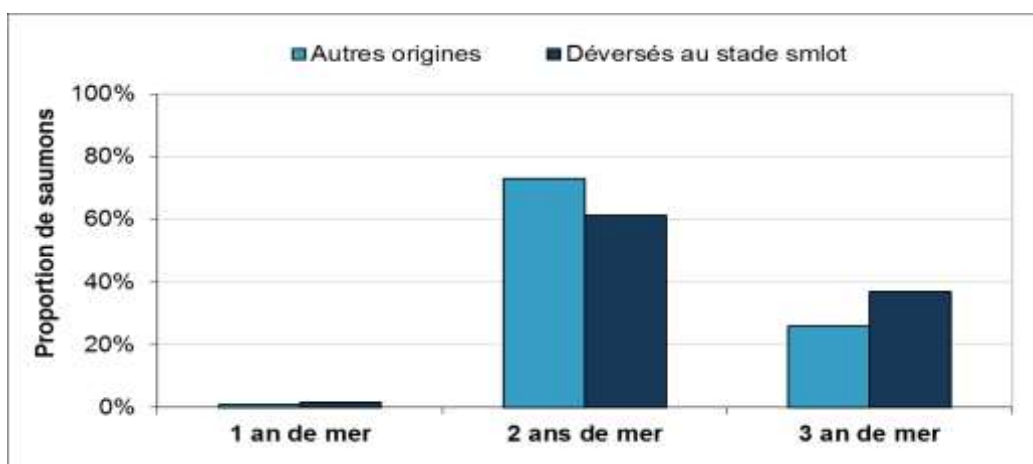


Figure 274 : Origines des saumons par classe d'âge comptabilisés en 2015 à Vichy

7.6.2.3 Taux de retour des smolts déversés

Ainsi pour l'année 2012, la fraction de smolts dévalants a été estimée à 350 509 individus (Tableau 55).



364 234 smolts ont été déversés sur le bassin de l'Allier 2011. Il a été estimé que 58 % de ces individus devaient dévaler dans l'année contre 41% l'année suivante (source CNSS).

402 348 smolts ont été déversés sur le bassin de l'Allier 2012. Il a été estimé que 50,2 % de ces individus devaient dévaler dans l'année contre 49,8 % l'année suivante (source CNSS).

Ainsi, le retour de saumons de 2 étés enregistrés en 2014 (43 individus) et le retour de saumons de 3 étés enregistrés au cours de l'année 2015 (64 individus) ont permis d'évaluer le taux de retour des smolts ayant dévalé en 2012 (350 509 individus).

Le retour de la fraction dévalante de 2012 (déversements 2011 et 2012) est donc de 0,03 %.

Tableau 55 : Taux de retour des smolts déversés sur le bassin de l'Allier en 2012 (Sources : LOGRAMI et CNSS).

Année de dévalaison	2012		
Fraction dévalante par année	Dévalant 2011 41% de 364 234 soit 149 335		Dévalant 2012 50% de 402 348 soit 201 174
Smolts dévalants l'année n	350 509		
Année des retours d'adultes sans adipeuse	1 été-2013	2 étés-2014	3 étés-2015
Retours d'adultes (nb)	0	43	64
Total retours d'adultes issus de la dévalaison n	107		
Taux de retours constaté à Vichy	0,03%		

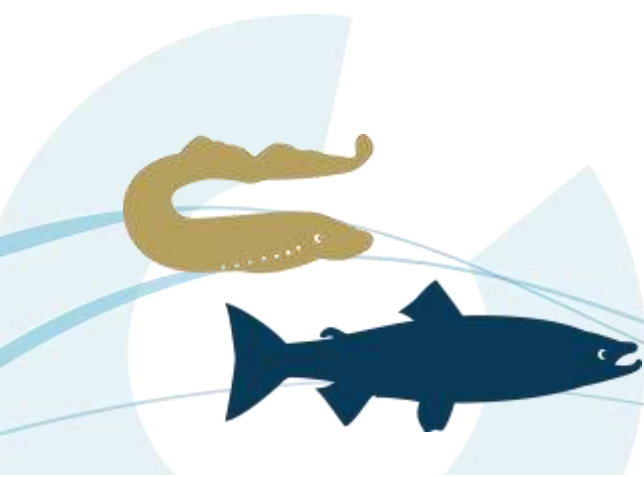
Le taux moyen de retour de smolts depuis 2006 est en moyenne de 0,05 % ($\pm 0,05\%$) Environ 5 saumons reviennent à Vichy pour 10 000 smolts déversés sur le bassin de l'Allier (Tableau 56). Depuis 2009, le taux moyen de retour est relativement constant et avoisine les 0,03%.

Tableau 56 : Taux de retour des smolts déversés sur le bassin de l'Allier de 2003 à 2012

Année de dévalaison	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Taux de retours constaté à Vichy	0,12%	0,17%	0,04%	0,05%	0,02%	0,01%	0,03%	0,03%	0,03%	0,03%

7.6.2.4 Conditions hydrométriques

La période de dévalaison des smolts a été définie à partir des comptages enregistrés sur l'exutoire de dévalaison de Poutès (95 % des smolts dévalent entre avril et mai). Pour caractériser les conditions de dévalaison, des indices hydrologiques annuels (débit moyen de la période / débits moyens de référence) ont été calculés à Prades (Figure 275).



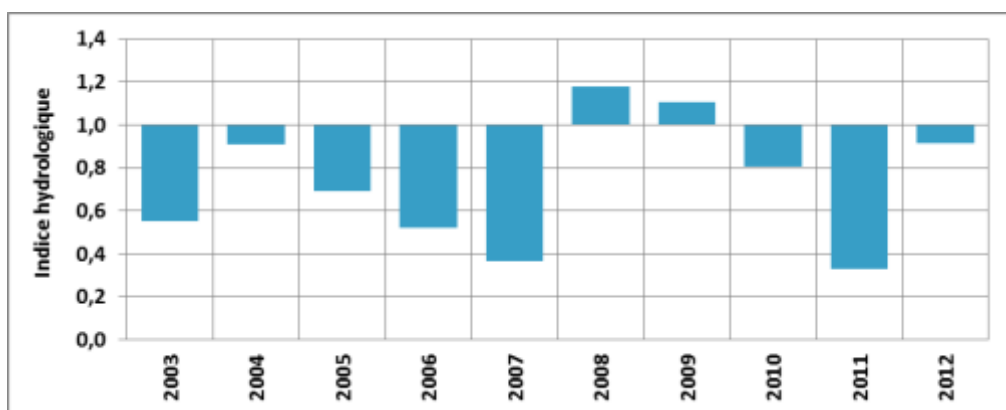


Figure 275 : Indice hydrologique de 2003 à 2012 durant la période de dévalaison des smolts à Prades sur l'Allier (Données hydro : SPC VCA- Centre de Poitiers/Hydro – MEDD/DE)

Avec un indice de 0,3 et un moyenne de 8,9 m³/s, 2011 est l'année où les conditions hydrologiques sont les plus défavorables pour la dévalaison des smolts.

A l'inverse en 2008, le débit moyen sur la période est de 32 m³/s et l'indice de 1,2 : les conditions hydrologiques sont donc très favorables pour le franchissement en surverse des ouvrages du haut Allier. Cependant, les retours de géniteurs issus de ces déversements (2008) est le plus faible enregistré depuis 2003. Il semblerait que la pollution d'hydrocarbure de la raffinerie Total de Donges survenue sur la partie aval de la Loire ait pu avoir un impact sur la survie de smolts lors de leur phase de dévalaison. En effet, plus de 1000 tonnes de fuel se seraient déversées dans le cours de la Loire fin mars 2008.

Aucune corrélation entre les débits rencontrés pendant la dévalaison des smolts et les retours de géniteurs enregistrés à la station de Vichy n'est mis en évidence.

7.6.3. Sur le bassin de l'Arroux

L'étude des potentialités du bassin de l'Arroux (MINSTER et BOMASSI, 1999) a permis de déterminer l'importance de cet affluent pour la reproduction du saumon. Ainsi, depuis 1998, un programme de réintroduction est conduit sur le bassin.

7.6.3.1 Bilan des déversements depuis 1998

Les alevins déversés proviennent de la salmoniculture de Chanteuges (CNSS). Chaque année environ 68 000 alevins de saumons sont répartis sur cet affluent de la Loire.

Depuis 2009, des déversements de smolts avec ablation de nageoire adipeuse sont également réalisés sur ce bassin. En moyenne, 11 000 smolts sont déversés sur le bassin de l'Arroux (Figure 276).



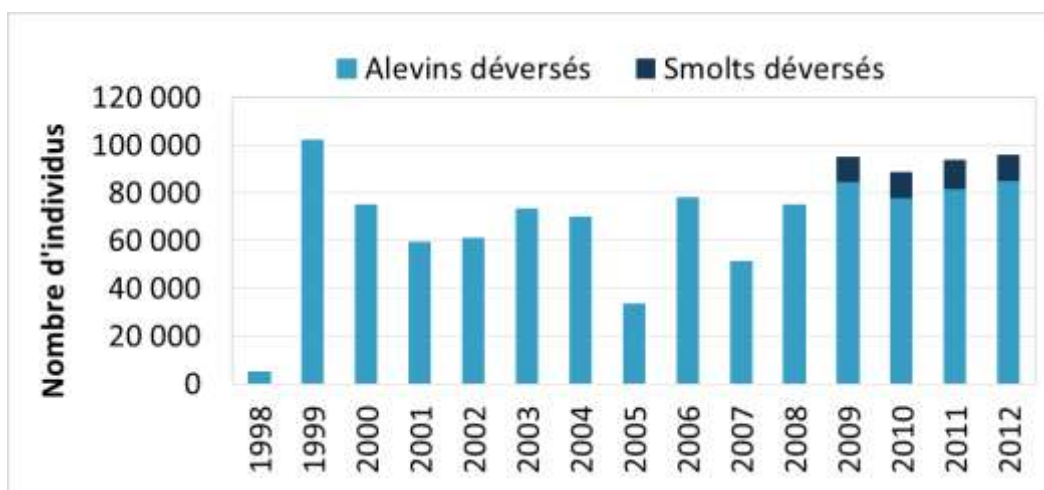


Figure 276 : Bilan des déversements d'alevins et de smolts sur le bassin de l'Arroux depuis 1998 (Données : EPL / CNSS).

Depuis 2009, un taux de retour peut être calculé à partir des smolts déversés et des retours d'adultes sans adipeuse.

7.6.3.2 Taux de retour des smolts déversés

Ainsi pour la saison 2012, 10 573 smolts ont été déversés sur le bassin de l'Arroux (Tableau 57). Il a été estimé que 100 % de ces individus devaient dévaler dans l'année (Source CNSS). Lors des déversements de 2011, 100 % de ces individus avaient également dévalé dans l'année (Source CNSS). Le retour de la fraction dévalante de 2012 est donc estimé uniquement à partir des déversements réalisés en 2012.

Le retour de saumons de 2 étés enregistré en 2014 (0 individu sans adipeuse) et le retour de saumons de 3 étés enregistré au cours de l'année 2015 (0 individu) ont permis d'évaluer le taux de retour des 10 573 smolts ayant dévalé en 2012.

Le retour de la fraction dévalante de 2012 (déversements 2012) est donc de 0%.

Tableau 57 : Taux de retour des smolts déversés sur le bassin de l'Arroux en 2012 (Sources : LOGRAMI et CNSS).

Année de dévalaison	2012	
Fraction dévalante par année	+ 100% des smolts de 2011 dévalent au cours de l'année	Dévalant 2012 100% de 10 573 soit 10 573
Smolts dévalants l'année n	10 573	
Année des retours d'adultes sans adipeuse	2 étés-2014	3 étés 2015
Retours d'adultes (nb)	0	0
Retours d'adultes total issus de la dévalaison n	0	
Taux de retours constaté à Gueugnon	0%	

Le taux moyen de retour de smolts depuis 2009 est en moyenne de 0,01 % ($\pm 0,01\%$) Environ 1 saumon revient à Gueugnon pour 10 000 smolts déversés sur le bassin de l'Arroux (Tableau 58).

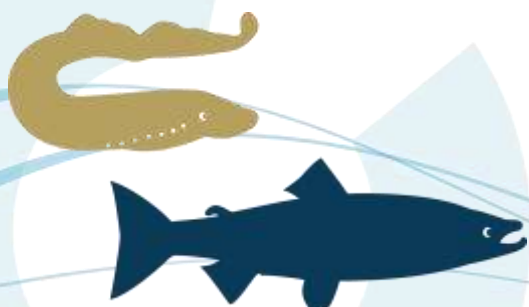


Tableau 58 : Taux de retour des smolts déversés sur le bassin de l'Arroux de 2009 à 2012

Année de dévalaison	2009	2010	2011	2012
Taux de retours constaté à Gueugnon	0%	0,02%	0,005%	0%

7.6.4. Conclusion

Les déversements au stade pré-smolts participent au soutien d'effectif en saumons sur le bassin de la Loire. Ce soutien représente en moyenne 16,4 % des effectifs de géniteurs comptés sur l'Allier à Vichy (depuis 2006), 22 % sur la Creuse à Descartes (depuis 2012) et 20 % sur l'Arroux à Gueugnon (depuis 2012).

Le calcul des taux de retour permet d'évaluer l'efficacité du repeuplement vis-à-vis du nombre de smolts déversés. Pour les dévalaisons de 2009 à 2012, ce taux de retour est en moyenne de 0,03 % sur l'Allier, 0,06 % sur le bassin Creuse-Gartempe et 0,01 % sur l'Arroux (Figure 277).

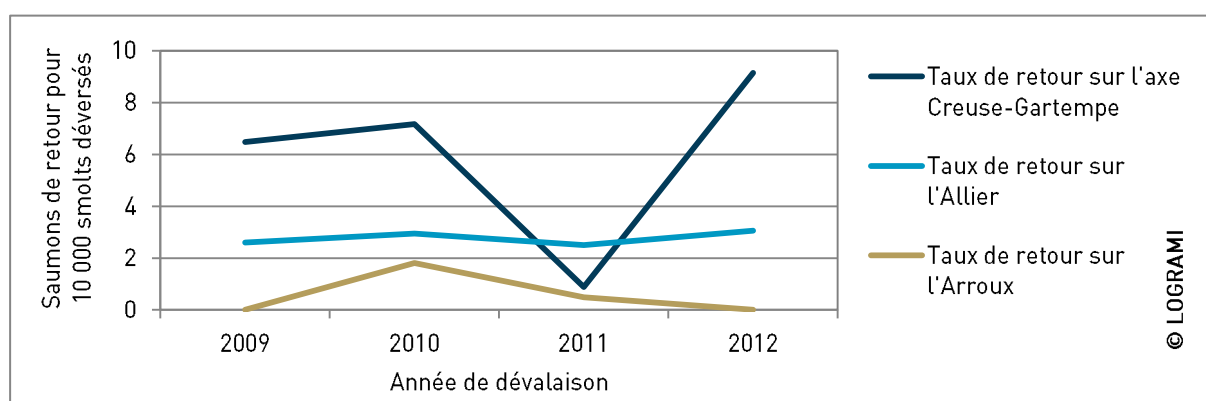


Figure 277 : Comparaison des taux de retours de smolts entre sous-bassins pour les dévalaisons de 2009 à 2012

En dehors de l'année 2011 (année durant laquelle les conditions de dévalaison et la localisation des déversements ont eu un effet négatif sur la survie), les taux de retours au stade smolt sont plus importants sur le bassin Creuse-Gartempe que sur l'Allier. Par ailleurs, les très faibles taux de retours enregistrés sur l'Arroux ont poussé à l'arrêt des déversements de smolts sur cet axe depuis 2014.



Globalement, les taux calculés sur ces trois sous-bassins sont très largement en dessous des préconisations. D'après LACHANCE et CARON (2003), lorsque les taux de retour sont inférieurs à 0,2 %, les avantages de l'ensemencement des smolts (liés à la très grande survie de l'œuf au smolt en pisciculture) sont perdus pour une rivière qui ne présente pas de problèmes d'habitat.

Pour qu'il existe un gain net appréciable de cet ensemencement, les taux doivent dépasser 0,45 %, soit environ 10 fois plus que les taux observés actuellement.

Confirmant les orientations prises dans le Plan de restauration du saumon Loire Allier, ce stade de déversement ne paraît pas adapté à une stratégie de restauration de l'espèce. Les déversements de ce stade devraient donc être arrêtés.

7.7. Action 19 : Identification de l'origine des adultes de saumon de retour

L'**identification de l'origine des adultes de retour** est un indicateur pour répondre à l'objectif de différenciation entre les saumons d'élevages et les natifs sauvages. L'INRA de Rennes a proposé une étude innovante en s'appuyant sur des outils génétiques récents, capables d'apporter des réponses auparavant hors de portée, pour aider à la gestion patrimoniale d'une espèce naturelle. Ainsi, le programme de traçabilité par assignation mené par le CNSS a conduit à génotyper tous les géniteurs (enfermés, reconditionnés et sauvages) ayant contribué aux reproductions artificielles depuis novembre 2008. Compte tenu du cycle de vie des saumons, les retours issus de ces reproductions ont commencé dès 2012. Les saumons reviennent après 1 an en eau douce et 2 ans en mer (1+ 2 HM) en 2012, 2 ans en eau douce et 2 ans en mer (2+ 2HM) en 2013, ainsi que ceux dévalant au stade smolt à 1 an et ayant passé 3 ans en mer (1+ 3HM) en 2013 et enfin 2 ans en eau douce et ayant passé 3 ans en mer (2+ 3HM) en 2014.



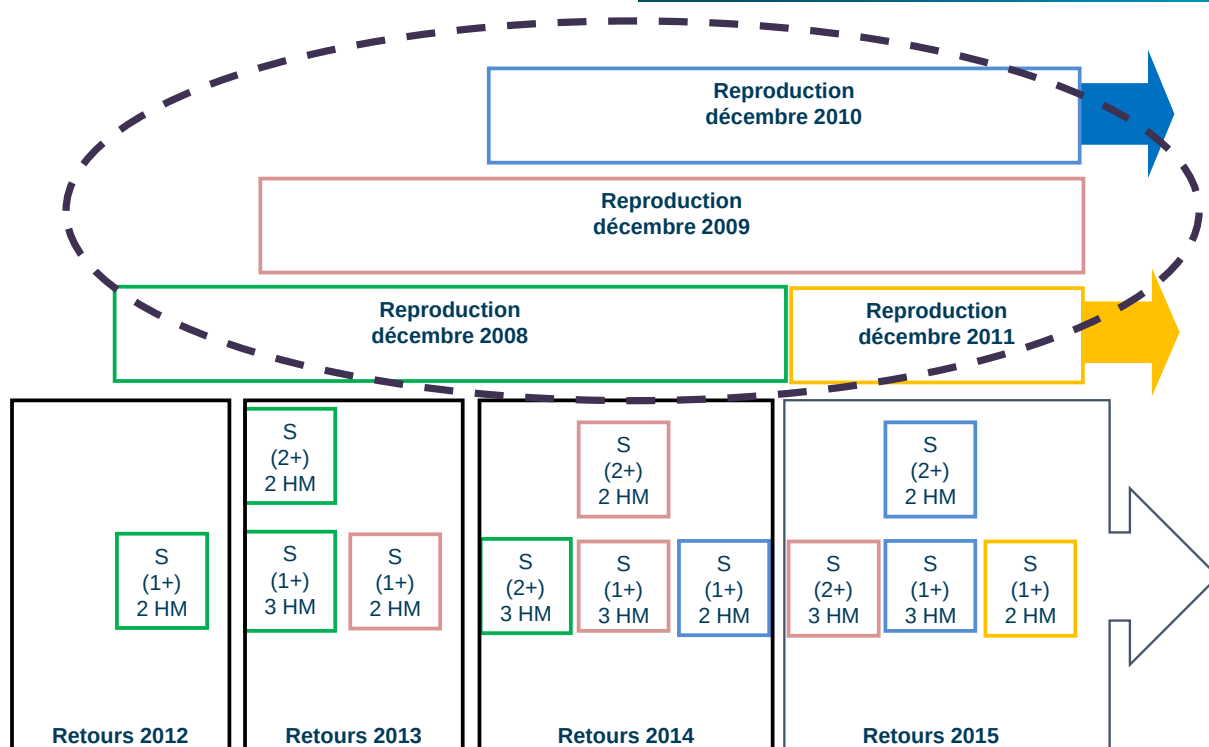


Figure 278 : Décomposition des retours en sous-cohortes par année de reproduction et identification des génotypes (Sources : Modifié d'après DREAL de Bassin)

L'assignation porte sur 14 loci microsatellites de l'ADN nucléaire, Il s'agit des mêmes marqueurs que ceux pris en compte dans le cadre du projet SALSEA, ce qui rend possible une comparaison avec les génotypes d'autres populations de saumons atlantiques européennes et nord-américaines.

L'identification de l'origine (sauvage / pisciculture) des géniteurs remontant dans l'Allier, peut être réalisée grâce à un échantillonnage de tissus biologiques assuré par une opération de piégeage complémentaire aux captures de la pisciculture, cette action permet d'obtenir un échantillon plus représentatif de la population migrante afin d'alimenter l'étude génétique en place.

7.7.1. Effort de piégeage

L'échantillon prélevé lors de la campagne 2015 doit-être le plus représentatif de la population étudiée. Ainsi, compte tenu de la série chronologique 1997-2014, pour couvrir l'ensemble de la période de migration, les captures doivent être effectuées du 1er janvier au 11 décembre (Figure 279). Dans un souci d'optimisation cette période peut être réduite à 90% de la migration soit du 12 mars au 6 juin (selon les années de la semaine 10 ou 11 à la semaine 23) (BACH et al., 2014).

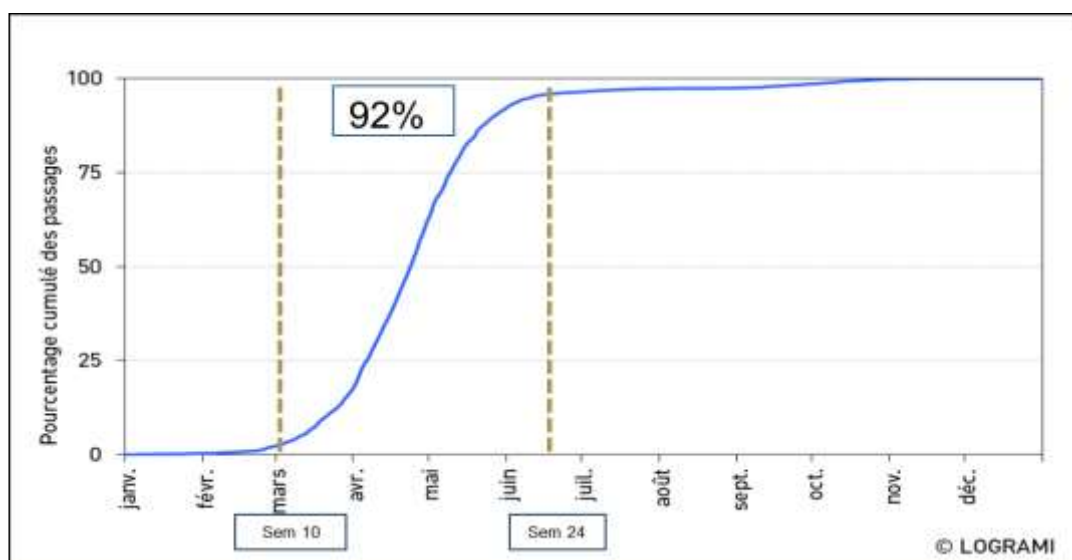


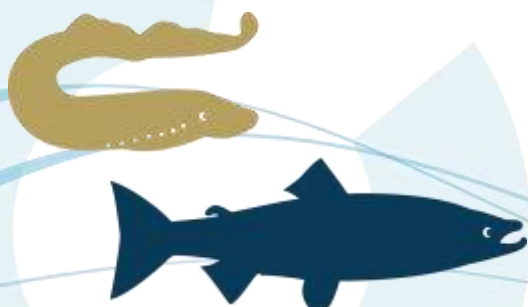
Figure 279 : Dynamique migratoire moyenne à Vichy sur la période 1997 – 2014

En 2015, malgré un allongement de la période de piégeage de 3 semaines par rapport à 2014 (début du piégeage en semaine 10 [contre la semaine 13 en 2014]) et pour atteindre un même objectif de 100 saumons capturés, un effort de piégeage moins important a été nécessaire (342h contre 373h en 2014) (Tableau 59). Ceci est principalement dû à une population migrante plus importante en 2015 : 1177 en 2015 contre 595 en 2014. Pour autant, en 2015, la part échantillonnée de la population migrante est légèrement moins importante qu'en 2014 (9,4 % contre 12,4 %).

Tableau 59 : Comparatif de l'effort d'échantillonnage entre les campagnes 2014 et 2015 (Sources : LOGRAMI)

	2014	2015
Nb jours de piégeage autorisés	39	45
Nb total jours de piégeage réalisés	35	37
Nb total d'heures de piégeage réalisées	374,19	346,32
Nb total de captures (CNSS+LOGRAMI)	74	110
Nb de passages	595	1177
Part de la population migrante à Vichy piégée	12,4%	9,3%

Les captures ont été réalisées au maximum 3 jours par semaine en respectant le calendrier CNSS-LOGRAMI défini dans l'arrêté. Pour LOGRAMI, le protocole a été constitué de 29 journées entières et 9 relèves après le CNSS de 16h à 18 heures. Les saumons ont été capturés entre 9 heures et 18 heures (Temps Universel, +2 heures).



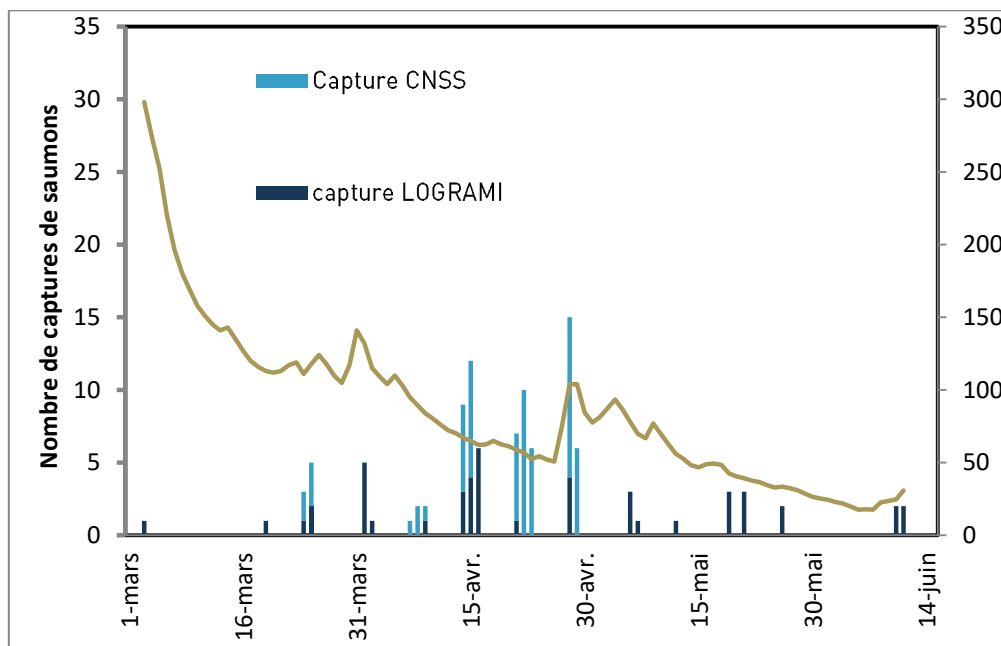


Figure 280: Histogramme des captures de saumons (LOGRAMI et CNSS) et débit de l'Allier

7.7.2. Représentativité de l'échantillon

7.7.2.1 Répartition des saumons migrants et piégés sur l'ensemble de la période de migration 2015

En 2015, 1177 saumons ont été comptabilisés dans les deux passes de Vichy. Cette migration est pour le moment, la 2ème plus importante depuis le début des comptages en 1997 (BACH et al., 2014) malgré un printemps et un été particulièrement chauds et secs. Les premiers individus migrants sont passés début janvier, avec une pause de mi-janvier à début-février (de la semaine 3 à la semaine 7) (Figure 281). La reprise de la migration s'est faite en mars. Le pic de migration est observé entre le 31 mars et le 16 mai (semaines 13 à 19). Durant cette période, 1004 saumons sont passés, soit 85,3 % de la population avec des pics à 75 individus le 17 avril, 75 le 18 avril et 85 le 27 avril.

Les résultats montrent qu'une partie de piégeage en début et en fin de période a échappé à l'échantillonnage. La campagne de piégeage s'étalant du 3 mars au 12 juin, les individus de début et de fin de cohorte n'ont pas été échantillonnés : 1,8% de la population migrante avant le 3 mars (21/1177) et 1,4% de la population migrante après le 12 juin (17/1177). L'allongement de la période de piégeage de 3 semaines (début mars) par rapport à 2014 a permis de mieux échantillonner les individus les plus précoces.

Il apparaît que le nombre de saumons est beaucoup plus important lors des jours sans piégeage, ceci relève un impact du piège sur le rythme de migration, phénomène déjà mis en évidence (BACH et al., 2014 et § 7.3). Le pic journalier de capture est constaté le 15 avril avec 12 individus.



Compte tenu des objectifs d'effectif fixé par l'arrêté à 100 individus capturés (comprenant les saumons de la pisciculture) rapidement atteints, l'effort de capture a été réduit de la semaine 19 à 21 afin de pouvoir échantillonner les individus jusqu'à la fin de la campagne de piégeage tout en respectant le quota.

Les captures réalisées en avril (70% des captures) sont fortes au regard de la population migrante à Vichy comptabilisée ce même mois (environ 60% des passages).

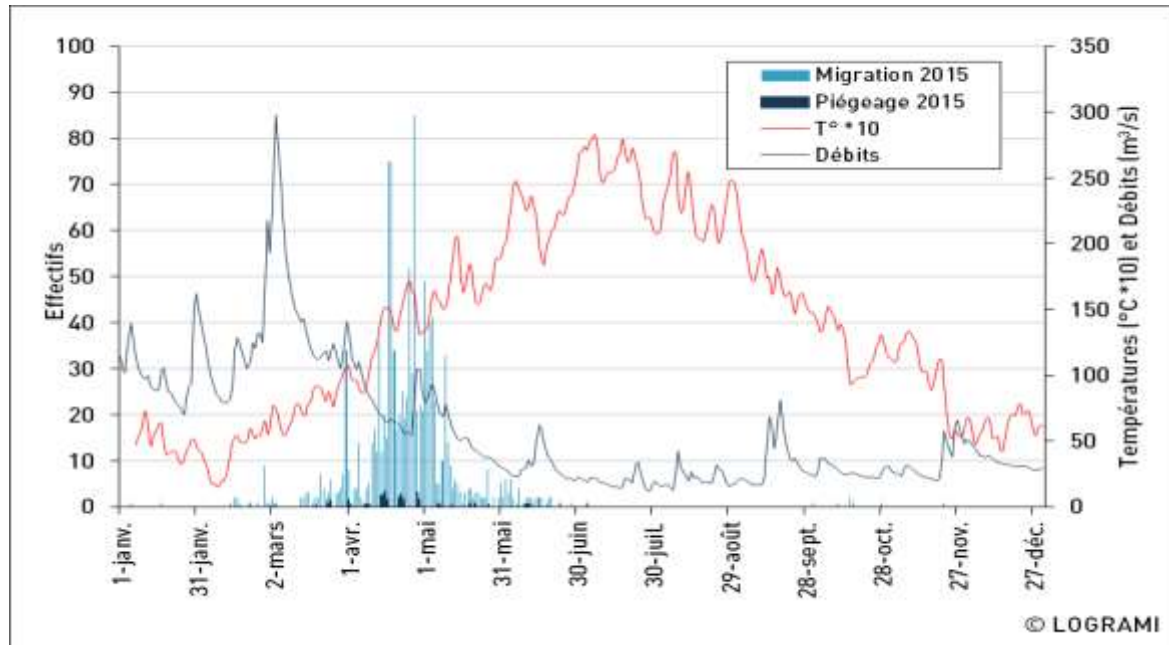


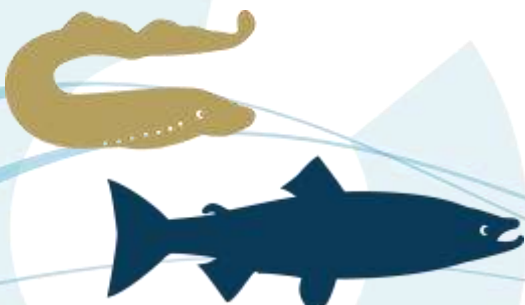
Figure 281 : Effectifs de saumons piégés et migrant sur la période de migration (début mars à fin juin) observée à Vichy en 2015

7.7.2.2 Comparaison des rythmes hebdomadaires

Compte tenu des migrations différentielles par âge et potentiellement par provenance, les captures afin d'être les plus représentatives possibles, doivent suivre au mieux la tendance des passages. La comparaison des pourcentages cumulés des passages de saumons avec ceux des captures permet de juger la qualité de l'échantillon. Ainsi, puisque l'échantillonnage mené en 2015 suit significativement la tendance des passages ($R^2 = 0,9945$) (Figure 282 et Tableau 60), il apparaît que l'échantillon prélevé représente de manière très satisfaisante le rythme de la migration permettant d'éviter les biais liés aux traits de vie individuels des poissons (âge et éventuelle différence de fitness sauvages/déversés).

Ceci est dû, tout d'abord au fait que seulement 20 saumons avaient déjà franchi le barrage de Vichy avant le début des opérations de piégeage. Par conséquent, la période d'échantillonnage qui représentait 98,3% des effectifs s'est révélée très favorable à un échantillonnage représentatif.

Ce résultat est aussi la conséquence de l'adaptation de l'effort d'échantillonnage face au risque d'atteinte prématurée du quota de 100 saumons capturés en raison d'un fort contingent migrant. Plus précisément, durant les semaines 15 à 18 un léger sur-échantillonnage est observé puis à contrario de la semaine 19 jusqu'à la semaine 20, l'effort de capture ayant dû être limité.



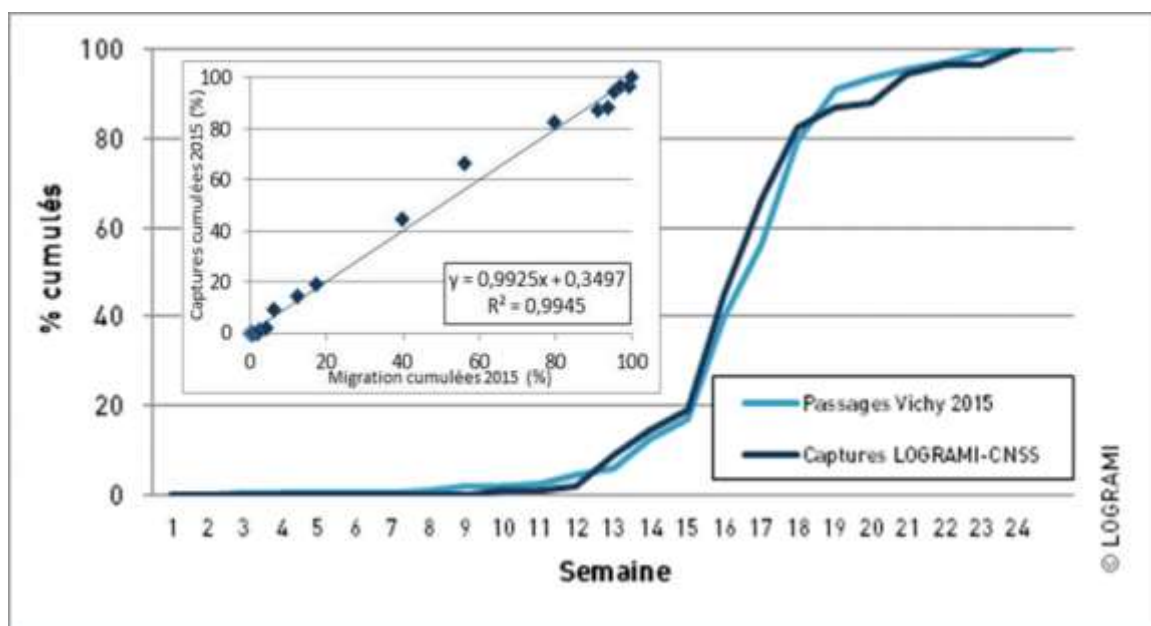


Figure 282 : Comparaison du rythme migratoire et des captures de saumons atlantiques à Vichy en 2015

Tableau 60 : Effectifs de saumons capturés en fonction des semaines et de sa représentativité (Source : LOGRAMI)

Captures CNSS / LOGRAMI															
N° semaine piégeage	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Nb saumons capturés	1	0	1	8	6	5	28	24	18	5	1	7	2	0	4
Nombre de passage à Vichy	3	7	19	21	72	58	264	189	273	133	31	21	20	23	10
Nombre cumulé de saumons capturés	1	1	2	10	16	21	49	73	91	96	97	104	106	106	110
Nombre cumulé de passages à Vichy	24	31	50	71	143	201	465	654	927	1060	1091	1112	1132	1155	1165
Rapport passages cumulés/captures cumulées	4,2	3,2	4,0	14,1	11,2	10,4	10,5	11,2	9,8	9,1	8,9	9,4	9,4	9,2	9,4

7.7.2.3 Comparaison des classes d'âges

La répartition des saumons capturés en 2015 par âge de mer est la suivante (Tableau 61) :

- 0 saumon de 1 an (1 été) de mer (0 %)
- 75 saumons de 2 ans (2 étés) de mer (68,2 %)
- 35 saumons de 3 ans (3 étés) de mer (31,8 %)

Tableau 61 : Comparaison des effectifs des classes de tailles des saumons migrants observés à Vichy en 2014 avec les individus piégés (Source LOGRAMI)

	1 été	2 étés	3 étés	total
Migration 2015	12	840	325	1177
Piégeage 2015	0	75	35	110

La répartition des classes d'âge de la cohorte 2015 suit la même tendance que celle des individus piégés (Figure 283). En effet, nous constatons une prédominance des saumons ayant passé 2 étés en mer qui

représentent 71,4 % des passages enregistrés contre 27,6 % pour les saumons de 3 étés de mer. Seulement 12 saumons d'un été de mer ont franchi Vichy en 2015.

Si nous comparons la répartition annuelle par classe d'âge de mer, nous observons une sous-représentation des saumons de 2 étés de mer au profit des saumons de 3 étés de mer dans l'échantillon des captures. Il n'est pas surprenant de ne pas avoir capturé de saumon de 1 été de mer, étant donné que sur l'axe Loire-Allier, les proportions de ces individus y sont très faibles 1% en 2015 (N=12).

Dans l'échantillon, un saumon représente 0,9 %. Ainsi, les écarts observés (4% environ) entre échantillon et migration ne représentent que 4 saumons. L'hypothèse privilégiée expliquant ce résultat est la diminution de l'effort de piégeage en deuxième partie de saison de migration qui correspond classiquement à des passages majoritairement constitués d'individus de 2 étés de mer (BACH et al., 2014).

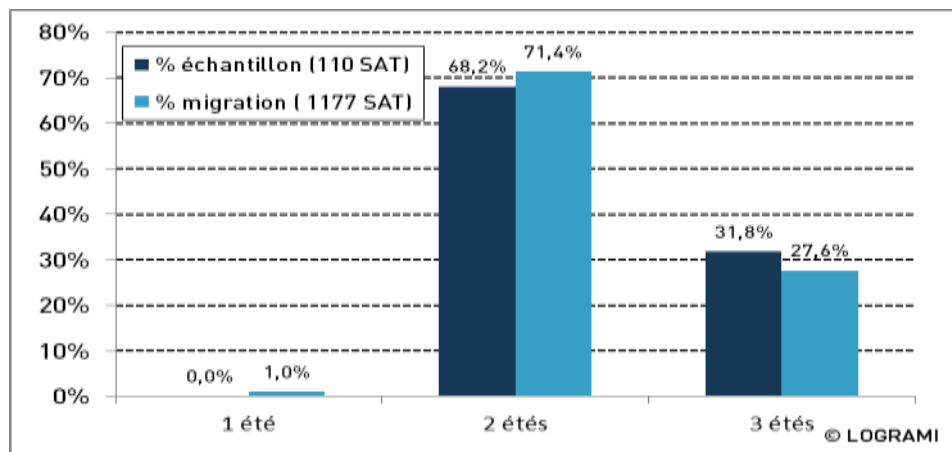


Figure 283 : Comparaison de la répartition des classes de tailles des saumons migrants observés à Vichy en 2015 avec les individus piégés

7.7.2.4 Comparaison des individus avec et sans adipeuse

Pour les poissons capturés sans nageoire adipeuse, l'origine de pisciculture est déjà connue. Ces poissons ne devraient pas entrer dans l'échantillon des 100 poissons nécessaires à l'étude génétique dirigée par l'INRA. En revanche, il reste intéressant de faire les prélèvements sur ces poissons pour confirmer la validité des génotypes.

13 saumons sur 110 soit 11,8 % des saumons capturés ne présentaient pas de nageoire adipeuse. L'échantillon piégé sur la période de migration (03/03 au 12/06) représente 14,3% de la population migrante sans adipeuse (soit 12 saumons piégés sur 172 individus sans adipeuse passés).

La répartition des saumons capturés sans adipeuse par âge de mer est la suivante (Tableau 62) :

- 0 saumon de 1 an (1 été) de mer (0 %)
- 5 saumons de 2 ans (2 étés) de mer (38,5 %)
- 8 saumons de 3 ans (3 étés) de mer (61,5 %)

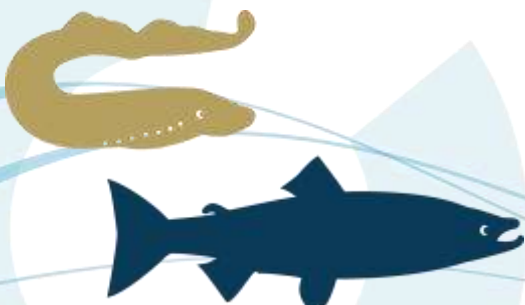


Tableau 62 : Comparaison des effectifs par classes de tailles des saumons sans adipeuse (AD) observés à Vichy en 2015 avec les individus piégés (Source LOGRAMI)

	1 été	2 étés	3 étés	total
Migration sans AD 2015	3	106	64	173
Piégeage sans AD 2015	0	5	8	13

Concernant la présence ou l'absence de nageoire adipeuse, 11,8% des saumons en étaient dépourvus dans l'échantillon contre 14,6% de la population (une incertitude persiste néanmoins pour deux individus capturés par le CNSS dont la présence ou non de la nageoire adipeuse n'a pas été communiquée).

En terme de structuration en âge des individus sans adipeuse, l'échantillon paraît peu représentatif de la population migrante avec déficit de 2 ans de mer et surplus de 3 ans de mer (Figure 284). Ce résultat est très probablement induit par la diminution de l'effort en fin de période qui a eu pour conséquence un sous échantillonnage des individus de 2 ans de mer sans adipeuse.

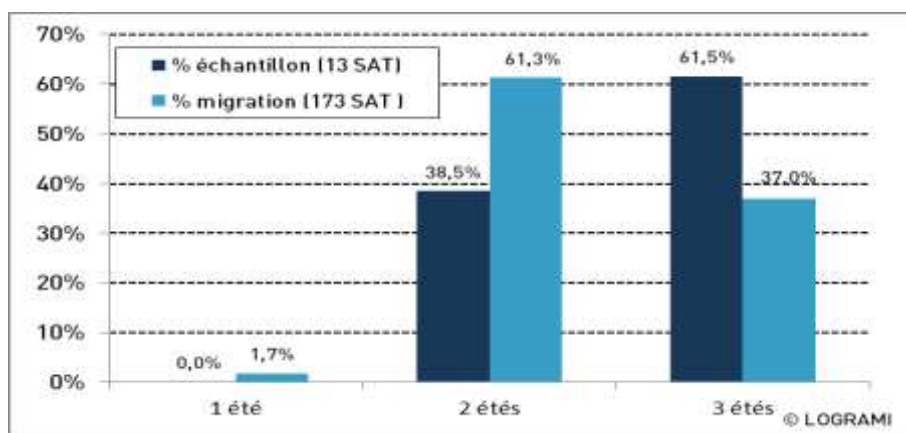


Figure 284 : Comparaison de la répartition des classes de tailles des saumons sans adipeuse (AD) observés à Vichy en 2015 avec les individus piégés

7.7.3. Etat sanitaire de l'échantillon

Lors de l'échantillonnage l'état sanitaire des poissons est relevé. Des classes ont été effectuées afin de qualifier de façon standard les observations :

- 🔵 A= Etat très satisfaisant
- 🔵 B= Etat satisfaisant : écaillage partiel, blessures bénignes
- 🔵 C= Etat moyen : plaies, rougeurs, écailles manquantes, nageoires abîmées
- 🔵 D= Etat préoccupant : lésions importantes, écaillages, nageoires abîmées
- 🔵 E= Etat alarmant : état général très dégradé, survie compromise

Ainsi, à partir des 46 saumons échantillonnés en 2015 par LOGRAMI, il en ressort que la majeure partie (54,3%) des individus sont jugés en état « satisfaisant » (B).



4,3% des saumons sont jugés en état « très satisfaisant » (A), 26,9% des individus sont jugés en état « moyen » (C) et 10,9% sont jugés en état « préoccupant » (D).

Durant la campagne de piégeage 2015, aucun saumon n'a été jugé en E (état général très dégradé pouvant compromettre leur survie).

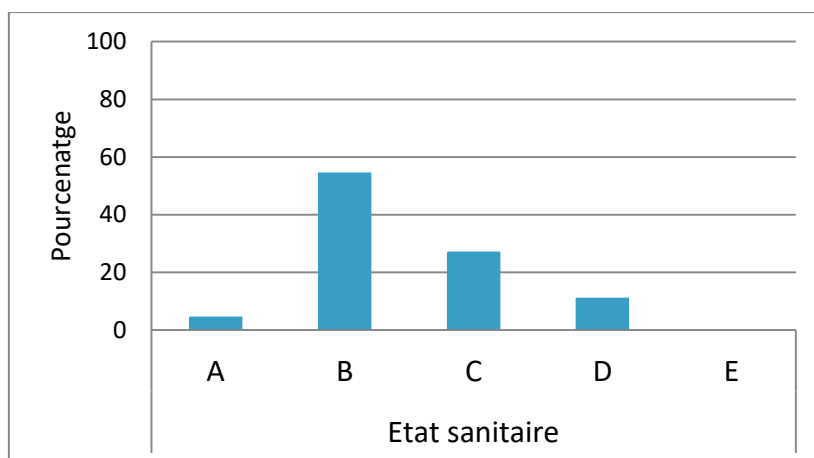


Figure 285 : Etat sanitaire des saumons capturés





Figure 286 : Photographies des saumons capturés

**L'évaluation de l'efficacité des
programmes de soutien d'effectifs
(saumon atlantique)**

321



7.7.4. Bilan de l'étude d'assignation (rappel des résultats de l'INRA)

En 2009, 2010 et 2011, des échantillons ont été prélevés sur 242 géniteurs de retour (dont 133 capturés à Vichy pour leur transfert au CNSS), les autres saumons (N=109) issus des études portées par LOGRAMI ont été systématiquement remis à l'eau. Les analyses de ces échantillons permettent de donner des informations sur les génotypes sauvages et de renforcer la précision de l'assignation.

Afin de pouvoir extrapoler le résultat de l'assignation des saumons échantillonnés à l'ensemble de la cohorte, il convient de disposer d'une représentation équilibrée des quatre fractions de cette cohorte. Ainsi, pour suivre la reproduction de 2008, il s'agit d'obtenir des échantillons de 2012 à 2014.

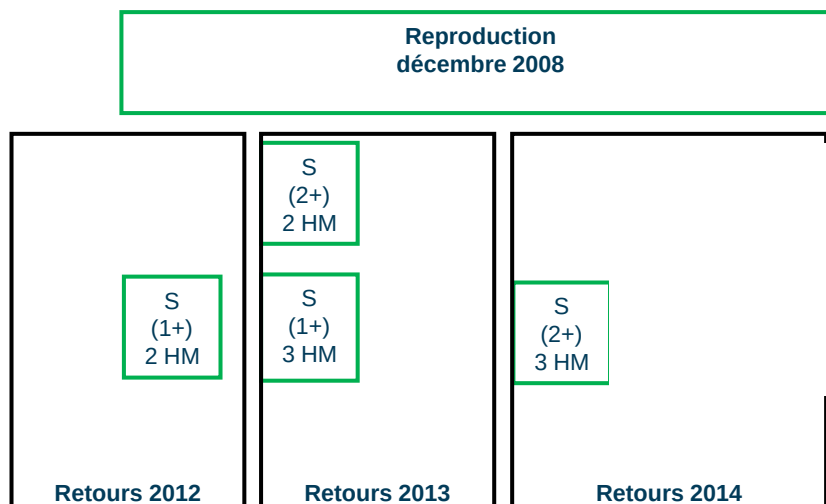


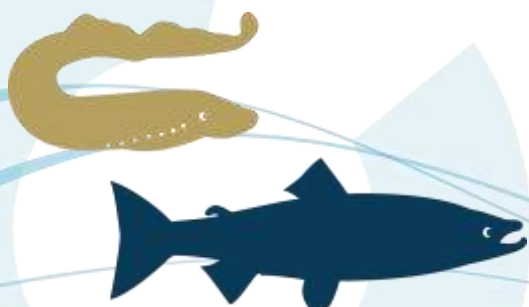
Figure 287 : Décomposition des retours en sous-cohortes pour la reproduction 2008 et identification des génotypes (Sources : Modifié d'après DREAL de Bassin)

En 2012, sur 93 individus capturés sur la Sioule et l'Allier 21 adultes ont pu être génotypés correspondant au retour des individus issus de la reproduction de 2008, dévalant au stade smolt à 1 an et ayant passé 2 ans en mer. Parmi eux, 9 provenaient de pisciculture soit 43%.

En 2013, sur les 63 individus capturés à Vichy, 39 ont fait l'objet d'une analyse correspondant aux retours attendus de la reproduction 2008. Ils correspondent d'une part au retour des individus dévalant au stade smolt à 2 ans et ayant passé 2 ans en mer et d'autre part au retour des individus dévalant au stade smolt à 1 an et ayant passé 3 ans en mer. Sur cette partie de retour de la reproduction de 2008, 15 sont issus des déversements au stade alevins soit 38%.

En 2014, parmi les 74 individus capturés, 39 ont fait l'objet d'assignation. Ils correspondent au retour des individus dévalant au stade smolt à 2 ans et ayant passé 3 ans en mer. Il en résulte que 24 d'entre eux sont issus des déversements au stade alevin (36%).

Tableau 63 : Proportions d'individus issus de pisciculture (déversement stade alevin) comparativement aux individus assignés (Sources INRA)



Reproduction 2008	Effectifs de pisciculture / nombre d'assignations	%
2012 (1E2M)	9/21	43%
2013 (2E2M et 1E3M)	15/39	38%
2014 (2E3M)	24/66	36%

Les premiers résultats semblent donc démontrer une participation par cohorte de l'ordre de 40% issus de retour d'alevins déversés.

7.7.5. Conclusion

Conformément aux recommandations des groupe de travail et à l'invitation de l'INRA, cette campagne participe à renforcer l'assignation génétique. L'action procure une taille d'échantillon plus élevée que le prélèvement pour la pisciculture d'une part et d'autre part, compte tenu de la migration différentielle des saumons en fonction de l'âge et potentiellement de leur origine, l'échantillon génétique doit refléter au plus près la population migrante afin de pouvoir extrapoler les résultats de l'étude à l'ensemble de la population Loire-Allier.

Afin d'obtenir un échantillon représentatif de la dynamique migratoire (**objectif qualitatif**) et suffisamment conséquent pour être statistiquement robuste (**objectif quantitatif**), **l'étalement des captures de la semaine 10 à la semaine 24 en 2015 (3 semaines supplémentaires en début de période) s'est avéré bénéfique**. En effet, l'échantillon 2015 représente de manière très satisfaisante le rythme de la migration de la population migrante à Vichy et s'approche significativement de sa composition en classes d'âge de mer. Ceci garantit la fiabilité de l'interprétation des analyses génétiques sur la population migrante.

A l'issue des campagnes précédentes, nous disposons d'échantillons génétiques pour l'ensemble de la reproduction 2008.

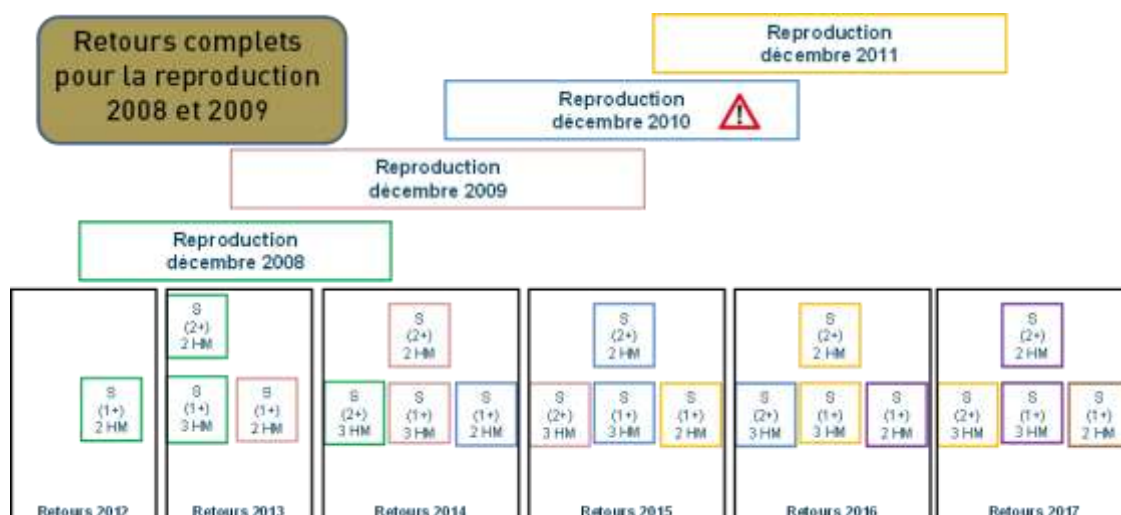


Figure 288 : Décomposition des retours en sous-cohortes pour les reproductions de 2008 à 2011 et identification des génotypes par année de retour (Sources : Modifié d'après DREAL de Bassin)

La complémentarité des captures réalisées par LOGRAMI (en début et fin de période de migration printanière) avec celles effectuées par le CNSS pour les besoins de la pisciculture (qui sont plus centrées sur le pic de migration) est donc essentielle. En effet, les captures pour la pisciculture présentent une **restriction calendaire et horaire ne permettant pas d'avoir ni les quantités ni la représentativité de la population migrante à Vichy sur la saison de migration.**

L'opération d'échantillonnage menée en 2015 dans le cadre de cette étude a permis de fournir un nombre conséquent d'échantillons génétiques (n= 46) qui s'ajoutent aux précédents. **L'année 2015 permettra de compléter les échantillons thésaurisés par l'INRA afin d'obtenir une analyse pour une seconde cohorte issue de la reproduction 2009 s'étalant sur des retours en 2013, 2014 et 2015.** Enfin, l'année 2016, bénéficiant également d'un complément de piégeage par LOGRAMI garantira l'obtention des retours issus de l'ensemble de la reproduction 2010 qui s'échelonne sur 2014, 2015 et 2016. Cette cohorte sera particulièrement intéressante à étudier dans la mesure où le nombre de géniteurs à Vichy en 2010 est le plus faible de l'ensemble de la série chronologique depuis 1986 (=227 saumons).

7.8. Action 20 : La dynamique migratoire génésique selon l'origine des saumons

Cette action consiste à analyser les dynamiques migratoires des saumons grâce à la connaissance de leur origine. Trois catégories de poissons pourront alors être identifiées :

- 🔍 Les individus de retour issus des déversements aux stades alevins (à partir du sous échantillon génotypé)
- 🔍 Les individus de retours issus des déversements au stade pré-smolt par identification de l'ablation de la nageoire adipeuse (échantillon complet de la population migrante)
- 🔍 Les alevins natifs (à partir du sous échantillon génotypé)

Cette action permet d'établir des bilans en termes de fitness des poissons issus d'élevage selon leur stade et comparativement aux individus natifs.

7.8.1. Dynamique migratoire des saumons issus des déversements au stade alevins

La dynamique migratoire aux stations de comptage des saumons issus de déversements au stade alevins peut être comparée avec celle des saumons de la reproduction naturelle. Les données d'identification des poissons n'est pas disponible les années antérieures mais cette analyse peut être effectuée en 2014. En effet, l'indentification de la provenance des individus capturés lors de la



campagne 2014 à la station de comptage de Vichy nous a été communiquée (OGER A. & E. EVANNO, 2015).

Au total, sur les 74 saumons capturés en 2014, seul 66 individus ayant une adipeuse ont fait l'objet de cette analyse. L'assignation génétique fait état de 40 saumons issus de la reproduction naturelle (60%) contre 24 issus des déversements au stade alevin (40%). Elle confirme les résultats précédents présentés en comité en octobre 2014 par l'INRA qui indiquait que sur 21 individus d'un an de rivière et de deux ans de mer de la cohorte 2009 échantillonnés en 2012, 9 étaient issus du CNSS (43% avec 5 capturés à Vichy et 4 sur la Sioule en 2012) et que sur les 39 individus de 2 ans d'eau douce et de 2 ans de mer et 1 an d'eau douce et 3 ans de mer de la cohorte 2009 échantillonnés en 2013, 15 étaient issus du CNSS (39%).

Une première comparaison est réalisée par semaine de migration. Etant donné le faible échantillon (n=66), les semaines avec moins de 3 saumons capturés ont été retirées du traitement (semaine : 13, 16, 21 et 24).

Nous constatons que la part de saumons issus de la pisciculture augmente au fur et à mesure de la saison passant de 29% la semaine 14 à plus de 53% la semaine 22 (Figure 289). **Les individus issus des déversements au stade alevins migrent plus tardivement que les individus issus de la reproduction naturelle.**

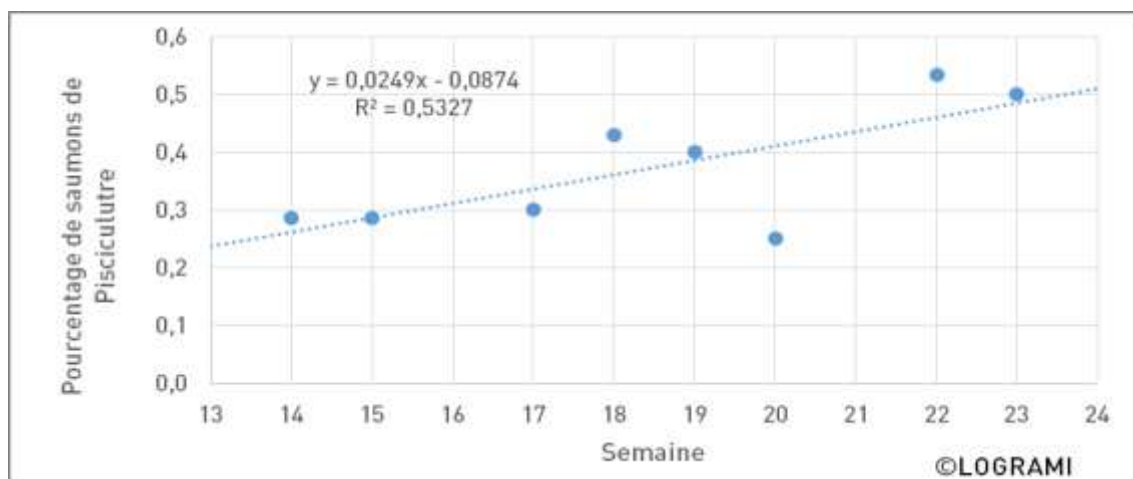


Figure 289 : Evolution de la part de saumons issus des déversements au stade alevins par semaine de piégeage à la station de Vichy en 2014

Une seconde comparaison est réalisée par date de passage. En 2015, les rythmes migratoires des saumons issus de la reproduction naturelle sont plus précoces et présentent un décalage de plusieurs jours. En effet, les saumons issus du plan de déversement au stade alevins sont en retard par rapport aux saumons issus de la reproduction naturelle (Figure 290). Ce retard est quasi-constant tout le long de la migration (15 jours à 25 % de la migration, 15 jours à 50 % et 9 jours à 75 %). Cette avance migratoire va diminuer et s'inverser en toute fin de migration suite à un sous échantillonnage de la population pour respecter le quota de capture (2 jours à 90 % de migration).

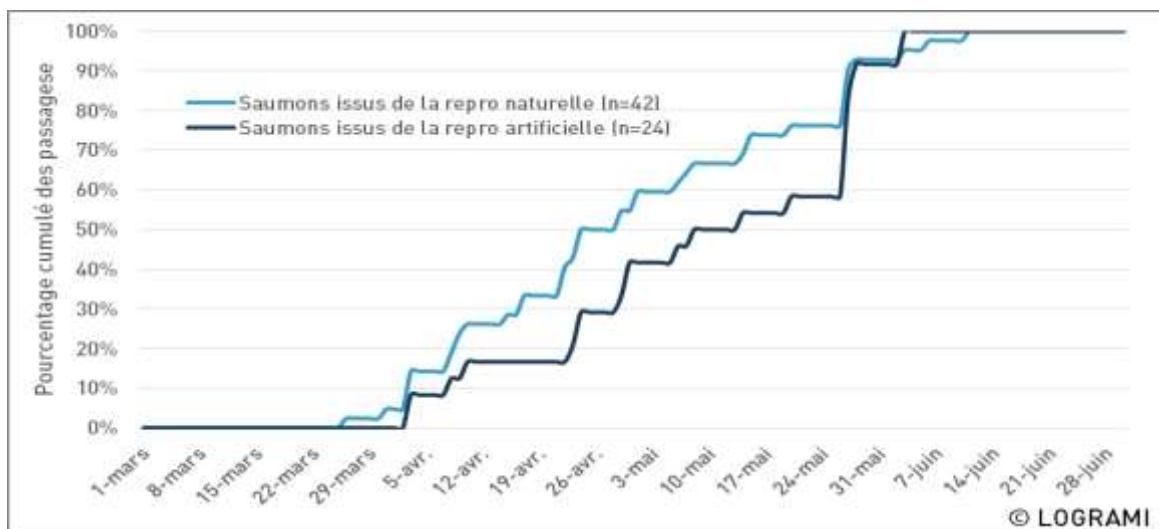
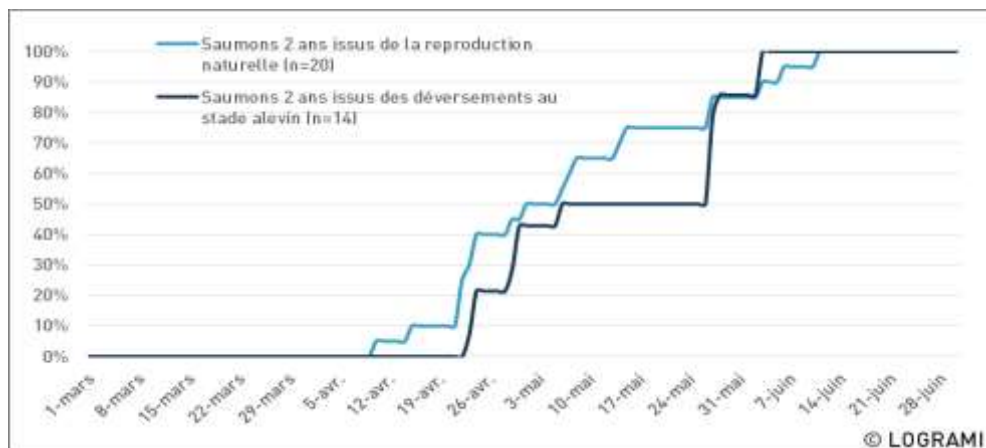


Figure 290 : Comparaison des rythmes de migration à la station de comptage de Vichy entre les saumons issus des déversements au stade alevins et ceux d'origine naturelle en 2014

Une troisième comparaison est réalisée par classes d'âge des saumons. Nous relevons que pour l'année 2014 les individus de 2 ans et 3 ans de mer, issus du plan de déversement au stade alevin, sont en retard par rapport aux saumons d'origine naturelle (Figure 291).

Ce retard semble s'accroître enfin de migration pour les saumons de 2 ans et en milieu de migration pour les saumons de 3 ans de mer :

- Saumons de 2 ans : 8 jours à 25 % de la migration, 5 jours à 50 % et 13 jours à 75 %
- Saumons de 3 ans : 6 jours à 25 % de la migration, 30 jours à 50 % et 20 jours à 75 %



2 ans de mer



3 ans de mer

Figure 291 : Comparaison des rythmes de migration à la station de comptage de Vichy entre les saumons issus des déversements au stade alevin et ceux issus de la reproduction naturelle en 2014.

7.8.2. Dynamique migratoire des saumons issus des déversements au stade pré-smolt

La dynamique migratoire aux stations de comptage des saumons issus de déversements au stade smolt peut être comparée avec celle des saumons d'autres origines (reproduction naturelle ou déversement à d'autres stades). Cette comparaison est réalisée par bassin et par âge de mer de manière à s'affranchir des décalages migratoires en fonction de la localisation et de la classe d'âge.

7.8.2.1 Sur le bassin Creuse-Gartempe à Descartes

Le marquage par ablation de la nageoire adipeuse des smolts n'étant réalisé que depuis 2009 sur la Gartempe, les premiers retours de saumons marqués ont été enregistrés en 2011 pour les 2 ans de mer et en 2012 pour les 3 ans de mer. Pour pouvoir obtenir une dynamique migratoire, il a été décidé de conserver seulement les années avec plus de 10 passages de saumons sans adipeuse dans la même classe d'âge. Ainsi seules les données de passages des deux ans de mer de 2014 et 2015 et des trois ans de mer de 2015 sont analysées.



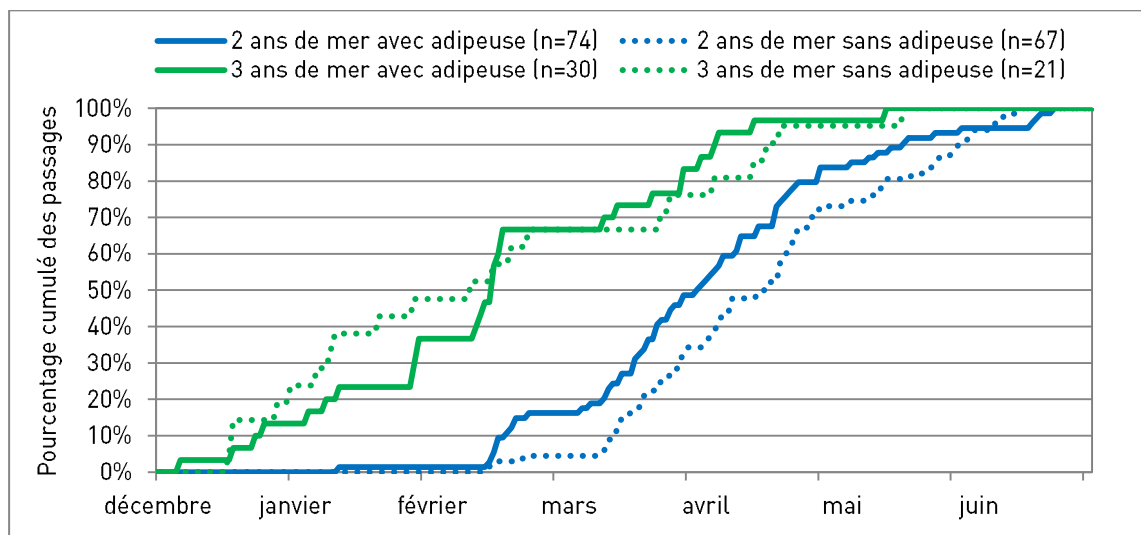


Figure 292 : Comparaison des rythmes de migration à la station de comptage de Descartes entre les saumons issus des déversements au stade smolt (sans adipeuse) et ceux d'une origine différente (avec adipeuse) en 2015

En 2015, les rythmes migratoires des saumons de deux ans de mer sont similaires mais présentent un décalage de plusieurs jours suivant leurs origines. En effet, les saumons sans adipeuse, issus du plan de déversement au stade smolt, sont en retard par rapport aux saumons d'autres origines (Figure 292). Ce retard est quasi-constant tout le long de la migration (20 jours à 25 % de la migration, 17 jours à 50 % et 17 jours à 75 %). Le même constat a été fait en 2014, où un décalage durant toute la migration a aussi pu être observé entre les saumons de deux ans de mer avec ou sans adipeuse (retard de 8 jours à 25 %, 16 jours à 50 %, et 11 jours à 75 %).

Les saumons sans adipeuse de trois ans de mer sont plus précoces en début de période de migration 2015 (23 jours d'avance à 25 % de migration). Cette avance migratoire va diminuer au fil de la saison (4 jours à 50 % de migration), jusqu'à s'inverser en fin de période (5 jours de retard à 75%). Cette précocité est contraire avec les observations historiques réalisées sur le bassin de l'Allier, où les saumons de trois ans de mer sans adipeuse ont un retard constant. Il est possible qu'en début de migration le décalage entre saumons de différentes origines soit plus atténué sur le bas du bassin, cette hypothèse reste cependant à confirmer.

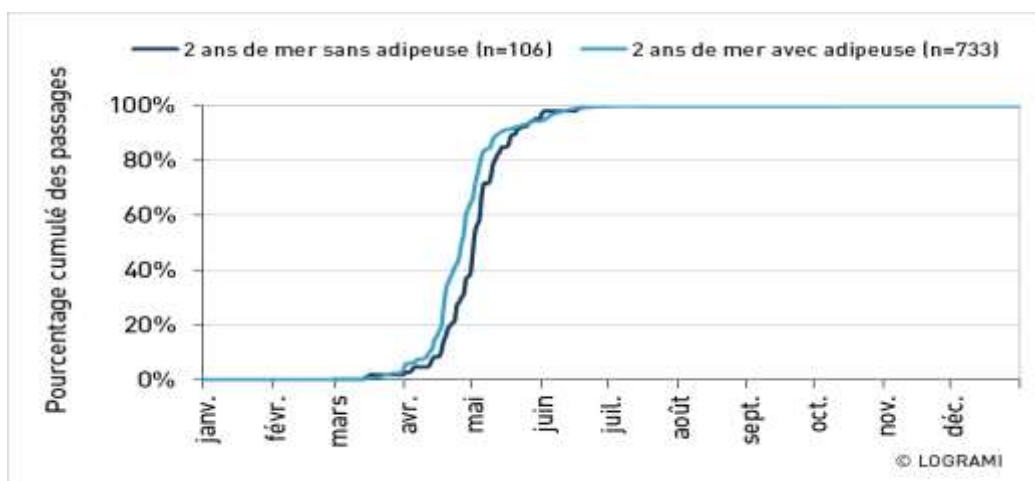
7.8.2.2 Sur le bassin de l'Allier à Vichy

A la station de comptage de Vichy, les rythmes migratoires des saumons issus de déversements de smolts et d'origine différente (reproduction naturelle ou déversement à d'autres stades) ont été comparés en fonction de l'âge de mer afin de limiter l'effet du décalage migratoire existant entre les deux classes d'âge.

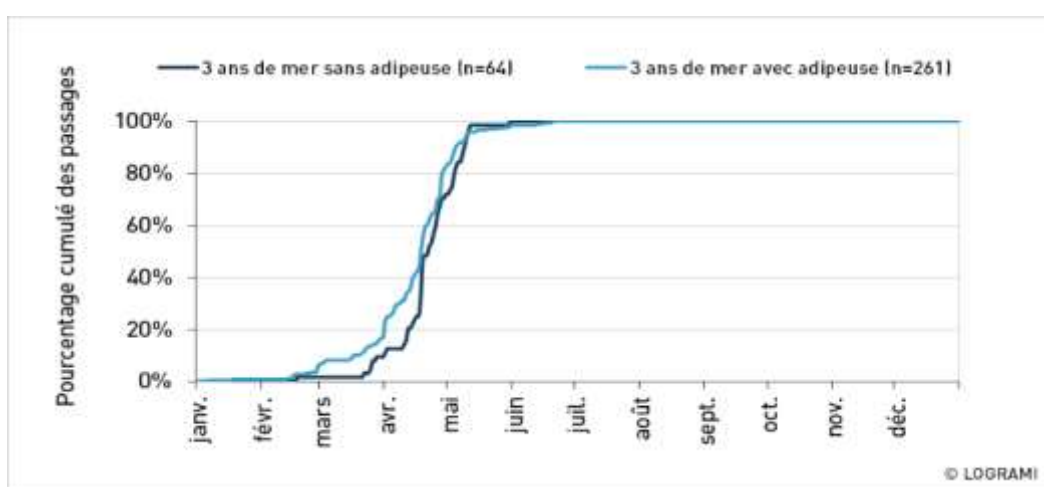
Pour les individus de 2 étés et 3 étés de mer, nous constatons que le rythme migratoire est plus précoce de quelques jours chez les individus avec adipeuse que chez les individus sans adipeuse sur l'ensemble de la période de migration.

Ce retard migratoire des individus sans adipeuse atteint 6 jours chez les saumons de 2 étés de mer et 4 jours chez les 3 étés de mer pour 50 % des passages de la population migrante (Figure 293).





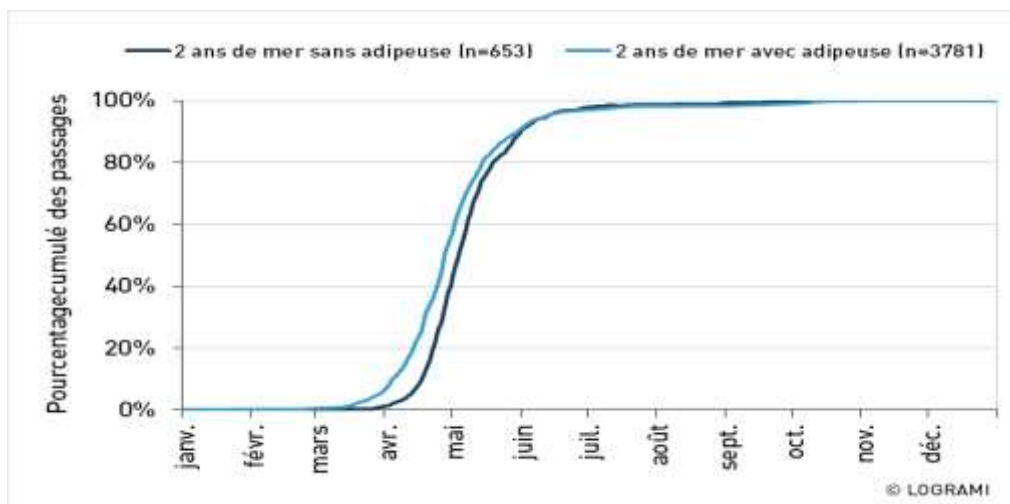
2 ans de mer



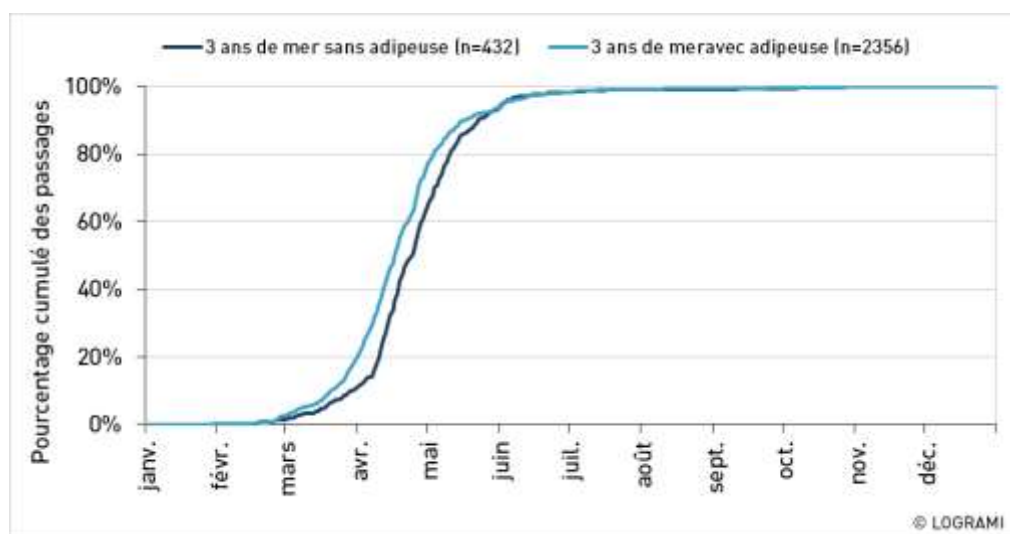
3 ans de mer

Figure 293 : Comparaison des rythmes de migration à la station de comptage de Vichy entre les saumons issus des déversements au stade smolt (sans adipeuse) et ceux d'une origine différente (avec adipeuse) en 2015.

Ces résultats obtenus en 2015 confirment les observations faites depuis plusieurs années (BACH et al, 2010). En effet, depuis les premiers retours des saumons issus des déversements de smolts, le retard migratoire des individus sans adipeuse atteint 7 jours chez les saumons de 2 étés de mer et 9 jours chez les 3 étés de mer pour 50 % des passages de la population migrante (Figure 294).



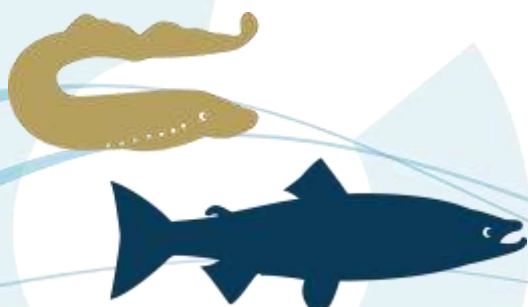
2 ans de mer (Période 2005-2015)

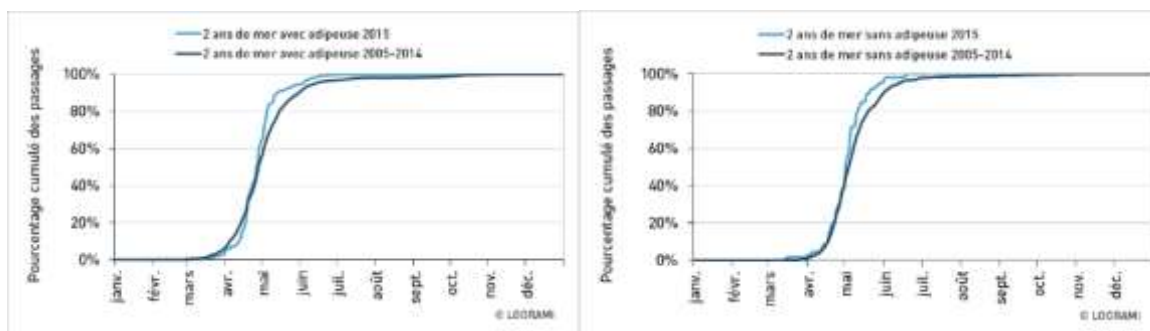


3 ans de mer (Période 2006-2015)

Figure 294 : Comparaison des rythmes de migration à la station de comptage de Vichy entre les saumons issus des déversements au stade smolt (sans adipeuse) et ceux d'une origine différente (avec adipeuse) pour la période 2005-2015 (2 ans de mer) / 2006-2015 (3 ans de mer)

Les rythmes migratoires des saumons de 2015 ont été comparés aux données historiques de la station de Vichy en fonction de l'âge de mer et de présence ou non de l'adipeuse (Figure 295 et Figure 296). On s'aperçoit que quel que soit l'âge de mer des individus et la présence ou non de l'adipeuse, les rythmes de migrations 2015 sont similaires avec un arrêt de la migration plus précoce suite aux fortes chaleurs de l'été.

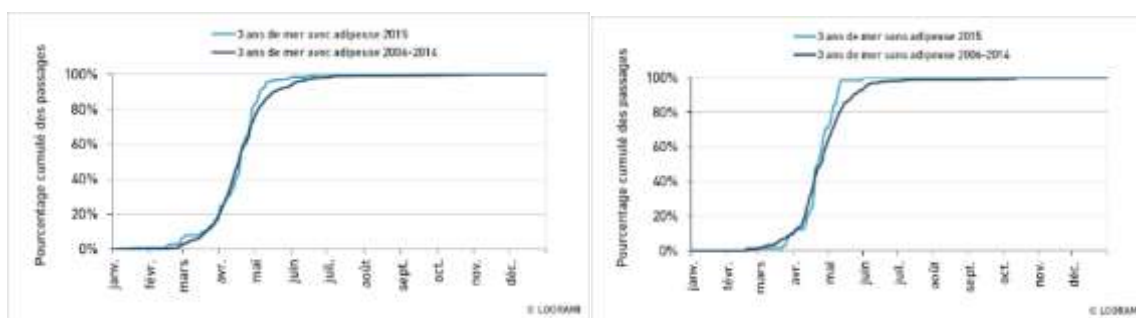




Avec Adipeuse

Sans Adipeuse

Figure 295 : Comparaison des rythmes de migration à la station de comptage de Vichy entre la migration 2015 et les données historiques (2005-2014) pour les saumons de 2 ans de mer avec et sans adipeuse



Avec Adipeuse

Sans Adipeuse

Figure 296 : Comparaison des rythmes de migration à la station de comptage de Vichy entre la migration 2015 et les données historiques (2005-2014) pour les saumons de 3 ans de mer avec et sans adipeuse

7.8.3. Conclusion sur la dynamique migratoire des saumons issus des déversements

Des écarts de dynamique migratoire semblent être observés à la fois sur les retours issus d'alevins et de smolts déversés.

Ces constats réalisés à la fois sur le bassin Creuse-Gartempe (smolts) et le bassin de l'Allier (alevins et smolts déversés), peuvent paraître minimes mais ont des conséquences importantes pour la survie des poissons. En effet, les saumons arrivant tardivement ont de grands risques de s'arrêter dans des zones de survie estivale réduite. Il est ainsi probable que la mortalité estivale des saumons issus du plan de déversement au stade smolt (voir alevin) soit plus élevée que celles des saumons issus d'autres origines.



8. Valorisation des connaissances et sensibilisation des acteurs à la gestion des poissons migrateurs, Action 21

8.1. Valorisation des données et résultats par Logrami

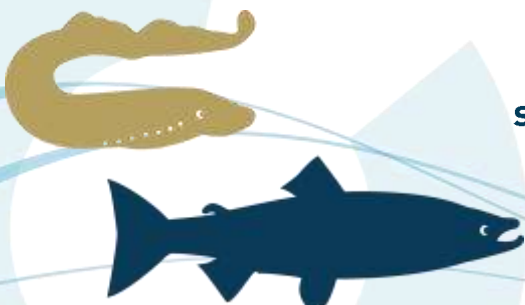
8.1.1. Valorisation internationale et nationale

La valorisation des informations recueillies dans le cadre de ce projet est réalisée de différentes façons :

- Les informations sont portées à la connaissance afin d'enrichir les plans et rapports notamment dans le **cadre de l'OCSAN** (Organisation de Conservation du Saumon de l'Atlantique Nord) et de la révision du plan de gestion français du saumon. L'association Migrateurs a en effet proposé lors du comité de la Stratégie Nationale Poissons Migrateurs (STRANAPOMI) du 7 février 2013 de participer à la rédaction des documents en collaboration avec l'ONEMA, le chef de file.
- Les informations issues des stations de comptage sont utilisées dans le cadre d'une **thèse sur les « Migrations des poissons amphihalins : étude comparée des fluctuations d'abondances des populations et de la phénologie migratoire en France et en Europe » (2015-2018)**. Ce travail permettra notamment de mieux appréhender les fluctuations des populations observées et de déterminer si ces fluctuations sont dues à des facteurs internes à chaque bassin ou à des facteurs plus globaux.
- De plus, les informations obtenues dans le cadre de cette étude sont mises à disposition des **autres réseaux portés par les associations migrateurs** afin de permettre une **comparaison inter-système** tant en terme de continuité que de qualification de l'état de santé des espèces.



Valorisation des connaissances et
sensibilisation des acteurs à la gestion
des poissons migrateurs, Action 21



En effet, de nombreuses informations sont collectées par les associations migrateurs de France. Ces dernières années, avec la thésaurisation des données chronologiques, des besoins de centraliser et valoriser les données à l'échelle nationale ont été plus prégnants. De plus les associations migrateurs ont pour objectif de traduire l'information auprès des gestionnaires mettant en œuvre des actions et des mesures de protection : COGEPOMI, collectivités... Il est alors apparu une nécessité de mettre à disposition des outils de valorisation de la donnée et de synthèse à une échelle plus vaste que le bassin versant. Un premier travail a été initié en 2009 avec l'ONEMA, et l'IAV (STACOMI) sur les données de stations de comptage (SIE). Des échanges sur la collecte de données et les besoins de bancarisation se sont poursuivis jusqu'à la proposition d'un groupe de travail «Indicateurs» porté par les Associations Migrateurs en 2012.

Depuis lors, des rencontres du groupe de travail ont portés sur

-  des échanges sur la construction des indicateurs et programmes Tableaux de bord et observatoires,
-  les connaissances des études et suivis des Associations Migrateurs,
-  l'harmonisation des indicateurs et de leur présentation,
-  l'inventaire des indicateurs utilisés par les Associations Migrateurs (66 fiches),
-  la comparaison des indicateurs communs entre les Associations Migrateurs.

Ce travail collaboratif entre Associations Migrateurs productrices de données scientifiques permet une mutualisation et un partage des compétences, des protocoles, des méthodes, des outils d'analyse des données, des outils de diffusion et valorisation des données, une mise en contexte des résultats locaux et un pas vers l'harmonisation de la collecte des données.



Contexte

- Stations de comptage (toutes espèces) ◆
- Passes-pièges et stations anguille △

Légende

- △ Passes-pièges à anguilles
- ◆ Stations de comptage
- Cours d'eau > 100 km (SANDRE)
- ▭ Bassins versants principaux
- Associations Migrateurs (par départements)
- Bretagne Grands Migrateurs
- Cellule Migrateurs Charente-Seudre
- Loire Grands Migrateurs
- Migrateurs Garonne Dordogne
- Migradour
- Migrateurs Rhône Méditerranée
- Normandie Grands Migrateurs
- Saumon-Rhin
- Seinormig

Données Associations Migrateurs, SANDRE
Réalisation LOGRAMI 2015

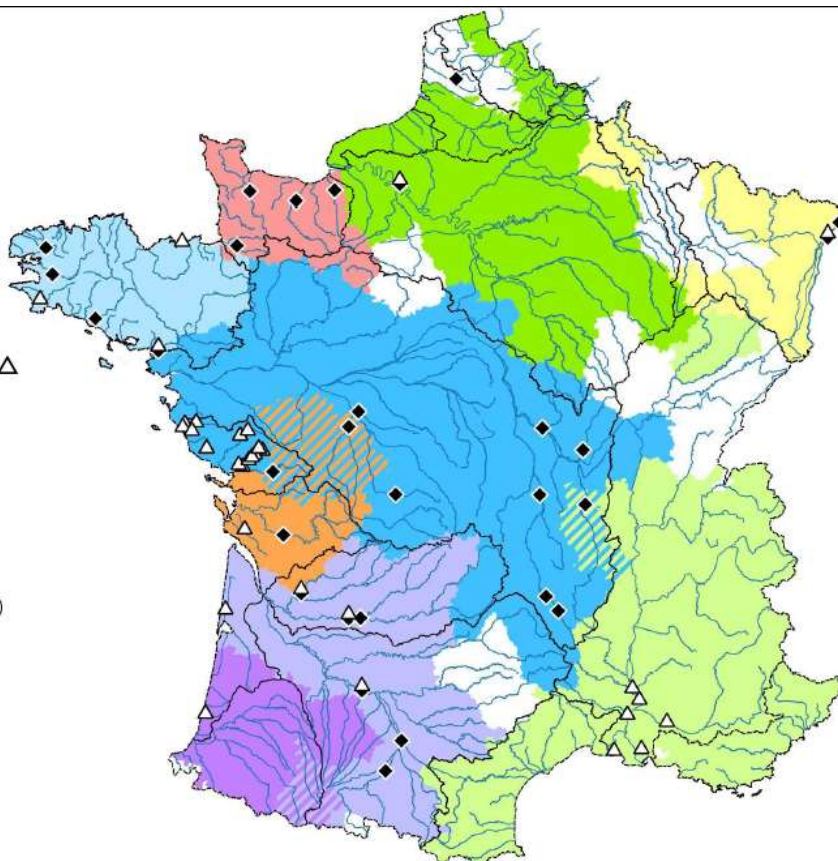


Figure 297 : Cartographie des réseaux de stations de comptages portés par les Associations Migrateurs (Sources : Logrami d'après Associations Migrateurs)

🔄 D'autre part, l'ONEMA est responsable du pilotage fonctionnel national du **Système d'Information sur l'Eau** et à ce titre, il anime et participe à l'acquisition des informations relatives à l'eau et aux milieux aquatiques, aux activités et services associés, ainsi qu'à la mise à disposition de ces informations auprès du public et des autorités tant nationales et européennes que territoriales et de bassin, dans le cadre du schéma national des données sur l'eau. Dans ce cadre, les Associations Migrateurs, dont LOGRAMI, ont participé activement aux réflexions sur les bases de données « Migrateurs » (dictionnaire de données, analyse des besoins), ainsi qu'à leur bancarisation. Ce travail a été défini par un accord-cadre ONEMA-Association Migrateurs. Les données concernées proviennent de deux réseaux parmi l'ensemble des suivis, ils concernent actuellement les traitements des stations de comptage et les indices d'abondances de juvéniles de saumon.

8.1.2. Valorisation régionale

Les résultats de l'étude sont mis à disposition des groupes de travail à l'échelle du bassin, régionaux ou locaux. Ainsi, la situation actuelle des espèces pourra être intégrée dans les documents d'objectifs



Valorisation des connaissances et sensibilisation des acteurs à la gestion des poissons migrateurs, Action 21

tels que le plan de gestion des poissons migrateurs (PLAGEPOMI), les orientations des Sages, les Schémas Directeurs à Vocation Piscicole, les contrats territoriaux, etc.

Les informations sont également mises à disposition des différents groupes de travail, comités de suivis, d'appuis ou de gestion (COGEPOMI), groupe « Espèces », et Conseils Scientifiques afin d'enrichir les connaissances sur la situation des espèces, les mesures des actes de gestion et les gains biologiques possibles. Au sein de ces groupes, afin d'optimiser les retombées éventuelles des études sur les actes de gestion, l'association **LOGRAMI** tient informés **les partenaires de l'avancée des études en cours et des tendances** avant le traitement statistique de la donnée.

Parmi les nombreuses interventions de l'association en 2015 dans le cadre du programme Recueil de données biologiques, par des réponses téléphoniques, des documents d'aide et des discussions en visio-conférence, **71 réunions** ont fait l'objet d'une présence d'un membre de l'association afin d'informer les acteurs de la situation des poissons migrateurs ou de participer à l'expertise au sein d'un groupe de travail. Ces restitutions ne concernent que les informations diffusées dans le cadre du programme recherches appliquées et ne prennent donc pas en compte le travail effectué par les animateurs des Tableaux de Bord Migrateurs concernant les indicateurs, les expertises et outils de valorisations de l'information. Lors de ces réunions, les restitutions sont réalisées sous forme de participation à la discussion ou de présentations orales réalisées spécifiquement pour l'occasion (**n=14**).

Le public concerné est essentiellement constitué des acteurs du bassin (61%), il s'agit de restituer les informations au cours de comités de gestion, groupe de travail, forum technique, réunion de Sage, etc. Secondement, les réunions opérationnelles consistent à présenter ou organiser les opérations de terrains. Les réunions nationales concernent essentiellement les échanges sur la transversalité des données (inter associations) et des protocoles d'acquisition (radio-métrie). Le grand public n'est concerné que par un nombre très restreint d'interventions, l'association n'a en effet pas de cellule d'animation avec la jeunesse et le grand public et intervient anecdotiquement.

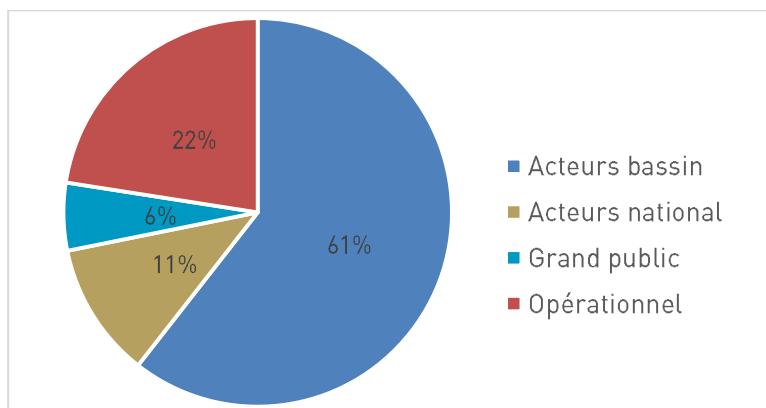


Figure 298 : Proportions des publics concernés par les informations diffusées dans le cadre du programme de recherche appliquées (Sources Logrami)

Sur ce programme d'action, trois agents sont plus particulièrement concernés par ces restitutions. Ils réalisent en moyenne 2 réunions par mois (+/-1). Les mois de janvier, avril et novembre ont été les plus productifs en restitution avec près de 10 réunions par mois.



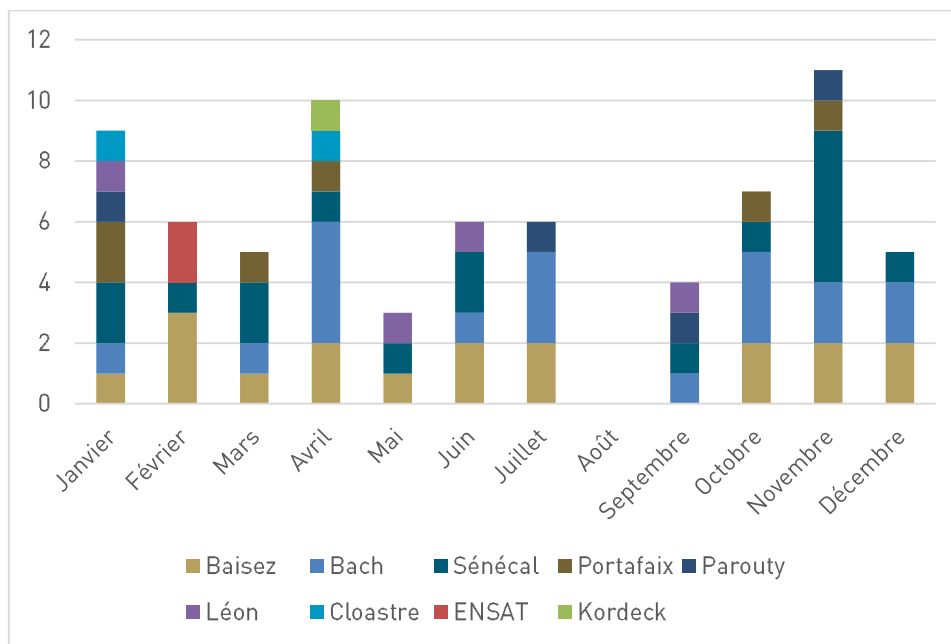


Figure 299 : Nombre de restitution en termes de journée complète par mois et par agent de LOGRAMI concernés par les informations diffusées dans le cadre du programme de recherche appliquées (Sources Logrami)

Ainsi, afin de valoriser au mieux la donnée, malgré une donnée non validée, une information **en flux tendu** est tout de même réalisée afin de permettre le bon déroulement d'autres opérations ayant recours à ces données :

- Les stations de comptages permettent de disposer d'informations générales sur les populations de poissons grands migrateurs. La mise à jour sur le site internet est la plus régulière possible en fonction des enjeux de la station au regard de l'espèce et des autres opérations en cours. Ces données ne constituent pas un résultat utilisable à des fins d'analyse mais pour Vichy, de mars à mai, une mise à jour en début de semaine est réalisée dans la mesure du possible (hors week-end et ponts) afin de permettre le respect des règles du piégeage de géniteurs à Vichy pour la pisciculture de Chanteuges.
- De même, les résultats issus des comptages de frayères de saumons par survol ou à pied sont valorisés par le Tableau de Bord Salt (outil de suivi proposé par LOGRAMI) afin de valider les plans de déversement des alevins et smolts afin de respecter les recommandations du conseil scientifique d'une distance minimal de 500m en amont et aval des frayères naturelles de saumon pour les sites de déversement.

Enfin, afin de faciliter la circulation de la donnée, les fiches de résultats des pêches tacons sont transmises aux DDT en novembre (site, nombre de 0+). Les résultats issus des pêches indice d'abondance tacons rentrent également dans le cadre du SIE.

8.2. Information pour le grand public

L'ensemble des informations issues de cette présente étude est **disponible sur le site internet de l'association LOGRAMI (www.logrami.fr)**. Une rubrique est consacrée à la mise à disposition des rapports et études portées par l'association. Les informations sont diffusées sous forme de

Valorisation des connaissances et sensibilisation des acteurs à la gestion des poissons migrateurs, Action 21

téléchargement gratuit du rapport d'exécution, des cartographies et des indicateurs issus de l'étude. Une rubrique « actualités » permet de suivre le déroulement des études au cours de l'année de mise en œuvre.

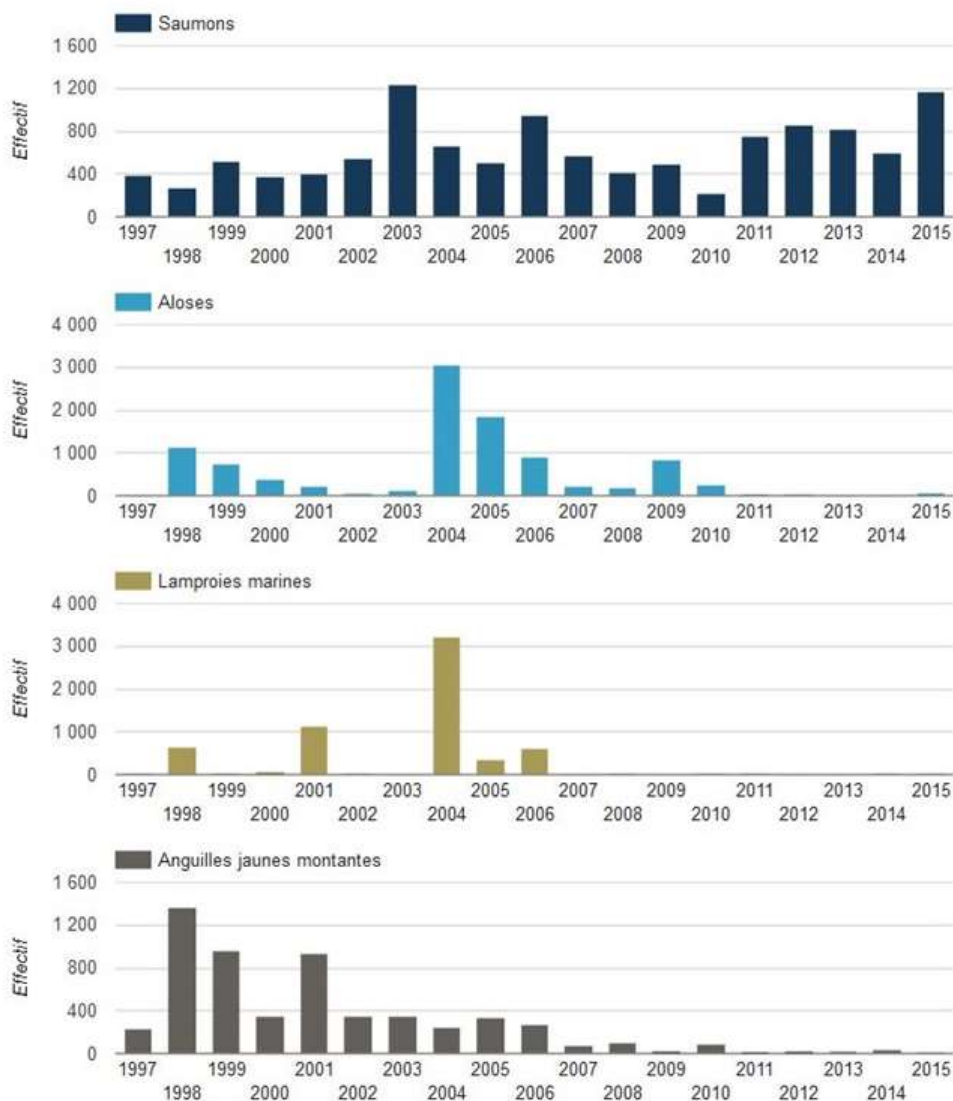
Les documents sont également disponibles sur le site des Tableaux de Bord (www.migrateurs-loire.fr) de manière globale par le téléchargement du rapport mais également avec une mise à disposition directe **des indicateurs d'états des populations** dans le bassin Loire afin de garantir une bonne visibilité de l'information.

Un lien est établi depuis le Plateau Collaboratif d'Echange afin d'assurer une bonne visibilité des informations aux acteurs du Plan Loire. De même, les sites des Associations Migrateurs ou nationaux comme celui de l'ONEMA établissent un lien vers le site.

Les données des stations de comptage sont présentées avec une visite possible de chaque site de suivi et des résultats antérieurs. Des graphiques présentent sur chaque station les données de l'année en cours, les moyennes des 5 dernières années et le maximum dénombré sur la station concernée. Ces informations permettent à tous d'évaluer la situation au cours de l'année. Un tableau récapitule le nombre de poissons comptabilisés sur toutes les stations de comptage du bassin pour l'année en cours. **L'information est mise à jour régulièrement au cours de l'étude.**



HISTORIQUE DES COMPTAGES



TÉLÉCHARGER : TABLEAU DES COMPTAGES À
VICHY (FORMAT CSV)

CSV



Valorisation des connaissances et
sensibilisation des acteurs à la gestion
des poissons migrateurs, Action 21

Annee ▼	Mise à jour	Saumons	Aloses	Lamproies marines	Anguilles jaunes montantes	Anguilles argentées dévalantes	Truites de mer
2016	23/05/2016	424	2	0	0	0	1
2015	2015	1177	67	0	0	1	1
2014	2014	595	6	0	34	2	1
2013	2013	819	3	3	20	2	3
2012	2012	861	27	4	26	3	3
2011	2011	755	30	0	17	2	0
2010	2010	227	265	0	92	3	0
2009	2009	491	857	1	27	1	0
2008	2008	421	204	19	102	5	0
2007	2007	572	241	1	78	14	2

Affichage de l'élément 1 à 10 sur 20 éléments

Précédent 1 2 Suivant

* Toutes les espèces empruntant la passe ne sont pas comptabilisées. En effet, depuis 2007, les passages de cyprinidés (hotus, brèmes, gardons, ablettes, chevaisnes...) ne sont plus comptabilisés. Cependant, chaque année de très nombreux passages sont observés à la station de comptage.

** Les comptages d'anguilles dévalantes ne doivent pas être considérés comme exhaustifs. En effet, seuls les individus qui empruntent les passes à poissons sont contrôlés, ceux qui passent directement par-dessus le barrage ne peuvent pas faire l'objet d'un comptage avec le dispositif en place.

Figure 300 : Copie d'écran de la page station du site de LOGRAMI (Source : LOGRAMI, 2015)

Des graphiques présentent par espèce les comptages historiques par station et le tableau de données est directement téléchargeable sur la page concernée : <http://www.logrami.fr/actions/stations-comptage/>.

Le site a été mis en place le 5 janvier 2015. Il a été entièrement refaçoné pour faciliter l'accès à l'information. A ce jour, une soixantaine de documents sont téléchargeables (rapports, guides, données, Actions Phares, documents de sensibilisation).

Concernant l'audience, en 2015 le site a eu 52 982 visites (4 415 par mois) par 24 472 visiteurs (45% nouveaux visiteurs et 55% visiteurs revenus). En général, 3 pages sont vues par visite. Le taux de rebond (départ après la première page vue) est de 43%. Comparativement au site historique de Logrami, 2015 est dans une dynamique proche puisque la moyenne est à 48 000 (+/-12000) visiteurs.

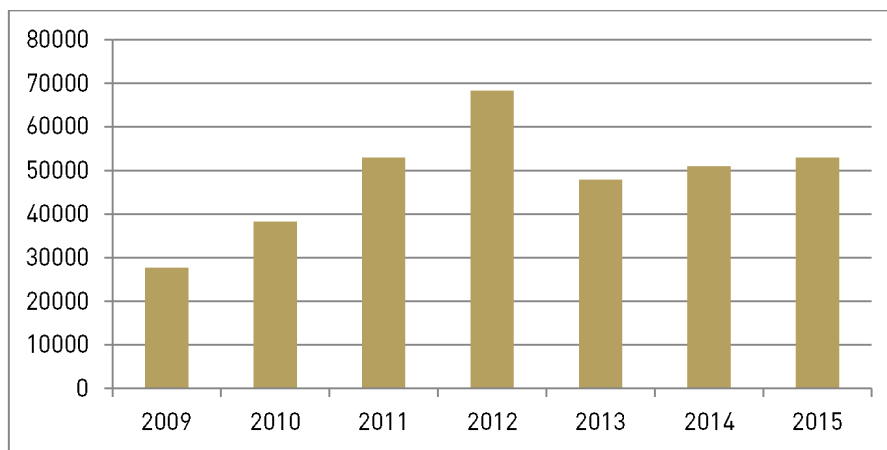


Figure 301 : Statistiques du nombre de visites du site de LOGRAMI de 2009 à 2015 (Source : LOGRAMI, 2015)

L'origine des visiteurs (non rapporté à la population active) montre que la région Auvergne est particulièrement concernée et le lien est directement relié à la station de référence de Vichy pour le saumon atlantique. Les régions du bassin Loire sont particulièrement concernées dans leur ensemble et totalisent 54% des visites. L'échelon national est également bien représenté puisque 13% concerne l'Île de France. D'autres régions sont visiblement également sensibilisées aux données du bassin Loire mais représentent une moindre connexion.

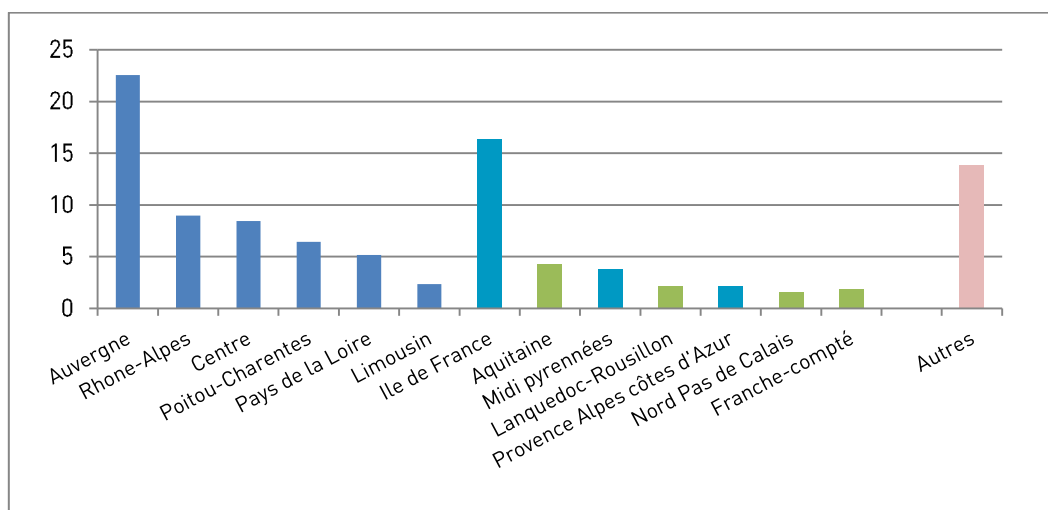
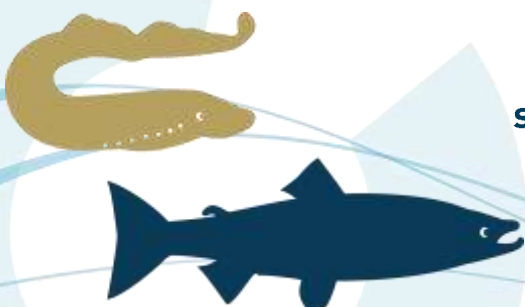


Figure 302 : Statistiques du pourcentage de visites par région du site de LOGRAMI en 2015 (Source : LOGRAMI, 2015)

En 2015, 58% du trafic est issu des moteurs de recherche, **33%** provient d'accès directs (favoris, etc.), 6% via des liens externes (sites référents) et 2% via les réseaux sociaux. Ainsi près d'un tiers des visiteurs ont positionné le site en raccourci ou connaissent l'adresse web.

Le nouveau site a fait l'objet d'une adaptation aux nouveaux supports numériques (tablette et mobiles) cet effort a concerné 11% des connexions sur mobile et 8% sur tablette contre 81% sur ordinateur qui reste donc l'outil principal.

Les rubriques les plus visitées (avec sous-pages) sont les actions du programme de recherches appliquées (dont stations de comptage) avec 62% des visites. Les outils de sensibilisation en libre téléchargement concernent 10% des connexions. Les actualités, envoyées également par mailing aux



abonnés, sont visitées pour 5,2%. Enfin, les publications (1,8%), la présentation de la structure (Qui sommes-nous) (1,3%) et le glossaire (0,4%) font l'objet de visites.

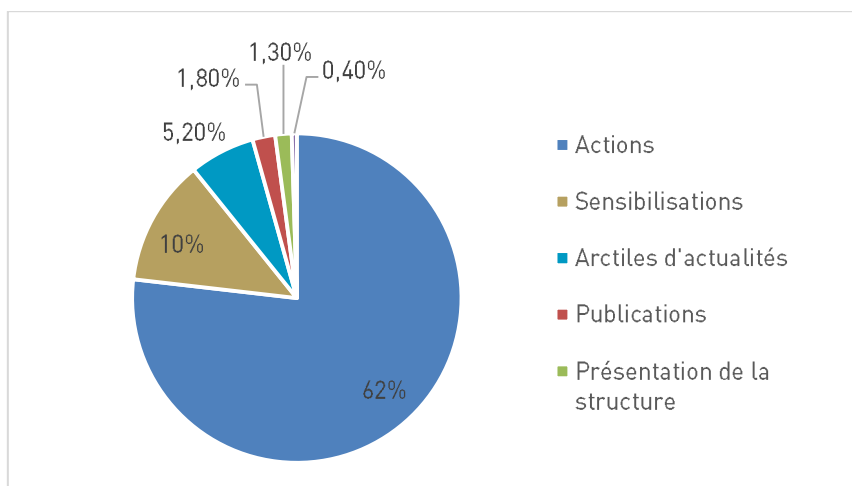


Figure 303 : Pourcentage de visites par rubriques du site de LOGRAMI en 2015 (Source : LOGRAMI, 2015)

L'analyse des téléchargements montre que l'organigramme a été téléchargé 296 fois révélant une volonté de liens directs avec les agents de LOGRAMI en charge du programme. Indéniablement, les données de comptage sont les informations les plus téléchargées totalisant plus de 600 téléchargements (44% des téléchargements), elles concernent 256 visiteurs pour Vichy mais également 102 pour Descartes, 100 pour Châtellerault, 83 pour Poutès et 81 pour Decize.

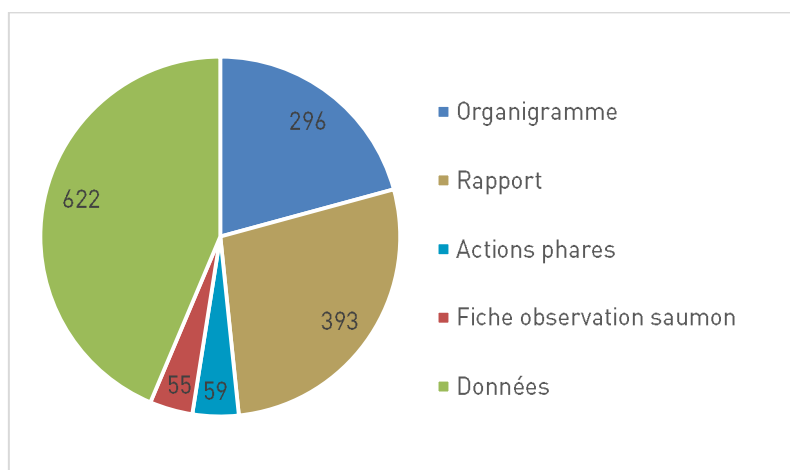
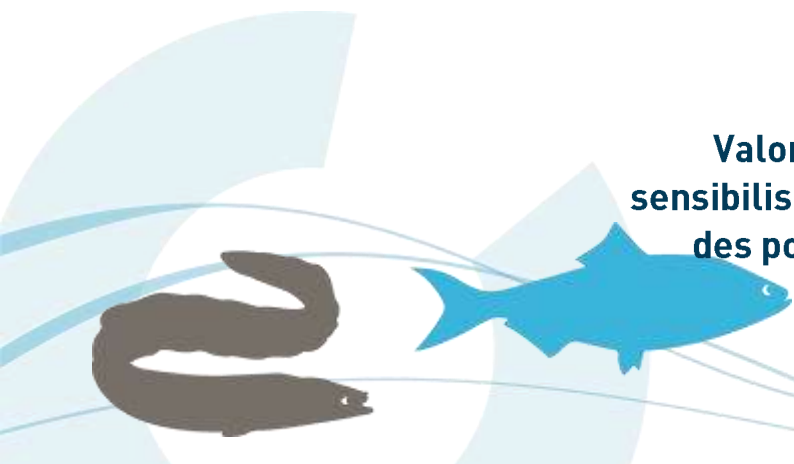


Figure 304 : Nombre de téléchargements par rubrique du site de LOGRAMI en 2015 (Source : LOGRAMI, 2015)

Les rapports de synthèse des études du programme de recherche appliquée ont été téléchargés 139 fois pour le rapport 2013 et 254 fois pour 2014, ce qui représente 28% des téléchargements. Le rapport 2015 fera l'objet d'une analyse en 2016.

Les lettres Actions phares sont directement envoyées par mailing mais certains visiteurs téléchargent notamment des anciens numéros (n=59).



Compte tenu des actions de communication autour des captures accidentelles de saumons, nous avons mis à disposition des fiches de retour observation des saumons morts, 55 visiteurs les ont téléchargées.

Avec le nouveau site internet nous avons mis en place des actualités régulières sur les opérations de mesures du volet recherches appliquées. Ces actualités ont été automatisées avec des envois vers les inscrits en tant qu'abonnés en juillet 2015. Ainsi, 5 Logrami Actu' ont été éditées entre juillet et décembre 2015, de 182 à 207 destinataires (194 en moyenne). Celles-ci ont été en moyenne lues par 65% des destinataires.

En complément, la « Lettre d'information de l'antenne Vienne » a permis l'édition de 3 newsletters entre avril et décembre 2015, de 76 à 90 destinataires (84 en moyenne). Elles ont été en moyenne lues par 47% des destinataires.

8.2.1. Présentation de la plaquette Actions phares

La plaquette « Actions phares » fait suite à une demande d'informations vers un plus large public lors de l'audit du précédent plan Loire réalisé sur les programmes migrateurs. Dans ce cadre de diffusion de l'information, une plaquette de 8 pages synthétisant les grands résultats du programme de recherches appliquées en faveur des poissons migrateurs est réalisée chaque année depuis 2009. Les sujets traités se rapportent aux principaux suivis menés sur le bassin par l'association, et s'attachent à présenter de manière synthétique les grands résultats de ces études. **Cette plaquette permet également de faire preuve de publicité de nos différents financeurs** dont l'Europe via le FEDER].



Figure 305 : Visuel de la plaquette Actions phares 2014

En 2015, le sixième numéro d'Actions phares a été imprimé et diffusé en 3 500 exemplaires. Il est également téléchargeable en format informatique sur les sites internet de LOGRAMI (www.logrami.fr) et du tableau de bord des poissons migrateurs du bassin de la Loire (www.migrateurs-loire.fr). Le sommaire de cette plaquette de 8 pages est le suivant :

- L'édito de M. Guinot (président de l'association Loire Grands Migrateurs)
- La présentation du suivi des ammocètes réalisé sur le bassin de la Vienne
- Un bilan des six années d'étude de survie sous graviers des œufs de saumon atlantique

Valorisation des connaissances et sensibilisation des acteurs à la gestion des poissons migrateurs, Action 21

342



- 🌀 L'abondance des juvéniles de saumons sur l'Allier
- 🌀 Les premiers résultats de l'étude génétique pour évaluer le programme de repeuplement
- 🌀 La régression des effectifs d'aloses sur le bassin de la Loire
- 🌀 La présentation des actions menées pour sensibiliser à l'interdiction de la pêche au saumon
- 🌀 La présentation du nouveau site internet de LOGRAMI.

8.2.2. L'exposition itinérante

8.2.2.1 Objectifs

L'exposition itinérante "Grands Migrateurs de Loire" réalisée par LOGRAMI dans le cadre du Plan Loire Grandeur Nature a pour objectif de sensibiliser le plus grand nombre aux poissons migrateurs, à leurs problématiques ainsi qu'à l'état des populations sur le bassin versant de la Loire.

L'exposition a été conçue sur des bâches souples montées sur totems, ce qui la rend facilement transportable et démontable. Sa vocation est d'être visible de façon itinérante dans un maximum de lieux publics, au cours d'expositions programmées autant que d'événements ponctuels types salons, colloques, ...

8.2.2.2 Description et contenu

L'exposition réalisée **en 2009** comprenait 12 visuels regroupés autour de 3 axes auxquels ont été ajoutés deux nouveaux visuels thématiques sur l'anguille réalisés dans le cadre du Tableau de Bord « Anguille » **en 2011** :

- 🌀 Présentation du bassin de la Loire / Gestion des poissons migrateurs et l'association LOGRAMI (2 visuels),
- 🌀 Poissons migrateurs : Anguille, Saumon et truite de mer, Aloses, Lamproies (4 visuels),
- 🌀 Thématiques (6 visuels) :
 - actions menées et état des lieux par sous-bassin : bassin Vienne-Creuse et bassin Loire-Allier (2 x 2 visuels),
 - libre circulation (2 visuels).
- 🌀 « Les zones humides » : les habitats de l'anguille,
- 🌀 « Portes ouvertes aux anguilles » : la circulation des anguilles.





Figure 306 : Aperçu panoramique des 14 visuels de l'exposition « Grands Migrateurs de Loire »

L'ensemble des panneaux de l'exposition a ensuite été doublée hormis les 4 panneaux présentant les sous-bassins Vienne-Creuse et Loire-Allier (2012-2013). **Deux jeux d'exposition** sont donc disponibles à l'emprunt **depuis début 2013**.

Chacun des visuels et leur support (totem) sont contenus dans une housse individuelle rigide permettant leur protection. Des grands sacs à roulettes permettent le transport, chacun pouvant contenir 6 housses rigides.

8.2.2.3 Dispositif de prêt

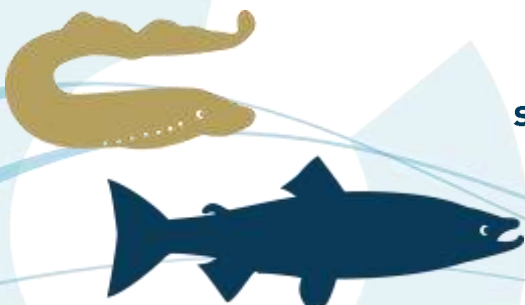
L'Association LOGRAMI met à disposition cette exposition aux structures impliquées dans la sauvegarde, la gestion, la présentation des poissons migrateurs et le bassin de la Loire : associations, collectivités, syndicats de rivière, Maisons de Loire, CPIE, ...Le prêt est gratuit, seuls les frais d'acheminement de l'exposition sont à la charge de l'emprunteur. Pour chaque emprunt, une convention de prêt est signée entre l'emprunteur et LOGRAMI.

L'exposition est modulable et peut donc être empruntée de façon complète ou partielle. Néanmoins, afin de ne pas dénaturer l'exposition, la convention de prêt précise que l'emprunt doit concerner un minimum de 6 panneaux, dont au moins 2 panneaux de présentation, 2 panneaux « espèces » et 2 panneaux « thèmes ».

8.2.2.4 Bilan de l'année 2015

Volume des emprunts

L'exposition a été empruntée à 11 reprises au cours de l'année 2015 représentant un total de 180 jours, dont 125 jours d'exposition réelle au public (Figure 307). Répartis sur les deux jeux d'exposition, les temps d'emprunts représentent en moyenne 25 % de l'année 2015 pour chaque jeu d'exposition. Ils comprennent les temps de transport incompressibles (moyenne de 5 jours par emprunt constante depuis 2010).



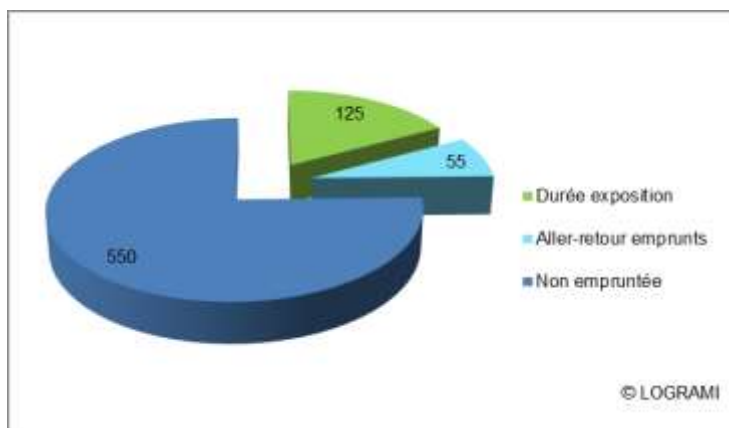


Figure 307 : Nombre de jours d'emprunt et d'exposition au public des deux jeux d'exposition « Grands Migrateurs de Loire » en 2015

Le nombre d'emprunts 2015 est le même qu'en 2014 et équivalent à la moyenne observée sur la période 2010-2014. En revanche, le nombre de jours d'exposition au public en 2015 est plus faible qu'en 2014 (125 contre 231 jours) et inférieur à la moyenne des années précédentes (215 jours d'exposition au public en moyenne sur la période 2010-2014) (Figure 308).

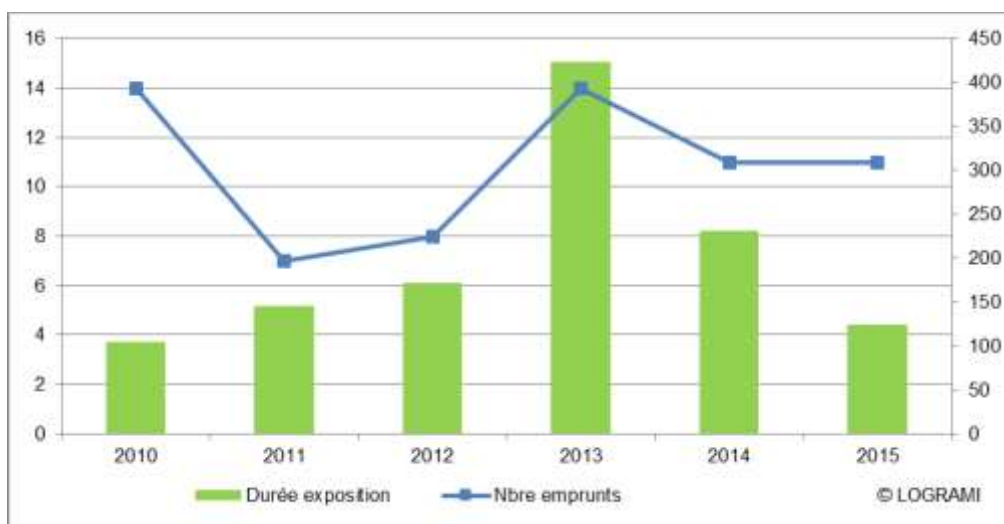


Figure 308 : Durée d'exposition au public et nombre d'emprunts de « Grands Migrateurs de Loire » de 2010 à 2015 (deux jeux d'exposition à partir de 2013)

L'exposition étant modulable, les emprunts ont concerné tout ou partie des visuels. Ainsi, en 2015, les 11 emprunts ont concerné une moyenne de 11 visuels sur une moyenne de 12 visuels disponibles (14 pour un jeu d'exposition et 10 pour le second).



Lieux d'exposition

En 2015, l'itinéraire de l'exposition a emprunté 9 lieux et 8 départements différents sur le bassin de la Loire

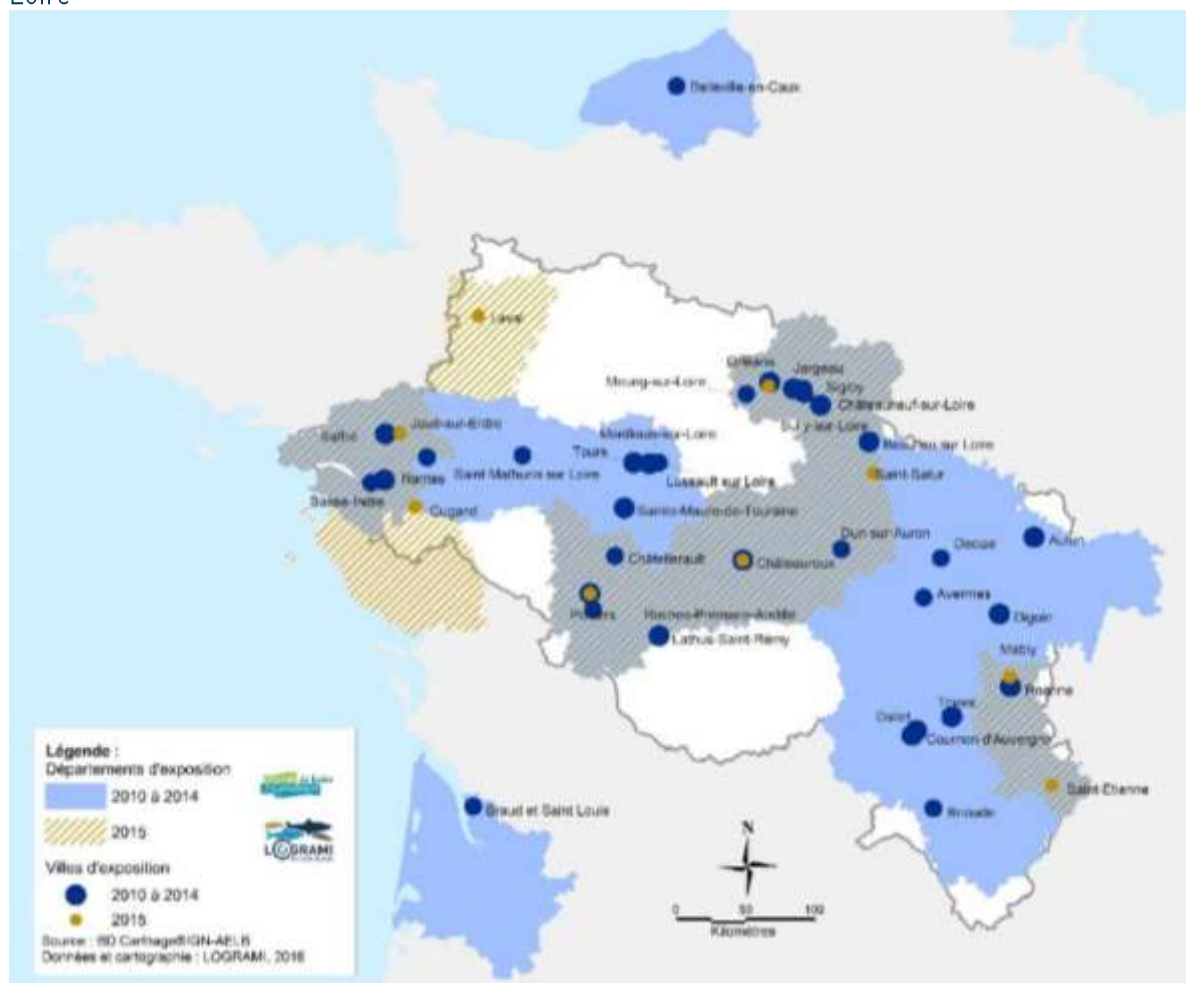


Figure 309).

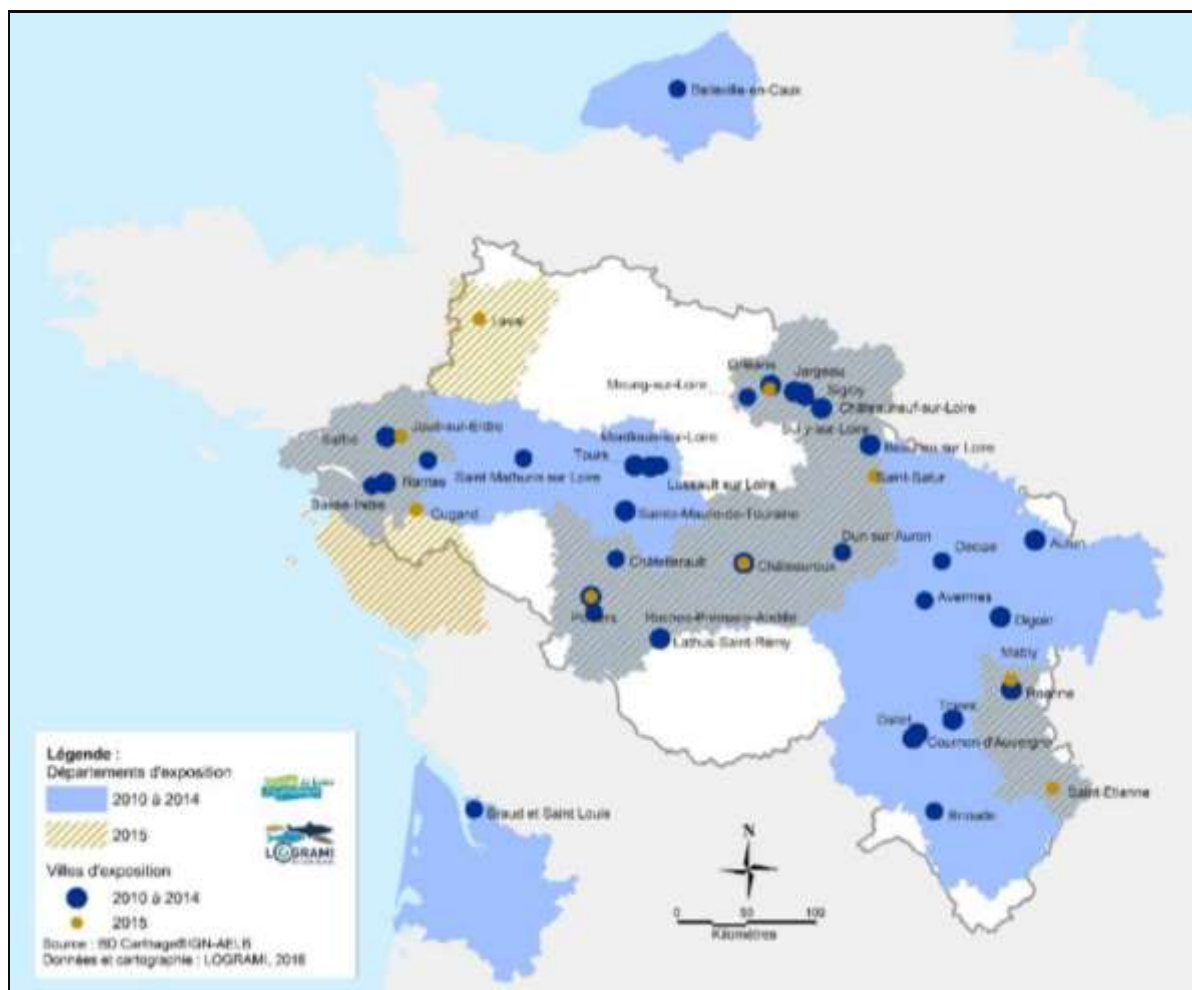


Figure 309 : Localisation des lieux et départements de l'exposition « Grands Migrateurs de Loire » de 2010 à 2015

Deux nouveaux départements ont accueilli l'exposition en 2015 : la Mayenne (53) et la Vendée (85).

Durée des expositions

Sur les 11 emprunts réalisés en 2015, les temps d'exposition au public varient de 1 à 81 jours. Trois classes de durées ont été considérées (Figure 310) :

- De 1 à <7 jours : ils représentent 12 % du temps d'exposition au public pour 2015,
- De 7 à 30 jours (1 semaine à 1 mois) : cette catégorie a mobilisé 23 % du temps d'exposition au public,
- Supérieurs à 30 jours : cette catégorie représente 65 % du temps total d'exposition au public.

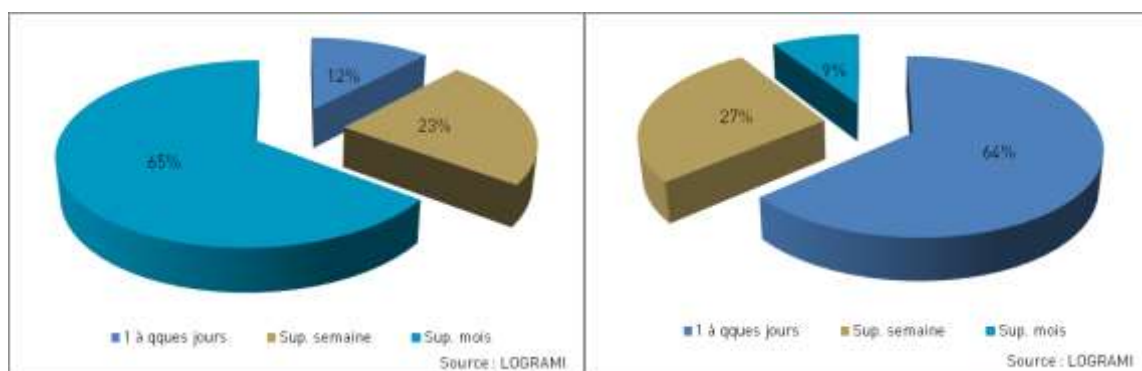


Figure 310 : Répartition des durées d'exposition « Grands Migrateurs de Loire » en 2015, en nombre d'emprunts (à gauche) et en nombre de jours d'exposition au public (à droite)

Concernant le nombre d'emprunts, et pour la seconde année consécutive, les expositions de 1 à quelques jours ont dominé en 2015 (64 % des emprunts) alors que le nombre d'emprunts de longue durée a été faible au regard des années précédentes (Figure 311). Ce sont donc les emprunts de longue durée qui expliquent la variabilité du nombre de jours d'exposition de 2015 comparativement aux autres années.

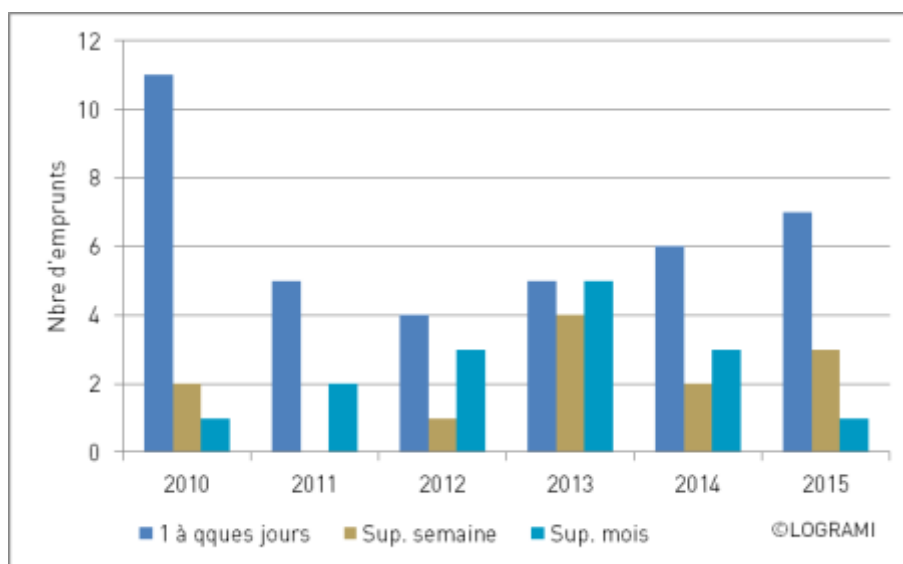


Figure 311 : Evolution du nombre d'emprunts de l'exposition « Grands Migrateurs de Loire » par classe de durée de 2010 à 2015.

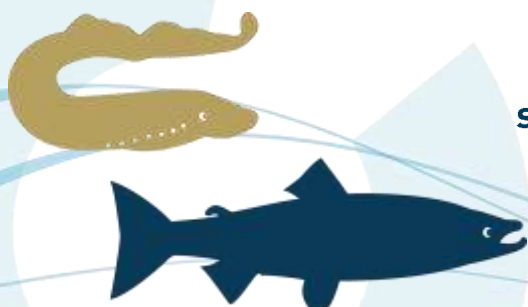
Type de manifestations

Les manifestations pour lesquelles l'exposition a été empruntée sont réparties selon 3 types :

- Les salons, forums et animations**, où l'exposition a été mobilisée sur un temps court. Elle a été visible par un public averti aussi bien qu'un public non averti au milieu de différents stands d'exposition ou bien lors de journées d'animations autour de l'eau et des milieux aquatiques. Cela a concerné 6 manifestations en 2015 : le Salon de la Pêche de Châteauroux (FDPPMA 36), le Salon international de la mouche à Saint-Etienne (FDPPMA 42), des animations en collège

Valorisation des connaissances et sensibilisation des acteurs à la gestion des poissons migrateurs, Action 21

348



avec le CPIE Seuil du Poitou (86), la Fête de la pêche et de la nature à Cugand (AAPPMA Sèvre Nantaise 85), la Fête de la chasse et de la pêche à Joué-sur-Erdre (FDPPMA 44) et le Festival de Loire à Orléans (45).

- Les expositions à thème** correspondant à des emprunts de longue durée (supérieurs à 2 semaines). Ces expositions ne visent pas spécifiquement un public averti. En 2015, il s'agit des expositions temporaires à l'Ecole Nationale Supérieure des Ingénieurs de Poitiers (86), à la Maison de la Gravière aux Oiseaux de Mably (42) et à la Direction Départementale des Territoires de Poitiers.
- Les journées techniques** organisées par des structures ayant trait aux problématiques des cours d'eau du bassin et organisées pour un public technicien et averti (Assemblée Générale de la Fédération de la Mayenne pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique (FDPPMA 53) et Conférence sur le saumon de Loire organisée par le Liger-Club Sancerrois (Saint-Satur, 18)).

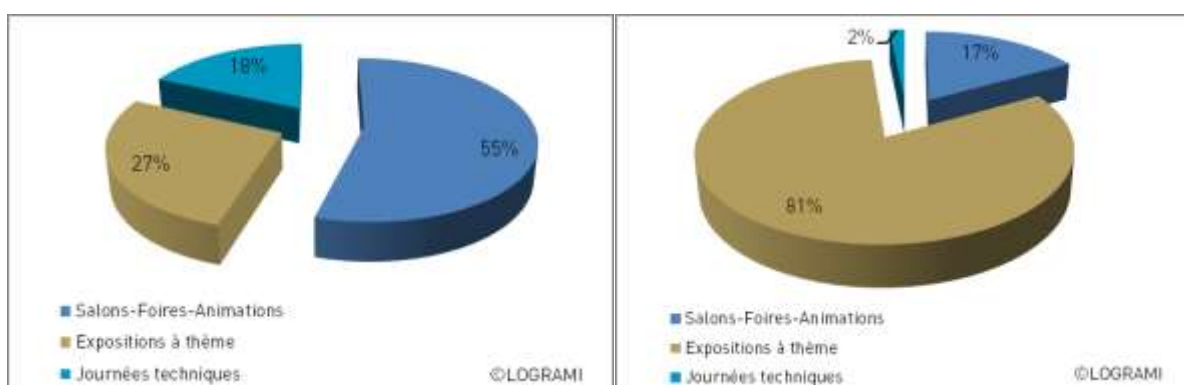


Figure 312 : Types de manifestations pour lesquelles l'exposition « Grands Migrateurs de Loire » a été empruntée en 2015, en nombre de manifestations (à gauche) et en nombre de jours d'exposition au public (à droite)

Concernant le nombre de manifestations, ce sont les salons et journées d'animations grand public (55 %) puis les expositions à thème (27 %) qui ont le plus mobilisé l'exposition en 2015.





Figure 313 : Exposition « Grands Migrateurs de Loire » à la Direction Départementale des Territoires de la Vienne en juin 2015 (Source : DDT 86)

Les expositions à thèmes qui correspondent aux emprunts de longue durée sont logiquement prédominantes (81 % contre 88 % en 2014) s'agissant du temps d'exposition au public. Les trois expositions à thème ont en effet occupé l'exposition sur une durée totale de 102 jours d'exposition au public en 2015.

8.2.2.5 Conclusion

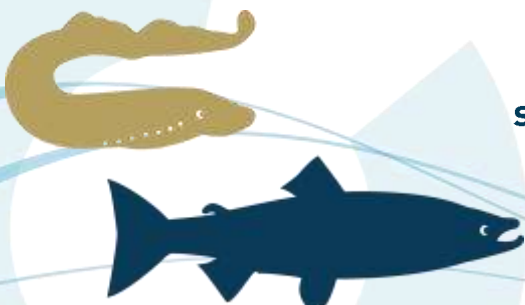
Afin de répondre à une demande assez constante et importante d'emprunts, l'exposition « Grands Migrateurs de Loire » est disponible sous la forme de deux jeux de panneaux depuis 2013, pouvant ainsi être présentée de façon simultanée en deux lieux différents.

Exposée au public sur un total de 125 jours, l'exposition a été **empruntée à 11 reprises en 2015. Ce chiffre est équivalent à la moyenne observée sur la période 2010-2014.** Présentée dans 8 départements différents du bassin de la Loire, **l'exposition a fréquenté 2 nouveaux départements en 2015.**

Les durées d'exposition au public ont varié de 1 à 81 jours, les expositions de courtes durées (de 1 à quelques jours et plus d'une semaine) ont été plus nombreuses qu'en 2014 réduisant ainsi le nombre de jours total d'exposition.

Un total de 17 départements et 40 villes ou communes différents ont désormais accueilli l'exposition au moins une fois au cours des années 2010 à 2015.

Aux termes de six années d'existence, l'exposition « Grands Migrateurs de Loire » semble toujours aussi appréciée. Cet outil, créé pour être diffusé au plus grand nombre et utilisé tant en exposition temporaire qu'en support d'animation, est toujours à disposition de toutes les structures souhaitant l'utiliser. Une rubrique spécifique à l'exposition ainsi que le planning des disponibilités est accessible sur le site internet de LOGRAMI (<http://www.logrami.fr/sensibilisation/#exposition>).



8.2.3. Les « posters espèces »

8.2.3.1 Objectif

La réalisation de posters sur chacun des 11 poissons migrateurs amphihalins actuels ou historiques du bassin de la Loire a été programmée dans l'objectif de faire connaître ces espèces, leurs principales caractéristiques et leurs cycles biologiques, de façon simple et accessible. Ces posters sont conçus pour être affichés de façon durable ou ponctuelle dans des lieux d'exposition, salons, foires ou utilisés par des structures d'animation.

8.2.3.2 Description

Chaque poster est de format 80 x 60 cm. Il comprend :

- Un dessin de l'espèce (adulte),
- Le cycle biologique comprenant un(e) ou des photos/dessins de l'espèce à différents stades,
- La fiche d'identité de l'espèce : noms français et latin, présentation rapide, carte de répartition et vulnérabilité (statut français),
- Un texte descriptif,
- Une photographie de détail de l'espèce,
- Une ou deux photographies de son habitat en eau douce prise dans le bassin de la Loire.

8.2.3.3 Réalisation

La recherche des éléments de contenu (texte, photos, éléments du cycle biologique,...) a été réalisée par LOGRAMI. Le dessin de chacune des espèces a été réalisé par une illustratrice naturaliste. Enfin, la mise en forme graphique ainsi que les dessins des cycles biologiques ont été confiés à un prestataire, La Figure 314 et la Figure 315 présentent 4 posters parmi les 11 réalisés.





Figure 314 : Posters présentant deux migrateurs potamotoques, le Saumon atlantique et la Lamproie fluviatile présents dans le bassin de la Loire



Figure 315 : Posters présentant deux migrateurs thalassotoques, l'Anguille européenne et le Flet commun présents dans le bassin de la Loire

Ces posters sont disponibles en libre téléchargement sur le site internet de LOGRAMI à la rubrique « sensibilisation » et peuvent donc être imprimés par les structures souhaitant les acquérir. Par ailleurs, il est prévu, dans le cadre du programme 2016, une impression sur bâches souples et papier permettant l'utilisation lors de manifestations types colloques ou de prêts à d'autres structures.

8.2.4. Les « posters stations de comptages »

8.2.4.1 Objectif

Pour répondre à la demande des propriétaires et du public averti ou non, des panneaux explicatifs et de vulgarisation spécifiques aux stations de comptage ont été réalisés. En effet, ces outils performants nécessitent une présentation auprès des acteurs de l'eau et gestionnaires pour une meilleure compréhension des résultats qui en sont présentés.

Valorisation des connaissances et sensibilisation des acteurs à la gestion des poissons migrateurs, Action 21

Les stations de comptage font régulièrement l'objet de visites et un support de communication apparaît un outil adapté. Ainsi, la réalisation de ces panneaux a pour objectif de faire connaître l'outil à la fois aux maîtres d'ouvrages/propriétaires des ouvrages et aux usagers voire grand public qui visitent certains sites.

8.2.4.2 Description

Chaque poster est de format 80 x 60 cm. Il comprend :

- Une carte de localisation du réseau et de la station concernée,
- Un dessin de fonctionnement du système de visualisation,
- Des photographies de poissons vus par le système,
- Deux photographies (général de l'ouvrage avec passe et station interne),
- Une photographie de la station de comptage.

Ils intègrent pour chaque station de comptage :

- Une présentation générale d'une station de comptage : objectifs et fonctionnement,
- Une présentation des poissons migrateurs,
- Une présentation spécifique à chaque station de comptage : historique, usages liés à l'ouvrage, type de système (passe à poissons), espèces comptabilisées...,
- Une présentation de LOGRAMI et des liens vers les données.

8.2.4.3 Réalisation

La recherche des éléments de contenu (texte, photos, éléments graphiques,...) a été réalisée par LOGRAMI. La mise en forme graphique a été confiée à un prestataire, La Figure 314 présente un poster type qui sert de modèle aux autres.

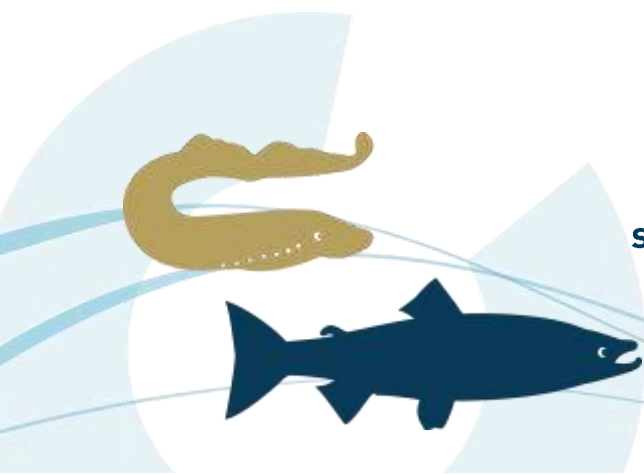


Les stations de comptage de poissons migrateurs



Figure 316 : Poster présentant une station de comptage (Sources LOGRAMI)

Il est prévu, dans le cadre du programme 2016, une impression sur panneaux, bâches souples ou papier permettant l'affichage des posters dans les stations de comptage.



Valorisation des connaissances et sensibilisation des acteurs à la gestion des poissons migrateurs, Action 21

8.3. Conclusion et perspectives

Le site internet propre à l'association met l'ensemble des informations issues des programmes d'action **sur son site internet (www.logrami.fr)**. Une rubrique est consacrée à la mise à disposition des rapports et études portées par l'association. Les informations sont diffusées sous forme de **téléchargement gratuit** du rapport d'exécution, de cartographies issues des études. Une lettre d'information « **Actions Phares** » permet de condenser l'information annuelle majeure en 8 pages. Elle donne l'impulsion pour éveiller la curiosité et que chacun puisse ensuite aller chercher l'information au sein du rapport ou sur le site web.

La valorisation des actions du programme d'étude met l'ensemble des connaissances acquises à la disposition et à la portée de tous. Il s'agit **de vulgariser et de diffuser l'information** d'abord auprès des gestionnaires et acteurs de l'eau du bassin, mais également auprès du grand public.

En effet, les poissons font partie du patrimoine naturel du bassin de la Loire. Bien que leur conservation représente un véritable enjeu écologique et économique, le grand public reste peu ou mal informé sur ces espèces. Pour y remédier, LOGRAMI a développé des **supports pédagogiques souvent ludiques et adaptés aux différents publics**. Ces supports sont valorisés par des structures dont le cœur de métier est l'animation et le développement d'actions éco-responsables. Fort des retours d'expériences, ces outils doivent être développés et complétés afin d'être au plus près de leur usage avec un souci d'intégration des problématiques géographiques et d'espèces.

La participation à des réunions de restitution et l'accompagnement des gestionnaires et acteurs de l'eau constitue un socle important de la communication « pull » de l'association. Ainsi, l'ensemble des résultats d'études n'a de valeur que si les informations sont portées à connaissance au cours des réunions de concertation (SAGE, Trame verte et Bleue, comités de pilotage Contrats Territoriaux et Contrats de Rivière, comités de gestion, groupes de travail locaux, régionaux et nationaux etc.).

L'expertise, la connaissance des séries chronologiques et des changements de fonctionnement de l'écosystème Loire sont mutualisés par la participation active aux groupes de travail tant à l'échelle locale, départementale, régionale que nationale. Les gestionnaires sollicitant un accompagnement sur un projet d'aménagement d'ouvrage, de restauration d'habitat trouveront un appui à travers des avis étayés de connaissances scientifiques sur les poissons migrateurs.



9. Conclusion générale

Ce programme de recherches appliquées porté par LOGRAMI apporte des éléments de connaissances de la dynamique des espèces de poissons grands migrateurs en s'attachant aux phases de développement déterminantes pour chacune d'entre elles, ainsi qu'à leurs habitats. Ces données sont essentielles pour une aide à la gestion en cohérence avec l'état des populations.

Ce programme d'actions consiste en la mise en œuvre d'une dizaine d'opérations de suivis complémentaires qui permettent de répondre transversalement à différents questionnements de gestion. Il concerne donc une série d'actions qui sont donc thématiques et comprennent parfois plusieurs opérations de terrain. Le programme d'actions proposé est présenté en regard des dispositions du PLAGEPOMI en traitant chaque orientation de gestion.

9.1. La caractérisation des habitats favorables

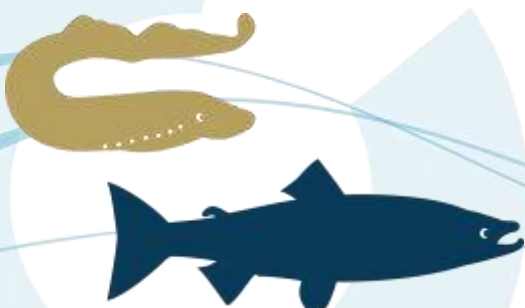
Les poissons grands migrateurs, de par leur cycle de vie, intègrent les différents éléments structurants de l'écosystème. Ils révèlent la qualité, tant physique que chimique, des habitats qu'ils exploitent mais également les conditions de leur accessibilité. Ainsi, il est essentiel de définir l'habitat non pas en terme de présence de l'espèce mais en sa qualité intrinsèque. C'est pourquoi déterminer d'une part l'habitat potentiel total (qui peut contenir également les habitats situés au-dessus des obstacles infranchissables) et d'autre part mesurer la fonctionnalité des habitats est fondamental pour mieux comprendre et donc mieux gérer les populations de poissons grands migrateurs. De plus, la détermination des habitats potentiels actuels (en dessous des obstacles infranchissables) permet de connaître les surfaces aujourd'hui disponibles pour l'espèce. Couplée avec la mesure de la fonctionnalité des habitats, elle permet de déterminer la capacité d'accueil du milieu pour une espèce donnée et donc le nombre maximum attendus d'individus que peut accueillir le milieu aujourd'hui. En comparant cette capacité d'accueil avec les suivis spécifiques sur les poissons (front de colonisation, suivi de reproduction) on obtient un indicateur pertinent de l'état de la population cible.

9.1.1. Quantification des habitats

Ainsi, les résultats en termes de **quantification des sites de frayères potentiels** sur l'axe **Maine** permettent de compléter les indicateurs "Habitat favorable potentiel disponible" pour les différentes espèces **d'aloses et les lamproies marines**. Ces **habitats potentiels actuels** sont peu nombreux dans la partie aval du bassin de la Maine, l'artificialisation des cours d'eau ayant considérablement modifié les faciès d'écoulement. Sur la zone étudiée restreinte à la partie aval du bassin située dans le Maine-et-Loire, **3 sites sont clairement identifiés comme favorables à la reproduction de l'alse et/ou de la lamproie marine répartis sur la Sarthe et le Loir**.

Concernant les habitats potentiels actuellement inaccessibles pour les poissons migrateurs, l'étude par approche bathymétrique sur **le Loir** a permis d'identifier des habitats potentiels favorables aux aloses et lamproies sous les niveaux d'eau induits par les ouvrages. Sans préjuger des options d'aménagement qui pourraient être retenues, **elle révèle jusqu'à 100 000 m² d'habitats favorables récupérables par la suppression d'un seul ouvrage**. D'autres options comme des abaissements partiels de la ligne d'eau ont été étudiées.

Concernant la détermination des **habitats potentiels actuels pour le saumon atlantique** (juvéniles, reproduction) la zone de prospection étudiée en 2015 par la méthode des faciès d'écoulement est située



dans le bassin de l'Allier. Ainsi sur les 2 500 000 m² d'Equivalent-Radier-Rapide recensés, **les Couzes d'Ardes, Pavin et Chambon représentent 10 % de ces surfaces favorables** à l'accueil du Saumon atlantique. Les 3 Couzes réunies représentent également presque le potentiel de production de la Dore avec plus de 20 000 smolts sur les 190 684 total du bassin.

Cependant, l'absence de données sur ces cours d'eau dans le référentiel des obstacles à l'écoulement est impactant pour statuer sur l'état de la continuité écologique de ces rivières au regard des espèces ciblées. Les difficultés de franchissement sont susceptibles de freiner ou d'empêcher la montée des géniteurs et la dévalaison des juvéniles. Le potentiel ne sera effectif qu'à condition que les critères de continuité soit favorables.

9.1.2. Qualification des habitats

Concernant la **qualification des habitats**, l'analyse des **conditions d'incubation des œufs de saumons** sur les axes **Sioule et Dore en 2015** a permis de mettre en évidence que la température était compatible avec les exigences de développement des œufs de salmonidés. Les variations de débits n'ont pas entraîné de dégradations importantes des frayères. Sur le bassin de la Sioule, une non-variabilité de la survie embryonnaire du saumon atlantique entre les différents sites est mise en évidence. La Dore montre une capacité d'accueil favorable au regard du développement des œufs de saumons avec des taux de survie moyens qualifiés de très bons comparativement aux autres axes. Cependant, sur le bassin de la Dore, l'analyse de données met en évidence une survie des œufs sur la frayère la plus aval bien inférieure aux autres frayères.

Afin d'enrichir les informations de qualité d'habitat, une étude innovante a permis l'élaboration et l'application expérimentale de quatre protocoles qui sont susceptibles d'apporter des éléments de réponse à des variabilités de survies des œufs de saumons. Ces protocoles étudient les paramètres majeurs conditionnant les taux de survies à l'éclosion et à l'émergence : action des polluants, influence du colmatage du substrat et de l'érosion sédimentaire. Chacun des protocoles donne lieu à une acquisition de données dont il pourrait être possible de tester le lien avec le taux de survie embryonnaire. Ils permettent de décrire l'habitat frayère et son évolution lors de l'incubation des œufs. La phase test opérée en 2015 permettra une mise en œuvre opérationnelle sur les analyses de 2016.

Par ailleurs, les recherches des alevins issus de **reproduction naturelle de juvéniles de saumon** en 2015 sur la **Gartempe** attestent de la qualité des habitats qui a permis la **réussite des phases post-reproduction, soit l'éclosion, la survie et la croissance des juvéniles jusqu'au printemps**. Sur les sites aval, il apparaît que la capacité d'accueil est limitée.

Concernant l'**Allier**, il apparaît que **le secteur amont de la zone refuge est en pleine capacité productive et montre depuis 2011 une production d'alevins très intéressante**. Le facteur conditionnant n'apparaît dans ce cas de figure pas être le milieu mais l'accessibilité et les effectifs de géniteurs.

Sur l'axe Sioule, les échantillonnages printaniers avant les déversements nous informent que de la reproduction a eu lieu au moins entre Châteauneuf les Bains et Ebreuil. Malheureusement, **dès le printemps**, les abondances sont très faibles sur l'ensemble des stations de ce secteur. Un problème **global de succès reproducteur intervenant avant l'été est déploré sur cet axe** pourtant exploité par des géniteurs.



L'habitat peut également être qualifié à travers les conditions thermiques rencontrées notamment par les saumons au cours de leur arrêt estival. Le réseau température a bien fonctionné durant l'année 2015 dans la mesure où les enregistreurs thermiques qui ont pu être récupérés présentent un pourcentage de fonctionnement compris entre 82 et 100%. L'exploitation de ces enregistreurs permet d'affirmer que **l'année 2015 est une année atypique dans la mesure où l'ensemble des stations du bassin de la Loire ont enregistré des températures estivales plus élevées que les références.** L'automne significativement plus frais atteste cette typicité.

Ces résultats sont confirmés par l'analyse des températures estivales entre les années. En effet, les mois de juin à août 2015, comme ceux de l'année 2003, sont globalement plus chauds que ceux des autres années. Les amplitudes thermiques varient entre les stations du bassin et l'Allier à Vichy enregistre les plus forts écarts entre les extrêmes en 2015. La température maximale journalière enregistrée sur l'Allier à Vichy est supérieure au seuil léthal des saumons adultes, comme c'est le cas sur la Loire à Decize, l'Arroux à Gueugnon et la Sioule aval à Contigny.

9.1.3. Accessibilité et colonisation des axes

L'évolution du **front de colonisation** lorsqu'il n'est pas limité par des phénomènes de dynamique de population est un bon indicateur de la continuité écologique. Il en résulte une mise à jour régulière de la **cartographie de la colonisation des espèces suivies pour certains axes permettant d'attester de la reconquête des milieux suite à des opérations d'arasement ou d'aménagement.**

Les **fronts de colonisation établis pour l'aloise** montrent nettement la régression de l'espèce avec une colonisation actuelle en limite des stations d'observations du bassin. Les effectifs très faibles couplés aux conditions migratoires difficiles agissent conjointement et freinent les colonisations des parties amont historiquement utilisées par l'espèce.

- Sur la Sarthe, de la reproduction d'aloses a été constatée à l'aval du barrage de Cheffes, à 170 km de l'estuaire.
- Sur le bassin de la Vienne, les faibles effectifs couplés aux faibles conditions hydrologiques laissent supposer que le front de colonisation se situe entre Châtellerault et Bonneuil-Matours sur la Vienne (à 290 km de l'estuaire) et entre Descartes et la Roche-Posay sur la Creuse (à 290 km de l'estuaire).
- Sur le Cher, aucune observation de bancs d'aloses, de reproduction ou de cadavres n'a été constatée. Compte tenu des conditions difficiles de circulation sur cet axe et des aménagements effectués, nous pouvons raisonnablement penser que le front se situe entre la confluence avec la Loire et le barrage de Saint Aignan (à 310 km de l'estuaire).
- Sur l'Allier, seulement 67 aloses ont franchi le barrage de Vichy. Ce faible effectif est révélateur d'une limite de colonisation sur l'axe (à 650 km de l'estuaire).
- Sur la Loire, le front de colonisation alose se situe entre les stations de Decize (624 aloses) et de Roanne (0 alose), située à 720 km de l'estuaire.

Les observations couplées aux résultats des deux études spécifiques menées par Logrami et aux effectifs des stations de comptage ont permis de construire une première carte de colonisation du

bassin par la **lamproie marine pour l'année 2015**. Plus spécifiquement, le suivi du front de colonisation de la lamproie marine sur le bassin de la Vienne permet de valider **une augmentation de la colonisation de 12 km sur l'axe Vienne en 2015**. Sur les autres cours d'eau du bassin Vienne, les fronts établis en 2015 sont plus bas qu'en 2014 malgré des effectifs aux stations de comptage plus élevés. La température de l'eau, élevée dès le mois de mai, a sans doute joué un rôle important sur le niveau de colonisation de ces axes par les lamproies. Les fronts de colonisation établis pour la lamproie marine apparaissent refléter la transparence migratoire des axes. Pour autant, **cette espèce apparaît sensible aux conditions hydrologiques et thermiques dans le déterminisme migratoire influençant alors la localisation de la reproduction**.

Le **comptage des frayères de saumon** réalisé sur l'ensemble des axes permet de mesurer les enjeux. Ainsi, comparativement à la migration des géniteurs, les densités de frayères rendent compte de la répartition de géniteurs et de leur survie estivale entre les axes Alagnon, Dore et Allier. Une tendance comportementale peut également être dégagée de ces comptages. En effet, dès lors que les saumons ne rencontrent pas de problèmes de franchissement, ou pour ceux qui ont réussi à franchir les obstacles, la stratégie développée par l'espèce est de réaliser une reproduction sur la partie la plus amont de l'axe.

Sur certains secteurs tels que la Sioule, la condamnation des parties amont de l'axe, anciennes zones de frayères, apparaît donc directement impactante pour le saumon. Sur cet axe, dans des années présentant des températures estivales élevées, il apparaît que les zones productives disponibles (amont d'Ebreuil) sont en limite de tolérance thermique de l'espèce. Il apparaît donc essentiel de favoriser la montée printanière vers les zones amont et la circulation d'eau fraîche en période estivale.

L'augmentation des effectifs de géniteurs constatée ces dernières années doit également orienter le gestionnaire vers une attention particulière sur les secteurs sensibles de l'amont des axes à saumons. Les difficultés de circulation engendrent une sursaturation des zones aval de faible productivité et génère une diminution du taux de renouvellement de l'espèce en augmentant les facteurs de mortalité à tous les stades (de la survie estivale des géniteurs aux développements des œufs et des alevins). Ce cas de figure est observé sur l'axe Alagnon avec un blocage au niveau de Chambezon et au niveau de l'Allier avec l'actuel ouvrage de Poutès.

9.2. La dynamique de population

La dynamique des populations s'intéresse au développement numérique de toutes les populations d'êtres vivants, et plus particulièrement de celles des animaux sexués. Ces études ont pour but, outre de prévoir les accroissements ou diminutions des populations, de comprendre les influences environnementales sur les effectifs des populations. La dynamique et l'environnement d'une population sont des facteurs importants pour déterminer la pérennité d'une population. Il s'agit donc avant tout de conforter la connaissance afin de déterminer le plus précisément possible les différentes étapes du cycle de vie et les probabilités de survie à chaque étape. C'est en améliorant les taux de transition que nous parvenons à une restauration d'espèce.

9.2.1. Effectif en migration

L'étude annuelle du réseau de stations de comptage du bassin de la Loire permet de suivre l'évolution des effectifs de poissons migrateurs chaque année et représente un élément fondamental dans la gestion des différentes espèces. Complétés par l'ensemble des suivis reproduction, post-reproduction



et stade alevin, ces comptages permettent d'évaluer le succès reproduction comparativement aux effectifs initiaux en migrations. Ces suivis à long terme permettent de disposer de série chronologique alimentant les études de dynamique de population.

Comme les cinq dernières années, **une régression importante du nombre d'aloses sur le bassin de la Loire est constatée** depuis plusieurs années. La population se cantonne essentiellement sur les secteurs avals, contrôlés en partie par les stations du bassin de la Vienne.

Depuis l'ouverture de la station de comptage de Châtellerault en 2004, il apparait que **l'essentiel des comptages de lamproies marines est effectué sur le bassin de la Vienne**. L'affinité de cette espèce avec ce bassin peut s'expliquer par la proximité de ce bassin avec l'océan mais aussi par la présence importante de phéromones d'ammocètes dans la composition de l'eau pouvant orienter le homing de cette espèce.

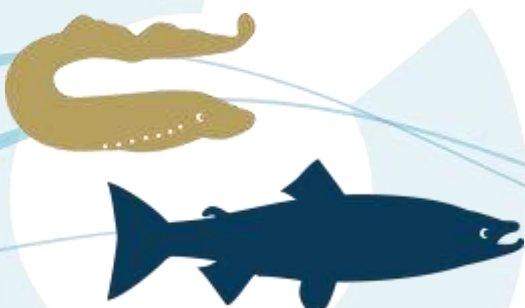
La répartition des stations de comptage sur l'ensemble du bassin de la Loire permet de connaître précisément les **abondances de saumons atlantiques en migration de reproduction chaque année sur les axes concernés par les stations de comptage**. Les zones de reproduction se situent en effet systématiquement en amont des dispositifs de comptages. Seuls les saumons se reproduisant sur la Sioule ne sont pas contrôlés par le réseau de station jusqu'alors. Afin d'appréhender les effectifs de géniteurs réels, il est nécessaire d'appliquer à ces comptages les mortalités estivales, la prédation, les captures illicites et pour le bassin de l'Allier les prélèvements de saumons pour la pisciculture de Chanteuges. Le réseau de sondes température mis en place par Logrami montre que l'Allier à Vichy, la Loire à Decize, l'Arroux à Gueugnon, la Vienne à Châtellerault et la Sioule aval à Contigny présentent des températures élevées pendant l'été 2015 qui peuvent expliquer de faibles survies des différents stades sur ces axes. A contrario les températures de la Gartempe, la Dore, la Creuse, l'Alagnon et la Sioule amont à Châteauneuf les Bains semblent favorables à la survie estivale des géniteurs (les stades tacons et smolts peuvent toutefois être impactés sur l'Alagnon et la Creuse).

Chaque année, **quelques anguilles jaunes et argentées** sont contrôlées aux stations de comptage. Cependant, les comptages d'anguilles ne doivent pas être considérés comme exhaustifs en raison d'une sous détection par les systèmes de comptage des petits individus, de l'existence de passes spécifiques non suivies sur certains sites, et de la possibilité de passage par surverse pour les anguilles dévalantes.

Pour autant, certains individus peuvent s'engager sur des axes non contrôlés ou pour différentes raisons ne jamais atteindre les stations de comptage. Ainsi, les effectifs comptés sur les différents bassins sont sous-estimés. Pour compléter les données recueillies avec les stations de comptage, il est nécessaire de mettre en parallèle d'autres études caractérisant la reproduction des espèces migratrices. Ces études sont d'autant plus essentielles pour l'alose actuellement en limite de répartition du front de colonisation au niveau des stations de comptages.

9.2.2. Succès post reproduction

Compte tenu des effectifs plus nombreux de géniteurs de saumons sur l'axe Gartempe, des pêches électriques avaient pour objectif de rechercher des alevins issus de reproduction naturelle. L'effort de prospection a été réalisé sur les secteurs aval et moyen de la Gartempe eu égard aux observations de remontée des géniteurs l'hiver précédent. Les affluents l'Anglin, la Couze et l'Ardour ont également été prospectés. Sur un total de douze stations, deux des quatre stations les plus en amont ont hébergé de la reproduction naturelle. Ces prospections attestent d'une production naturelle de juvéniles de saumon en 2015 sur la Gartempe. La qualité des habitats a permis la réussite des phases post-reproduction, soit l'éclosion, la survie et la croissance des juvéniles jusqu'au printemps. Les stations aval étaient prospectées afin de vérifier si une éventuelle reproduction forcée, du fait des difficultés de



franchissement des ouvrages, avait pu avoir lieu. Aucun juvénile n'a été pêché sur ces zones ; cela atteste d'une moins bonne capacité d'accueil des radiers aval pour le saumon.

Les suivis menés sur le Béal (Alagnon) soulignent la variabilité annuelle de production. Ainsi, les transitions entre les frayères et l'abondance des juvéniles (par minutes) s'ajuste à la survie. Cette approche permet de qualifier l'année en termes de succès de cette phase du cycle de vie. En 2015, il apparaît que les survies entre les frayères et les alevins soient inférieures aux années précédentes.

9.2.3. Production globale en tacons

Toutes stations confondues l'indice d'abondance moyen du bassin s'élève en 2015 à 36,3 individus 0+/5 mn ($\pm 45,9$). Au regard du barème existant, cet indice moyen correspond à une abondance de tacons 0+ considérée comme moyenne. Les indices varient de 0 à 184 ind. 0+/5 mn.

L'Allier est le plus densément peuplé. Les abondances moyennes par cours d'eau peuvent être considérées comme moyennes pour l'Alagnon, l'Allier et la Sioule, faible pour la Dore et très faible pour le Chapeauroux. Globalement, depuis le changement de stratégie d'alevinage effectué en 2008 consistant à déverser les alevins uniquement en aval du barrage de Langeac, l'année 2015 se caractérise par une production d'alevins natifs dans la zone refuge plutôt satisfaisante alors que la production des secteurs alevinés S4 et S5 est réduite. Ce constat est probablement une conséquence des fortes chaleurs de l'été 2015 qui ont dû induire une diminution significative de la survie.

La relation de calibration entre les densités de tacons 0+ et les nombres d'individus capturés en 5 minutes effectives de pêche (pêche indice d'abondance), est un élément important du modèle puisqu'il permet de convertir toutes les pêches réalisées depuis 1994 sur le protocole des indices d'abondance en 5 minutes, en densité. Jusque-là cette relation de calibration était construite grâce à 9 points de pêche réalisés dans la rivière Allier, sur le double protocole pêche d'indice d'abondance en 5 minutes et pêche complète. Il est apparu nécessaire de procéder à une meilleure calibration notamment dans les valeurs extrêmes. Par rapport à la relation antérieure, les 4 nouveaux points (et en particulier la station de Vabres) ont tendance à nous donner une vision un peu plus optimiste de la densité de tacons 0+ pour un indice d'abondance donné. Une autre campagne de pêche est d'ores et déjà prévue pour l'automne 2016 avec la réalisation de 4 nouvelles pêches sur le double protocole pêche abondance - pêche complète. Ces nouveaux points viendront ainsi compléter les 13 points déjà réalisés afin de renforcer la robustesse de cette relation

9.3. Les traits de vie

Dans le domaine de l'écologie et de l'évolution, les traits de vie d'une espèce sont des descripteurs biologiques et comportementaux quantitatifs (croissance, mode/rythme/stratégie de reproduction et alimentation) ou écologiques (préférendum de température, débit, etc.) étudiés aux échelles spatiales de l'habitat. La connaissance des traits biologiques et écologiques permettent de comprendre l'évolution des populations et de leur structures (âges, tailles, sex-ratio...). Ceci est indispensable pour suivre et alerter les gestionnaires sur l'observation d'un phénomène inhabituel tel qu'un sex-ratio anormalement déséquilibré ou une diminution de la taille qui aurait un impact sur la productivité.



9.3.1. Structure en âge

Les analyses identifient des constantes populationnelles en termes de structure d'âge et au contraire des variations annuelles avec le déficit d'une classe d'âge par exemple. Ainsi, concernant le saumon atlantique, l'analyse des structures d'âge permet de mettre à jour des fonctionnements de population différentiels suivant les axes migratoires. **Alors que le bassin Vienne-Creuse se particularise par la présence des individus de 1 an, l'Allier est caractérisé par une plus grande proportion des 3 ans de mer.** L'année 2015 se distingue par un déficit de ces grands individus probablement en lien avec des difficultés de migrations pour ces individus de plus gros gabarits (hypothèse d'exigence de débit élevé, alimentation des passes à poissons, capacité de saut moindre, etc.).

Plus spécifiquement, l'étude des retours (âge des saumons en migrations) engendrés par année de dévalaison permet en partie d'expliquer les effectifs annuels dans un contexte de qualification du processus migratoire de la dévalaison.

9.3.2. Sex-ratio

La mise en place d'un abaque permettant de déterminer le sexe d'individus migrant à Vichy au printemps en utilisant la taille de la mâchoire supérieure semble probante. La précision de cet abaque (86 %) pourra être affinée par l'incrémentation de nouveaux individus dans le modèle linéaire. **Cette première approche met en évidence un sex-ratio de la population de saumons à Vichy en 2014 de un mâle pour une femelle. Si cette composition de la population est équilibrée en termes de rapport des sexes, elle est déséquilibrée en termes de classes d'âge de mer puisque nous observons de fortes proportions de mâles parmi les saumons de 2 ans de mer et de femelles de 3 ans de mer.**

9.3.3. Phénologie

Un environnement saisonnier est un environnement variable mais prédictible d'une année à l'autre. Cette organisation saisonnière va imposer de fortes contraintes sur la phénologie des organismes. Par exemple, la date du début de la reproduction est un paramètre important puisque le succès reproducteur ne sera maximisé que lorsque les variations de la demande énergétique des jeunes au cours de la saison seront parfaitement synchronisées sur la disponibilité des proies. Cependant, comme le début de la reproduction a lieu bien avant le moment où la demande énergétique est la plus forte, les individus devront se baser sur un certain nombre d'indices (température, photopériode...) pour initier la reproduction au bon moment. A l'issue de nos suivis, il apparaît clairement que les processus de reproduction pour l'ensemble des espèces présentent une **temporalité marquée avec des amplitudes de quelques semaines à un mois et demi**. Il s'agit donc d'une période relativement courte durant laquelle tous les paramètres rencontrés conditionnent le succès reproducteur immédiat.

Pour l'alose, le seuil de température de 16 °C marque le début de la reproduction. Il peut être atteint dès le début avril mais plus généralement vers la fin de ce même mois. La reproduction s'échelonne ensuite sur une période de dix à douze semaines.

La reproduction de la lamproie est légèrement plus tardive que celle de l'alose et s'échelonne jusqu'à fin juin à début juillet. Elle s'étale sur une amplitude de 7 à 8 semaines.



Concernant les saumons atlantiques la reproduction peut démarrer dès fin octobre (notamment sur les secteurs aval du bassin) et s'échelonner jusqu'à la mi-décembre. L'année 2015 se particularise par une reproduction tardive et concentrée sur quelques semaines.

Pour les suivis scientifiques, la connaissance des processus de dynamique de la reproduction permettent également de réduire les efforts d'échantillonnage en minimisant les pertes d'informations.

9.4. Les migrations des poissons migrateurs amphihalins

L'objectif est de connaître les périodes de migration des différentes composantes des populations et l'impact à la fois des conditions environnementales dites « naturelles » ou impactées par les activités humaines et des ouvrages transversaux. Ces éléments doivent être pris en compte pour permettre aux gestionnaires d'adapter leurs règles de gestion concernant :

- ❶ les périodes de prélèvements sur certaines espèces,
- ❷ la gestion des ressources en eau aux exigences des poissons migrateurs amphihalins dans le cadre des SAGE,
- ❸ le choix en matière d'aménagement et d'entretien des ouvrages transversaux et de modalités d'aménagement (en particulier lorsque l'option d'amélioration de la continuité écologique retenue est la gestion des vannages ou bien les arrêts de turbinage pour la migration de dévalaison).

9.4.1. Conditions de migrations du saumon

La répartition des températures favorables à la migration du saumon entre la Creuse et l'Allier montre que la migration peut commencer plus tôt sur la Creuse. Néanmoins la précocité d'une migration est fonction de plusieurs variables comme la distance à parcourir, les débits, l'âge des poissons. Les températures plus favorables sur la Creuse ne sont donc pas uniques responsables de la précocité des migrations sur cet axe comparativement à l'axe Allier.

La présence de différents comportements migratoires chez le saumon et d'une variabilité de température inter stations implique qu'il est difficile de lier la température aux processus biologiques de cette espèce. En effet, les géniteurs peuvent faire plus d'une dizaine de kilomètres par jour pendant la migration. Cette vitesse est encore supérieure s'il y a une absence d'obstacles à la migration. (LOGRAMI, 2009 et 2012 ; BARIL et GUENEAU, 1986).

9.4.2. Conditions de migrations des aloses et lamproies marines

Les premières aloses sont contrôlées généralement sur la Creuse à Descartes. Il s'agit de la station de comptage la plus proche de l'estuaire. Malgré une distance à l'océan plus importante, la période de migration des aloses à Decize sur la Loire est proche de celle de Châtellerault sur la Vienne. Chez la



lamproie marine, un décalage important est à noter entre les deux stations les plus aval (Descartes et Châtellerault) et celles situées plus en amont (Decize et Vichy). L'amplitude totale de la période de migration est, comme pour l'alse, beaucoup plus importante sur les stations de comptage situées à l'aval.

9.4.3. Rythme nycthéméral

Chaque espèce de poissons migrateurs a une activité migratoire différente durant la journée. Les données, compilées depuis 1997 aux stations de vidéos-comptages, renseignent sur ces rythmes. Ainsi, le saumon atlantique et les aloses ont une migration diurne. Pour le saumon, l'activité est similaire durant toute la journée, alors que pour l'alse elle s'intensifie en fin d'après-midi. Les déplacements de la lamproie marine et de l'anguille sont majoritairement nocturnes, avec des pics d'activité en milieu de nuit.

9.5. La pression de pêche

Les poissons migrateurs (hors saumon) représentent également dans le bassin de la Loire un revenu économique tant au niveau de la pêche professionnelle que de la pêche de loisir. Dans ce cadre, il est important que le gestionnaire soit toujours attentif à ce que la pression de pêche ne soit pas en inadéquation avec l'état des populations et les pressions que peuvent supporter ces espèces (compte tenu de leurs effectifs et de leur dynamique de population). La bonne gestion de la pêche est ainsi une condition sine qua non pour un développement durable des pêcheries et du tourisme lié à la pêche dans le bassin.

L'information issue des statistiques de captures ou de prises de données biologiques sur les lieux de débarquement est beaucoup plus importante et moins coûteuse que celle que l'on pourrait obtenir par des campagnes spécialisées. Il est donc essentiel que les réseaux des suivis institutionnels soient performants et accessibles pour le traitement de cette information. La connaissance des pêcheries est aujourd'hui très limitée car elle est conditionnée par l'accès aux données de captures des différentes pêcheries.

Malgré l'interdiction de capture du saumon atlantique, de nombreux témoignages et les résultats des suivis par radio pistages mettent en évidence une capture importante de saumons. Ces captures sont accidentelles, ou intentionnelles pour des secteurs bien connus (comme à l'amont du bassin) mais sont également effectuées par méconnaissance et confusion avec les truites. Afin de réduire les captures illicites ou effectuées par méconnaissances de la distinction entre le saumon et la truite, une campagne est effectuée à l'aide de panneaux **d'informations présentant d'une part le saumon adulte et son interdiction de pêche ainsi que les différences avec une truite adulte, et d'autre part l'interdiction de pêche du saumon à tous les stades ainsi que les différences entre les deux espèces au stade juvénile.**

Cette action a mobilisé 14 Fédérations de pêche et de protection du milieu aquatique du bassin de la Loire qui ont eu à charge les demandes administratives et le choix des sites les plus pertinents afin de sensibiliser un maximum de personnes.

Par ailleurs, compte tenu des témoignages nombreux de captures accidentelles de saumon en 2015, **une actualité a été mise en place sur le site web renseignant sur les préconisations à suivre en cas de capture afin de relâcher le poisson dans les meilleures conditions.**

9.6. L'évaluation de l'efficacité des programmes de soutien d'effectifs (saumon atlantique)

L'objectif central du Plagepomi pour le saumon est de garantir la pérennité de la population, et d'aboutir à terme à une population sauvage autonome, autrement dit, d'améliorer son statut de conservation. Le recours au déversement est parfois nécessaire, quand le saumon a complètement disparu d'un cours d'eau (repeuplement) ou si son niveau est faible (déversement ou soutien d'effectif). La population actuelle du bassin Loire est réduite numériquement avec environ en moyenne 550 géniteurs potentiels au niveau de Vichy. De plus, ces faibles effectifs incluent déjà les poissons issus d'élevage et de déversement dans les différents cours d'eau.

Les déversements dans le bassin de la Loire portent sur plusieurs stades : œufs, alevins, smolts. Les jeunes saumons issus de pisciculture et relâchés à un stade précoce (œufs et alevins) ne sont pas marqués, ce qui ne permet pas de les différencier visuellement par la suite des saumons nés dans la rivière. Les saumons relâchés au stade tardif du smolt (prêts à migrer vers la mer), après au moins un an de vie en élevage, subissent en revanche une ablation de la nageoire adipeuse qui permet de les distinguer ultérieurement (en particulier aux stations de comptage) des saumons natifs ou déversés à un autre stade.

Il s'agit donc d'évaluer la portée de l'opération de soutien d'effectif et de mesurer sa contribution à la restauration de l'espèce. Ce chapitre porte sur 6 indicateurs de l'opération de soutien d'effectifs :

- ❧ Impact de l'opération de piégeage sur le comportement de migration des saumons,
- ❧ La production de juvéniles à partir d'incubateurs,
- ❧ L'implantation des juvéniles déversés au stade alevins,
- ❧ Les taux de retour des juvéniles lâchés au stade pré-smolts,
- ❧ L'identification de l'origine des adultes de retour,
- ❧ La dynamique migratoire génésique selon l'origine des saumons.

9.6.1. Impact du piégeage

Pour répondre à l'obligation d'alimenter la pisciculture avec des géniteurs de retour (comprenant des sauvages et des retours issus de déversement) et pour répondre à l'objectif de différenciation entre les saumons d'élevages (issus des déversements d'alevins) et les natifs de retour à Vichy, les saumons adultes de retour sont piégés au niveau de la station de comptage de Vichy. Cependant, les opérations de piégeage ralentissent voire empêchent la migration printanière d'une part non négligeable de saumons. **L'opération de piégeage a provoqué une augmentation de 30% des allers-retours avant le passage, une augmentation de 37% des refus de passage le jour même et une augmentation de 45 minutes du retard moyen.** Ces retards peuvent amoindrir significativement les chances de survie estivale de ces saumons. En effet, il s'avère que plus vite les saumons atteignent les secteurs amont de l'Allier, plus ils ont des chances de survivre aux fortes températures estivales de l'eau (25°C étant létal chez le saumon atlantique) (BACH et al, 2011).



9.6.2. Production de l'incubateur du Renaison

En 2015, sous l'impulsion de différentes collectivités piscicoles de la région Roannaise (Loire, 42), un incubateur à saumons a été mis en charge avec 10000 œufs en provenance du Conservatoire National du Saumon Sauvage. **L'incubateur et la qualité du Renaison dans les conditions environnementales de 2015, a permis de produire des tacons 0+ en quantité moyenne jusqu'à l'automne sur au moins 800 m en aval de l'incubateur.** Ce constat confirme le caractère salmonicole de ce tronçon du Renaison, réputé pour sa population de truites conséquente (GRES, comm. pers.). Ces individus présentent des tailles comparables aux secteurs de fortes densités d'alevins de l'Allier.

9.6.3. Taux d'implantation

Le taux d'implantation est révélé par la densité de juvéniles au moment du déversement comparativement à l'échantillonnage réalisé à l'automne. Il a pour objectifs de connaître la survie des juvéniles déversés au stade alevin et vérifier la fonctionnalité des zones favorables aux juvéniles. **Sur la Gartempe, depuis 1999, la moyenne interannuelle des taux d'implantation sur ces stations de référence s'élève à 3,24 %.** Les taux d'implantation fluctuent entre 0 % (aucun individu pêché) et 16,70 %.

A l'échelle des cours d'eau de l'amont du bassin, la Dore se distingue par de plus faibles taux d'implantation, tandis que l'Allier présente des taux relativement homogènes (moyenne 20% mais basés sur une cartographie ancienne). L'Alagnon et la Sioule présentent quant à eux des taux d'implantation plus hétérogènes selon les stations.

Une croissance différente est observée selon les cours d'eau. Elle varie entre 0,036 g/j et 0,063 g/j et révèle probablement des capacités productives variables liées à l'habitat et les phénomènes de densité-dépendance.

9.6.4. Taux de retour des smolts déversés

Le taux de retour des individus déversés au stade smolt est obtenu par le marquage par ablation de la nageoire adipeuse qui permet de comptabiliser le nombre de saumons de retour aux stations de vidéo-comptage issus de ces déversements. Le recensement systématique de la présence ou de l'absence de la nageoire adipeuse couplé aux données numériques de déversement de smolts permet ainsi de dégager un taux de retour de ces individus déversés. Globalement, les taux calculés sur ces trois sous-bassins sont très largement en dessous des préconisations. D'après LACHANCE et CARON (2003), lorsque les taux de retour sont inférieurs à 0,2 %, les avantages de l'ensemencement des smolts (liés à la très grande survie de l'œuf au smolt en pisciculture) sont perdus pour une rivière qui ne présente pas de problèmes d'habitat. Pour qu'il existe un gain net appréciable de cet ensemencement, les taux doivent dépasser 0,45 %, soit environ 10 fois plus que les taux calculés actuellement.

Confirmant les orientations prises dans le Plan de restauration du saumon Loire Allier, ce stade de déversement ne paraît pas adapté à une stratégie de restauration de l'espèce. Les déversements de ce stade devraient donc être arrêtés.

9.6.5. Identification des saumons de retour

L'identification de l'origine des adultes de retour est un indicateur pour répondre à l'objectif de différenciation entre les saumons d'élevages et les natifs sauvages. L'INRA de Rennes a proposé une étude innovante en s'appuyant sur des outils génétiques récents, capables d'apporter des réponses auparavant hors de portée, pour aider à la gestion patrimoniale d'une espèce naturelle.

La complémentarité des captures réalisées par LOGRAMI (en début et fin de période de migration printanière) avec celles effectuées par le CNSS pour les besoins de la pisciculture (qui sont plus centrées sur le pic de migration), est donc essentielle. En effet, les captures pour la pisciculture présentent une restriction calendaire et horaire ne permettant pas d'avoir ni les quantités ni la représentativité de la population migrante à Vichy sur la saison de migration.

Les premiers résultats semblent donc démontrer, pour l'année de reproduction 2008, une participation de l'ordre de 40% issus de retour d'alevins déversés. L'opération d'échantillonnage menée en 2015 dans le cadre de cette étude menée par LOGRAMI a permis de fournir un nombre conséquent d'échantillons génétiques (n= 46) qui s'ajoutent à ceux du CNSS. L'année 2015 permettra de compléter les échantillons thésaurisés par l'INRA afin d'obtenir une analyse pour une seconde cohorte issue de la reproduction 2009 s'étalant sur des retours en 2013, 2014 et 2015.

Enfin, l'année 2016, bénéficiant également d'un complément de piégeage par LOGRAMI garantira l'obtention des retours issus de l'ensemble de la reproduction 2010 qui s'échelonne sur 2014, 2015 et 2016. Cette cohorte sera particulièrement intéressante à étudier dans la mesure où le nombre de géniteurs à Vichy en 2010 est le plus faible de l'ensemble de la série chronologique depuis 1986 (=227 saumons).

9.6.6. Dynamique migratoire

L'analyse des dynamiques migratoires des saumons est effectuée grâce à la connaissance de leur origine. Trois catégories de poissons peuvent alors être identifiées :

- ❏ Les individus de retour issus des déversements aux stades alevins (à partir du sous échantillon génotypé),
- ❏ Les natifs (à partir du sous échantillon génotypé),
- ❏ Les individus de retour issus des déversements au stade pré-smolt par identification de l'ablation de la nageoire adipeuse (échantillon complet de la population migrante).

La dynamique migratoire aux stations de comptage des saumons issus de déversements au stade alevins peut être comparée avec celle des saumons issus de la reproduction naturelle. Les données d'identification des poissons ne sont pas disponibles les années antérieures mais cette analyse peut être effectuée en 2014 car l'identification de la provenance des individus capturés nous a été communiquée (OGER A. & E. EVANNO, 2015). Ainsi, des écarts de dynamique migratoires semblent être observés à la fois sur les retours issus d'alevins et de smolts déversés.

Par ailleurs, les analyses réalisées à la fois sur le bassin Creuse-Gartempe (smolts) et le bassin de l'Allier (alevins et smolts déversés) montrent des différences temporelles de migrations. Ces écarts peuvent paraître minimes mais ont des conséquences importantes pour la survie des poissons. En effet,



Les saumons arrivant tardivement ont de grands risques de s'arrêter dans des zones de survie estivale réduite. Il est ainsi probable que la mortalité estivale des saumons issus du plan de déversement au stade smolt (voir alevin) soit plus élevée que celles des saumons issus d'autres origines.

9.7. Les informations et sensibilisations

Un total de 17 départements et **40 villes ou communes différents ont désormais accueilli l'exposition au moins une fois au cours des années 2010 à 2015.**

Aux termes de six années d'existence, l'exposition « Grands Migrateurs de Loire » semble toujours aussi appréciée. Cet outil, créé pour être diffusé au plus grand nombre et utilisé tant en exposition temporaire qu'en support d'animation, est toujours à disposition de toutes les structures souhaitant l'utiliser. Une rubrique spécifique à l'exposition ainsi que le planning des disponibilités est accessible sur le site internet de LOGRAMI (<http://www.logrami.fr/sensibilisation/#exposition>).

La participation à des réunions de restitution et l'accompagnement des gestionnaires et acteurs de l'eau constitue un socle important de la communication « pull » de l'association. Ainsi, l'ensemble des résultats d'études n'a de valeur que si les informations sont portées à connaissance au cours des réunions de concertation (SAGE, Trame verte et Bleue, comités de pilotage Contrats Territoriaux et Contrats de Rivière, comités de gestion, groupes de travail locaux, régionaux et nationaux etc.).

L'expertise, la connaissance des séries chronologiques et des changements de fonctionnement de l'écosystème Loire sont mutualisés par la participation active aux groupes de travail tant à l'échelle locale, départementale, régionale que nationale. Les gestionnaires sollicitant un accompagnement sur un projet d'aménagement d'ouvrage, de restauration d'habitat trouveront un appui à travers des avis étayés de connaissances scientifiques sur les poissons migrateurs.

10. Bibliographie

AIME DE SOLAND, DUMERIL A., 1869 - Poisson de l'Anjou, l'Histoire de la Pêche et la Description des Poissons qui peuplent la Loire, nos rivières et ruisseaux, Angers, p 99

BACH J. M., BAISEZ A., LEON C., PAROUTY T., 2011. Suivi de la migration du saumon sur l'Allier par radiopistage entre Vichy et les zones de frayères en 2009. Association LOGRAMI. 156 pages

BACH J. M., BAISEZ A., LEON C., PAROUTY T., SENECAI A., PORTAFAIX P., GUERIT A., LE PERU Y., 2013. Recueil de données biologiques 2012 sur les poissons migrateurs du bassin de la Loire. Association LOGRAMI. 359 pages

BACH J.M., PAROUTY T., LEON C., SENECAI A., CORNU V., PORTAFAIX P., JOUIN TREMEUR E., LELIEVRE M., BAISEZ A., 2010 - Recueil de données biologiques sur les populations de poissons migrateurs du bassin de la Loire, 2009. LOGRAMI, 361 pages

BACH J.M., PAROUTY T., LEON C., SENECAI A., PORTAFAIX P., CLOASTRE T., DEFOURS A. et BAISEZ A., 2015 - Recueil de données biologiques 2014 sur les poissons migrateurs du bassin Loire. Rapport d'activité, Association LOGRAMI, 291 pages

BACH J.M., PAROUTY T., LEON C., SENECAI A., PORTAFAIX P., FARGEIX S., BAISEZ A., 2012 - Recueil de données biologiques sur les populations de poissons migrateurs du bassin de la Loire, 2011. LOGRAMI, 313 pages

BACH J.M., PAROUTY T., LEON C., SENECAI A., PORTAFAIX P., RIVARD Q., BARAULT A., BAISEZ A., 2014 - Recueil de données biologiques sur les populations de poissons migrateurs du bassin de la Loire, 2013. LOGRAMI, 319 pages

BAGLINIÈRE J.L., CHAMPIGNEULLE A., 1982. Densité des populations de truite commune (*Salmo trutta*L.) et de juvéniles de saumon atlantique (*Salmo salar*L.) sur le cours principal du Scorff (Bretagne) : preferendums physiques et variations annuelles (1976-1980). Acta ecologica, 3, 241-256.

BARDONNET A., BAGLINIERE J.-L. 2000. Freshwater habitat of atlantic salmon (*Salmo salar*). Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 57 : 497-506.

BARIL D., GUENA1:A57EAU P., 1986. Radio-pistage de saumons adultes (*Salmo salar*) en Loire. Bull. Fr. Pêche Piscic., 302, 86-105.

BEALL E., MARTY C., 1983. Dévalaison et survie d'alevins de Saumon atlantique (*Salmo salar* L.), en milieu naturel contrôlé. Bull. Fr. Piscic., 290, 135-148

CARMIE H., 1997. Restauration du saumon sur le bassin de la Loire. Volet repeuplements. CSP Délégation Régionale Auvergne-Limousin, 8 p. + annexes.

CASSOU-LEINS F., CASSOU-LEINS J.J., 1981 - Recherches sur la biologie et l'halieutique des migrateurs de la Garonne et principalement de l'Alose (*Alosa Alosa*). Thèse 3 ème cycle Institut National Polytechnique, Toulouse, 382 pages

CE3E SOCIETE DE CONSEIL, D'ETUDES TECHNIQUE ET D'INGENIEURIE EN GENIE DE L'EAU ET DE L'ENVIRONNEMENT/Conseil départemental de la Vienne. 2014 - Etude du devenir des ouvrages hydrauliques sur le Clain de Sommières du Clain à Cenon sur Vienne et sur la Dive du Sud. Phase 1 : Etat des lieux et pré-diagnostic. Atlas des fiches ouvrages.

CE3E SOCIETE DE CONSEIL, D'ETUDES TECHNIQUE ET D'INGENIEURIE EN GENIE DE L'EAU ET DE L'ENVIRONNEMENT/Conseil départemental de la Vienne. 2014 - Etude du devenir des ouvrages hydrauliques sur le Clain de Sommières du Clain à Cenon sur Vienne et sur la Dive du Sud. Phase 1 : Etat des lieux et pré-diagnostic. Atlas des fiches ouvrages.

CNSS, non publié rapport déversement, 2015

COHENDET F., 1993. Le saumon de l'Allier. Thèse, Univeristé Paul Sabatier de Toulouse.



CRISP D.T., 1993. The environmental requirements of salmon and trout in fresh water. *Freshwater Forum*, 3, 176-202.

CRISP D.T., 1996. Environmental requirements of common riverine European salmonid fish species in fresh water with particular reference to physical and chemical aspects, *Hydrobiologia*, 323, 201-221.

DAROLLES V., DUMAS J., 1999. Caractéristiques environnementales et survie embryolaire du Saumon Atlantique *Salmo salar* L., dans un cours d'eau du Piémont Pyrénéen, la Nivelle (France). No1, pp. 29-44. Société française d'ichtyologie, vol. 23,.

DATRY T., DONON E., 2011. Colmatage interstitiel des cours d'eau : développement d'un protocole de mesure standardisé sur les réseaux de contrôle de surveillance français. Cemagref Lyon.

DUNCAN., 2007. A technique for measuring scour and fill of salmon spawning riffles in headwater streams. *JAWRA Journal of the American Water Resources Association*

DURANT, JOL M., HJERMANN D., OTTERSEN G., et STENSETH N. « Climate and the match or mismatch between predator requirements and resource availability ». *Climate Research* 33, no 3 (20 avril 2007): 271-83.

FONTENELLE G., 1975. Recherches sur le saumon atlantique [*Salmo salar* L., 1976] en Bretagne. 1-Caractéristiques des saumons atlantiques adultes des principales rivières de Bretagne et de Basse-Normandie. 2- Premiers éléments d'une dynamique de population de Saumon atlantique, aspects écoéthologiques. Thèse 3 ème cycle, Biol. Anim., Fac. Sci., Univ. Rennes, 161 p.

FRETWELL SD, 1972. Populations in a seasonal environment. Princeton, New Jersey: Princeton University Press.

GOELOU E., 2013. Les climats de France. Université d'Angers. Page Web consultée le 15/04/2016 depuis <http://blog.univ-angers.fr/lesclimatsdefrance/author/egoelou/>

GORONFLOT T., BAISEZ A., LEGRAND M., 2011. Etude de la qualité physico-chimiques de certains cours d'eau du bassin versant de la Loire et comparaison avec les seuils de tolérance du saumon atlantique (*Salmo salar*).

GREIG S.M., SEAR D. A., et CARLING P.A., 2007. A review of factors influencing the availability of dissolved oxygen to incubating salmonid embryos.

GUEGUEN J.C. & PROUZET P., 1994. La Saumon atlantique – Biologie et gestion de la ressource. Edition de l'IFREMER, 330p.

GUERRIN F., DUMAS J., 2001. Knowledge representation and qualitative simulation of salmon redd functioning. Part II: qualitative model of redds.

GUILPART A. 2007. Etude bibliographique de la répartition historique des principaux poissons migrateurs amphihalins sur le réseau hydrographique français. Cemagref, 37 pages.

HAWKINS A.D., SMITH G.W., 1986. Radiotracking observations on Atlantic Salmon ascending the Aberdeenshire Dee. *Scott. Fish. Res. Rep.*, 36, 24 P.

HEGGBERGET T.G., 1988. Timing of spawning in Norwegian Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 45, 845-849

HEGGENES J., SALTVEIT S. J., 1990. Seasonal and spatial microhabitat selection and ségrégation in young Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) and brown trout (*S. trutta* L.) in a Norwegian river *J. Fish Biol.*, 36, 707-720.

HELAND M., DUMAS J., 1994. Ecologie et comportement des juvéniles. In "Le saumon atlantique : biologie et gestion de la ressource", Gueguen J.C. et Prouzet P., IFREMER (Eds.), Brest, pp. 29-46.

hydroweb. <http://www.hydro.eaufrance.fr/>.

INGENDAHL D., 2001. Dissolved oxygen concentration and emergence of sea trout fry from natural redds in tributaries of the River Rhine, *Journal of Fish Biology*, 58, 325-341.

JONES J.W., 1959. The salmon. The new naturalist. Collins Edit. London, 192 p.



- KEITH P. & ALLARDI J. (coord.), 2001. Atlas des Poissons d'Eau douce de France, 2001, Patrimoines Naturels, n°47, Paris, 387 pages.
- LACHANCE & CARON, 2003. Performance des ensemencements de smolts pour le saumon atlantique. 21 pages
- LACHANCE S., CARON F., 2003 - Performance des ensemencements de smolts pour le saumon atlantique. 21 pages
- LEVASSEUR M., BERGERON N., LAPOINTE M., BERUBE F., 2006 . Effects of silt and very fine sand dynamics in Atlantic salmon (*salmo salar*) redds on embryo hatching success Can. J. Fish. Aquat. Sci.
- LISLE T. E., LAWIS J., 1992. Effects of sediment transport on survival of salmonid embryos in a natural stream : a simulation approach. Can. J. Fish. Aquat. Sci.
- MALAVOI J., BRAVARD J.P., 2010. Eléments d'hydromorphologie fluviale. Onema, Vincennes. 228 p.
- MALAVOI J.-R, SOUCHON Y., 2001 - Description standardisée des principaux faciès d'écoulement observables en rivière : clé de détermination quantitative et mesures physiques. Bull. Fr. Pêche Piscic, 365/366, p 357-372
- MALAVOI J.-R, SOUCHON Y., 2001. Description standardisée des principaux faciès d'écoulement observables en rivière : clé de détermination quantitative et mesures physiques. Bull. Fr. Pêche Piscic, 365/366, p 357-372.
- MALAVOI J.R., 1989. Typologie des faciès d'écoulement ou unités morphodynamiques des cours d'eau à haute énergie. Bull. Fr. Pêche Piscic., 315, 189-210.
- MALAVOI J.R., 1999. Quantification des surfaces de production de tacons par le biais de faciès d'écoulement. MALAVOI, LOGRAMI, 11 p. + figures.
- MAO M. 2015. Etat des lieux des habitats et espèces Natura 2000 de la sous-région Golfe de Gascogne. Les espèces migratrice amphihalines de la Directive Habitats Faune Flore. Agence des Aires Marines Protégées – Antenne Atlantique. 40 pages.
- MARMONIER, DELETTRE, LEFEBVRE, GUYON, BOULTON, 2004: A simple technique using wooden stakes to estimate vertical patterns of interstitial oxygenation in the bed of rivers. Arch. Hydrobiol. 160 1 133-143.
- MEYER, 2003. « The importance of measuring biotic and abiotic factors in the lower egg pocket to predict coho salmon egg survival », Journal of Fish Biology, 62
- MILLET P.-A., 1828. Faune de Maine-et-Loire, Tome 2, Angers, p 692-75.
- MILLS D., 1991. Ecology and management of Atlantic salmon. Springer. 380 p.
- MINSTER A.M., et BOMASSI P., 1999. Repérage et évaluation des surfaces potentielles de développement de juvéniles de saumon atlantique. Proposition d'un modèle de gestion des stocks sur le bassin de l'Allier et de l'Arroux. LOGRAMI, CSP DR 6. 44 p.
- NOAA National Centers for Environmental Information, State of the Climate: Global Analysis for July 2015, published online August 2015, retrieved on April 18, 2016 from <http://www.ncdc.noaa.gov/sotc/global/201507>.
- OGER A. & E. EVANNO, 2015. Identification de l'origine (sauvage / pisciculture des saumons atlantiques du bassin de l'Allier par assignation génétique. 15 pages.
- PARKINSON D., PETIT F., HOUBRECHTS G., Philippart J.C., 2001. Dynamique de modification de l'habitat physique de reproduction des pondeurs lithophiles sous graviers. Cas de deux frayères à ombre dans l'Aisne.
- PRÉVOST E, VAUCLIN V, BAGLINIÈRE JL, BRANA-VIGIL F, NICIEZA AG, 1992 Application d'une méthode de détermination externe du sexe chez le saumon atlantique dans les rivières des Asturies (Espagne).



PREVOST E. & PORCHER J.P., 1996. Méthodologie d'élaboration des Totaux Autorisés de Captures (TAC) pour le Saumon atlantique (*Salmo salar*) dans le Massif Armoricain. Propositions et recommandations scientifiques. Documents du GRISAM. Evaluation et gestion des stocks de poissons migrateurs, Document scientifique et technique n°1.

PREVOST E. et BAGLINIERE J.L., 1995. Présentation et premiers éléments de mise au point d'une méthode simple d'évaluation du recrutement en juvéniles de saumon atlantique (*Salmo salar*) en eau courante.

PRUNET P., MASSA F., 2000. Impact of sediment on interstitial water quality and brown trout (*Salmo trutta*) early life development. Field and experimental study in two agricultural salmonid creeks (Western part of France). Institut national agronomique Paris-Grignon, Paris, FRANCE.

RAUTUREAU C., 2015. Etude des potentialités du bassin de la Maine pour les poissons migrateurs. Rapport de stage Master 2 IMACOF. – Fédération de Maine-et-Loire pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique. 56 p.

ROFF, DEREK A., 2002. Life history evolution. Sunderland, Massachusetts. Sinauer Associates. 527 p

RUBIN J.F., GLIMSATER C., 1996. Egg-to-fry survival of the sea trout in some streams of Gotland. Journal of Fish Biology, 48, 585-606.

SOUCHON Y. et VALENTIN S., 1991. L'Allier du barrage de St-Etienne du Vigan jusqu'à Langeac. Simulation de l'habitat physique des salmonidés. Etude Cemagref, groupement de Lyon, 73 p.

STEPHEN D. MC CORMISK, LARS P. HANSEN, THOMAS P. QUINN, and RICHARD L. Saunders, 1998. Movement, migration, and smolting of Atlantic salmon (*Salmo salar*). Can. J. Fish. Aquat. Sci. Vol. 55(Suppl. 1), 1998

TAVERNY C., ELIE P., 2009. Bilan des connaissances biologiques et l'état des habitats des lamproies migratrices dans le bassin de la Gironde: proposition d'actions prioritaires. Rapport final, Etude Cemagref n°123. Groupement de Bordeaux, pp. 93.

TAVERNY C., ELIE P., 2010 - Les Lamproies en Europe de l'Ouest. Ecophases, espèces et habitats. QUAE, 111 pages

TELLIER L., 1987. Mise en service d'une station d'étude des migrations des salmonidés migrateurs sur la rivière Elorn (Finistère) : premières observations sur les populations migrantes d'adultes et de juvéniles de Saumon atlantique (*Salmo salar* L. 1758). Mém. Etud., Ecole Nat. Ing. Trav. Eaux Forêts, 41 p. + Annexes.

THIOULOUSE G., 1972. Le comportement social du saumon de l'Allier (*Salmo salar* L.) dans cette rivière. Université, 412 p.

WENTWORTH C.K., 1922. A scale of grade and class terms for clastic sediments. The journal of geology, Vol. 30, No. 5, pp. 377-392.

WESTERBERG H., 1984. The orientation of fish and the vertical stratification at fine – and micro – structure scales. Mechanisms of migration in fishes, Mc Leave J.D., Arnold G.P., Dodson J.J., Neill W.H. (eds), Plenum Publ. Corp, 179-203.



11. Annexes

Annexe 1 : Condition de débits lors des pêches « Indice d'Abondance tacons » réalisées en 2015 sur le bassin de l'Allier

Cours d'eau	Nom	Date	QJM (m3/s)	QMsept réf	Station mesure
Allier	Aval pont de Laveyrune	04/09/2015	0,061	0,719	Laveyrune
	Luc amont confluence Ruisseau de Masmejean	04/09/2015	0,061	0,719	Laveyrune
	Confluence Liauron	04/09/2015	0,594	3,25	Langogne
	Les Vaysseires	04/09/2015	0,594	3,25	Langogne
	Radier amont Pont camping Langogne	04/09/2015	0,594	3,25	Langogne
	Pignol aval step Langogne	04/09/2015	0,594	3,25	Langogne
	Aval barrage naussac 2	03/09/2015	0,567	3,25	Langogne
	Aval Pont de Jonchères	06/10/2015	4,5	8,36	Nouveau Monde
	Saint Médart – bras rive gauche	06/10/2015	4,5	8,36	Nouveau Monde
	Nouveau Monde radier amont	03/09/2015	9,32	8,36	Nouveau Monde
	Lestang amont pont SNCF	06/10/2015	4,5	8,36	Nouveau Monde
	Saint Christophe d'Allier	06/10/2015	4,5	8,36	Nouveau Monde
	La Parade	03/09/2015	9,32	8,36	Nouveau Monde
	Vabres	03/09/2015	9,32	8,36	Nouveau Monde
	Village vacances Alleyras	03/09/2015	9,32	8,36	Nouveau Monde
	St Didier	07/10/2015			
	Les Bois Noirs	07/10/2015			
	Amont viaduc de Fontannes	07/10/2015			
	Monistrol camping	02/09/2015			
	Amont Pontgibert	08/10/2015	7,33	9,97	Prades
	Pontgibert radier	02/09/2015	9,52	9,97	Prades
	Amont Prades	08/10/2015	7,33	9,97	Prades
	le Pradel	02/09/2015	9,52	9,97	Prades
	St-Julien des Chazes chapelle	02/09/2015	9,52	9,97	Prades
	Véreuges	08/10/2015	7,33	9,97	Prades
	St-Arcons aval pont	02/09/2015	9,52	9,97	Prades
	Chanteuges - la gravière	02/09/2015	9,52	9,97	Prades
	Chanteuges mur blanc	02/09/2015	9,52	9,97	Prades
	Amont Langeac – Lafont	08/10/2015	7,33	9,97	Prades
	Langeac amont pont de Costet	01/09/2015	8,48	12,2	Langeac
	Truchon	01/09/2015	8,48	12,2	Langeac
	Amont de Chilhac	01/09/2015	8,48	12,2	Langeac
	Lavoûte-Chilhac camping	01/09/2015	8,48	12,2	Langeac
	Chambon de Blassac	01/09/2015	8,48	12,2	Langeac
	La Viallette camping	01/09/2015	8,48	12,2	Langeac
	Les Granges	31/08/2015	9,8	9,71	Vieille-Brioude
	Maison Blanche	31/08/2015	9,6	14,3	Pont d'Auzon
	Aval Pont d'Orbeil	31/08/2015	13,7	18,6	Coudes
	Coudes camping	31/08/2015	13,7	18,6	Coudes
	Les Martres de Veyre	31/08/2015	13,7	18,6	Coudes
	Cournon-Camping	31/08/2015	13,7	18,6	Coudes

Annexe 1 (suite)

Cours d'eau	Nom	Date	QJM (m3/s)	QMsept réf	Station mesure
Alagnon	Ferrières St Mary	24/09/2015	3,11	2,42	Joursac
	Peyreneyre	24/09/2015	3,11	2,42	Joursac
	Gymnase de massiac	24/09/2015	3,11	2,42	Joursac
	Pont de brugelles	24/09/2015	5,32	3,48	Lempdes
	Aval barrage Chambezou	24/09/2015	5,32	3,48	Lempdes
	Aval pont A75	24/09/2015	5,32	3,48	Lempdes
	Tendrot amont	25/09/2015	4,49	3,48	Lempdes
	Aval passerelle de Beaulieu	24/09/2015	5,32	3,48	Lempdes
	Béal - lempdes amont pont routier	24/09/2015	5,32	3,48	Lempdes
	Béal - lempdes aval pont routier	24/09/2015	5,32	3,48	Lempdes
	Béal - La Ribeyre	25/09/2015	4,49	3,48	Lempdes
	Béal - aval moulin de pressat	25/09/2015	4,49	3,48	Lempdes
	Béal - dardelin	25/09/2015	4,49	3,48	Lempdes
	Béal - aval l'Aristo	25/09/2015	4,49	3,48	Lempdes
Dore	Bru	21/09/2015	0,956	1,46	Ambert
	Pont de perrier	21/09/2015	0,956	1,46	Ambert
	Aval barrage la prade - vertolaye	21/09/2015	0,956	1,46	Ambert
	Pont de mirat	21/09/2015	0,956	1,46	Ambert
Sioule	Les Plateaux	09/09/2015	5,07	10,6	Châteauneuf les Bains
	Le Bout du Monde - Aval	09/09/2015	5,07	10,6	Châteauneuf les Bains
	Amont pont de Chambon	09/09/2015	5,07	10,6	Châteauneuf les Bains
	Chateauneuf - Le Bordas	09/09/2015	5,07	10,6	Châteauneuf les Bains
	Thermes de Chateauneuf	09/09/2015	5,07	10,6	Châteauneuf les Bains
	Le Coin	09/09/2015	5,07	10,6	Châteauneuf les Bains
	aval Moulin de Braynant	09/09/2015	5,07	10,6	Châteauneuf les Bains
	Moulin de la Collange	09/09/2015	5,07	10,6	Châteauneuf les Bains
	Amont Lisseuil	09/09/2015	5,07	10,6	Châteauneuf les Bains
	Biesse aval	10/09/2015	5,23	10,6	Châteauneuf les Bains
	Camping de Menat	10/09/2015	5,23	10,6	Châteauneuf les Bains
	Ancien barrage pont de Menat	10/09/2015	5,23	10,6	Châteauneuf les Bains
	Moulin de Chouvigny	10/09/2015	5,23	10,6	Châteauneuf les Bains
	Camping de Péraclos	10/09/2015	4,44	9,79	Ebreuil
	Château de Saint-Quintin amont	11/09/2015	4,47	9,79	Ebreuil
	Aval barrage Ebreuil	11/09/2015	4,47	9,79	Ebreuil
	Pont autoroute A71	11/09/2015	4,47	9,79	Ebreuil
	les Tressots amont	11/09/2015	4,47	9,79	Ebreuil
	Les Tressots	11/09/2015	4,47	9,79	Ebreuil
	La Cure	11/09/2015	4,47	9,79	Ebreuil
	Aval Barrage Moulin Infernal	11/09/2015	4,47	9,79	Ebreuil
	La Jonchère amont - aval pont aubeterre	14/09/2015	4,1	9,79	Ebreuil
	Aval la Jonchère	14/09/2015	4,1	9,79	Ebreuil
Chapeauroux	Passerelle STEP Chapeauroux	03/09/2015	0,388	1,03	St Bonnet de Montauroux



Annexe 1 (suite)

Cours d'eau	Nom	Date	QJM (m3/s)	Qmjuin réf	Station mesure
Sioule	Les Plateaux	02/06/2015	5,02	13,9	Châteauneuf les Bains
	Le Bout du Monde - Aval	02/06/2015	5,02	13,9	Châteauneuf les Bains
	Amont pont de Chambon	02/06/2015	5,02	13,9	Châteauneuf les Bains
	Chateauneuf - Le Bordas	02/06/2015	5,02	13,9	Châteauneuf les Bains
	Thermes de Chateauneuf	02/06/2015	5,02	13,9	Châteauneuf les Bains
	Le Coin	02/06/2015	5,02	13,9	Châteauneuf les Bains
	aval Moulin de Braynant	02/06/2015	5,02	13,9	Châteauneuf les Bains
	Moulin de la Collange	03/06/2015	5,02	13,9	Châteauneuf les Bains
	Amont Lisseuil	03/06/2015	5,02	13,9	Châteauneuf les Bains
	Biesse aval	03/06/2015	5,02	13,9	Châteauneuf les Bains
	Camping de Menat	03/06/2015	5,02	13,9	Châteauneuf les Bains
	Ancien barrage pont de Menat	03/06/2015	5,02	13,9	Châteauneuf les Bains
	Moulin de Chouvigny	29/05/2015	8,26	13,9	Châteauneuf les Bains
	Camping de Péraclos	29/05/2015	8,26	16,4	Ebreuil
	Château de Saint-Quintin amont	29/05/2015	8,26	16,4	Ebreuil
	Aval barrage Ebreuil	29/05/2015	8,26	16,4	Ebreuil
	Pont autoroute A71	29/05/2015	8,26	16,4	Ebreuil
	les Tressots amont	28/05/2015	7,08	16,4	Ebreuil
	Les Tressots	28/05/2015	7,08	16,4	Ebreuil
	La Cure	28/05/2015	7,08	16,4	Ebreuil
	Aval Barrage Moulin Infernal	28/05/2015	7,08	16,4	Ebreuil
	La Jonchère amont - aval pont aubeterre	28/05/2015	7,08	16,4	Ebreuil
	Aval la Jonchère	28/05/2015	7,08	16,4	Ebreuil



Annexe 2 : Condition de débits lors des pêches « Indice d'Abondance tacons » réalisées en 2015 sur le bassin de la Gartempe

Cours d'eau	Station pêche	Date pêche	Station mesure débit	QM août réf.	QM sept. Réf.	QJM jour de pêche [m3/s]
Gartempe	Moulin d'Ardent	25-août	Folles (Bessines)	2,89	3,19	1,42
	Papeterie Laprade					
	Moulin d'Auzillac					
	Aval Pt D44 (Moulin de la Ville)					
	La Couture					
	Moulin Fraisse Nazat	26-août				1,27
	Lavaugrasse	01-oct				1,17
	Moulin Coulerolles					
	Aval Pont Gaucharaud					
	Pont Mazéras					
	Anc. Papeterie	26-août				1,27
	Moulin Neuf					
	Pont D4					
	Moulin Masvignier					
	Moulin Ribbes	27-août	Saint Victor en Marche	0,46	0,42	0,2
	Pont de Gartempe					
	Pont Saint Sylvain					
	Les Petits Bois					
	Pont de Roubeau					
Couze	Moulin d'Ile		Pas de station hydrométrique			

