

Actions en faveur des
poissons grands migrateurs
du bassin Loire



Rapport d'activité du PROGRAMME DE RECHERCHES APPLIQUEES EN FAVEUR DES POISSONS MIGRATEURS

du 01/01/16 au 31/12/16

Volet scientifique : Suivis biologiques
des populations de poissons grands
migrateurs, ANNEE 2016



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

Jean-Michel BACH, Timothé PAROUTY, Cédric LEON, Angéline SENECAL, Pierre PORTAFAIX, Adrien BARAULT, Clément RAUTUREAU, Leny RIMBERT, Antoine DUPERRAY & Aurore BAISEZ

Et la participation de :

Enzo FOUILLET, Clara NIKOLITCH

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 Cueilte
Mirebalaise
86000 Poitiers
logrami.vienne@logrami.fr



Établissement public du ministère
chargé du développement durable



PLAN LOIRE
Grandeur Nature

Cette action est cofinancée par l'Union Européenne, l'Agence de l'eau Loire-Bretagne, les Régions Centre Val de Loire et Nouvelle Aquitaine. Avec la participation de la Fédération Nationale de Pêche en France et LOGRAMI. L'Europe s'engage dans le bassin de la Loire avec le Fonds européen de développement régional.

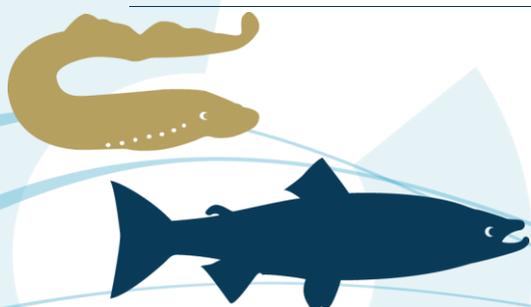


Citation

Jean-Michel BACH, Timothé PAROUTY, Cédric LEON, Angéline SENEAL, Pierre PORTAFAIX, Adrien BARAULT, Clément RAUTUREAU, Leny RIMBERT, Antoine DUPERRAY & Aurore BAISEZ, 2016. Volet scientifique : Suivis biologiques des populations de poissons grands migrants, ANNEE 2016. Rapport d'activité du PROGRAMME DE RECHERCHES APPLIQUEES EN FAVEUR DES POISSONS MIGRATEURS, Association LOGRAMI, 391p.

Table des matières

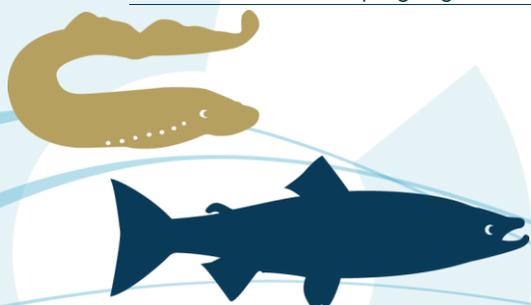
1. Programme de mesures	22
2. La caractérisation des habitats favorables	24
2.1. La détermination des potentialités d'habitats et de leur fonctionnalité actuelle	24
2.2. Action 1 : Quantification des habitats potentiels	25
2.2.1. Habitats potentiels pour l'alose et de la lamproie marine sur le Clain	26
2.2.2. Habitats potentiels pour la reproduction de l'alose et de la lamproie marine sur le Cher sauvage	38
2.2.3. Habitats potentiels pour le saumon atlantique sur la Sénouire et la Desges	48
2.3. Action 2 : Qualification des habitats potentiels actuels	80
2.3.1. Survie sous-graviers sur la Sioule et la Dore en 2015-2016	80
2.3.2. Survie sous-graviers sur l'Alagnon en 2016-2017	105
2.3.3. Caractérisation des frayères de saumon atlantique	108
2.3.4. Capacité productive d'alevins de saumon	113
3. Le suivi de la continuité écologique et de l'accessibilité des habitats	123
3.1. Conditions environnementales de l'année 2016	124
3.1.1. Les débits	124
3.1.2. Les températures de l'eau	131
3.2. Action 3 : Conditions de migration à la montaison	137
3.2.1. Bassin Vienne-Creuse	139
3.2.2. Bassin Loire amont - Allier	141
3.3. Action 4 : Front de colonisation des poissons migrants : habitats réels utilisés	143
3.3.1. Le front de colonisation des aloses	144
3.3.2. Le front de colonisation de la lamproie marine	145



3.3.3.	Le front de colonisation du saumon atlantique	147
4.	Les migrations des poissons migrateurs amphihalins	156
4.1.	Contexte de l'étude	156
4.2.	Objectifs	156
4.3.	Généralités sur les stations de comptage	157
4.4.	Action 5 : Amplitude de la période de migration	171
4.4.1.	Amplitudes annuelles des migrations	171
4.4.2.	Passages journaliers en 2016	184
4.4.3.	Conclusion	193
4.5.	Action 6 : Comportement nyctéméral de migration des poissons	195
4.5.1.	Rythme horaire de migration des aloses	195
4.5.2.	Rythme horaire de migration des lamproies marines	196
4.5.3.	Rythme horaire de migration des saumons	196
4.5.4.	Rythme horaire de migration des anguilles	197
4.5.5.	Conclusion	198
5.	La dynamique de population	199
5.1.	Action 7 : Relation entre le nombre de géniteurs migrants et les comptages d'actes de reproduction	199
5.1.1.	Effectifs des migrants aux stations de comptage	199
5.1.2.	Suivi de la reproduction des aloses et relation avec les géniteurs potentiels comptabilisés aux stations de comptage	217
5.1.3.	Relation géniteurs en migrations - frayères pour le saumon	219
5.2.	Action 8 : Relation entre le nombre de nids et l'abondance et la distribution des juvéniles	220
5.2.1.	Recherche au printemps d'alevins issus de la reproduction naturelle de saumons sur le bassin de la Gartempe	220
5.2.2.	Relation frayères/abondance de juvéniles natifs sur le bassin de l'Allier	223
5.3.	Action 9 : Abondance des alevins de saumons sur le bassin de l'Allier	226
5.4.	Action 10 : Incrémentation annuelle du modèle de dynamique de population du saumon Loire Allier	240
5.4.1.	Contexte	240
5.4.2.	Mise en œuvre	242
5.4.3.	Résultats	243
6.	Les traits de vie	246
6.1.	Contexte de l'étude	246
6.2.	Action 21 : Structure en âge des saumons atlantiques	246



6.2.1.	Sur le bassin Creuse-Gartempe	246
6.2.2.	Sur le bassin de la Loire amont-Allier	248
6.2.3.	Sur le bassin de l'Allier	250
6.2.4.	Conclusion	253
6.3.	Action 32 : Dimorphisme sexuel et détermination du sexe chez le saumon atlantique sur le bassin de l'Allier	254
6.3.1.	Matériel et Méthodes	255
6.3.2.	Calcul du sex-ratio de la population	255
6.4.	Action 4 : Structure démographique des anguilles européennes sur la Vienne	257
6.5.	Action 5 : Structure en âge des juvéniles de lamproie marine sur le bassin de la Vienne	258
6.5.1.	Matériel et Méthodes	258
6.5.2.	Résultats	261
6.5.3.	Conclusion	266
6.6.	Action 6 : Amplitude de la période de reproduction	267
6.7.	Amplitude horaire de la reproduction des aloses	267
6.8.	Période de reproduction des saumons atlantiques	269
7.	La prévention de la pêche illégale	271
7.1.	Contexte	271
7.2.	Information sur le site web de Logrami	271
7.3.	Action 7 : Panneaux de sensibilisation	273
8.	L'évaluation de l'efficacité des programmes de soutien d'effectifs (saumon atlantique)	278
8.1.	Contexte de l'étude	278
8.2.	Objectifs	278
8.3.	Action 8 : Impact de l'opération de piégeage sur le comportement de la migration des saumons	279
8.4.	Action 9 : La production de juvéniles à partir d'incubateur	280
8.5.	Action 10 : Production des tacons d'automne à partir des déversements au stade alevin	284
8.5.1.	Implantation des juvéniles déversés sur la Gartempe	285
8.5.2.	Implantation des juvéniles déversés sur le bassin de l'Allier	292
8.6.	Action 11 : Taux de retour des individus déversés au stade pré-smolt	294
8.6.1.	Sur le bassin Creuse-Gartempe	295
8.6.2.	Sur le bassin de l'Allier	298
8.6.3.	Sur le bassin de l'Arroux	304
8.6.4.	Conclusion	306
8.7.	Action 12 : Identification de l'origine des adultes de saumon de retour	307
8.7.1.	Effort de piégeage	307



8.7.2.	Représentativité de l'échantillon	309
8.7.3.	Etat sanitaire de l'échantillon	313
8.7.4.	Bilan de l'étude d'assignation (résumés des résultats de l'étude portée par l'INRA)	315
8.7.5.	Conclusion	317
8.8.	Action 13 : La dynamique migratoire génésique selon l'origine des saumons	318
8.8.1.	Dynamique migratoire des saumons issus des déversements au stade pré-smolt	319
8.8.2.	Dynamique migratoire des saumons issus des déversements au stade alevins	321
8.8.3.	Conclusion sur la dynamique migratoire des saumons issus des déversements	322
9.	Action 14 : Valorisation des connaissances et sensibilisation des acteurs à la gestion des poissons migrateurs	323
9.1.	Valorisation des données et résultats par Logrami	323
9.1.1.	Valorisation dans les programmes nationaux et supranationaux	323
9.1.2.	Valorisation par des interventions des agents	325
9.2.	Les Rencontres Migrateurs 2016	328
9.2.1.	Thématique des Rencontres	328
9.2.2.	Participants	328
9.3.	Information pour le grand public	329
9.3.1.	Site web LOGRAMI.fr	329
9.3.2.	Présentation de la plaquette actions phares	335
9.3.3.	L'exposition itinérante	336
9.4.	Conclusion et perspectives	342
10.	Conclusion générale	344
10.1.	La caractérisation des habitats favorables	344
10.1.1.	Quantification des habitats	344
10.1.2.	Qualification des habitats	346
10.1.3.	Suivi de la continuité accessibilité des axes	346
10.2.	Les migrations des poissons migrateurs amphihalins	347
10.2.1.	Des aloses	348
10.2.2.	Des lamproies marines	348
10.2.3.	Du saumon	348
10.2.4.	De l'anguille	349
10.2.5.	Rythme nyctéméral	349
10.2.6.	Conclusion	349
10.3.	La dynamique de population	350



10.3.1.	Effectif en migration	350
10.3.2.	Succès de la reproduction	351
10.3.3.	Production globale en tacons	351
10.3.4.	Conclusion sur l'état de santé des espèces	352
10.4.	Les traits de vie	353
10.4.1.	Structure en âge	353
10.4.2.	Sex-ratio	353
10.4.3.	Phénologie	354
10.5.	La prévention des captures illégales	354
10.6.	L'évaluation de l'efficacité des programmes de soutien d'effectifs (saumon atlantique)	355
10.6.1.	Impact du piégeage	356
10.6.2.	Production de l'incubateur du Renaison	356
10.6.3.	Taux d'implantation	356
10.6.4.	Taux de retour des smolts déversés	356
10.6.5.	Identification des saumons de retour	357
10.6.6.	Dynamique migratoire	358
10.7.	Valorisation des connaissances et sensibilisation des acteurs à la gestion des poissons migrateurs	358
11.	Bibliographie	360
12.	Annexes	365
12.1.	Annexe 1 : Clé d'identification des faciès de Malavoi et Souchon (2001)	365
12.2.	Annexe 2 : Echelle granulométrique de Wentworth (1922) modifiée dans Malavoi (1989) et simplifiée par LOGRAMI	367
12.3.	Annexe 3 : Qualité des eaux de la Sénouire à Paulhaguet de 2010 à 2015 (source : Observatoire Départemental de l'Eau en Haute-Loire)	368
12.4.	Annexe 4 : Qualité des eaux de la Desges à Chanteuges de 2010 à 2015 (source : Observatoire Départemental de l'Eau en Haute-Loire)	371
12.5.	Annexe 5 : Exemples de détermination des ouvrages utilisés pour le découpage en tronçons	375
12.6.	Annexe 6 : Les ouvrages retenus pour le découpage en tronçons de la Sénouire de l'aval vers l'amont	377
12.7.	Annexe 7 : Les obstacles retenus pour le découpage en tronçons de la Desges de l'aval vers l'amont	386
12.8.	Annexe 8 : Condition de débits lors des pêches « Indice d'Abondance tacons » réalisées en 2016 sur le bassin de la Gartempe	391



LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Cartographies des habitats et potentialités réalisées sur le bassin de la Loire.....	25
Figure 2 : Localisation du bassin du Clain dans le bassin de la Loire	26
Figure 3 : Débits moyens mensuels sur le Clain aval de 1964 à 2015 et sur Clain intermédiaire de 1966 à 2015 (Banque hydro : SCP VCA – Centre de Poitiers/Hydro – MEDD/DE)	27
Figure 4 : Localisation du linéaire d'étude des potentialités pour l'alose et la lamproie marine sur le Clain en 2016	28
Figure 5 : Illustration d'un faciès de type rapide à gauche et radier à droite observés sur le Clain (C. NICOLITCH)	29
Figure 6 : Cartographie du Clain à l'aide de l'outil Cartopocket® (LOGRAMI)	29
Figure 7 : Répartition des faciès d'écoulement sur le Clain, de la confluence de la Vienne à la Dive de Couhé, hors profonds, d'après la cartographie actualisée en 2016 (NICOLITCH, 2016)	31
Figure 8 : Comparaison des classes de hauteur d'eau avant et après abaissement de la ligne d'eau sur le bief du Moulin de la Grève (exemple de la zone 3) (NICOLITCH, 2016).....	35
Figure 9 : Participation du Clain aux potentialités du bassin de la Vienne pour la reproduction des aloses en nombre de zones cartographiées	36
Figure 10 : Participation du Clain aux potentialités du bassin de la Vienne pour la reproduction de la lamproie marine en nombre de zones cartographiées	37
Figure 11 : Secteurs prospectés pour la cartographie des habitats du Cher sauvage et de la Sauldre aval en 2016.....	40
Figure 12 : Evolution des conditions hydrométriques (IH=QJM/Module) à Selles-Sur-Cher sur le Cher et à Salbris sur la Sauldre durant la cartographie des habitats potentiels en 2016 (Source : LOGRAMI et DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE).....	41
Figure 13 : Répartition des différents faciès d'écoulement sur le Cher et la Sauldre	42
Figure 14 : Répartition des habitats favorables pour la reproduction de l'alose et de la lamproie sur le Cher.....	43
Figure 15 : Répartition des habitats favorables pour la reproduction de l'alose et de la lamproie sur la Sauldre.....	44
Figure 16 : Localisation des bassins de la Desges et de la Sénouire dans le bassin versant de la Loire	48
Figure 17 : Hydrogramme de la Sénouire à la station de Paulhaguet (débits moyens mensuels sur la période 1961-2016) (http://www.hydro.eaufrance.fr/).....	49
Figure 18 : Obstacles à l'écoulement de la Sénouire (ROE 2014)	50
Figure 19 : Hydrogramme de la Desges tracé à partir des débits moyens mensuels sur la période 1970-2016 à la station de Chanteuges (http://www.hydro.eaufrance.fr/).....	52
Figure 20 : Obstacles à l'écoulement de la Desges (ROE, 2014).....	53
Figure 21 : Frayères de saumon atlantique à l'interface d'un plat courant (à l'amont, en bas) et d'un radier (à l'aval, en haut) sur l'Allier (© LOGRAMI).....	54
Figure 22 : Géniteurs sur frayères constituées de cailloux et de pierres sur l'Allier (© LOGRAMI)	55
Figure 23 : Rapide favorable à la croissance des juvéniles de saumons sur l'Allier (© LOGRAMI)	56
Figure 24 : Saisie d'un point cartographique sur l'ordinateur de poche (©LOGRAMI).....	57
Figure 25 : Profil topographique de la Sénouire	60
Figure 26 : Limite amont de prospection sur la Sénouire (© LOGRAMI).....	60
Figure 27 : Profil topographique de la Desges.....	61
Figure 28 : Limite amont de prospection sur la Desges (© LOGRAMI)	61



Figure 29 : Zone favorable à la reproduction du saumon à l'interface plat courant (à l'amont, à gauche) et radier (à l'aval, à droite) sur la Desges (© LOGRAMI).....	62
Figure 30 : Surfaces totales et surfaces favorables aux juvéniles de saumon inventoriées sur la Desges et la Sénouire	62
Figure 31 : Potentiel de production et productivité de la Desges et de la Sénouire pour le saumon atlantique.....	63
Figure 32 : Répartition des faciès de la Desges et de la Sénouire.....	63
Figure 33 : Proportion des différentes classes de granulométrie rencontrées sur la Sénouire.....	64
Figure 34 : Proportion des différentes classes de granulométrie rencontrées sur la Desges.....	64
Figure 35 : Equivalents Radier-Rapide (m ²) et potentiel de production (en nombre de smolts) de la Desges et de la Sénouire comparés aux autres rivières étudiées du bassin de l'Allier.....	65
Figure 36 : Tronçons obtenus par le découpage inter-obstacles de la Sénouire	67
Figure 37 : Tronçons obtenus par le découpage inter-obstacles de la Desges.....	69
Figure 38 : Etagement de la Desges et de la Sénouire.....	70
Figure 39 : Répartition longitudinale des faciès et des Equivalents Radier-Rapide le long de la Sénouire	71
Figure 40 : Répartition des surfaces de frayères potentielles et de la granulométrie optimale à la reproduction sur le linéaire de la Sénouire.....	71
Figure 41 : Photo d'une interface entre un plat lentique et un plat courant du tronçon 3 présentant une faible vitesse de courant et un pavage important	72
Figure 42 : Répartition longitudinale des faciès et des Equivalents Radier-Rapide le long de la Desges	73
Figure 43 : Répartition des surfaces de reproduction potentielle et de la granulométrie optimale le long de la Desges	73
Figure 44 : Localisation des cours d'eau concernés par l'étude survie sous graviers 2015-2016	81
Figure 45 : Localisation des frayères artificielles sur le bassin de la Sioule et de la Dore	82
Figure 46 : Création de la frayère artificielle des Tressots sur le bassin de la Sioule le 17 novembre 2015	83
Figure 47 : Schématisation du positionnement des capsules sur la frayère artificielle	83
Figure 48 : Schématisation du positionnement des sticks hypoxies sur la frayère.....	84
Figure 49 : Evolution du nombre de degrés jour en fonction de la date pour les différents sites de survie sous graviers de la Sioule et la Dore	86
Figure 50 : 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 émergence	88
Figure 51 : Débits de la Dore aux stations d'Ambert et de Dorat durant l'opération de survie sous graviers 2015-2016 jusqu'au stade émergence.....	89
Figure 52 : Relève et lecture des œufs au stade éclosion.....	91
Figure 53 : Résultats des taux de survie des œufs de saumons au stade éclosion sur chaque frayère de la Sioule et de la Dore en 2016 en fonction du mode remplissage des capsules (Source : LOGRAMI) ..	92
Figure 54 : Box plot des taux de survie des œufs de saumons au stade éclosion sur chaque frayère étudiée de la Sioule (à gauche) et de la Dore (à droite) en fonction du mode de remplissage des capsules	93
Figure 55 : Mortalité accrue des œufs dans la partie supérieure d'une capsule remplie à moitié de billes de verre.....	94
Figure 56 : Box plot des taux de survie des œufs de saumons au stade éclosion sur la Sioule et la Dore	95
Figure 57 : Relève et lecture de la survie des œufs au stade émergence.....	96
Figure 58 : Résultats du taux de survie des œufs de saumons au stade émergence sur chaque frayère de la Sioule et de la Dore en fonction du mode remplissage des capsules (Source : LOGRAMI)	97
Figure 59 : Box plot des taux de survie des œufs de saumons au stade émergence sur chaque frayère de la Sioule et de la Dore en fonction du mode de remplissage des capsules	98

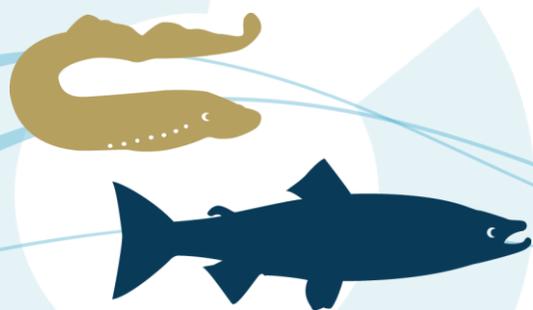


Figure 60 : Box plot des taux de survie des œufs de saumons au stade émergence sur la Sioule et la Dore	99
Figure 61 : Taux de survie et profondeur d'oxygénation sur chaque site du bassin Sioule et Dore en 2016	102
Figure 62 : Localisation des frayères artificielles de saumon réalisées en 2016 sur le bassin de l'Alagnon et le Béal.....	106
Figure 63 : Mise en place et utilisation du piézomètre pour la mesure de la conductivité hydraulique	109
Figure 64 : Photographies illustrant la mesure du temps d'infiltration de l'eau dans le piézomètre..	110
Figure 65 : Photographie d'un piège à sédiments.....	110
Figure 66 : Différence de perméabilité des substrats non remaniés des zones de frayères de l'Alagnon et du Béal lors de la mise en place des capsules de survie sous graviers (Mann-Whitney-Wilcoxon p-value = 0.0008342).....	111
Figure 67 : Différence de perméabilité dans les frayères artificielles de l'Alagnon et du Béal lors de la mise en place des capsules de survie sous graviers (Mann-Whitney-Wilcoxon p-value = 1.19e-05)...	111
Figure 68 : Localisation des stations de pêche électrique de suivi d'abondance de juvéniles de saumon atlantique natifs sur le bassin de l'Allier en 2016	116
Figure 69 : Indices d'abondance d'alevins natifs et de tacons sur les stations échantillonnées en mai et septembre 2016 selon leur succession amont/aval	117
Figure 70 : Indices d'abondance tacons 0+ sur l'Allier en septembre 2016 selon la localisation des stations dans les différents secteurs de la zone refuge.....	118
Figure 71 : Evolution de l'indice d'abondance tacons 0+ moyen dans la zone refuge de l'Allier depuis sa mise en place en 2008 (10 stations).....	118
Figure 72 : Indices d'abondances de juvéniles de saumon sur les stations du Béal de l'Alagnon en mai et septembre 2016	119
Figure 73 : Nombre de tacons 0+ échantillonnés à l'automne en 5 minutes de pêche électrique sur les sites du Béal de 2013 à 2016	120
Figure 74 : 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)	123
Figure 75 : Localisation des stations hydrométriques de référence sur le bassin de la Loire.....	125
Figure 76 : Débits journaliers et mensuels de la Loire à Montjean-sur-Loire en 2016 (Données hydro : DREAL Pays-de-Loire /Hydro - MEDD/DE).....	126
Figure 77 : Débits journaliers et mensuels de la Loire à Blois en 2016 (Données hydro : DREAL Centre / Hydro - MEDD/DE)	127
Figure 78 : Débits journaliers et mensuels de la Loire à Nevers en 2016 (Données hydro : DREAL Centre / Hydro - MEDD/DE).....	128
Figure 79 : Evolution des débits journaliers et mensuels de la Vienne à Ingrandes-sur-Vienne en 2016 (Données hydro : SPC VCA- Centre de Poitiers/Hydro - MEDD/DE).....	128
Figure 80 : Evolution des débits journaliers et mensuels de la Creuse à Leugny en 2016 (Données hydro : SPC VCA - Centre de Poitiers / Hydro - MEDD/DE)	129
Figure 81 : Débits journaliers et mensuels de l'Allier à Saint-Yorre en 2016 (Données hydro : DREAL Centre / Hydro - MEDD/DE).....	130
Figure 82 : Débits journaliers et mensuels de l'Allier à Prades en 2016 (Données hydro : DREAL Centre / Hydro - MEDD/DE).....	131
Figure 83 : Localisation des sondes températures utilisées pour caractériser l'année 2016 sur le bassin de la Loire.....	132
Figure 84 : Amplitude des températures de 2016 sur les différentes stations de mesure utilisées sur le bassin de la Loire	134

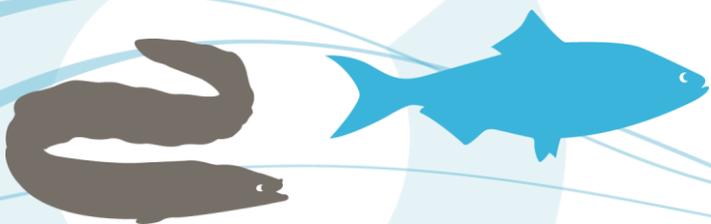


Figure 85 : Comparaison de l'évolution des températures journalières des trois sondes températures installées en 2016 sur le bassin de l'Allier.....	136
Figure 86 : Evolution des températures journalières de la sonde température installée en 2016 sur le bassin du Renaison	137
Figure 87 : Carte des obstacles à l'écoulement sur le bassin de la Loire (Source : ROE/ONEMA)	138
Figure 88 : 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.....	140
Figure 89 : Passe en enrochements régulièrement répartis sur le seuil du Moulin de Souhé, Clain (© LOGRAMI)	141
Figure 90 : Dispositif de franchissement aménagé dans le substrat marneux sur le seuil des Madeleines, rivière Allier (© LOGRAMI)	142
Figure 91 : Dispositifs de franchissement aménagés en 2016 sur la rivière Sioule, à gauche Moulin d'Entremiolle, à droite Moulin de la Ville (© LOGRAMI).....	142
Figure 92 : 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.....	143
Figure 93 : Cours d'eau du bassin de la Loire colonisés par les aloses en 2016.....	145
Figure 94 : Cours d'eau du bassin de la Loire colonisés par la lamproie marine en 2016.....	146
Figure 95 : Evolution des conditions hydrométriques sur la Vienne, la Creuse et la Gartempe durant le suivi de la reproduction des lamproies marines en 2016 (Source : LOGRAMI et SPCVCA – Centre de Poitiers / Hydro – MEDD/DE).....	147
Figure 96 : Débits de l'Allier à la station de Prades du 1 ^{er} octobre au 31 décembre 2016 (Données hydro : DREAL Auvergne / HYDRO-MEDD/DE).	149
Figure 97 : Débits de la Dore à la station de Dorat du 1 ^{er} octobre au 31 décembre 2016 (Données hydro : DREAL Auvergne / HYDRO-MEDD/DE).	149
Figure 98 : Débit et température de l'Alagnon à la station de Lempdes sur Alagnon du 1 ^{er} octobre au 31 décembre 2016 (Données hydro : DREAL Auvergne / HYDRO-MEDD/DE).	150
Figure 99 : Evolution interannuelle du nombre de frayères de saumon comptabilisées dans le Béal de l'Alagnon.....	151
Figure 100 : Débits de la Sioule à la station de St Pourçain sur Sioule du 1 ^{er} octobre au 31 décembre 2016 (Données hydro : DREAL Auvergne / HYDRO-MEDD/DE).	151
Figure 101 : Cartographie des densités de frayères de saumons atlantiques sur la Sioule en 2016 et principaux obstacles.....	152
Figure 102 : Répartition kilométrique des frayères de saumon atlantique sur la Sioule en 2016 et principaux obstacles à la migration (Source : LOGRAMI pour les frayères et LOGRAMI-ONEMA adapté pour la franchissabilité).....	152
Figure 103 : Evolution du nombre de frayères de saumon comptabilisées sur les 3 secteurs de la Sioule depuis la mise en place du suivi en 2001.....	153
Figure 104 : Température moyenne journalière de la Sioule sur la période juin-août sur 3 stations depuis 2012.....	154
Figure 105 : Débits de la Sioule à la station de St Pourçain sur Sioule du 1 ^{er} janvier au 31 décembre 2016 (Données hydro : DREAL Auvergne / HYDRO-MEDD/DE).	154
Figure 106 : Cours d'eau du bassin de la Loire colonisés par le saumon atlantique sur le bassin de la Loire en 2016.....	155
Figure 107 : Répartition des stations de comptage sur le bassin de la Loire en 2016	157
Figure 108: Chronologie de la création des stations de comptage sur le bassin de la Loire (Source : LOGRAMI)	158
Figure 109 : Photographies illustrant les défauts de gestion du barrage de Descartes en 2016 : côte du plan d'eau plus basse que la côte légale (à gauche) et faible attractivité de l'entrée piscicole de la passe à poissons (à droite).....	160
Figure 110 : Photographies illustrant les défauts d'entretien de la passe à poissons du barrage de Descartes en 2016.....	161
Figure 111 : Périodes de fermeture des passes à poissons du barrage de Vichy en 2016.....	162

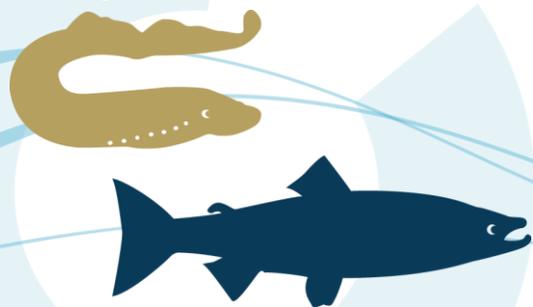


Figure 112 : Périodes de fermeture de la passe à poissons de l'usine de Langeac en 2016.....	163
Figure 113 : Périodes de fermeture de la passe à poissons du barrage de Langeac en 2016.....	163
Figure 114 : Colmatage de l'entrée amont de la passe à poissons du barrage (à gauche) et intervention de la Mairie de Langeac pour nettoyer la passe à poissons ainsi que son entrée (à droite).....	164
Figure 115 : Périodes de fermeture de l'ascenseur à poissons de Poutès en 2016.....	164
Figure 116 : Fonctionnement et arrêts de l'ascenseur de Poutès en 2016.....	165
Figure 117 : Périodes de fermeture de la passe à poissons du barrage de Decize en 2016.....	166
Figure 118 : Photographies du nouvel emplacement du système de comptage à Chateauponsac.....	168
Figure 119 : Inondation de la station de comptage du barrage de Langeac en novembre 2016.....	169
Figure 120 : Période de fonctionnement du système de vidéo-comptage à la station de Gueugnon en 2016.....	170
Figure 121 : Période de fonctionnement du système de vidéo-comptage à la station de Roanne en 2016.....	171
Figure 122 : Comparaison des périodes de passages des aloses aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire en moyenne sur chaque site depuis la mise en place des stations.....	172
Figure 123 : Comparaison des rythmes de migration des aloses en 2016 aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire.....	172
Figure 124 : Comparaison des périodes de passages des aloses à Descartes depuis 2007.....	173
Figure 125 : Comparaison des périodes de passages des aloses à Châtellerault depuis 2004.....	173
Figure 126 : Comparaison des périodes de passages des aloses à Decize depuis 1998.....	174
Figure 127 : Comparaison des périodes de passages des aloses à Vichy depuis 1998.....	174
Figure 128 : Comparaison des périodes de passages des lamproies marines aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire en moyenne sur chaque site depuis la mise en place des stations...	175
Figure 129 : Comparaison des rythmes de migration de lamproies marines en 2016 aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire.....	176
Figure 130 : Comparaison des périodes de passages des lamproies marines à Descartes depuis 2007.....	176
Figure 131 : Comparaison des périodes de passages des lamproies marines à Châtellerault depuis 2004.....	177
Figure 132 : Comparaison des périodes de passages des lamproies marines à Decize depuis 1998..	177
Figure 133 : Comparaison des périodes de passages des lamproies marines à Vichy depuis 1997....	178
Figure 134 : Comparaison des périodes de passages des saumons atlantiques aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire en moyenne sur chaque site depuis la mise en place des stations.....	178
Figure 135 : Comparaison des rythmes de migration de saumons en 2016 aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire.....	179
Figure 136 : Comparaison des périodes de passages de saumons à Descartes depuis 2007.....	180
Figure 137 : Comparaison des périodes de passages de saumons à Vichy depuis 1997.....	180
Figure 138 : Comparaison des périodes de passages de saumons à Langeac de 2004 à 2008 et en 2016.....	181
Figure 139 : Comparaison des périodes de passages de saumons à Poutès depuis 1986.....	181
Figure 140 : Comparaison des périodes de passages de saumons à Decize depuis 2009.....	182
Figure 141 : Répartition des classes d'âge des saumons ayant franchi le barrage de Descartes depuis 2007 sur une année (n=930).....	182
Figure 142 : Répartition mensuelle des classes d'âge des saumons ayant franchi le barrage de Vichy depuis 1997 (n=12439).....	183
Figure 143 : Répartition mensuelle des classes d'âge des saumons ayant franchi le barrage de Poutès depuis 1986 (n=1 682).....	183
Figure 144 : Comparaison des périodes de passages des anguilles à Châtellerault depuis 2004.....	184

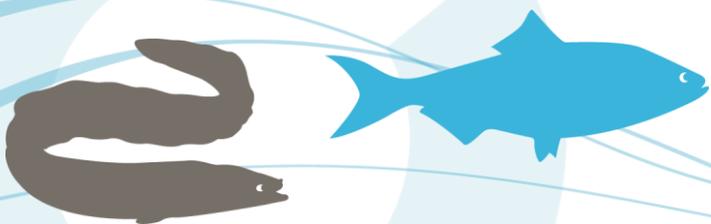


Figure 145 : Passages journaliers d'aloses à Descartes en relation avec la température de l'eau et les débits de la Creuse à Leugny en 2016 (n=294) (Source hydro : SPCVCA – Centre de Poitiers / Hydro – MEDD/DE).....	185
Figure 146 : Passages journaliers d'aloses à Châtellerault en relation avec la température de l'eau et les débits de la Vienne à Ingrandes-sur-Vienne en 2016 (n=427) (Source hydro : SPCVCA – Centre de Poitiers / Hydro – MEDD/DE).....	185
Figure 147 : Passages journaliers d'aloses à Decize en relation avec la température de l'eau et les débits de la Loire amont à Nevers en 2016	186
Figure 148 : Passages journaliers d'aloses à Vichy en relation avec la température de l'eau et les débits de l'Allier à St Yorre en 2016	186
Figure 149 : Passages journaliers de lamproies marines à Descartes en relation avec la température de l'eau et les débits de la Creuse à Leugny en 2016 (n=10 048) (Source hydro : SPCVCA – Centre de Poitiers / Hydro – MEDD/DE).....	187
Figure 150 : Passages journaliers de lamproies marines à Châtellerault en relation avec la température de l'eau et les débits de la Vienne à Ingrandes-sur-Vienne en 2016 (n=13 857) (Source hydro : SPCVCA – Centre de Poitiers / Hydro – MEDD/DE)	188
Figure 151 : Passages journaliers de lamproies à Decize en relation avec la température de l'eau et les débits de la Loire amont à Nevers en 2016	188
Figure 152 : Passages journaliers de saumons à Descartes en relation avec la température de l'eau et des débits de la Creuse à Leugny en 2016 (n=111) (Source hydro : SPCVCA – Centre de Poitiers / Hydro – MEDD/DE)	189
Figure 153 : Passages journaliers de saumons à Decize en relation avec la température de l'eau et les débits de la Loire amont à Nevers en 2016	189
Figure 154 : Passages journaliers de saumons à Gueugnon en relation avec la température de l'eau et les débits de la Loire amont à Etang sur Arroux en 2016.....	190
Figure 155 : Passages journaliers de saumons à Vichy en relation avec la température de l'eau et les débits de l'Allier à St Yorre en 2016.....	190
Figure 156 : Passages journaliers de saumons à Langeac en relation avec la température de l'eau et les débits de l'Allier à Langeac en 2016	191
Figure 157 : Passages journaliers de saumons à Poutès en relation avec la température de l'eau et les débits de l'Allier à Prades en 2016	192
Figure 158 : Passages journaliers d'anguilles à Châtellerault en relation avec la température de l'eau et les débits de la Vienne à Ingrandes-sur-Vienne en 2016 (n=7 156) (Source hydro : SPCVCA – Centre de Poitiers / Hydro – MEDD/DE).....	193
Figure 159 : Passages horaires des aloses aux stations de comptage du bassin de la Loire (n= 121 964)	196
Figure 160 : Passages horaires des lamproies marines aux stations de comptage du bassin de la Loire (n=497 203)	196
Figure 161 : Passages horaires des saumons aux stations de comptage du bassin de la Loire (n=13 440)	197
Figure 162 : Passages horaires des anguilles à la station de comptage de Châtellerault (n=27 297) .	197
Figure 163 : Répartition des effectifs d'aloses aux stations de comptage du bassin de la Loire en 2016	200
Figure 164 : Bilan des passages d'aloses à la station de comptage de Descartes depuis 2007.....	200
Figure 165 : Bilan des passages d'aloses à la station de comptage de Châtellerault depuis 2004.....	201
Figure 166 : Bilan des passages d'aloses à la station de comptage de Decize depuis 1998.....	201
Figure 167 : Bilan des passages d'aloses à la station de comptage de Gueugnon depuis 2006.....	202
Figure 168 : Bilan des passages d'aloses à la station de comptage de Vichy depuis 1997	202
Figure 169 : Répartition des effectifs de lamproies marines aux stations de comptage du bassin de la Loire en 2016.....	203
Figure 170 : Bilan des passages de lamproies marines à la station de comptage de Descartes depuis 2007.....	204

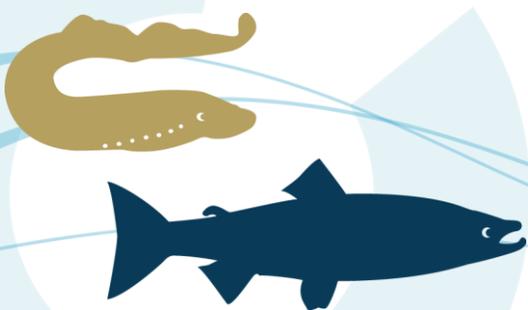


Figure 171 : Bilan des passages de lamproies marines à la station de comptage de Châtellerault depuis 2004.....	204
Figure 172 : Bilan des passages de lamproies marines à la station de comptage de Decize depuis 1998	205
Figure 173 : Bilan des passages de lamproies marines à la station de comptage de Gueugnon depuis 2006.....	205
Figure 174 : Bilan des passages de lamproies marines à la station de comptage de Vichy depuis 1997	206
Figure 175 : Répartition des effectifs de saumons aux stations de comptage du bassin de la Loire en 2016.....	207
Figure 176 : Pourcentages des effectifs de saumon atlantique dénombrés sur le bassin Vienne-Creuse comparativement au bassin Loire depuis 2007.....	207
Figure 177 : Bilan des passages de saumons à la station de comptage de Descartes depuis 2007	207
Figure 178 : Bilan des passages de saumons à la station de comptage de Châtellerault depuis 2005	208
Figure 179 : Bilan des passages de saumons à la station de comptage de Decize depuis 1998	209
Figure 180 : Bilan des passages de saumons à la station de comptage de Gueugnon depuis 2006	209
Figure 181: Proportion des saumons comptabilisés à la station de comptage de Decize arrivant à la station de comptage de Gueugnon depuis 2006.....	210
Figure 182 : Bilan des passages de saumons à la station de comptage de Vichy depuis 1997.....	210
Figure 183 : Bilan des effectifs et des captures de saumons par le CNSS à la station de comptage de Vichy depuis 1997	211
Figure 184 : Bilan des passages de saumons à la station de comptage de Langeac depuis 2004	211
Figure 185 : Bilan des passages de saumons à la station de comptage de Poutès depuis 1986.....	212
Figure 186 : Evolution des pourcentages de passages de saumons entre Vichy, Langeac Poutès depuis 1997	212
Figure 187 : Bilan des passages d'anguilles à la station de comptage de Châtellerault depuis 2004 .	214
Figure 188 : Bilan des passages d'anguilles à la station de comptage de Decize depuis 2009	214
Figure 189 : Bilan des passages d'anguilles à la station de comptage de Gueugnon depuis 2006	215
Figure 190 : Bilan des passages d'anguilles à la station de comptage de Vichy depuis 1997.....	215
Figure 191 : Bilan des passages d'anguilles à la station de comptage de Poutès depuis 1986.....	216
Figure 192 : Bilan des passages d'anguilles à la station de comptage de Roanne depuis 2012.....	216
Figure 193 : Température de la Loire à Decize et débit de la Loire à Nevers pendant le suivi de la reproduction de l'aloise sur le secteur aval Decize en 2016 (Source © LOGRAMI et http://www.hydro.eaufrance.fr/)	218
Figure 194 : Evolution interannuelle du nombre de frayères de saumon comptabilisés dans le Béal de l'Alagnon.....	219
Figure 195 : Relation entre le rapport « frayères de saumons comptabilisées dans le Béal/Géniteurs potentiels comptabilisés à Vichy » (indicateur de la mortalité estivale) et la température moyenne journalière de l'Allier à Vichy sur la période juin-août.....	220
Figure 196 : Localisation des stations échantillonnées par pêches électriques pour la recherche de juvéniles de saumon sur le bassin de la Gartempe en mai 2016.....	222
Figure 197 : Relation entre les indices d'abondance tacons au printemps et le nombre de frayères observées directement sur les stations de l'Allier.....	223
Figure 198 : Relation entre le nombre de juvéniles 0+ et la distance à la frayère la plus proche en amont sur l'Allier.....	224
Figure 199 : Relation entre les indices d'abondance tacons et le nombre de frayères observées sur les stations sur la zone refuge de l'Allier en 2016.....	224
Figure 200 : Relation entre les indices d'abondance tacons et le nombre de frayères observées sur les 5 km en amont des stations sur la zone refuge de l'Allier en 2016	225



Figure 201 : Localisation des stations de pêche électrique de suivi d'abondance de juvéniles de saumon atlantique sur le bassin de l'Allier en 2016 227

Figure 202 : 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 depuis 2000 228

Figure 203 : Indices d'abondance tacons 0+ sur l'Alagnon, l'Allier, la Dore, la Sioule et sur l'ensemble du bassin de l'Allier en 2016 (61 stations) 230

Figure 204 : Indices d'abondance tacons des stations échantillonnées sur l'Alagnon et le Béal en 2016 selon leur succession amont/aval et correspondance avec leur classe d'abondance..... 231

Figure 205 : Evolution sur la période 2009-2016 de l'indice d'abondance moyen des 4 stations historiques sur du cours principal de l'Alagnon 232

Figure 206 : Indices d'abondance tacons 0+ sur l'Allier en 2016 selon la localisation des stations dans les différents secteurs..... 233

Figure 207 : Indices d'abondance tacons des stations échantillonnées sur l'Allier en 2016 selon leur succession amont/aval 234

Figure 208 : Evolution sur la période 2000-2015 de l'indice d'abondance moyen calculé pour 20 stations échantillonnées sur l'Allier 235

Figure 209 : 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) 236

Figure 210 : Comparaison de l'indice d'abondance moyen observé en 2016 pour chaque secteur de l'Allier avec les indices moyens observés pour les périodes 2000-2006, 2007 et 2008-2014 (20 stations) 236

Figure 211 : Indices d'abondance tacons des stations échantillonnées sur la Dore en 2016 selon leur succession amont/aval 237

Figure 212 : Evolution sur la période 2009-2016 de l'indice d'abondance moyen de 3 stations échantillonnées sur la Dore 237

Figure 213 : Indices d'abondance tacons des stations échantillonnées sur la Sioule en 2016 selon leur succession amont/aval 238

Figure 214 : Evolution sur la période 2000-2016 de l'indice d'abondance moyen de 6 stations échantillonnées sur la Sioule..... 239

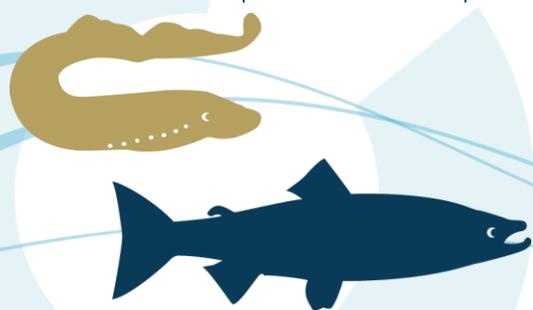
Figure 215 : Graphique Acyclique Dirigé (DAG) du modèle utilisé pour l'estimation des densités moyennes annuelles des juvéniles 0+ à l'échelle macro et micro. Les carrés représentent les quantités fixes. Toutes les quantités observées sont en gris. Les flèches représentent les liens de dépendance entre les différents nœuds : les flèches pleines représentent les relations probabilistes entre les nœuds parents et enfants, les flèches en pointillées indiquent les relations déterministes. Les cadres représentent une répétition de la structure à travers le temps, les sections de rivières et les sites. Les nœuds en dehors des cadres sont des paramètres inconnus constants entre les sites. (Source : DAUPHIN et PREVOST, 2013). 240

Figure 216 : Analyse de la relation entre la pêche par échantillonnage ponctuel et la pêche par déplétion (Sources LOGRAMI)..... 241

Figure 217 : Relation entre le nombre d'individus capturé en 5 min (IA) et la densité de tacons 0+ actualisée en 2015. 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 des densités prédites pour les indices d'abondance en 5 minutes : 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 (Source : LOGRAMI, CSP – Réalisation :LEGRAND et PREVOST, 2016)..... 242

Figure 218 : Photographie de la mise en œuvre opérationnelle de la pêche par déplétion (Source : LOGRAMI) 244

Figure 219 : Relation de calibration entre nombre de tacons 0+ pêchés en 5 minutes et la densité par m² actualisée en 2016. Les boxplot gris représentent les points de pêche réalisés par le CSP entre 1997 et 2001. Les 3 points noirs correspondent aux points réalisés en 2015 sur l'Allier par LOGRAMI (et toutes



les structures ayant participé au bon déroulement de l'opération). Le point bleu foncé correspond au point sur l'Alagnon réalisé en 2015. Les 2 points rouges représentent les 2 sites réalisés cette année sur l'Allier et les 2 points bleus clairs ceux réalisés cette année sur l'Alagnon. Les traits pleins et pointillés représentent respectivement la médiane et les quantiles 2.5 et 97.5 des densités prédites pour les indices d'abondance en 5 minutes : en rouge pour la relation prenant en compte les anciens points plus les 8 points réalisés lors des 2 campagnes 2015 et 2016 menées par LOGRAMI (soit 17 points) et en gris la relation qui ne prend en compte que les 9 points historiques et les 4 points de la campagne 2015 menée par LOGRAMI (Source : LOGRAMI, CSP – Réalisation : LEGRAND & PREVOST, 2017 – en cours de rédaction). 245

Figure 220 : Distribution en classes de taille des effectifs de saumon atlantique comptabilisés dans la passe à poissons de Descartes sur la Creuse en 2016 (n=111) 247

Figure 221 : Evolution de la répartition des classes d'âges de saumons à la station de comptage Descartes depuis 2007..... 247

Figure 222 : Effectifs des retours de saumons par classe d'âge suivant leur année de dévalaison à Descartes (n=861) 248

Figure 223 : Evolution de la répartition des classes d'âges de saumons à la station de comptage de Decize depuis 2009..... 248

Figure 224 : Effectifs des retours de saumons par classe d'âge suivant leur année de dévalaison à Decize 249

Figure 225 : Evolution de la répartition des classes d'âges de saumons à la station de comptage de Gueugnon depuis 2006..... 250

Figure 226 : Répartition des classes de taille de saumons à la station de comptage de Vichy en 2016 250

Figure 227 : Evolution de la répartition des classes d'âges de saumons à la station de comptage de Vichy depuis 1997..... 251

Figure 228 : Effectifs de retours de saumons par classe d'âge suivant leur année de dévalaison à Vichy depuis 1995..... 252

Figure 229 : Distribution en classes de taille des effectifs de saumon atlantique comptabilisés dans les passes à poissons de Langeac sur l'Allier en 2016 (n=169) 252

Figure 230 : Distribution en classes de taille des effectifs de saumon atlantique comptabilisés dans l'ascenseur de Poutès sur l'Allier en 2016 (n=27)..... 253

Figure 231 : Effectifs de retours de saumons par classe d'âge suivant leur année de dévalaison à Poutès depuis 1984..... 253

Figure 232 : Distribution en classes de taille (cm) des anguilles à Châtelleraut depuis 2004 (n=23 366) 258

Figure 233 : Classification des habitats larvaires selon Slade et al. (2003) (Taverny et al., 2005)..... 259

Figure 234 : Classification des méso-habitats (TAVERNY et al., 2005)..... 259

Figure 235 : Illustrations d'une pêche électrique à Antran sur la Vienne en 2014 260

Figure 236 : Critères d'identification des genres *Petromyzon* (à Gauche) et *Lampetra* (à Droite) (illustration : Keith Mutch, Gardiner, 2003) 261

Figure 237 : Carte de répartition des habitats à juvéniles de lamproie marine échantillonnés en 2016 sur le bassin de la Vinene 262

Figure 238 : Illustration de la différenciation *Lampetra* (haut) et *Petromyzon* (bas) par la pigmentation de la caudale 263

Figure 239 : Distribution par classes de taille des larves de lamproies marines échantillonnées en 2016 (n=712) 264

Figure 240 : Décomposition de la distribution de classes de tailles des ammocètes échantillonnées en 2016 suivant la méthode de Bhattacharya (1967) (n=712) (Sources : LOGRAMI et FiSATII) 265

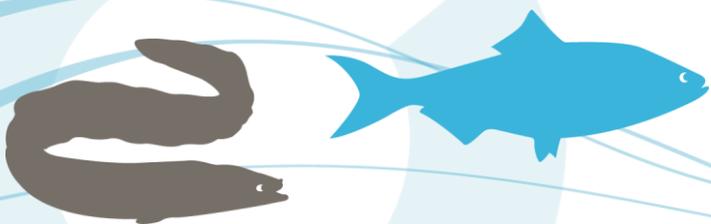


Figure 241 : Répartition par quart d'heure de l'activité de reproduction des aloses sur la frayère d'Avril sur Loire le 22 juin 2016 (n=392).....	268
Figure 242 : Distribution horaire de l'activité de reproduction des aloses à la frayère d'Avril sur Loire et température horaire de la Loire à Decize (©LOGRAMI).....	268
Figure 243 : Répartition par quart d'heure de l'activité de reproduction sur la frayère de Châtellerault en 2015 (n=3 891).....	269
Figure 244 : Répartition par quart d'heure de l'activité de reproduction des aloses sur la frayère d'Avril sur Loire en 2013 (n=680).....	269
Figure 245 : Dynamique de la reproduction des saumons atlantiques dans le Béal à Lempdes sur Alagnon (Source LOGRAMI).....	270
Figure 246 : Récupération d'un émetteur rejeté à l'eau par un braconnier (Source LOGRAMI).....	271
Figure 247 : Extrait du site web de LOGRAMI.....	272
Figure 248 : Formulaire de saisie en ligne d'observation de mortalité de poissons grands migrateurs sur le site web de LOGRAMI.....	273
Figure 249 : Panneaux d'information sur la différenciation des truites et des saumons mis en place sur le bassin de la Loire (Source LOGRAMI).....	274
Figure 250 : Départements d'implantation des panneaux d'information et de sensibilisation au saumon sur la période 2014-2016.....	275
Figure 251 : Exemples d'implantation de panneaux d'information sur la différenciation des truites et des saumons sur la Sioule (à gauche) et la Gartempe à Gartempe (23) (à droite) (Source LOGRAMI).....	276
Figure 252 : Départements d'implantation des panneaux d'information et de sensibilisation au saumon sur la période 2014-2016.....	276
Figure 253 : Extrait du site web de LOGRAMI.....	277
Figure 254 : 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 sur la période 2009-2016 (Source LOGRAMI).....	280
Figure 255 : Localisation des 4 stations de pêche à l'électricité échantillonnées sur le Renaison en 2016.....	281
Figure 256 : Localisation précise de l'incubateur à saumon de Riorges (42) et des 4 stations de pêche à l'électricité échantillonnées en 2016 sur le Renaison.....	282
Figure 257 : Evolution du débit du Renaison à Renaison durant l'année 2016 (source : http://www.hydro.eaufrance.fr).....	283
Figure 258 : Taux d'implantation des juvéniles de saumon sur les stations alevinées de la Gartempe en 2016 selon deux calculs.....	286
Figure 259 : Boxplot des taux d'implantation moyens des juvéniles de saumon 0+ (basés sur les surfaces de production indiquées à l'annexe 3 du marché de repeuplement) sur les stations de références alevinées du bassin de la Gartempe de 1999 à 2016 (Source : LOGRAMI – ONEMA).....	288
Figure 260 : Boxplot des tailles des tacons 0+ pêchés sur les stations alevinées du bassin de la Gartempe en août-septembre 2016.....	289
Figure 261 : Boxplot des facteurs de condition des tacons 0+ pêchés sur les stations alevinées du bassin de la Gartempe en août-septembre 2016.....	290
Figure 262 : Relation taille-poids des tacons 0+ pêchés sur les stations déversées de la Gartempe en 2016.....	291
Figure 263 : Densités déversées sur les stations alevinées du bassin de l'Allier en 2016 selon les surfaces productives considérées.....	292
Figure 264 : Taux d'implantation des juvéniles de saumon sur les stations alevinées du bassin de l'Allier en 2016 selon les surfaces productives considérées.....	293
Figure 265 : Taux d'implantation moyens des juvéniles de saumon sur le bassin de l'Allier depuis 2016 (calculés à partir des surfaces ERR contigües aux stations d'échantillonnage).....	293
Figure 266 : Différence des profils de saumons au vidéo-comptage en fonction de la présence ou non de nageoire adipeuse.....	294
Figure 267 : Origines des saumons comptabilisés sur le bassin de la Loire en 2016.....	295

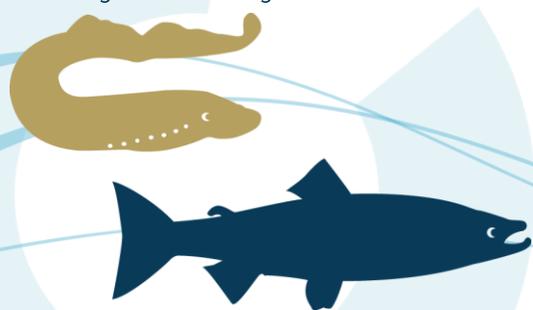
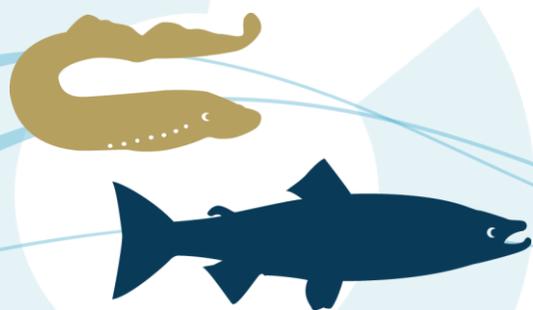


Figure 268 : Evolution des déversements de smolts marqués sur la Gartempe depuis 2009 (Données : EPL / CNSS).....	295
Figure 269 : Localisation des déversements de smolts (de 2009 à 2016) et des microcentrales en activité (en 2016) sur la Gartempe (Données : EPL / CNSS et LOGRAMI)	296
Figure 270 : Indice hydrologique de 2009 à 2016 durant la période de dévalaison des smolts à Montmorillon sur la Gartempe (Données hydro : SPC VCA- Centre de Poitiers/Hydro – MEDD/DE)...	296
Figure 271 : Origines des saumons par classe d'âge comptabilisés en 2016 à Descartes.....	297
Figure 272 : Retours de saumons à Descartes suivant leurs années de dévalaison.....	297
Figure 273 : Evolution des déversements de smolts marqués sur le bassin de l'Allier depuis 2003 (Données : EPL/CNSS).....	299
Figure 274 : Indice hydrologique de 2003 à 2016 durant la période de dévalaison des smolts à Prades sur l'Allier (Données hydro : SPC VCA- Centre de Poitiers/Hydro – MEDD/DE).....	300
Figure 275 : Evolution de la composition de la population de saumons atlantiques à la station de comptage de Vichy depuis 2006.....	301
Figure 276 : Origines des saumons par classe d'âge comptabilisés en 2016 à Vichy	301
Figure 277 : Comparaison de l'origine des saumons par classe d'âge comptabilisés en 2016 à Vichy avec les données historiques de 2006 à 2015	302
Figure 278 : Retours de saumons à Vichy suivant leurs années de dévalaison.....	302
Figure 279 : Bilan des déversements d'alevins et de smolts sur le bassin de l'Arroux depuis 1998 (Données : EPL / CNSS).....	304
Figure 280 : Comparaison de l'évolution des taux de retour des smolts déversés sur le bassin de l'Arroux de 2009 à 2013 au niveau des stations de Decize et de Gueugnon (Sources : LOGRAMI).....	306
Figure 281 : Comparaison des taux de retours de smolts entre sous-bassins pour les dévalaisons de 2009 à 2013.....	306
Figure 282 : Dynamique migratoire moyenne à Vichy sur la période 1997 – 2015.....	308
Figure 283 : Répartition par semaine des captures de saumons réalisées par le CNSS et LOGRAMI en 2016 à Vichy	309
Figure 284 : Effectifs de saumons piégés et migrants sur la période de migration (début mars à fin juin) observés dans la passe à poissons RD Vichy en 2016	310
Figure 285 : Comparaison du rythme migratoire et des captures de saumons atlantiques à Vichy en 2016	310
Figure 286 : Droite de régression captures/migration des saumons à Vichy en 2016	311
Figure 287 : Comparaison de la répartition des classes de tailles des saumons migrants observés à Vichy en 2016 avec celles des individus piégés.....	312
Figure 288 : Comparaison de la répartition des classes de tailles des saumons sans adipeuse (AD-) observés à Vichy en 2016 avec les individus piégés.....	313
Figure 289 : Etat sanitaire des saumons capturés en 2016 par LOGRAMI.....	313
Figure 290 : Comparaison de l'état sanitaire des saumons capturés de 2014 à 2016 par LOGRAMI...	314
Figure 291 : Photographies du saumon en état sanitaire très dégradé (E) capturé le 21 avril 2016 par LOGRAMI.....	314
Figure 292 : Décomposition des retours en sous-cohortes par année de reproduction et identification des génotypes (Sources : Modifié d'après DREAL de Bassin).....	315
Figure 293 : Décomposition des retours en sous-cohortes pour les reproductions 2008, 2009 et 2010 et identification des génotypes (Sources : Modifié d'après DREAL de Bassin)	316
Figure 294 : 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 2016	319



Figure 295 : 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 2016.	320
Figure 296 : 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).....	321
Figure 297 : Dynamiques migratoires selon les origines des saumons en 2014 (Sources : Modifié d'après DREAL de Bassin)	322
Figure 298 : Logos des Association Migrateurs, FNPF et GRISAM.....	324
Figure 299 : Proportions des publics concernés par les informations diffusées dans le cadre du programme de recherches appliquées (Sources Logrami)	326
Figure 300 : Nombre d'interventions dans le cadre du programme de recherches appliquées par agent et par an (Sources Logrami).....	326
Figure 301 : Nombre de restitutions en termes de journée complète par mois concernées par les informations diffusées dans le cadre du programme de recherches appliquées (Sources Logrami) .	327
Figure 302 : Part des différentes catégories de structures parmi les participants des rencontres Migrateurs 2016 (Source : Tableaux de bord Migrateurs, 2017)	328
Figure 303 : Provenance géographique des participants aux Rencontres Migrateurs 2016 (Source : Tableaux de bord Migrateurs, 2017)	329
Figure 304 : Copie d'écran de la page station du site de LOGRAMI (Source : LOGRAMI, 2016).....	331
Figure 305 : Statistiques du nombre de visites du site de LOGRAMI de 2009 à 2016 (Source : LOGRAMI, 2016).....	332
Figure 306 : Proportions des modes d'accès des visites du site de LOGRAMI de 2014 à 2016 (Source : LOGRAMI, 2016).....	332
Figure 307 : Proportions des supports des visites du site de LOGRAMI en 2016 (Source : LOGRAMI, 2016)	333
Figure 308 : Pourcentage de visites par rubriques du site de LOGRAMI en 2016 (Source : LOGRAMI, 2016)	333
Figure 309 : Nombre de téléchargements par rubrique du site de LOGRAMI en 2016 (Source : LOGRAMI, 2015).....	334
Figure 310 : Nombre de destinataires et lectures des actualités du site de LOGRAMI en 2016 (Source : LOGRAMI, 2016).....	335
Figure 311 : Visuel de la plaquette Actions phares 2015.....	335
Figure 312 : Aperçu panoramique des 14 visuels de l'exposition « Grands Migrateurs de Loire ».....	337
Figure 313 : Nombre de jours d'emprunt et d'exposition au public des deux jeux d'exposition « Grands Migrateurs de Loire » en 2016	338
Figure 314 : 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).....	338
Figure 315 : Localisation des lieux et départements de l'exposition « Grands Migrateurs de Loire » de 2010 à 2016.....	339
Figure 316 : Répartition des durées d'exposition « Grands Migrateurs de Loire » en 2016, en nombre d'emprunts (à gauche) et en nombre de jours d'exposition au public (à droite).....	340
Figure 317 : Evolution du nombre d'emprunts de l'exposition « Grands Migrateurs de Loire » par classe de durée de 2010 à 2016.	340
Figure 318 : Types de manifestations pour lesquelles l'exposition « Grands Migrateurs de Loire » a été empruntée en 2016, en nombre de manifestations (à gauche) et en nombre de jours d'exposition au public (à droite)	341
Figure 319 : Exposition « Grands Migrateurs de Loire » au Colloque continuité écologique et zones humides littorales de l'ONEMA (Source : LOGRAMI).....	341
Figure 320 : Répartition géographique des zones de frayères aloses répertoriées à ce jour sur le bassin de la Loire (indépendamment de leur surface) (Source : LOGRAMI).....	345



LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Grille des différentes classes de hauteur d'eau et leur correspondance en termes d'habitats pour la lamproie marine et les aloses (NIKOLITCH, 2016).....	34
Tableau 2 : Surfaces des retenues étudiées et part des surfaces prospectées (NIKOLITCH, 2016)	34
Tableau 3 : Surfaces potentiellement gagnées/perdus sur les zones étudiées par levés bathymétriques de quatre retenues du Clain suite à l'abaissement des lignes d'eau	35
Tableau 4 : Granulométrie rencontrée sur les différents faciès courants du Cher.....	42
Tableau 5 : Granulométrie rencontrée sur les différents faciès courants de la Sauldre.....	43
Tableau 6 : Comparaison de la cartographie de 2011 avec pour référence la cartographie réalisée par LOGRAMI sur le Cher.....	44
Tableau 7 : Vérification de la robustesse de l'indice de confiance mis en place par l'ONEMA.....	44
Tableau 8 : Comparaison des surfaces de faciès courants obtenues selon la méthode utilisée	45
Tableau 9 : Comparaison de la cartographie réalisée en 2016 par rapport à celle de 2011 sur la Sauldre	46
Tableau 10 : Comparaison de la cartographie de 2011 avec pour référence la cartographie réalisée par LOGRAMI sur la Sauldre.....	46
Tableau 11 : Bilan des prospections de terrain sur la Desges et la Sénouire (© LOGRAMI).....	59
Tableau 12 : Bilan des ouvrages sur le linéaire prospecté de la Sénouire (© LOGRAMI).....	65
Tableau 13 : Bilan des ouvrages sur le linéaire prospecté de la Desges (© LOGRAMI).....	68
Tableau 14 : Perte d'habitats pour les tacons engendrée par les ouvrages hydrauliques (© LOGRAMI)	70
Tableau 15 : Classes de taille granulométrique	84
Tableau 16 : Comparaison des températures moyennes journalières sur les différents sites étudiés de la Sioule et de la Dore sur la période du 01/12/2015 au 08/04/2016	85
Tableau 17 : Enregistrement des températures à l'aide d'une sonde thermique sur les différents sites étudiés de la Sioule et de la Dore jusqu'au stade « Ecllosion » (Source LOGRAMI).....	86
Tableau 18 : Enregistrement des températures à l'aide d'une sonde thermique sur les différents sites jusqu'au stade « Emergence » (Source LOGRAMI).....	87
Tableau 19 : Evaluation et comparaison du pourcentage de jours où les débits sur la Sioule et la Dore sont 5 fois supérieurs au module des rivières.....	90
Tableau 20 : Résultats des profondeurs moyennes d'oxygénation du substrat hors frayère (Source : LOGRAMI)	90
Tableau 21 : Classes de taille du substrat présent sur chaque frayère étudiée de la Sioule et de la Dore (Source : LOGRAMI).....	91
Tableau 22 : 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 étudiées de la Sioule et de la Dore (Source : LOGRAMI)	94
Tableau 23 : Résultats globaux du taux de survie des œufs de saumons au stade écloison sur chaque frayère étudiée de la Sioule et de la Dore (Source : LOGRAMI)	94
Tableau 24 : Comparaison des taux de survie des œufs de saumons au stade écloison entre les différentes campagnes d'étude sur le bassin de la Sioule (Source : LOGRAMI).....	96
Tableau 25 : Résultats du taux de survie interstades (écllosion et émergence) sur les frayères de la Sioule et de la Dore (Source : LOGRAMI).....	99
Tableau 26 : Résultats des profondeurs moyennes d'oxygénation du substrat à l'intérieur des frayères (Source : LOGRAMI).....	100



Tableau 27 : Résultats des tests de Mann Whitney sur la comparaison du niveau d'oxygénation des bâtons en fonction de leur positionnement hors/dans frayère pour les différentes sites	101
Tableau 28 : Synthèse des taux de survie au stade éclosion obtenus lors des différents suivis réalisés depuis 2009 sur le bassin de la Loire	102
Tableau 29 : Taux d'infiltration des substrats non remaniés des stations étudiées lors de la mise en place des capsules de survie sous graviers.	112
Tableau 30 : Taux d'infiltration des frayères artificielles des différentes stations étudiées lors de la mise en place des capsules de survie sous graviers.	112
Tableau 31 : Fonctionnement du réseau d'enregistreurs thermiques en 2016 (sources LOGRAMI) ...	133
Tableau 32 : Ecart (°C) entre les valeurs moyennes mensuelles 2016 et les valeurs de référence par mois sur les stations de mesures du réseau. (Sources LOGRAMI)	135
Tableau 33 : Récapitulatif du déroulement des prospections de comptage de frayères de saumon sur l'ensemble du bassin de l'Allier en 2016 (Source : LOGRAMI).....	150
Tableau 34 : Nombre d'heures où la température de la Sioule a dépassé 25°C sur la période juin-août depuis 2012.....	154
Tableau 35 : Récapitulatif des périodes de mise en eau des passes à poissons du bassin de la Loire en 2016 (Sources : LOGRAMI).....	159
Tableau 36 : Nombre de remontées effectives et supprimées révélant le fonctionnement de l'ascenseur de Poutès en 2016 (Source LOGRAMI).....	165
Tableau 37 : Récapitulatif de la période de fonctionnement des stations de comptage du bassin de la Loire en 2016 (Sources : LOGRAMI).....	167
Tableau 38 : Estimation du nombre de géniteurs observés sur la frayère d'Avril sur Loire depuis 2012	218
Tableau 39 : Débits journaliers (27 mai 2015) et débits moyens du mois de mai sur la Gartempe (Source : DREAL LIMOUSIN/HYDRO-MEDD/DE).....	221
Tableau 40 : Nombre de juvéniles de saumon atlantique capturés lors des pêches d'échantillonnage de printemps sur le bassin de la Gartempe en mai 2016 (Source : LOGRAMI).....	223
Tableau 41 : Distance séparant les stations d'échantillonnage du Béal aux frayères observées les plus proches et abondance de juvéniles au printemps 2016.....	225
Tableau 42 : Distance séparant les stations d'échantillonnage de la Sioule aux frayères observées les plus proches et abondance de juvéniles en septembre 2016.....	226
Tableau 43 : Secteurs de l'Allier et nombre de stations imparties en 2016.....	228
Tableau 44 : Conditions hydrologiques lors des échantillonnages « Indice d'abondance tacons » sur le bassin de l'Allier en 2016.....	229
Tableau 45 : Indices d'abondance tacons 0+moyens et médians des cours d'eau échantillonnées en 2016 sur le bassin de l'Allier	229
Tableau 46 : Sexage des saumons capturés par LOGRAMI depuis 2014 avec l'utilisation de l'abaque.....	255
Tableau 47 : Sexe des saumons capturés par le CNSS depuis 2014 (Sources CNSS).....	256
Tableau 48 : Sex-ratio de la population de saumons à Vichy depuis 2014	256
Tableau 49 : Composition de la population de saumons à Vichy en fonction du sexe des individus depuis 2014.....	256
Tableau 50 : Récapitulatif des résultats d'échantillonnage par rivière et type d'habitats en 2016 (Sources : LOGRAMI).....	264
Tableau 51 : Nombre d'ammocètes échantillonnées de 2014 à 2016 par année de naissance (estimation par la méthode de Bhattacharya (1967)) (Sources : LOGRAMI et FiSATII).....	265
Tableau 52 : Caractérisation des stations de pêche de juvéniles de saumon échantillonnées sur le Renaison en 2016	281
Tableau 53 : Bilan des captures de tacons sur le Renaison en 2016 et rappel des captures de 2015	282
Tableau 54 : Surfaces d'habitats productives en juvéniles de saumon selon deux méthodes de calcul sur les stations alevinées et pêchées de la Gartempe.....	285
Tableau 55 : Résultats du test de Mann-Whitney de comparaison des taux d'implantation moyen sur 9 stations de référence de la Gartempe entre les périodes 1999 à 2007 et 2008 à 2016	288

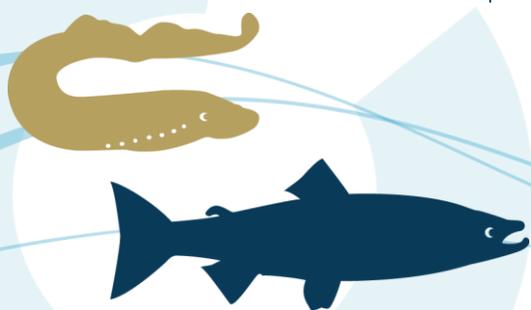
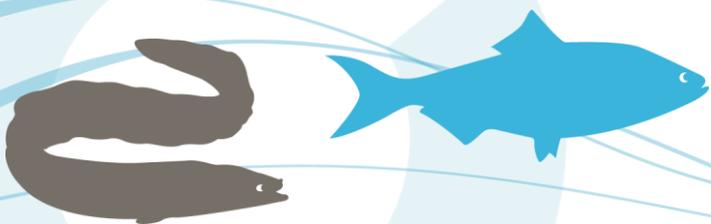


Tableau 56 : Poids moyens par lots des alevins 0+ déversés sur la Gartempe en 2016 (Source : EPL, 2016).....	291
Tableau 57 : Comparaison des taille moyenne et facteur de condition moyen des juvéniles de saumon repris par pêche électrique sur les années 2014, 2015 et 2016.....	291
Tableau 58 : Taux de retour des smolts déversés sur le bassin Creuse - Gartempe de 2009 à 2013 (Sources : LOGRAMI).....	298
Tableau 59 : Taux de retour des smolts déversés sur le bassin de l'Allier en 2013 (Sources : LOGRAMI et CNSS).....	303
Tableau 60 : Taux de retour des smolts déversés sur le bassin de l'Allier de 2003 à 2013	303
Tableau 61 : Calcul du taux de retour des smolts déversés sur le bassin de l'Arroux en 2013 au niveau de la station de Gueugnon (Sources : LOGRAMI et CNSS).	305
Tableau 62 : Taux de retour des smolts déversés sur le bassin de l'Arroux de 2009 à 2013 au niveau de la station de Gueugnon (Sources : LOGRAMI).	305
Tableau 63 : Taux de retour des smolts déversés sur le bassin de l'Arroux de 2009 à 2013 au niveau de la station de Decize (Sources : LOGRAMI).	305
Tableau 64 : Comparatif de l'effort d'échantillonnage entre les campagnes 2014, 2015, 2016 (Sources : LOGRAMI)	308
Tableau 65 : Comparaison des effectifs des classes de tailles des saumons migrants observés à Vichy en 2016 avec les individus piégés (Source LOGRAMI).....	311
Tableau 66 : Comparaison des effectifs par classes de tailles des saumons sans adipeuse (AD-) observés à Vichy en 2016 avec les individus piégés (Source LOGRAMI).....	312
Tableau 67 : Nombres d'échantillons de tissus (prélèvement individuel) fournis pour l'analyse génétique (Sources LOGRAMI-CNSS)	316
Tableau 68 : Proportions d'individus issus de pisciculture (déversement stade alevin) comparativement aux individus assignés parmi les saumons échantillonnés issus de la reproduction 2008 (Sources INRA)	317
Tableau 69 : Proportions d'individus issus de pisciculture (déversement stade alevin) comparativement aux individus assignés par année de reproduction (Sources INRA)	317



1. Programme de mesures

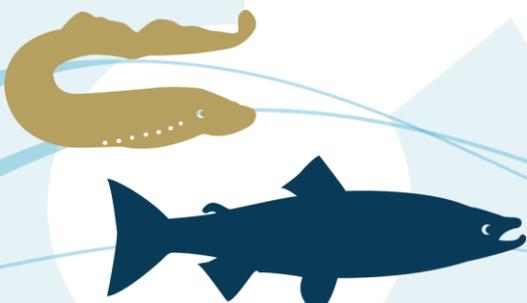
Les données sur la connaissance des populations de poissons migrateurs amphihalins correspondent, d'une part aux déclarations de captures, d'autre part aux résultats d'opérations spécifiques de suivi des populations. Les trois précédents Plagepomi ont développé, au travers du Plan Loire Grandeur Nature, des outils de suivi des populations de poissons migrateurs amphihalins. Il s'agit d'outils pérennes (stations de comptage des poissons migrateurs amphihalins) ou d'études spécifiques permettant de caractériser le comportement et d'apprécier les effectifs des populations. Les tableaux de bord Migrateurs « anguille, saumon, aloses, lamproies et truite de mer » ont vocation à centraliser l'ensemble des données biologiques de connaissance des poissons migrateurs amphihalins ainsi que des données relatives aux milieux aquatiques où évoluent ces espèces. Cette bancarisation de l'information permet ensuite de faire connaître l'information et de la valoriser dans le cadre d'expertises, qui permettent de mieux comprendre le fonctionnement des populations et ainsi d'éclairer les prises de décisions en matière de gestion. Il est aussi nécessaire de rappeler que les connaissances biologiques ne sont que partielles, en particulier dans la mesure où elles concernent certains cours d'eau et non l'ensemble des cours d'eau du bassin de la Loire et des côtiers vendéens.

L'élargissement progressif, dans le cadre du Plagepomi, de la couverture du territoire par différentes opérations de suivi permet de compléter les connaissances et d'avancer vers une caractérisation la plus complète possible de l'état des populations et de leurs habitats à l'échelle des bassins de la Loire et des côtiers vendéens.

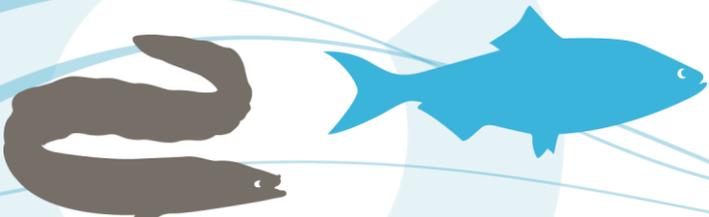
Ce programme de recherches appliquées proposé par LOGRAMI apporte des éléments de connaissances de la dynamique des espèces de poissons grands migrateurs en s'attachant aux phases de développement déterminantes pour chacune d'entre elles, ainsi qu'à leurs habitats. Ces données sont essentielles pour une aide à la gestion en cohérence avec l'état des populations.

Le programme d'actions propose des opérations d'échantillonnages et de mesures complémentaires qui permettent de répondre transversalement à différents questionnements de gestion. Il est présenté en regard des dispositions du PLAGEPOMI. Il concerne donc :

- 🕒 La caractérisation des habitats favorables
- 🕒 Le suivi de la continuité écologique et de l'accessibilité des habitats
- 🕒 Les migrations des poissons migrateurs amphihalins
- 🕒 La dynamique de population
- 🕒 Les traits de vie
- 🕒 La prévention de la pêche illégale
- 🕒 L'évaluation de l'efficacité des programmes de soutien d'effectifs (saumon atlantique)
- 🕒 La valorisation des connaissances et sensibilisation des acteurs à la gestion des poissons migrateurs



Les migrateurs surveillés par Logrami



2. La caractérisation des habitats favorables

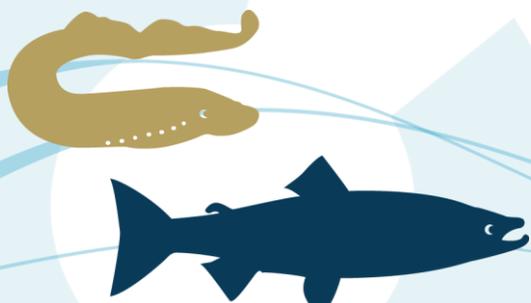
2.1. La détermination des potentialités d'habitats et de leur fonctionnalité actuelle

Les poissons grands migrateurs, de par leur cycle de vie, intègrent les différents éléments structurant 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. Cependant, 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 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 attendu 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 poissons grands migrateurs 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'ouvrages aujourd'hui bloquant ou retardant la migration**. Afin de définir le statut des cours d'eau 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.



2.2. Action 1 : Quantification des habitats potentiels

Depuis plusieurs années, nous déterminons les potentialités d'accueil des poissons grands migrateurs sur le bassin Loire. Cette démarche nécessite des investigations conséquentes afin de préciser les faciès et de quantifier les surfaces potentiellement productives. D'année en année, l'ensemble des axes est ainsi cartographié permettant de dresser une vision globale des capacités productives du bassin et de révéler également les enjeux de territoires.

Aussi, l'année 2016 a fait l'objet d'études ciblées sur les secteurs du **Clain** et du **Cher** pour l'alose et la lamproie et sur les affluents **Sénoire** et **Desges** pour le saumon atlantique (Figure 1).

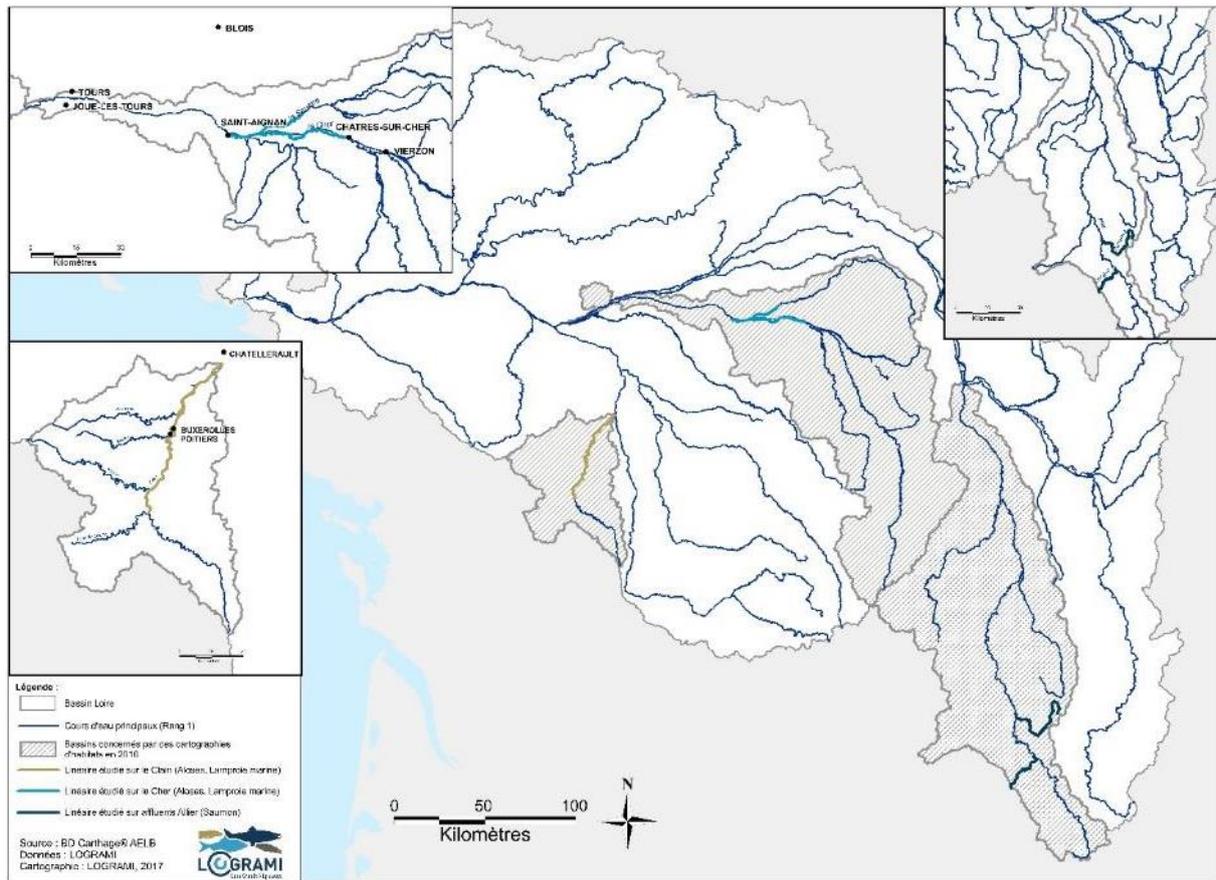


Figure 1 : Cartographies des habitats et potentialités réalisées sur le bassin de la Loire en 2016



2.2.1. Habitats potentiels pour l'alose et de la lamproie marine sur le Clain

2.2.1.1 Présentation et contexte

Le Clain est un affluent de la Vienne confluant en rive gauche de celle-ci sur la commune de Cenon-sur-Vienne dans le département de la Vienne (Figure 2) après un parcours de 144 km. Prenant sa source dans le département de la Charente, il draine un bassin versant de 3 209 km². Ses principaux affluents sont d'aval en amont : l'Auxance, la Boivre, la Vonne et la Dive de Couhé. Le Clain se caractérise dans sa partie amont, de sa source jusqu'à Sommières-du-Clain, par un lit sinueux et une pente de l'ordre de 2 à 4 ‰. Le reste de son linéaire possède une pente plus faible autour de 0,8 ‰.

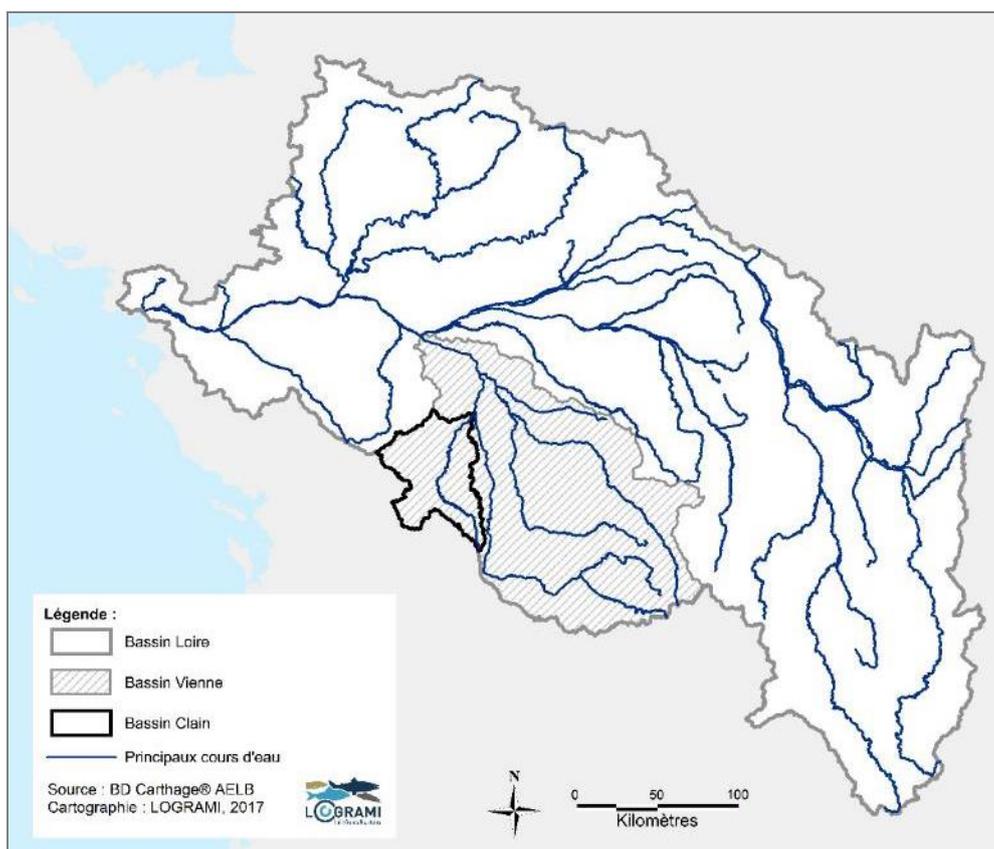


Figure 2 : Localisation du bassin du Clain dans le bassin de la Loire

Concernant l'hydrologie, le Clain présente un régime pluvial avec de hautes eaux en hiver (pointe de débit en février avec un débit moyen mensuel de 27 m³/s à Poitiers) et des basses eaux en été avec une période d'étiage de juillet à septembre et des débits moyens de l'ordre de 3 à 4,9 m³/s à Poitiers. Les débits moyens mensuels du Clain sont obtenus sur deux stations historiques : l'une située à Danlot sur le Clain intermédiaire (50 ans de données) et l'autre située à Dissay sur le Clain aval (51 années de données). Les modules interannuels aux deux stations sont respectivement de 14,10 m³/s (Danlot) et de 21,30 m³/s (Dissay) (Figure 3).

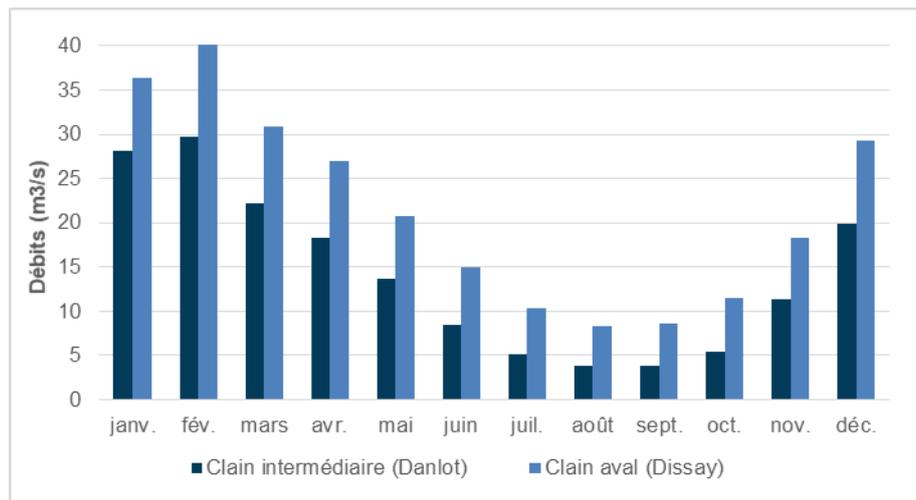


Figure 3 : Débits moyens mensuels sur le Clain aval de 1964 à 2015 et sur Clain intermédiaire de 1966 à 2015 (Banque hydro : SCP VCA – Centre de Poitiers/Hydro – MEDD/DE)

Historiquement, les cours d'eau du bassin de la Vienne étaient fréquentés par les poissons migrateurs amphihalins. Sur l'axe Vienne, au 18^{ème} siècle, nous retrouvons les traces de la présence de l'alose jusqu'à la région de Limoges (MENESSION-BOISNEAU et BOISNEAU, 1990). Concernant la lamproie marine, très peu d'informations historiques sont disponibles, car contrairement au saumon et à l'alose, cette espèce pouvait probablement passer inaperçue de par sa faible attractivité culinaire et son mode de pêche particulier.

En 1824, la construction du barrage de Châtellerault entraîne la perte de la continuité écologique sur la Vienne. En 1899, l'échelle à poissons n'était pas fonctionnelle et pas ou peu de poissons migrateurs pouvaient passer à l'amont de l'ouvrage.

La construction en 1920 du barrage de Maisons-Rouges en aval de Châtellerault engendre une disparition quasi-complète des poissons migrateurs sur la Vienne. Les premières passes à poissons qui y seront construites (années 1920, 1930 puis 1950) étaient peu fonctionnelles. Seule celle réalisée en 1950 permettra aux aloses et lamproies de passer au-delà de cet ouvrage et de façon restreinte en période de crues (COUDERC, 1999).

En 1999, l'arasement du barrage de Maisons-Rouges réalisé dans le cadre du Plan Loire permet aux poissons migrateurs la reconquête de la Vienne jusqu'à Châtellerault. Il faudra attendre 2004 pour qu'une passe à poissons soit construite sur ce barrage. Cet aménagement permet aux espèces migratrices de coloniser l'axe Vienne en amont de Châtellerault.

Aujourd'hui, l'axe Clain, dont la confluence avec la Vienne est située en amont de Châtellerault, est très peu fréquenté par ces espèces. De nombreux ouvrages perturbent la colonisation de ce cours d'eau par les poissons migrateurs dont nous pouvons penser que les effectifs sont fortement réduits par rapport au 18^{ème} siècle. Les premiers ouvrages du Clain ainsi que l'attractivité de l'axe Vienne à la confluence Vienne-Clain rendent celui-ci quasi étanche pour l'alose et très peu fréquenté par la lamproie marine. En effet, le Clain est jalonné par 45 ouvrages de la confluence avec la Vienne à Sommières-du-Clain, soit un linéaire d'environ 100 km, dont 32 se situent entre la confluence avec la Vienne et la confluence avec la Dive de Couhé (80 kilomètres) (CE3E, Conseil départemental de la Vienne, 2014). Parmi les 9 premiers ouvrages situés sur le linéaire classé au titre du L.214-17, avec pour espèces amphihalines



citées la grande alose et la lamproie marine, 5 sont considérés comme difficilement franchissables à infranchissables pour cette espèce (CE3E, Conseil départemental de la Vienne, 2014).

2.2.1.2 Cartographie des habitats potentiels en écoulement libre

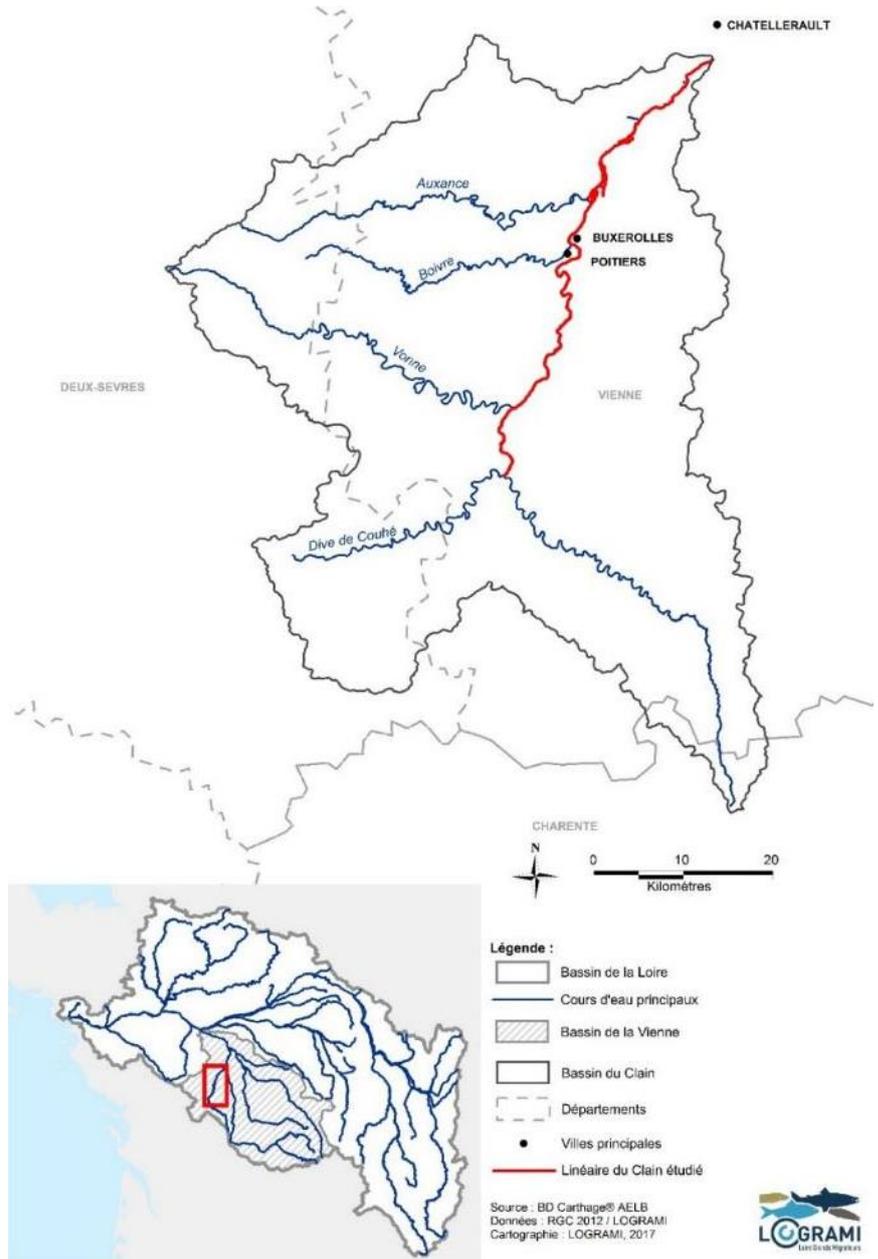
Secteur d'étude

Le secteur d'étude choisi s'étend de la confluence avec la Vienne jusqu'à la confluence avec la Dive de Couhé, soit un linéaire d'environ 80 kilomètres. Celui-ci correspond aux zones aval et intermédiaire du Clain et à la limite de classement au titre du L.214-17 pour les espèces migratrices amphihalines (Figure 4).

Figure 4 : Localisation du linéaire d'étude des potentialités pour l'aloise et la lamproie marine sur le Clain en 2016

Méthodologie

Une première cartographie des habitats de reproduction de la lamproie marine et de l'aloise sur le Clain a été réalisée en 2003 (BAUDAIS, 2003). Au cours des dernières années, les observations effectuées lors des suivis de la reproduction ont permis de constater que les habitats décrits dans l'étude menée précédemment ont évolué. La cartographie des habitats ainsi que les calculs de potentialité du Clain pour les deux espèces ont donc été entièrement mis à jour en 2016.



La méthode utilisée pour cette cartographie en écoulement libre est la méthode classique de prospection sur le terrain en canoë et à pied. Chaque habitat a été décrit et mesuré. Ainsi, cette étude a permis d'identifier :

- Les faciès selon la classification de MALAVOI et SOUCHON, (2001). Six faciès différents ont été décrits : profond, chenal lotique, plat lent, plat courant, radier, rapide. Les faciès « mouille de concavité » et « chenal lentique » sont compris dans l'appellation « profond » (Erreur ! Source u renvoi introuvable.),
- Les granulométries principales et secondaires selon la classification élaborée par WENTWORTH (1922), modifiée par MALAVOI et SOUCHON (2001) (Erreur ! Source du renvoi ntrouvable.).



Figure 5 : Illustration d'un faciès de type rapide à gauche et radier à droite observés sur le Clain (C. NICOLITCH)

Sur le terrain, un Système d'Information Géographique (SIG) nomade (Cartopocket®) a été utilisé. Il a permis de cartographier sur fond IGN au 1/25 000^e les différents habitats rencontrés ainsi que l'ensemble de leurs caractéristiques (faciès d'écoulement, granulométries, largeur, profondeur, recouvrement par la végétation aquatique) (Figure 6).



Figure 6 : Cartographie du Clain à l'aide de l'outil Cartopocket® (LOGRAMI)



L'ensemble des habitats décrits ont permis de mettre à jour les potentialités du Clain pour les espèces lamproie marine et aloses selon les formules ci-après.

Estimation de la surface d'habitats potentiels pour la reproduction de l'alse

L'alse se reproduit préférentiellement dans les cours d'eau supérieurs à 50 m de large. Cependant il n'est pas rare d'observer ce poisson dans les fleuves côtiers de petite taille (BAGLINIERE & ELIE, 2000). La fraie, ou bull, se produit en général dans les zones de profondeur variant de 50 cm à 3 m pour des vitesses de courant comprises entre 0,9 et 2 m.s-1, soit sur des tronçons délimités en amont par une mouille ou un plat courant et en aval par un radier ou une zone d'accélération. La granulométrie est principalement composée de cailloux et de pierres, accompagnés de graviers (BAGLINIERE & ELIE, 2000 ; BELAUD & al, 2001 ; MENESSION-BOISNEAU & al, 1990).

La surface favorable correspond à la totalité du faciès considéré comme adéquat pour la reproduction des grandes aloses et situé en amont des radiers.

$$S \text{ repro alose} = \sum \text{PLA favorable} + \sum \text{CLO favorable}$$

Estimation du potentiel d'accueil pour les alosons

Après une semaine d'incubation environ, les larves émergent et restent dans la zone de déposition des œufs (le radier). Elles se cachent dans les interstices du substrat pour éviter la prédation jusqu'à la résorption totale du vitellus.

$$S \text{ crois alose} = \sum S \text{ RAD en aval des frayères}$$

Ensuite, les juvéniles restent de 3 à 6 mois en rivière avant de dévaler. Ils réalisent des migrations transversales et dans la colonne d'eau pour varier leur alimentation (BAGLINIERE & ELIE, 2000). La croissance des alosons requiert donc un ensemble de faciès complémentaires et non un en particulier.

Estimation de la surface d'habitats potentiels pour la reproduction de la lamproie marine

Deux méthodes sont utilisées pour calculer la surface des zones potentielles de reproduction pour la lamproie marine. La première représente la surface potentielle maximale que l'on peut considérer sur la rivière. Elle consiste à sommer l'ensemble des plats courants, radiers et chenaux lotiques (TAVERNY & ELIE, 2010). En fonction des conditions hydrauliques au moment de la ponte, les zones de reproduction utilisées par les lamproies peuvent être très variables géographiquement (zone d'accélération en tête d'îlot, amont de pile de pont ou de banc de convexité) (DUCASSE & LEPRINCE, 1980).

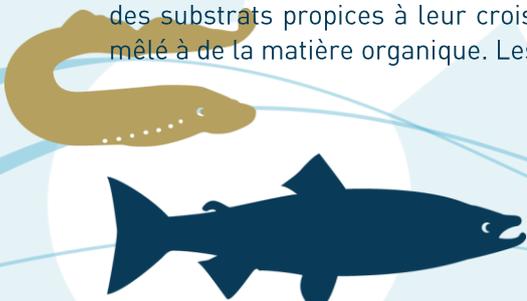
$$S \text{ repro lamproie} = \sum S \text{ PLA} + \sum S \text{ RAD} + \sum S \text{ CLO}$$

La seconde, plus restrictive, prend en compte uniquement l'interface entre les plats courants et les radiers (zone d'accélération). Ces zones (dites préférentielles d'après TAVERNY & ELIE, 2010) sont les plus favorables à la reproduction et décrivent le potentiel d'accueil à minima pour cette phase du cycle de vie. Les zones dont la granulométrie est trop fine ou trop grossière ne sont pas retenues pour le calcul final.

$$S' \text{ repro lamproie} = \sum S \text{ interface favorable PLA / RAD}$$

Estimation d'un potentiel d'accueil des larves de lamproie marine

Environ 40 jours après leur émergence, les larves (ou ammocètes), quittent le nid et colonisent des substrats propices à leur croissance. Ils sont composés de sédiment fin de type sable et limon, mêlé à de la matière organique. Les habitats favorables pour ce stade sont donc les zones de dépôt où



Le courant est très faible voir nul (inférieur à 0,1 m.s-1) et dans des zones de faible profondeur (inférieure à 50 cm). Cela correspond aux zones lenticques ainsi qu'aux mouilles. Les observations in situ montrent cependant qu'il n'est pas rare de retrouver des larves dans le milieu lotique colonisé par la végétation ou dans des zones lenticques plus profondes, mais avec des densités beaucoup plus faibles (TAVERNY & ELIE, 2010).

$$S \text{ crois lamproie} = \sum S \text{ CLE}$$

Répartition par faciès d'écoulement

La Surface Totale en Eau (STE) calculée sur la zone d'étude s'élève à 2 328 346 m², soit 233 ha. Elle est occupée à 92,6 % par des zones profondes, dont 56,8 % sont localisées en amont des ouvrages hydrauliques. Le reste de la Surface Totale en Eau se répartit comme suit : 1 % de radiers, 0,5 % de rapides, 2,4 % de chenaux lotiques, 2,1 % de plats courants et 1,4 % de plats lents (Figure 7).

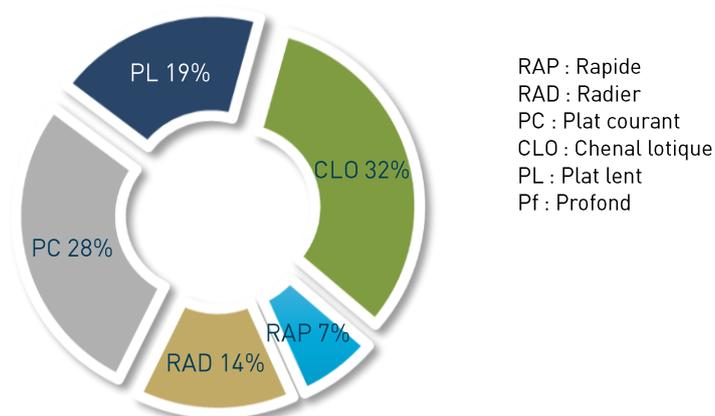


Figure 7 : Répartition des faciès d'écoulement sur le Clain, de la confluence de la Vienne à la Dive de Couhé, hors profonds, d'après la cartographie actualisée en 2016 (NICOLITCH, 2016)

En 2003, la zone d'étude s'étendait de la confluence avec la Vienne jusqu'à Vivonne, soit 11 km de moins que la zone cartographiée en 2016. La Surface Totale en Eau calculée était de 240 ha contre 212 ha sur la même zone en 2016. L'étude de 2003 ne différenciant pas les chenaux lotiques, la comparaison des surfaces courantes cartographiées a été réalisée en sommant les radiers, rapides et plats courants sur la même zone. La somme de ces surfaces de faciès courants est de 62 756 m² en 2016 contre 61 580 m², ce qui est très semblable. En revanche, si nous considérons la zone d'étude complète de 2016, cette somme s'élève à 83 587 m². La plus-value de l'étude 2016 réside dans l'étendue de la zone cartographiée, la mise à jour de la cartographie des secteurs de reproduction et de croissance qui ne sont pas toujours retrouvés au même endroit à la faveur des modifications hydro morphologiques du Clain ainsi que dans le calcul des surfaces potentielles de reproduction et de croissance prenant en compte notamment les chenaux lotiques.

Résultats pour l'alose

Concernant leurs sites de reproduction, les aloses ont une forte préférence pour les cours d'eau d'une largeur supérieure à 30 m (BAGLINIERE et ELIE, 2000). Ainsi, pour le Clain, nous pouvons considérer que l'ensemble des frayères à aloses se situent en-deçà du Moulin de la Perrière conformément au classement au titre du L.214-17, pour lequel l'alose est ciblée jusqu'à ce point.



Sur la zone s'étendant de la confluence avec la Vienne au Moulin de la Perrière, un total de 0,4 ha à 0,5 ha (selon que nous considérons la granulométrie dominante ou accessoire) de surfaces potentielles pour la reproduction de l'alose a été identifié, correspondant à **quatre zones différentes**. A ces surfaces sont associées environ 0,6 ha de surface potentielle pour la croissance des alosons.

Les frayères potentielles d'aloses sont réparties en quatre zones dont les plats courants s'étendent de 578 m² à 2 252 m².

Actuellement, dans les conditions de franchissabilité des ouvrages et en particulier du second seuil situé 900 m en amont de la confluence avec la Vienne et quasi infranchissable pour les aloses, l'espèce ne peut pas accéder aux zones de frayères potentielles identifiées.

Résultats pour la lamproie marine

La surface d'habitats potentiellement favorables pour la reproduction de la lamproie marine dont la granulométrie principale est sous forme de galets ou de graviers est de 4 ha (40 070 m²), soit 1,7 % de la Surface Totale en Eau. Ceci est la surface minimale de frayères et représente un total de 56 zones de frayères potentielles.

Si nous prenons en compte l'ensemble des faciès favorables dont la granulométrie principale ou les granulométries accessoires sont sous forme de galets ou de graviers, la surface d'habitats potentiellement favorables pour la reproduction de la lamproie s'élève à 8,7 ha (86 539 m²), soit 3,7 % de la Surface Totale en Eau, **répartie sur 106 zones différentes**.

Concernant le potentiel de croissance des larves de lamproie marine, la surface cumulée de plats lenticulaires ou plats courants ayant une granulométrie composée de sable ou de limon, favorable aux ammocètes, s'élève à 0,7 ha. Ce calcul ne prend pas en compte les zones de bordures dont la granulométrie peut être composée de sable et/ou de limon sur les autres faciès d'écoulement cartographiés.

Dans l'état actuel de franchissabilité cumulée des ouvrages, le front de colonisation maximum d'une partie des individus se présentant sur le Clain se trouve au niveau du Moulin d'Anguitard (Chasseneuil-du-Poitou). Néanmoins, le front établi en année moyenne et plusieurs années de suite se situe au niveau de l'île de Ray sur la commune de Naintré, soit environ 17 km en aval du Moulin d'Anguitard. Ceci signifie que pour quelques individus seulement, les zones de frayères pouvant être atteintes sont celles situées de la confluence avec la Vienne jusqu'au seuil du Moulin de la Perrière situé en amont de l'île de Ray, soit de 28 à 42 % des zones potentielles cartographiées (1,1 à 3,6 ha).

2.2.1.3 Habitats potentiels enoyés pour l'alose et la lamproie marine : approche par levés bathymétriques

Méthodologie

Depuis 2014, une étude est portée par le Conseil Départemental de la Vienne concernant le devenir des ouvrages sur le Clain. Celle-ci a permis d'identifier les ouvrages pour lesquels les aménagements proposés en faveur de la continuité écologique pourraient avoir un impact sur la ligne d'eau et donc sur la typologie des faciès d'écoulement.

Complémentairement à la cartographie des habitats, des levés bathymétriques réalisés sur plusieurs biefs ont permis d'estimer la quantité d'habitats lotiques, et donc de zones potentielles de reproduction, qui pourrait apparaître à la faveur de l'abaissement de lignes d'eau. Cette étude a été possible grâce à



l'appui technique et logistique du Centre d'Expertise et de Transfert de l'Université de Tours CETU Elmis Ingénieries.

Une sélection des biefs à étudier, dans un temps réduit, a été faite selon plusieurs critères :

- Ouvrages situés en partie aval du Clain : les aménagements prioritaires devant être réalisés plutôt sur cette partie pour une réouverture efficace de l'axe,
- Ouvrages ne présentant pas d'enjeux socio-économiques et patrimoniaux forts compromettant tout projet d'arasement ou d'arasement partiel d'après l'étude portée par le Conseil Départemental (CE3E, Conseil départemental de la Vienne, 2014),
- Ouvrages ayant un linéaire important de remous,
- Modification importante de la ligne d'eau pouvant être envisagée selon l'étude continuité (CE3E, Conseil départemental de la Vienne, 2014).

Ainsi, 7 ouvrages présélectionnés ont fait l'objet de prospections préalables à l'aide d'un échosondeur Lowrance Hook 3x DSI et un GPS Garmin GPS 72H d'une précision horizontale de 3 m. Un profil en long de chaque retenue ciblée a été réalisé en prenant des points GPS tous les 15 à 20 m et en renseignant la profondeur pour chaque point.

L'étude bathymétrique a été effectuée sur 4 ouvrages retenus suite aux mesures préalables à l'échosondeur. Le matériel utilisé lors des mesures de bathymétrie est un sondeur mono-Faisceau TRITECH PA 500 : fréquence 500 kHz. Le positionnement se fait avec un GPS Proflex 500 Magellan avec une précision horizontale de 1cm et une précision verticale de 2 cm. Ce matériel nous a été prêté par le Centre d'expertise et de Transfert de l'Université de Tours CETU Elmis ingénieries (NIKOLITCH, 2016).

Deux types de profil ont été réalisés :

- Une succession de profils transversaux distants de 10 à 20 m et perpendiculaires à l'écoulement,
- Un profil longitudinal au centre du lit.

Les mesures ont été effectuées les 1er et 2 juin. Le calendrier de terrain étant contraint par la disponibilité du matériel, la réalisation des mesures s'est déroulée durant une période de crue avec des débits respectifs de 50 et 59 m³/s à Poitiers pour un module de 12,80 m³/s. Les hauteurs d'eau étaient donc bien plus élevées que les hauteurs moyennes observées lors de la montaison des espèces cibles. Afin d'avoir une altitude des plans d'eau en conditions normales de montaison, des valeurs d'altitude des plans d'eau ont été mesurées le 25 juillet 2016. Les relevés ont été réalisés avec le même GPS que celui utilisé pour l'analyse bathymétrique pour les Moulins de la Grève, de l'Essart et du Clain. Pour le Moulin du Clan, une ripisylve dense empêchant le fonctionnement du GPS, la valeur de l'altitude a été relevée avec un niveau de chantier.

Les données brutes récoltées par le sondeur ont été traitées avec le logiciel HYPACK après une étape préalable de nettoyage des fichiers (corrections des altitudes aberrantes).

Ensuite, la création d'un Modèle Numérique de Terrain (MNT) selon un modèle régulier triangulé (TIN) a permis le traitement des données de terrain. Une décimation des données a été réalisée, ce qui aboutit à une donnée tous les 1 m pour les profils en long et une donnée tous les 0,5 m pour les profils en travers.

Une grille de hauteur d'eau a été créée pour quantifier la récupération d'habitat (Tableau 1). Elle tient compte des caractéristiques de faciès d'écoulement élaborées par MALAVOI et SOUCHON (Erreur !



ource du renvoi introuvable.) mais également des préférences écologiques pour la reproduction des espèces cibles.

Tableau 1 : Grille des différentes classes de hauteur d'eau et leur correspondance en termes d'habitats pour la lamproie marine et les aloses (NIKOLITCH, 2016)

Classe	Profondeur (m)	Habitats lamproies	Habitats aloses
1	Hors de l'eau		
2	0,0 à 0,06		
3	0,06 à 0,5	Reproduction	Incubation
4	0,5 à 0,96	Reproduction	
5	0,96 à 3		Reproduction
6	>3 m		

Afin de déterminer le pourcentage de chaque classe avant ou après arasement sur une zone d'étude donnée, un traitement a été réalisé sous Qgis et sous Excel. Une grille de points espacés de 30 cm a été créée en superposition avec le MNT et à chaque point a été donnée la valeur correspondante du MNT. Les données de la grille ont ensuite été extraites et l'analyse a continué sous Excel. (NIKOLITCH, 2016).

Résultats

Parmi les 6 biefs prospectés avec l'échosondeur, 4 ont été retenus comme potentiellement intéressants en termes de hauteurs d'écoulement après diminution des lignes d'eau, ce sont d'aval en amont : Moulin de la Grève, Moulin du Clan, Moulin de l'Essart et Moulin du Clain.

Ces ouvrages sont tous situés en amont du Moulin de la Perrière, soit en amont de la zone favorable pour l'aloise. Les récupérations de zones lotiques suite à l'abaissement de lignes d'eau s'entendent donc uniquement en termes de gains d'habitats pour la lamproie marine.

L'étude bathymétrique des 4 biefs a été réalisée les 1^{er} et 2 juin 2016. L'ensemble des surfaces ne pouvant être étudiées par manque de temps, les relevés ont été réalisés seulement sur les zones de hauts fonds détectées grâce à l'échosondeur, soit un total de 36 417 m². Ces zones représentent de 18 à 33 % des surfaces des retenues étudiées (Tableau 2).

Tableau 2 : Surfaces des retenues étudiées et part des surfaces prospectées (NIKOLITCH, 2016)

	Grève	Clan	Essart	Clain	Total
Surface totale (m2)	98 383	23 762	27 189	24 484	173 818
Surface prospectée (m2)	Zone 1 : 3 991 Zone 2 : 3 199 Zone 3 : 2 533 Zone 4 : 2 675 Zone 5 : 3 236 Zone 6 : 2 561 Total : 18 195	7935	5422	Zone 1 : 1 652 Zone 2 : 1 297 Zone 3 : 1 218 Zone 4 : 698 Total : 4 865	36 417
Surface prospectée (%)	18,5 %	33,4 %	19,9 %	19,9 %	21 %

Les surfaces potentiellement récupérables dans les classes de hauteur d'eau 3 et 4 intéressantes du point de vue de la reproduction de la lamproie marine sont de 6 766 m², soit 18,6 % de la surface prospectée par levés bathymétriques. Ces surfaces de faciès d'écoulement lotiques récupérables en cas d'abaissement de lignes d'eau sont situées pour 98 % d'entre elles sur les retenues des Moulins de



la Grève et du Clain et pour 80 % d'entre elles sur le seul bief du Moulin de la Grève, soit 5 413 m² (Tableau 3 et Figure 8).

Tableau 3 : Surfaces potentiellement gagnées/perdues sur les zones étudiées par levés bathymétriques de quatre retenues du Clain suite à l'abaissement des lignes d'eau

Classe	Profondeur (m)	Surfaces récupérées/perdues (m ²)				
		Grève	Clan	Essart	Clain	Total
1	Hors de l'eau	1222,7	0,0	3,3	33,6	1259,6
2	0,0 à 0,06	265,3	0,0	1,0	28,7	295
3	0,06 à 0,5	2010,1	0,0	28,1	561,2	2599,4
4	0,5 à 0,96	3402,7	53,0	75,4	635,5	4166,6
5	0,96 à 3	-4601,3	6325,6	1624,2	-1138,9	2209,6
6	>3 m	-2299,9	-6378,6	-1732,0	-120,1	-10530,6

Sur le bief du Moulin de la Grève, l'hypothèse d'aménagement prise pour le calcul de la récupération de ces surfaces a été une diminution de la ligne d'eau de 110 cm (CE3E, Conseil départemental de la Vienne, 2014). Rappelons que le linéaire influencé par l'ouvrage du Moulin de la Grève est de 3 600 m contre respectivement 1000, 1110 et 1200 m pour les Moulins de Clan, de l'Essart et du Clain. Cette donnée a influencé la part de la retenue étudiée par levés bathymétriques ainsi que les surfaces d'habitats potentiels ennoyés récupérables.

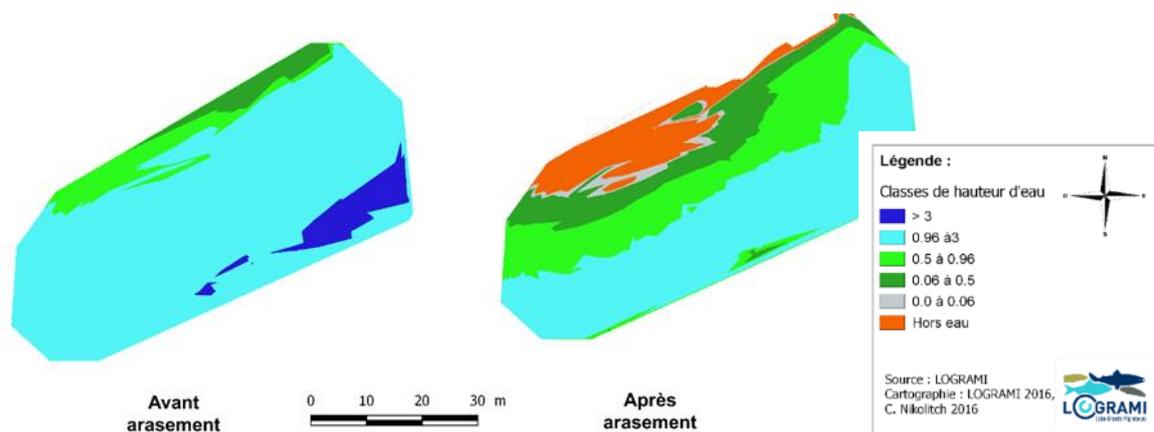


Figure 8 : Comparaison des classes de hauteur d'eau avant et après abaissement de la ligne d'eau sur le bief du Moulin de la Grève (exemple de la zone 3) (NICOLITCH, 2016)

La surface de faciès d'écoulement favorables à la reproduction de la lamproie marine récupérable au-dessus de l'ouvrage du Moulin du Clain est d'environ 1 200 m². Sur les zones prospectées au-dessus des Moulins de Clan et de l'Essart, les surfaces d'écoulement lotiques apparaissant après abaissement des lignes d'eau sont quasi-inexistantes.

Il faut noter que ces retenues n'ont pu être étudiées que partiellement. Il est probable que d'autres zones de hauteurs d'eau favorables à la reproduction de la lamproie marine puissent être découvertes en cas d'abaissement de lignes d'eau au niveau de ces ouvrages.

Les surfaces dénoyées considérées comme potentiellement favorables à la reproduction de la lamproie marine après abaissement des lignes d'eau ne tiennent pas compte de la granulométrie. Les habitats



favorables à la reproduction de la lamproie marine comportent à la fois un faciès d'écoulement de couple hauteur/vitesse favorables mais aussi une granulométrie propice à la construction de nids et à l'incubation des œufs.

2.2.1.4 Bilan

Cartographie des habitats et calcul des potentialités

Sur l'axe Clain, un linéaire de 80 km a été cartographié afin de connaître les habitats favorables à la lamproie marine et aux aloses pour la reproduction, l'éclosion et le grossissement des juvéniles. La Surface Totale en Eau de la zone d'étude s'élève à 2 328 346 m², soit 233 ha. Le linéaire du Clain étant influencé par la présence de nombreux ouvrages, les zones profondes occupent 92,6 % de cette surface, dont 56,8 % sont localisées en amont des ouvrages hydrauliques. Les faciès courants représentent 6 % de cette surface (rapides, radiers, chenaux lotiques et plats courants).

Concernant l'aloise, leur préférence pour des cours d'eau d'une largeur minimale de 30 m restreint le secteur favorable à l'espèce sur la partie allant de la confluence avec la Vienne au Moulin de la Perrière, soit un linéaire d'environ 12 km. Sur ce secteur, un total de 0,4 à 0,5 ha (selon que nous considérons la granulométrie dominante ou accessoire) de surfaces potentielles pour la reproduction de l'aloise a été identifié. Ces surfaces sont réparties sur quatre zones favorables de la partie aval du Clain, ce qui est une faible contribution au regard des 95 frayères potentielles identifiées sur les autres cours d'eau du bassin de la Vienne (Vienne, Creuse, Gartempe). Par ailleurs, nous y trouvons 0,6 ha de surface potentielle pour la croissance des alosons.

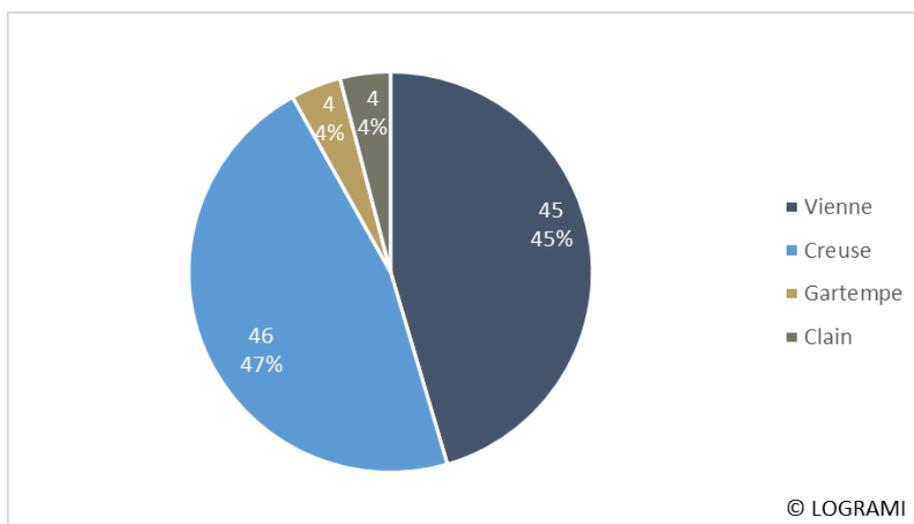


Figure 9 : Participation du Clain aux potentialités du bassin de la Vienne pour la reproduction des aloses en nombre de zones cartographiées

Pour la lamproie marine, le nombre de zones potentiellement favorables à sa reproduction se situe entre 56 et 106 (selon que l'on prend en compte les granulométries dominante ou accessoire) représentant entre 4 et 8,7 ha (40 000 m² à 86 539 m²), soit 2 à 3,7 % de la Surface Totale en Eau. Ce qui représente au minimum 13 % (en nombre) des zones favorables à la reproduction de la lamproie cartographiées sur l'ensemble du bassin de la Vienne (en aval des barrages infranchissables). Les surfaces de l'ensemble de ces zones n'étant pour le moment pas disponibles, la comparaison ne peut être faite en termes de surfaces. Etant donné la largeur des principaux cours d'eau cartographiés sur le bassin de la Vienne, la contribution du Clain est assurément moindre en surface qu'en nombre de zones.

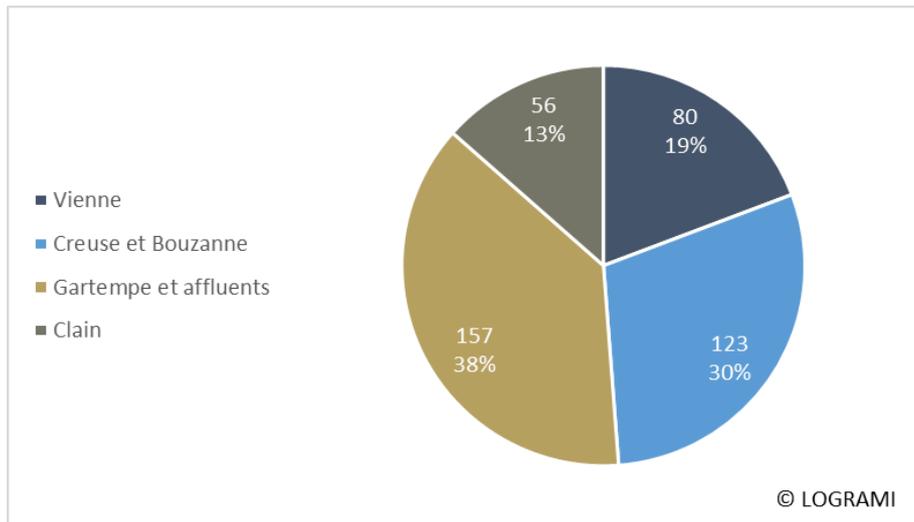


Figure 10 : Participation du Clain aux potentialités du bassin de la Vienne pour la reproduction de la lamproie marine en nombre de zones cartographiées

La surface minimale favorable à la croissance des juvéniles de lamproie marine s'élève à 0,7 ha (plats lentiques ou plats courants ayant une granulométrie composée de sable ou de limon). Ce chiffre ne tient pas compte des zones de bordures à granulométrie de sable et/ou de limon sur les autres faciès d'écoulement cartographiés.

Recherche d'habitats potentiels ennoyés

Suite à l'étude concernant le devenir des ouvrages hydrauliques sur le Clain, nous avons souhaité regarder les possibilités de récupération d'habitats courants favorables aux lamproies marines et aloses suite à des abaissements potentiels de lignes d'eau.

Ces prospections complémentaires à la cartographie des habitats ont été menées avec peu de moyens et dans un temps imparti limité. Un choix restreint de zones à étudier a donc été réalisé. Ainsi, quatre biefs d'anciens moulins ont été partiellement prospectés par levés bathymétriques : Moulin de la Grève, Moulin du Clan, Moulin de l'Essart et Moulin du Clain, tous situés en-deçà de la zone favorable à la reproduction de l'aloise. La surface totale étudiée s'élève à 36 417 m², soit 21 % de la surface totale des quatre biefs.

Sur les zones étudiées, les surfaces de faciès potentiellement récupérables favorables à la reproduction de la lamproie marine s'élèvent à 6 766 m², soit 18,6 % de la surface prospectée par levés bathymétriques. 98 % de ces surfaces de faciès favorables sont situées sur les seuls biefs des Moulins de la Grève et du Clan.

2.2.1.5 Conclusion



Le Clain, affluent rive gauche de la Vienne, présente des habitats favorables aux phases dulçaquicoles des poissons migrateurs amphihalins. Néanmoins, de nombreux ouvrages pénalisent leur remontée. Sauf conditions de très forts débits, l'alose est bloquée dès le premier seuil. La lamproie marine fréquente sporadiquement la zone aval notamment lors de débits favorables au passage de certains ouvrages.

La cartographie des habitats réalisée sur un linéaire d'environ 80 km a permis de valider environ 0,5 ha de surfaces favorables à la reproduction de l'alose situés sur les premiers kilomètres aval du cours d'eau et entre 4 et 8,7 ha de surfaces favorables à la reproduction de la lamproie marine. En nombre de zones cartographiées, le Clain représente 4 % des zones cartographiées sur l'ensemble du bassin de la Vienne pour les aloses et 13 % des zones pour la lamproie marine. A celles-ci s'ajoutent les surfaces favorables à la croissance des juvéniles des deux espèces.

Une étude par levés bathymétriques sur quatre biefs d'anciens moulins a été réalisée. Elle a mis en évidence 6 766 m² de faciès favorables à la reproduction de la lamproie marine récupérables en cas d'abaissement de la ligne d'eau, soit 18,6 % de la surface prospectée. Il serait nécessaire de réaliser ces levés sur d'autres biefs dont la ligne d'eau pourrait être abaissée à la faveur d'arasements ou d'arasements partiels afin de connaître les surfaces réellement récupérables.

Une synergie d'aménagements en faveur de la continuité écologique, notamment sur l'aval de l'axe, permettrait à la fois l'accessibilité des aloses et de la lamproie marine et la récupération de zones favorables à leur reproduction sur certains biefs dont l'abaissement pourrait être envisagé.

2.2.2. Habitats potentiels pour la reproduction de l'alose et de la lamproie marine sur le Cher sauvage

Au moment de la révolution industrielle, le Cher a été aménagé pour l'utilisation de l'énergie hydraulique. Aussi, de nombreux édifices transversaux jalonnent encore aujourd'hui cette rivière, entravant la libre circulation des espèces piscivores. Ainsi, les 80 kilomètres de son cours inférieur comprennent 18 seuils, dont 13 « barrages à aiguilles ».

La Directive Cadre sur l'Eau impose d'assurer la continuité écologique dans l'objectif d'atteinte du bon état écologique des masses d'eau et de la restauration des populations migratrices. Dans ce contexte, l'ONEMA (THIZY, 2011), a mené une première étude de quantification d'habitats potentiels d'accueil de l'anguille européenne, de la grande alose et de la lamproie marine sur le bassin du Cher et de la Sauldre en 2011, depuis l'ouvrage hydroélectrique du Prat-Rochebut, situé à Montluçon, à sa confluence avec la Loire.

En 2016, ce travail a été repris par LOGRAMI, sur le secteur du Cher sauvage (Châtres-sur-Cher – Saint Aignan) et sur la partie aval de la Sauldre afin de valider sur le terrain la cartographie des habitats réalisée par photo-interprétation en 2011. Cette validation s'inscrit dans une réflexion plus globale de la restauration des populations de poissons migrateurs sur le bassin du Cher. Elle complète en effet



une étude sur les potentialités du Cher aval sur la partie dite « Cher Canalisé », pour les poissons migrateurs, portée par l'Etablissement Public Loire (EPL).

2.2.2.1 Méthodologie

Photo-interprétation et extrapolation réalisée en 2011 par l'ONEMA

La cartographie des habitats de reproduction, pour l'Alose et la Lamproie marine, réalisée en 2011 repose sur l'identification des zones courantes par photo-interprétation. Les zones à interpréter ont été réduites aux secteurs à écoulement libre suivant le travail de Pierre Steinbach, réalisé en 2009, ayant permis d'identifier la limite amont des zones de remous hydrauliques pour chaque ouvrage. Le repérage des zones courantes (radier-plat courant) se fait selon l'observation de la surface de l'eau à priori irrégulière avec des vaguelettes, la présence de végétations aquatiques ou l'éclaircissement de la couleur de l'eau traduisant une diminution de la profondeur. Pour chaque zone courante repérée, un indice de confiance a été donné sur une échelle de 1 à 3 :

- 1 : Zone courante possible
- 2 : Zone courante probable
- 3 : Zone courante très probable

A la suite de ce travail sous SIG, une vérification ponctuelle de la cartographie a été réalisée par prospection de terrain sur 8 tronçons. Elle a permis d'estimer les potentialités d'accueil des secteurs non parcourus, à l'aide des observations ainsi collectées selon deux méthodes d'extrapolation :

- L'une basée sur un modèle croisant les données obtenues par photo-interprétation et par observations de terrain. Une relation entre la surface cartographiée par photo-interprétation (Surface ZC) et la surface potentielle observée durant la phase terrain a pu être élaborée. Elle se traduit par l'équation suivante :

$$\text{Surface Brute LPM} = 5,3052 \times \text{Surface ZC}^{0,70687}$$

Cette équation s'applique à l'échelle du faciès. Au niveau du tronçon, la surface brute potentielle est obtenue par la somme des surfaces brutes prédites par le modèle pondérée par le coefficient d'indice de confiance (THIZY, 2011). Il se décline en 3 valeurs (0,95 ; 0,78 ; 0,33). La superficie ainsi obtenue est par la suite divisée par 0,965, puisque l'étude de l'ONEMA a démontré, dans son échantillon, qu'en moyenne 3,5 % de la surface n'est pas repérée lors de la photo-interprétation.

- L'autre basée sur la proximité avec une zone parcourue et des critères hydromorphologiques principalement qualitatifs. Les critères retenus pour justifier l'homogénéité en termes de potentialité Alose-Lamproie entre deux zones sont :
 - Appartenance à un même tronçon SYRAH
 - Le rapport $\frac{\text{Surface zones courantes identifiées par photo-interprétation}}{\text{Surface totale du tronçon}}$ doit être relativement proche entre les tronçons extrapolés
 - Gestion identique des ouvrages pour le Cher canalisé



Validation de terrain des habitats de reproduction en 2016

En 2016, l'association LOGRAMI a proposé de valider les secteurs cartographiés sur le Cher sauvage (53 km entre Châtres-sur-Cher et Saint-Aignan) et sur la partie aval de la Sauldre (21 km entre le barrage des Quatres Roues et la confluence avec le Cher) (Figure 11).

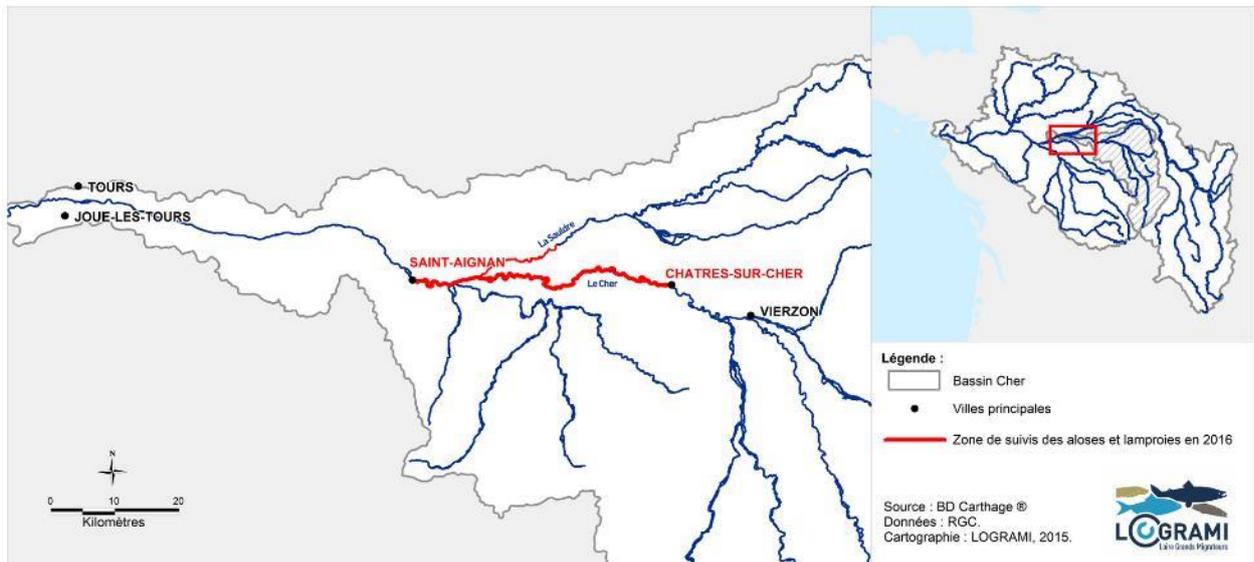


Figure 11 : Secteurs prospectés pour la cartographie des habitats du Cher sauvage et de la Sauldre aval en 2016

Cette validation a été réalisée en canoë. Un SIG nomade (Cartopocket® Getac PS236) a été utilisé pour cartographier sur fond IGN au 1/25000^e les différents faciès d'écoulement (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.** Chaque changement de faciès est cartographié par un point (limite aval) sur le cours d'eau à l'aide du GPS inclut dans le SIG nomade. Les caractéristiques physiques de chaque zone ont été mesurées. Ainsi, les granulométries dominantes et accessoires, le recouvrement de la végétation, la longueur, la largeur et la profondeur moyenne ont été renseignés dans une table. Les tables ainsi créées ont ensuite été reprises sous un logiciel SIG (MapInfo) pour extraire les habitats présentant des potentialités pour la reproduction des aloses et des lamproies.

2.2.2.2 Résultats

Efforts et conditions de prospections

Les conditions hydrologiques difficiles du mois de juin ont conduit à retarder la cartographie des habitats. Initialement prévue durant la première quinzaine du mois de juin, elle fut repoussée au mois de Juillet. Début juin, le débit moyen journalier à Selles-Sur-Cher s'est élevé à 643 m³/s soit 10 fois le module (Figure 12). Il est longtemps resté au-dessus de 60 m³/s pour retrouver des conditions normales à la mi-Juillet. La prospection du Cher s'est donc déroulée sur trois jours du 26 au 28 Juillet avec un débit moyen de 19 m³/s, soit environ 2 fois supérieur au débit observé durant la cartographie des habitats de 2011. Ces conditions hydrauliques correspondent à la gamme de débits rencontrés habituellement par les migrateurs durant leurs phases de reproduction.

Le débit moyen de la Sauldre à Salbris s'est élevé début juin à 176 m³/s soit plus de 18 fois le module. La cartographie des habitats a donc aussi été décalée. Elle a été réalisée les 7 et 8 septembre avec un débit moyen de 3 m³/s, dans des conditions d'étiage semblables à celles observées en 2011.

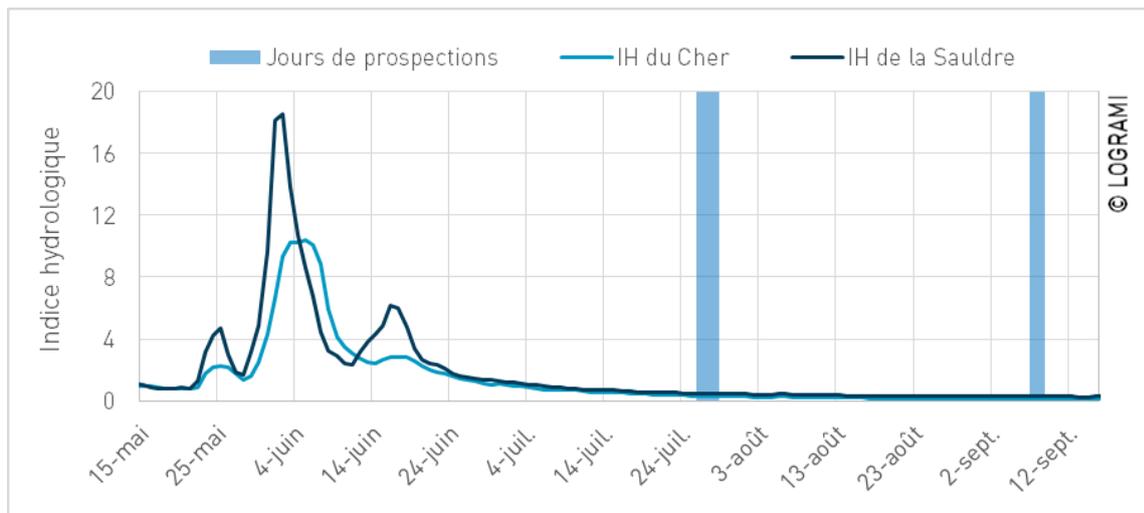


Figure 12 : Evolution des conditions hydrométriques (IH=QJM/Module) à Selles-Sur-Cher sur le Cher et à Salbris sur la Sauldre durant la cartographie des habitats potentiels en 2016 (Source : LOGRAMI et DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

Hydromorphologie générale du secteur d'étude

Sur le Cher, 44 km, représentant 83 % du linéaire prospecté, correspondent à un écoulement lentique composé de profonds ou de plats. Les faciès lotiques de type radier et plat courant, particulièrement intéressants pour la reproduction de la lamproie marine et de l'alse, s'élèvent à 7,2 km soit 13 % du linéaire prospecté. Ceci représente une surface totale d'habitats courants de 48 ha (non prise en compte de la granulométrie ici). La répartition entre ces deux types de faciès est quasi semblable avec 3,4 km pour l'un et 3,7 km pour l'autre. Enfin, 1 % de rapides et 3 % de chenaux lotiques viennent compléter le bilan.

La Sauldre, quant à elle, est caractérisée par 21 km de faciès type profond-plat lent représentant 85 % du linéaire prospecté. Les écoulements lotiques se partagent les 15 % restant avec une proportion semblable de radier et de plat courant à hauteur de 7 % chacun soit 1,5 km. En termes de surface, ceci représente 3 ha de radeaux et 2 ha de plats courants. Comme pour le Cher, nous retrouvons également 1 % de chenaux lotiques (Figure 13).



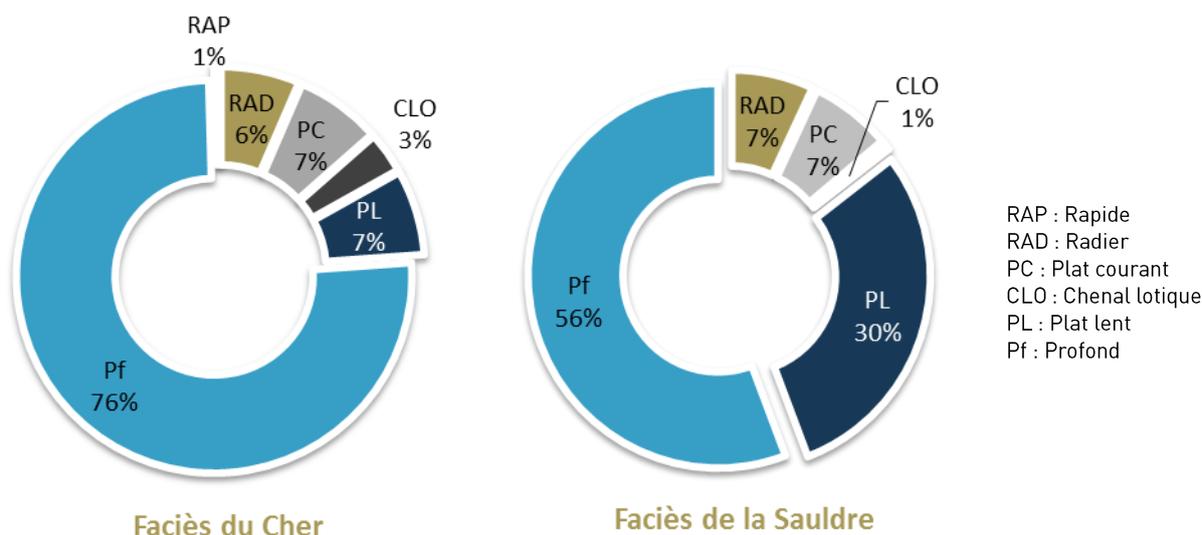


Figure 13 : Répartition des différents faciès d'écoulement sur le Cher et la Sauldre

Habitats potentiels pour la lamproie marine et l'alse

Avec les faciès d'écoulement, la granulométrie est l'un des facteurs les plus importants dans l'identification des habitats des lamproies et des aloses en termes de frayères et de zones de grossissement pour les larves (TAVERNY et ELIE, 2010), il est important d'en tenir compte dans la caractérisation des surfaces productives.

Sur le Cher

La granulométrie présente sur les faciès courants du Cher (Tableau 4) répond en général aux caractéristiques de tailles exigées pour la reproduction de la lamproie marine et de l'alse. Ces secteurs propices s'étendent, pour la plupart, sur toute la largeur du cours d'eau offrant de vastes zones de reproduction. Faiblement colmatés, certains sont cependant soumis au pavage voir à des affleurements de roche mère. Il faut également noter la faible épaisseur du substrat grossier. Ce substrat n'est en général présent que sur les premiers centimètres, au-dessus d'une granulométrie plus fine constituée de sables fins.

Tableau 4 : Granulométrie rencontrée sur les différents faciès courants du Cher

Granulométrie	Nombre de faciès		
	Dominante	Accessoire 1	Accessoire 2
Roche mère	3	1	1
Bloc	0	1	5
Pierre	32	16	9
Caillou	28	34	6
Gravier	6	19	30
Sable	5	1	1

Au final, sur les 74 zones répertoriées en faciès courant, 60 répondent aux caractéristiques de tailles granulométriques exigées pour la reproduction de la lamproie marine et de l'alse. Parmi elles, 31 correspondent à des radiers et 29 se définissent comme des plats courants. Composées d'une granulométrie dominante constituée de pierres et cailloux, ainsi que d'une granulométrie accessoire (pierres, cailloux, graviers), elles offrent des conditions assurant une bonne oxygénation des œufs

durant la phase de développement embryo-larvaire. Ainsi, le Cher, entre Châtres-sur-Cher et St Aignan, offre une superficie globale d'habitats favorables à la reproduction de la lamproie marine et de l'aloise s'élevant à 35 ha. La répartition entre les faciès est présentée dans la Figure 14.

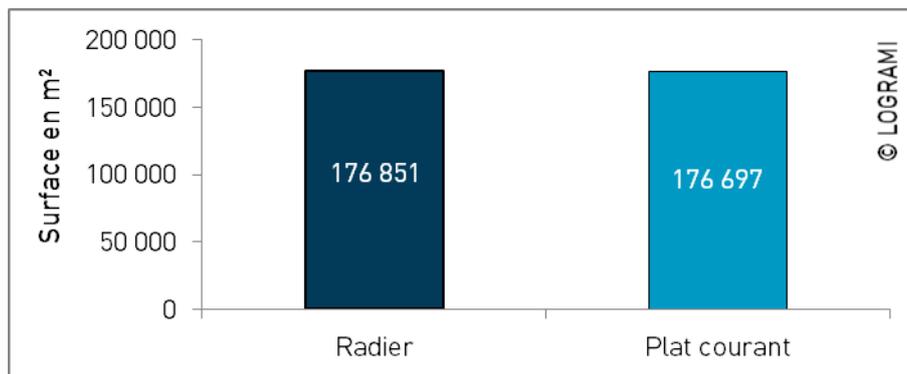


Figure 14 : Répartition des habitats favorables pour la reproduction de l'aloise et de la lamproie sur le Cher

Sur la Sauldre

Comme pour le Cher, la granulométrie de certains faciès courants n'est pas optimale pour assurer la reproduction de l'aloise et de la lamproie marine (Tableau 5).

Tableau 5 : Granulométrie rencontrée sur les différents faciès courants de la Sauldre

Granulométrie	Nombre de faciès		
	Dominante	Accessoire 1	Accessoire 2
Roche mère	0	0	1
Bloc	0	0	1
Pierre	32	10	1
Caillou	25	33	0
Gravier	9	18	12
Sable	3	3	2

Ainsi, sur les 69 zones courantes référencées sur la Sauldre par notre étude, 9 présentent une dominance de graviers et 3 sont majoritairement constituées de sables. Ces deux classes granulométriques, trop fines, ne conviennent pas à la lamproie et à l'aloise. Les œufs, pour se développer, ont besoin de se fixer dans les interstices créés par une granulométrie grossière assurant ainsi une bonne oxygénation. C'est pourquoi, seules 57 zones sont retenues sur les 69 initialement identifiées entre le pont de la D20 et la confluence avec le Cher. Ces 57 zones se partagent en 37 radiers et 20 plats courants pour une superficie totale de 5 ha (Figure 15).



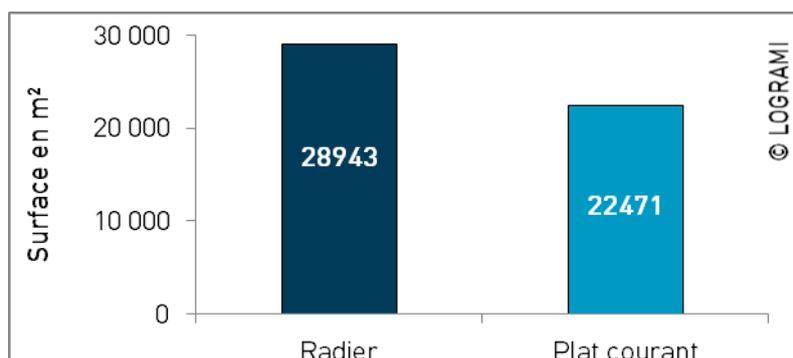


Figure 15 : Répartition des habitats favorables pour la reproduction de l'alse et de la lamproie sur la Sauldre

2.2.2.3 Comparaison des méthodes de cartographie

Le Cher

La Cartographie de l'ONEMA réalisée en 2011 fait ressortir 80 zones courantes potentielles à la reproduction de la Lamproie marine, soit 104 ha (THIZY, 2011). Tandis que celle réalisée en 2016 par LOGRAMI identifie 74 sites pour une superficie globale de 48 ha. Dans un premier temps, cette superficie ne tient pas compte de l'analyse granulométrie afin de réaliser une comparaison objective entre les deux études. Dans leur globalité, les deux cartographies sont différentes d'un point de vue du nombre de zones potentielles d'accueil. Cependant, d'après le tableau ci-dessous, qui compare les deux cartographies d'habitats, nous constatons sur les 80 sites identifiés par l'ONEMA, que seuls 45 sites sont localisés au même endroit que l'étude de 2016. Ceci représente un coefficient de similitude s'élevant à 56 %. A contrario, 35 secteurs sont invalidés de par l'inadéquation de la zone en termes de courantologie.

Tableau 6 : Comparaison de la cartographie de 2011 avec pour référence la cartographie réalisée par LOGRAMI sur le Cher

Base de 80 frayères potentielles (THIZY, 2011)	Frayères	%
Secteurs se chevauchant	45	56
Secteurs invalidés de l'étude de THIZY	35	44

Le Tableau 7 s'intéresse à la robustesse de l'indice de confiance utilisé lors de la caractérisation des habitats potentiels par photo-interprétation. Pour rappel, cet indice se base sur l'observation de critères (inflexion de méandre, présence de vaguelettes, éclaircissement de la couleur de l'eau, présence d'hydrophytes) identifiés lors de l'interprétation de la BD Ortho.

Tableau 7 : Vérification de la robustesse de l'indice de confiance mis en place par l'ONEMA

Indice de confiance	3 (fort)	2 (moyen)	1 (faible)	TOTAL
Photo-interprétation (THIZY, 2011)	15	23	42	80
Cartographie (LOGRAMI, 2016)	11	19	15	45
% de similitude	73	83	36	

Ainsi, nous pouvons voir que 73 % des secteurs avec un indice de confiance fort sont repris dans la cartographie de 2016. Également 19 sites sur 23, soit 83 % des zones ayant un indice de confiance 2 sont

validés. Seulement 15 sites (indice 1) sur les 42 initialement repérés par photo-interprétation correspondent à des secteurs courants.

Ceci montre l'importance de l'indice de confiance utilisé lors de la photo-interprétation. Le faible pourcentage de concordance entre les deux études (56 %) est principalement lié à la faiblesse de similitude pour les secteurs d'indice de confiance 1 avec seulement 36 %. Ceci étant accentué par le fait que cet indice (faible) représente la moitié de zones cartographiées en 2011. En revanche, lors de notre prospection de 2016, la quasi-totalité des sites identifiés dans l'étude de 2011 avec un indice de confiance de 3 ou 2 sont repris dans notre cartographie des habitats. Ainsi, comme l'avait indiqué THIZY, le comptage des sites favorables à la reproduction doit préférentiellement se diriger vers les zones courantes d'indice 3 et 2. Cette comparaison invite également à procéder préférentiellement à la validation physique des sites à confiance faible afin d'augmenter la fiabilité de l'étude cartographique.

Le Tableau 8 récapitule les surfaces obtenues selon les méthodes d'extrapolation utilisées sans tenir compte de la granulométrie associée.

Tableau 8 : Comparaison des surfaces de faciès courants obtenues selon la méthode utilisée

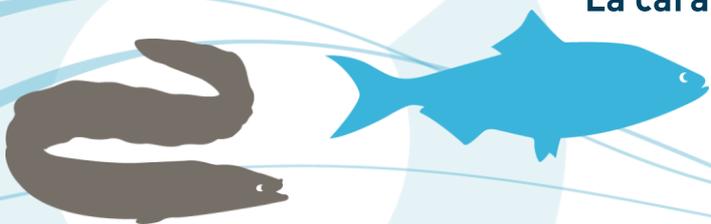
Méthode utilisée	THIZY (2011)			LOGRAMI (2016)
	Photo interprétation	Modèle numérique	Critères hydromorphologiques	Cartographie de terrain
Surface (m ²)	1 042 263	220 138	651 303	475 276
Surface (ha)	104,2	22,0	65,1	47,5

Nous constatons des écarts entre les différentes méthodes utilisées. Le modèle numérique identifie 22 ha propices à la reproduction de la lamproie, divisant par 2 la surface potentielle de frayères par rapport à la cartographie de terrain effectuée en 2016. En revanche, la méthodologie qui se base sur les critères de tronçons hydro-morphologiquement identiques révèle la présence de 65 ha d'habitats. Cette méthode d'extrapolation est celle qui se rapproche le plus des conditions réelles. Toutefois, elle induit une erreur de + 38 %. Aucune de ces deux méthodes d'extrapolation ne peut donc être retenue étant donné l'écart avec la situation réelle. Le modèle numérique mis en place par l'ONEMA peut être une alternative à la phase de terrain. Toutefois, pour cette étude, il souffre d'un échantillon (52 zones courantes) trop faible pour assurer la fiabilité du résultat. La méthode par critères hydro-morphologiques, quant à elle, est fortement tributaire du tronçon référent choisit.

La Sauldre

À la différence du Cher, la Sauldre n'a pas fait l'objet d'une cartographie par photo-interprétation. Au vu du contexte de cette rivière, ripisylve dense, l'analyse de la BD ortho s'est avérée non pertinente. L'ONEMA a donc réalisé ce travail par prospection de terrain, relevant ainsi 51 zones (10,7 ha) entre le pont de la D20 à hauteur de Pruniers-en-Sologne et la confluence avec le Cher. Dans la mesure où nous comparons deux études cartographiques réalisées par prospection de terrain, le paramètre granulométrique est pris en compte ici.

Sur ce secteur réduit, 48 zones de type radier ou plat courant (5 ha) composées d'une granulométrie grossière (pierres, cailloux) favorable à la reproduction ont été déterminées en 2016. Lorsque nous comparons la cartographie de 2016 à celle de 2011 (Tableau 9), 85% des secteurs se chevauchent. La



quasi-totalité des zones identifiées en 2016 se juxtapose à celles de 2011 mises à part 7 d'entre elles. De plus, lors de cette prospection, 23 frayères potentielles décrites en 2011 ont été invalidées à cause d'une granulométrie fine et colmatée ainsi que des faciès de types plats lenticques.

Tableau 9 : Comparaison de la cartographie réalisée en 2016 par rapport à celle de 2011 sur la Sauldre

Base de 48 frayères potentielles (LOGRAMI,2016)	Frayères	%
Secteurs se chevauchant	41	85
Secteurs en + validés par LOGRAMI	7	15
Secteurs invalidés de l'étude de THIZY	23	48

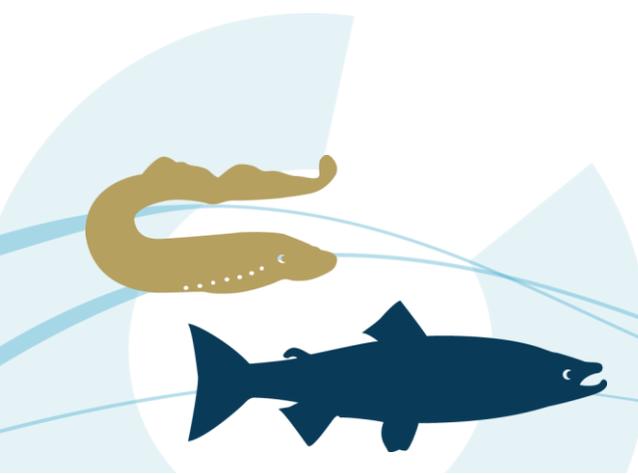
Afin de valider la cartographie de 2011, il faut comparer les 2 études en prenant en compte la cartographie de 2016, réalisée par LOGRAMI, comme référence (Tableau 10).

Tableau 10 : Comparaison de la cartographie de 2011 avec pour référence la cartographie réalisée par LOGRAMI sur la Sauldre

Base de 51 frayères potentielles (THIZY, 2011)	Frayères	%
Secteurs se chevauchant	28	55
Secteurs invalidés de l'étude de THIZY	23	45

Sur les 51 frayères identifiées en 2011, 28 sont localisées au même endroit que l'étude de 2016. Nous retrouvons donc une analogie de 55 % ce qui est relativement faible. Nous avons 23 frayères définies par l'ONEMA et invalidées par l'équipe de LOGRAMI représentant ici 45 % de la cartographie réalisée en 2011.

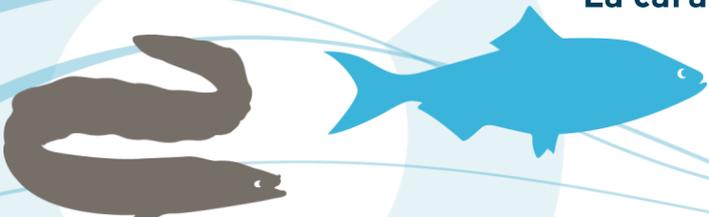
Après avoir étudié l'analogie géographique, il est intéressant de regarder les similitudes de caractérisation des secteurs potentiels d'autant plus que les deux études se sont déroulées dans des conditions hydrologiques semblables. Cette comparaison est faite sur les 28 frayères identifiées par l'ONEMA en 2011 et validées en 2016 par LOGRAMI. Nous constatons que seulement 12 des 28 frayères sont caractérisées par le même type de faciès. Une nette dominance de frayères classées en plat courant durant la prospection de 2011 a été reclassée en radier et seulement un secteur initialement identifié comme radier a été changé en plat courant. Ces différences peuvent s'expliquer d'une part par la subjectivité de l'opérateur dans lors du choix du faciès et d'autre part par la probable modification des habitats au fil des années.



2.2.2.4 Conclusion

Les conditions hydrologiques exceptionnelles du mois de juin ont rendu difficile la mise en œuvre de cette étude. Malgré ces conditions, la cartographie des habitats potentiels pour la reproduction des aloses et des lamproies a pu être réalisée durant les mois de juillet et de septembre. Avec plus de 35 ha sur le Cher et 5 ha sur la Sauldre, cette partie du bassin offre un certain potentiel de reproduction pour la lamproie marine et l'aloise. La granulométrie, sur les faciès lotiques, est majoritairement constituée de cailloux et de pierres avec une dominance de graviers en accessoire.

La comparaison avec l'étude menée en 2011 a permis de montrer des **discordances dans la caractérisation des faciès d'écoulement et des surfaces suivant la méthodologie utilisée**. L'étude par photo-interprétation surestime par 2 la superficie d'habitat potentiel de reproduction pour la lamproie marine et la grande alose. Les sources de variabilité viennent essentiellement des zones dont l'indice de confiance est faible. En outre, des différences de localisation des faciès courants ont aussi été notées. Il est probable que les événements de crues ayant eu lieu entre les deux études aient modifié la morphologie de la rivière et donc les habitats pisciaires.



2.2.3. Habitats potentiels pour le saumon atlantique sur la Sénouire et la Desges

Des études de potentialité d'accueil ont déjà été réalisées sur l'Allier, ses principaux affluents (Alagnon, Chapeauroux, Dore et Sioule) (MINSTER et BOMASSI, 1999) et sur les Couzes (BACH et al., 2015) mais aucune d'elles n'a été effectuée sur la Desges et la Sénouire. Ces deux rivières de première catégorie piscicole du massif central qui se jettent dans l'Allier dans le département de la Haute-Loire paraissent particulièrement attrayantes pour les saumons (qualité des eaux et débit). La présence de l'espèce y a été constatée récemment lors de pêches à l'électricité (FDAAPPMA 43 et ONEMA SD43, com. pers.).

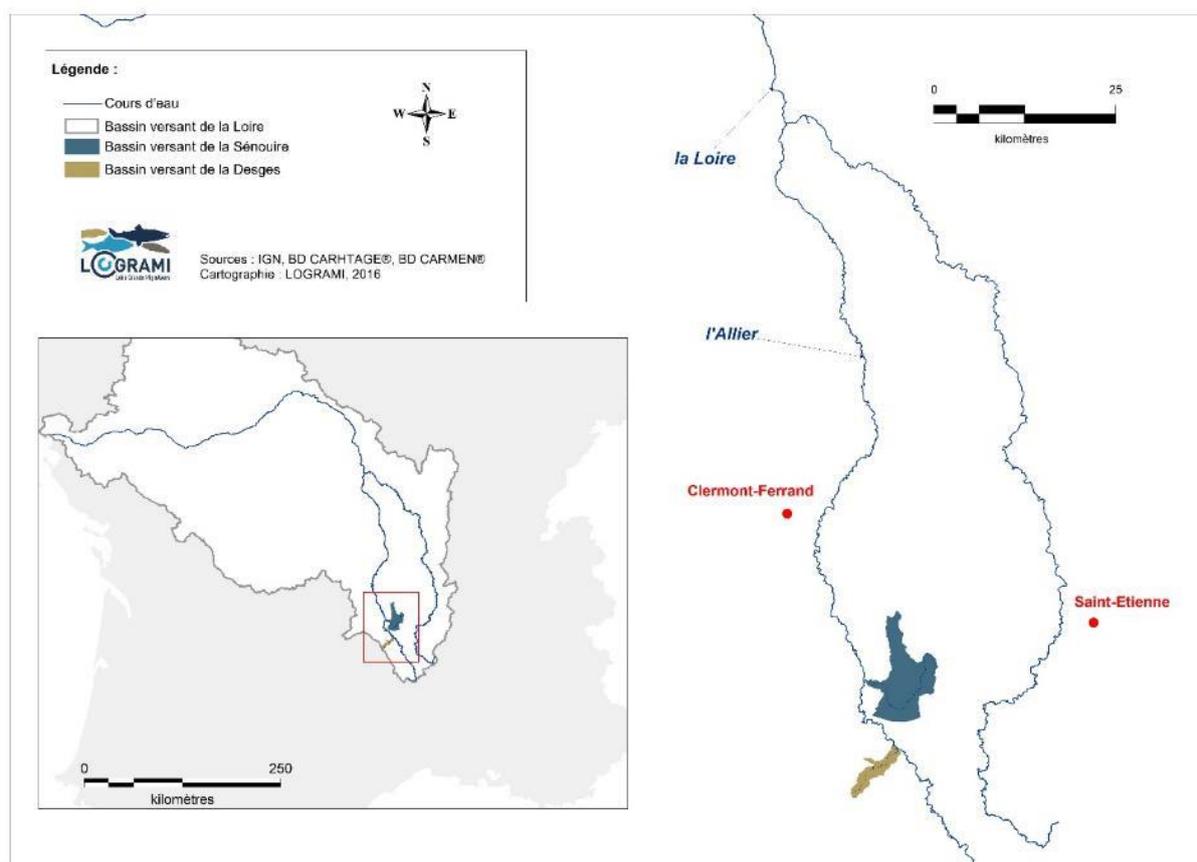


Figure 16 : Localisation des bassins de la Desges et de la Sénouire dans le bassin versant de la Loire

2.2.3.1 Le bassin versant de la Sénouire

D'une longueur de 63,1 km, la Sénouire s'écoule sur le département de la Haute-Loire. Son bassin versant mesure 155 km². Elle prend sa source dans les monts du Livradois sur la commune de Sembadel (1 080 m d'altitude) et conflue dans l'Allier au niveau de la retenue de la Bageasse (420 m).

Occupation du sol

Le bassin versant de la Sénouire est principalement composé de forêts, de milieux semi-naturels et de surfaces agricoles. Les activités humaines dominantes sont la culture céréalière, l'élevage et la foresterie. La culture intensive est surtout présente aux alentours de Paulhaguet (pk 20) (SILENE-

BIOTEC, 2003). Le cours d'eau traverse au total 19 communes dont La Chaise-Dieu et Paulhaguet. La population des 45 communes de ce bassin versant est estimée à 25 000 habitants. Les composés azotés et ammoniaqués apportés par les rejets agricoles et domestiques, seraient donc la principale source de pollution locale potentielle au sein de ce bassin versant.

Hydrologie

L'hydrologie de la Sènoire est marquée par une période des hautes eaux de l'automne au printemps et un étiage en été. Le régime de ce cours d'eau est ainsi de type pluvial (Figure 17). Le module interannuel à Paulhaguet (pk 20) calculé sur la période 1961-2016 est de 1,53 m³/s.

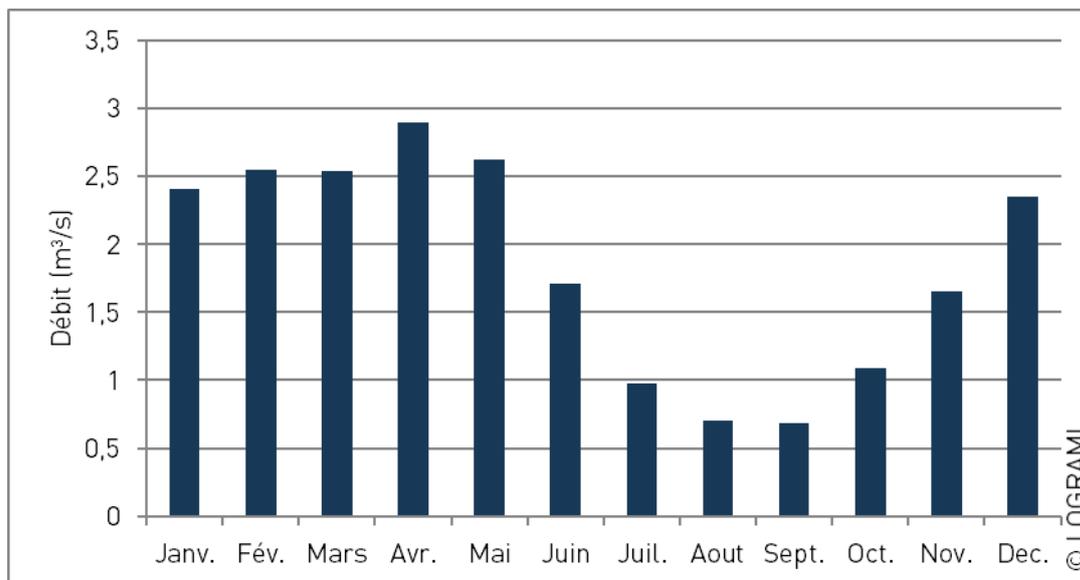


Figure 17 : Hydrogramme de la Sènoire à la station de Paulhaguet (débits moyens mensuels sur la période 1961-2016) (<http://www.hydro.eaufrance.fr/>)

L'hydrologie de la Sènoire est très variable selon les années et les étiages estivaux peuvent être sévères (SILENE-BIOTEC, 2003).

Qualité des eaux

Les données de qualité des eaux sont issues de la DREAL Auvergne et de l'Observatoire Départemental de l'Eau de la Haute-Loire. Elles concernent les stations de Saint Pal de Sènoire (années 2007 à 2011) et de Paulhaguet (années 2010 à 2015) (Annexe 3).

L'eau de la Sènoire est globalement de bonne à très bonne qualité pour les paramètres suivants : concentrations en azote, nitrate et phosphore. Cependant, certains paramètres tels que les Matières Organiques et Oxydables (MOOX), le bilan en oxygène, la température et l'Indice Biologique Diatomée indiquent une eau de qualité instable suivant les années (de médiocre à bonne) à Paulhaguet.

Les ouvrages hydrauliques

Le référentiel d'obstacles à l'écoulement (ROE, 2014) fait état de 43 seuils sur la Sènoire (Figure 18). Parmi ces ouvrages, 3 microcentrales sont encore en activité. Récemment, le barrage de la Léproserie



(pk 1), le seuil du moulin de Blanchard (pk 3,7) et le seuil de Jaugeage de la microcentrale du Saut du Matelot (pk 34,1) ont été arasés et ne constituent plus aucun obstacle à la circulation des poissons.

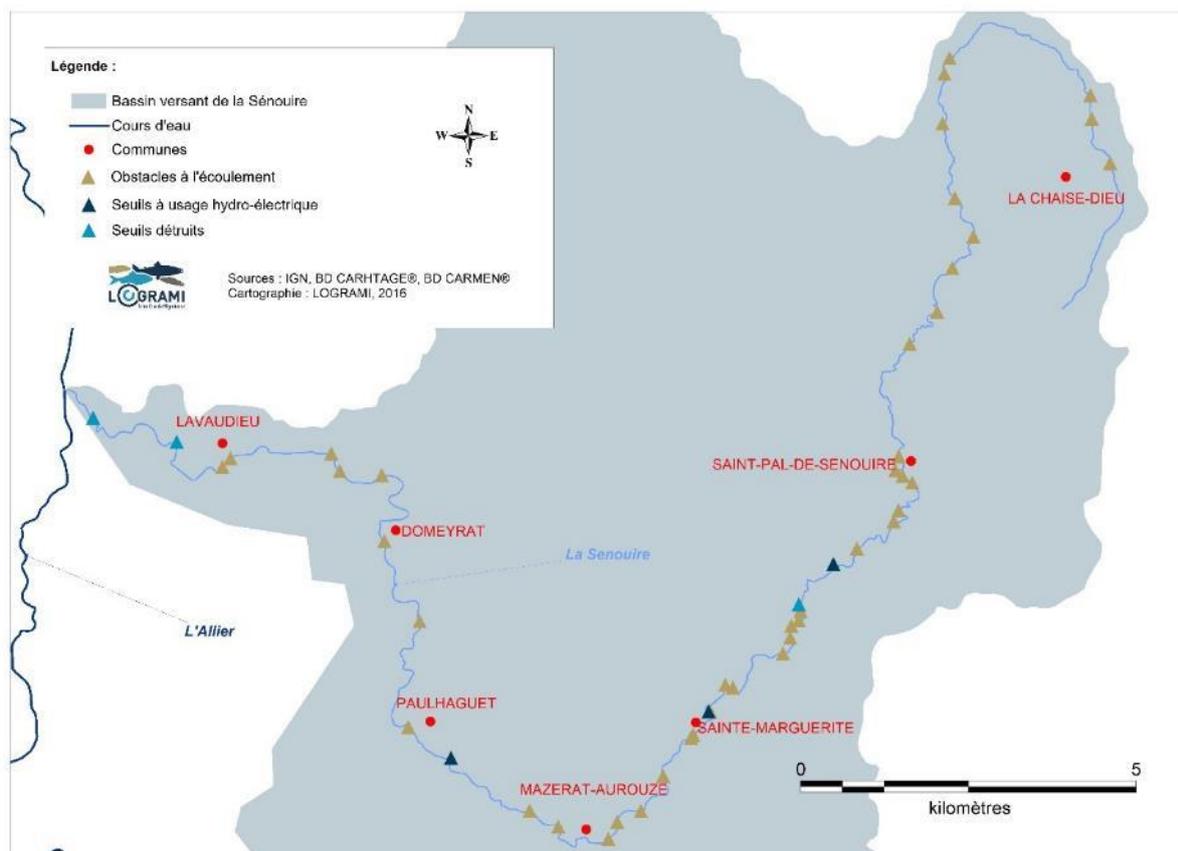


Figure 18 : Obstacles à l'écoulement de la Sènoire (ROE 2014)

Données pisciaires et présence du saumon

Les pêches électriques effectuées par la Fédération de Pêche et de Protection du Milieu Aquatique de Haute-Loire (43) font état d'un fort contraste de diversité et d'abondance d'espèces entre les stations (de 3 à 7 espèces). Les valeurs d'Indices Poissons Rivières (IPR) indiquent qu'il y a, à minima, des perturbations notables du peuplement pisciaire. La qualité salmonicole de la Sènoire chute entre l'amont et l'aval de Paulhaguet. Ce résultat pourrait être causé par un étiage plus marqué sur le secteur aval provoquant des problèmes de température, de colmatage par des algues et de diminution des surfaces favorables.

Concernant la présence du saumon, les données de pêches électriques réalisées entre 2008 et 2016, mentionnent la capture de juvéniles de saumons jusqu'en aval de Paulhaguet (FDAAPPMA 43 et ONEMA 43, comm. pers.).

Plus précisément, des individus 0+ ont été capturés, en juin et septembre 2011 jusqu'à Paulhaguet (pk 19) et en juillet 2014 et juillet 2016 jusqu'à Lavaudieu (pk 5). A notre connaissance, aucun déversement d'alevins de pisciculture n'a été réalisé sur cet affluent. Par conséquent, en l'absence de déversement et au regard de l'important linéaire ponctué d'ouvrages (8 en 2011 jusqu'à Paulhaguet) qui paraît compromettre une colonisation depuis l'Allier durant les 2 mois entre l'émergence et la date de l'échantillonnage, les juvéniles capturés en 2011 seraient natifs de la Sènoire (reproduction naturelle). Cela signifierait que des géniteurs peuvent remonter la Sènoire jusqu'à Paulhaguet dans les conditions de débits de l'année 2010 favorables à la colonisation (débit maximal journalier à Paulhaguet de 9,86 m³/s le 16 juin 2010 ; Source : <http://www.hydro.eaufrance.fr/>). L'origine des



individus 0+ capturés en juillet 2014 et 2016 en aval du seuil de la Léproserie (pk 0,7) et à Lavaudieu (pk 5), est plus délicate à déterminer en l'absence de donnée sur la reproduction. Ces tacons pourraient également provenir de l'Allier (natifs ou déversés).

Des tacons 1+ sont plus couramment capturés entre Paulhaguet et la confluence avec l'Allier. Plus mobiles que les 0+, ces individus peuvent, s'ils ne sont pas natifs de la Sénouire, l'avoir colonisée afin de d'y trouver des conditions de développement, notamment thermiques, plus favorables que dans l'Allier. Ce genre de comportement est également observé sur d'autres affluents comme sur le Sichon ou sur les Couzes qui se jettent dans l'Allier où l'eau y est souvent trop chaude en été pour les tacons.

Indépendamment de l'origine de ces tacons, **ces captures révèlent que la Sénouire offre des conditions de développement favorables aux juvéniles de saumons 0+ et 1+** (températures des eaux propices à la survie estivale des juvéniles).

En complément, des géniteurs et des frayères ont déjà été observés en aval du barrage de la Léproserie (pk 1) arasé en septembre 2015 (AAPPMA Brioude et ONEMA SD 43, com. pers.).

2.2.3.2 Le bassin versant de la Desges

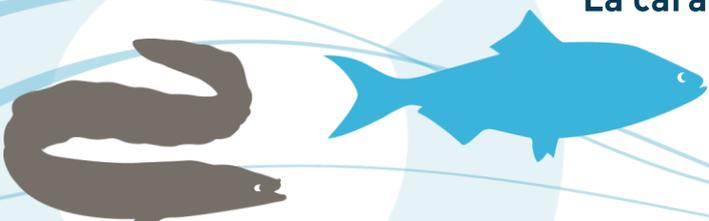
D'une longueur totale de 35,3 km, la Desges prend sa source dans le département de la Lozère au niveau du versant Est du Montgrand sur la commune de Saint Privas du Fau. Elle s'écoule ensuite en Haute-Loire et conflue dans l'Allier à Chanteuges. Son bassin versant mesure 140 km².

Occupation du sol

Tout comme la Sénouire, le bassin versant de la Desges est principalement composé de forêts, de milieux semi-naturels et de surfaces agricoles. L'élevage et la foresterie sont les activités principales du bassin versant (CESAME, 2005). Le cours d'eau traverse au total 9 communes dont Desges, Chazelles et Chanteuges. La pression des pollutions domestiques serait, à priori, peu impactante sur la qualité de l'eau de la Desges. Deux industries potentiellement polluantes sont présentes à proximité de la Desges : la salmoniculture du CNSS et le moulin de Carron (Ets. DUMAS).

Hydrologie

L'hydrologie de la Desges est marquée par une période des hautes eaux de l'automne au printemps et un étiage en été. Le régime de ce cours d'eau est de type pluvial (Figure 19). Le module interannuel à Chanteuges (pk 1) calculé sur la période 1970-2016 est de 1,85 m³/s.



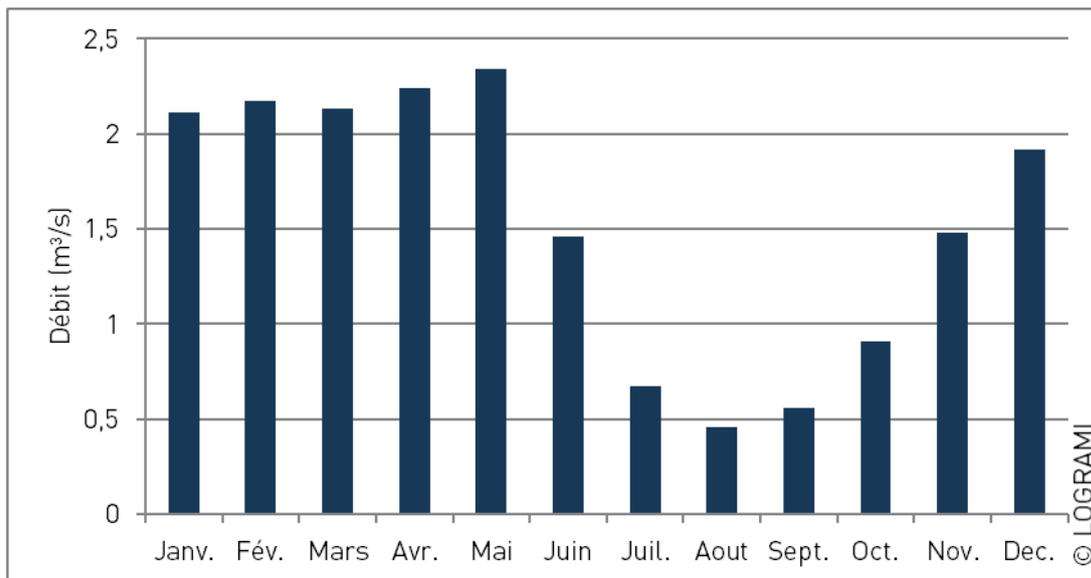


Figure 19 : Hydrogramme de la Desges tracé à partir des débits moyens mensuels sur la période 1970-2016 à la station de Chanteuges (<http://www.hydro.eaufrance.fr/>)

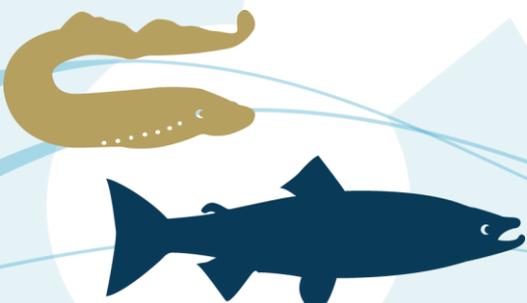
Qualité des eaux

Les données de qualité des eaux sont issues de la DREAL Auvergne et de l'Observatoire Départemental de l'Eau de la Haute-Loire. Elles concernent les stations de Desges (années 2007 à 2011) et de Chanteuges (années 2010 à 2015) (Erreur ! Source du renvoi introuvable.4).

L'eau de la Desges est globalement de bonne à très bonne qualité pour les paramètres suivants : concentrations en azote, nitrate et phosphore, et température. Seule une mesure d'Indice Biologique Diatomées (IBD) indique une eau de moyenne qualité en septembre 2011.

Les ouvrages hydrauliques

Le Référentiel d'Obstacles à l'Écoulement (ROE, 2014) fait état de 30 seuils sur le linéaire de la Desges (Figure 20). Parmi ces ouvrages, 7 microcentrales sont encore en activité. Certains seuils comme ceux du Pré de l'Arbredeux (pk 4,7) et de l'amont de Hontès-Bas (pk 27) ont été intégralement détruits et ne constituent plus aucun obstacle à la circulation des poissons.



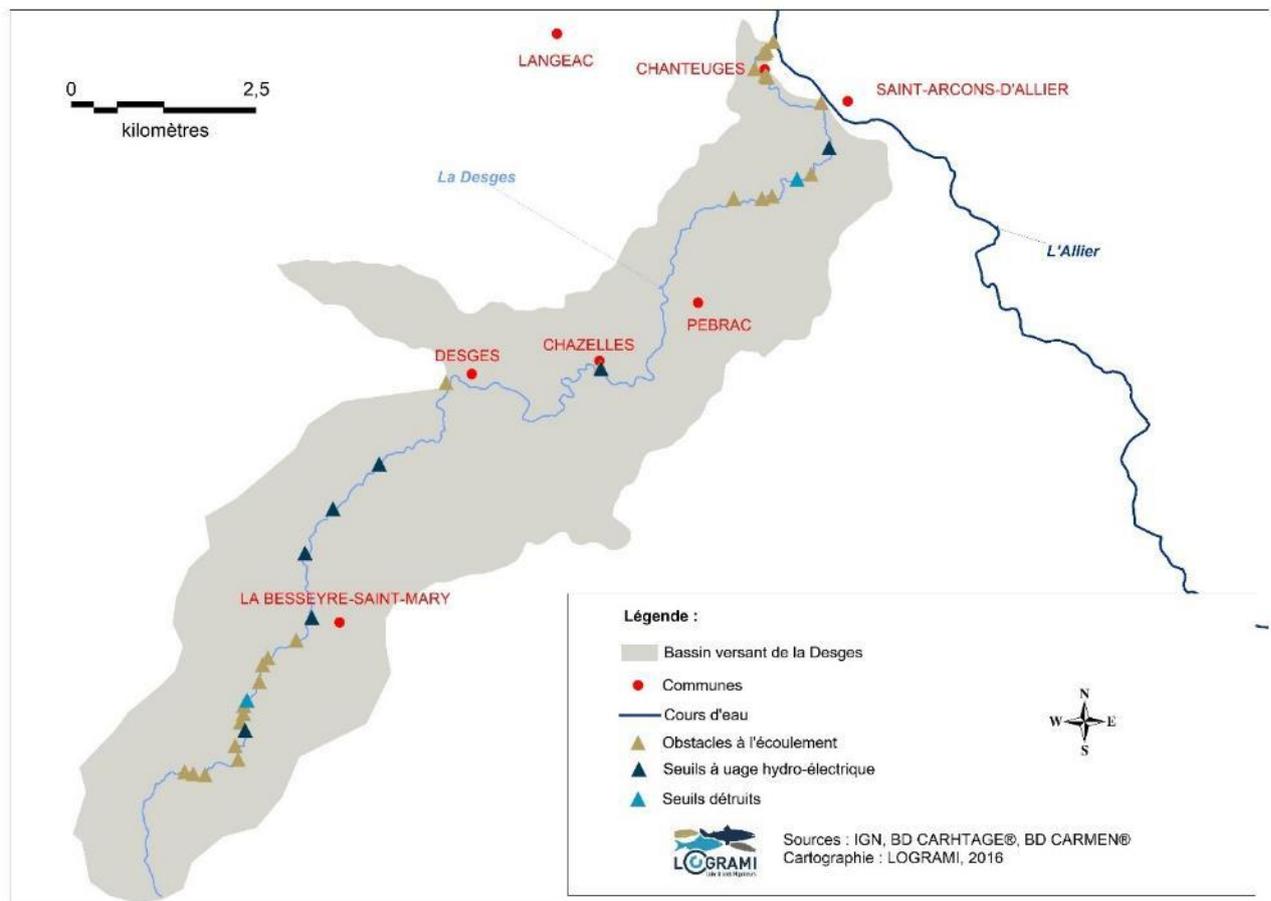


Figure 20 : Obstacles à l'écoulement de la Desges (ROE, 2014)

Données pisciaires

Les pêches électriques effectuées par la Fédération de Pêche et de Protection du Milieu Aquatique de Haute-Loire (43) font état d'un cortège pisciaire caractéristique de ce type de rivière (truite fario, chabot, vairon, loche franche, lamproie de planer). Les valeurs des IPR indiquent une bonne qualité de peuplement.

La présence de tacons est avérée à Chanteuges (pk 1) en 2008, 2010, 2012 et 2014. Des juvéniles de saumons 0+ ont été capturés en 2014 sur cette station. Les individus 0+ proviennent de pontes in situ. Cela signifie que les géniteurs peuvent remonter la Desges jusqu'à Chanteuges dans les conditions de débits de l'année 2013 (débit moyen journalier maximal à Chanteuges de 11,8 m³/s le 3 mai 2013 ; <http://www.hydro.eaufrance.fr/>). Aucun tacon n'a été capturé en 2015, 2014 et 2011 à Desges (pk 17,5) (ONEMA SD 43). La récolte de témoignages récents permet de dire que des frayères et des géniteurs sont régulièrement observés sur la Desges au niveau de Chanteuges (point kilométrique 1). Un géniteur a été aperçu plus en amont, au niveau du seuil de la Cambuse (pk 6,5).



2.2.3.3 Matériel et méthodes

La potentialité d'accueil de la Desges et de la Sénouire en saumon atlantique est évaluée à travers la mesure des surfaces propices à la reproduction des géniteurs et la quantification de celles favorables au développement des juvéniles.

Description de la zone de reproduction

Le saumon se reproduit sur des rivières de pente maximale de 3 % (MILLS, 1973, 1989 ; MOIR et al, 1998), préférentiellement dans la zone d'accélération du courant (JOHNSTON, 2002), à l'interface entre les plats (PLA) et les radiers (RAD) ou les rapides (RAP) selon la classification des faciès de MALAVOI et SOUCHON (2001) (Annexe 1). Ces faciès se retrouvent généralement sur les parties moyennes à hautes des rivières et des fleuves. Les saumons affectionnent des vitesses de courant allant jusqu'à 1,2 m/s mais l'optimum se situe entre 0,4 et 0,7 m/s, 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 (COURROT, 1987 dans SOUCHON et VALENTIN, 1991 ; KEITH et ALLARDI, 2001) (Figure 21 et Figure 22).



Figure 21 : Frayères de saumon atlantique à l'interface d'un plat courant (à l'amont, en bas) et d'un radier (à l'aval, en haut) sur l'Allier (© LOGRAMI)

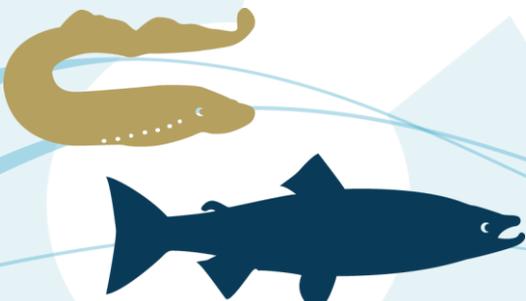




Figure 22 : Géniteurs sur frayères constituées de cailloux et de pierres sur l'Allier (© LOGRAMI)

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 d'après l'échelle granulométrique de WENTWORTH (1922) modifiée dans MALAVOI (1989) (Erreur ! Source du renvoi introuvable.) sont écartées car elles ne sont pas propices à la reproduction. La surface des faciès à priori favorables mais composés de roche mère ou d'un substrat pavé est également écartée de l'analyse. La détermination de ces caractéristiques se fait à vue (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 de saumon privilégient les secteurs présentant des vitesses de courant rapides comprises entre 10 et 100 cm/s, une hauteur d'eau faible entre 10 et 90 cm et un substrat grossier constitué principalement de graviers, cailloux et blocs (COUROT, 1987 dans SOUCHON & VALENTIN, 1991, HEGGENES et SALTVEIT, 1990 ; BARDONNET et BAGLINIERE, 2000 ; HELAND et DUMAS, 1978 ; BAGLINIERE et CHAMPIGNEULLE, 1982). Ces types de substrats forment de nombreux micro habitats refuges (MC CORMICK et al, 1998). Les tacons se trouvent 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) (Erreur ! Source du renvoi introuvable.) (Figure 23).





Figure 23 : Rapide favorable à la croissance des juvéniles de saumons sur l'Allier (© LOGRAMI)

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). Ainsi, la méthode Equivalent Radier Rapide (ERR) de PORCHER et 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 ; BACH et al, 2012 ; BACH et al, 2013).

$$S \text{ ERR} = S \text{ crois}_{\text{saumon}} = \sum S \text{ RAD} + \sum S \text{ RAP} + (1/5 * \sum S \text{ PLA})$$

Estimation du nombre de smolts dévalants

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 moyenne du bassin étant à 7,5 individus pour 100 m² de surface productive (CARMIE, 1997) est utilisée pour calculer le potentiel de production (nb smolts) à partir de la surface ERR précédemment calculée.

$$\text{nb}_{\text{smolts}} = \text{taux de production} \times (S \text{ ERR}/100)$$

Cette valeur de production rapportée par kilomètre linéaire de cours d'eau donne la productivité.

Protocole de prospection terrain

L'ensemble des linéaires de la Desges et de la Sénouire a été parcouru à pieds depuis leur confluence avec l'Allier jusqu'à des limites amont définies *in situ* à dire d'expert, par la présence d'obstacles naturellement infranchissables par des géniteurs et/ou par l'absence de faciès propices à la reproduction pendant un très long linéaire. Ces limites amont correspondent bien souvent à des ruptures de pente des cours d'eau (augmentation de la pente).

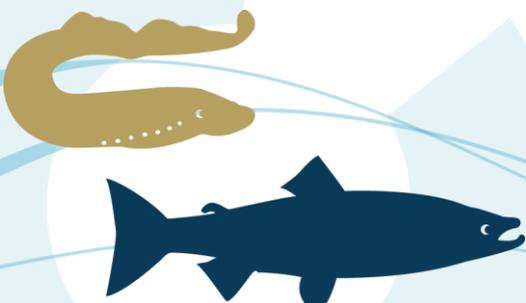




Figure 24 : Saisie d'un point cartographique sur l'ordinateur de poche (©LOGRAMI)

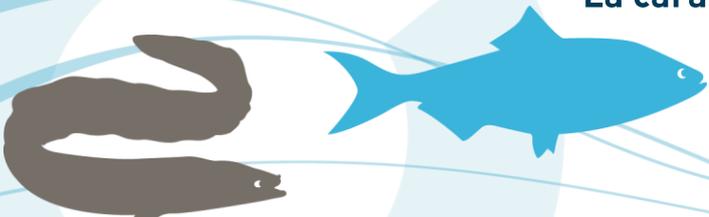
De manière à simplifier l'acquisition des données, les faciès défavorables aux tacons seront notés CLE (chenaux lenticues). Cette appellation regroupe en réalité les faciès de MALAVOI et SOUCHON présentant des vitesses inférieures à 30 cm/s (chenaux lenticues, plats lenticues, mouilles de concavité, fosses de dissipation et d'affouillement). Lorsque deux faciès sont présents sur le profil en travers du cours d'eau, le faciès dominant est cartographié de manière à tendre au plus près de la réalité.

Pour chaque limite amont de faciès, un point cartographique est créé sur le logiciel CartoPocket® de l'ordinateur de poche Gétac® PS236 (Figure 24). Une table attributaire permet de renseigner les données suivantes :

- les coordonnées X, Y et Z du point de mesure en Lambert 93 ;
- le type de faciès identifié en aval du point selon la classification de Malavoi et Souchon (2002) (Annexe 1) ;
- les granulométries principales et secondaires de ce faciès selon la classification de WENTWORTH (1922) modifiée dans MALAVOI (1989) et simplifiée par LOGRAMI (Annexe 2) ;
- la largeur du faciès a été mesurée *in situ* à l'aide d'un télémètre laser Bushnell® ;
- les surfaces favorables à la reproduction des saumons sont mesurées *in situ* avec le télémètre.

La position géographique des barrages est également relevée sur l'ordinateur de poche et leur franchissement est jugé au travers des caractéristiques de l'ouvrage (présence de passe à poissons fonctionnelle, hauteur de chute...).

Les données saisies sur le logiciel CartoPocket® sont ensuite transférées sur ordinateur. Le logiciel de SIG MapInfo 12.0® est utilisé pour les traitements géographiques postérieurs.



Cartographie et traitement de données sur Mapinfo®

Les scan25 et les orthophotos de la Desges et de la Sénouire sont fournis par le Centre Régional Auvergnat de l'Information Géographique (CRAIG). Les données relatives aux réseaux hydrographiques, bassins versants et ouvrages sont issues des bases de données CARTHAGE et CARMEN.

Pour chaque point de fin de faciès issu de la table de terrain, une polyligne est tracée à son aval sur une table de travail. Cette polyligne est donc la représentation linéaire du faciès de la rivière. Les données inscrites sur la table de points de terrain sont renseignées dans la table attributaire des polygones (type faciès, largeur, granulométrie...). Un champ longueur est ajouté à cette table de travail et celle-ci est calculée automatiquement par le logiciel de SIG. Un autre champ définissant le tronçon inter-ouvrages où se situe le faciès est aussi renseigné. Ces données sont ensuite exportées puis traitées sur un tableur pour les analyses ultérieures.

Sélection des ouvrages potentiellement problématiques au franchissement du saumon atlantique

Afin de mieux mettre en évidence l'effet des barrages sur la perte d'habitats disponibles pour les poissons migrateurs et le gain provoqué par leur traitement (entretien, aménagement ou arasement), les surfaces potentielles sont étudiées par tronçon inter-ouvrages. Seuls les ouvrages impliquant des difficultés de franchissement pour les saumons sont retenus pour cette segmentation. La plupart des ouvrages rencontrés sur le linéaire étudié de la Desges et de la Sénouire n'ont pas fait l'objet de relevés d'Indice de Continuité Ecologique (ICE) par les autorités compétentes (ONEMA actuellement AFB). En l'absence de ces informations, il est difficile de statuer sur leur degré de franchissabilité avec précision. Ces derniers sont sélectionnés « à dire d'expert » (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**5). Pour les ouvrages dépourvus de passe à poissons, la continuité écologique est appréciée notamment en fonction de la continuité transversale de l'obstacle, la hauteur de chute et la largeur totale de l'ouvrage ainsi que la présence d'une fosse d'appel. Pour les ouvrages présentant une passe, la transparence de l'ouvrage est jugée également suivant le type (pré-barrage, ralentisseurs, à bassins...) et la fonctionnalité de la passe (hauteurs de chutes, vitesses de courants...). Ces éléments sont en effet déterminants quant à la franchissabilité d'un ouvrage hydraulique (LARINIER et al., 1992).

Analyses

Le logiciel Excel® est utilisé pour réaliser les représentations graphiques et les traitements statistiques. L'analyse des surfaces d'Equivalents-Radier-Rapide (ERR) et des potentiels de production est effectuée selon une logique multiscalaire. Les cours d'eau sont d'abord étudiés dans leur globalité puis en fonction des secteurs inter-ouvrages. La Desges et la Sénouire sont aussi comparées aux autres rivières du bassin de l'Allier de manière à repositionner leur potentiel productif vis-à-vis du haut du bassin.

De manière à étudier l'impact des ouvrages hydrauliques, les taux d'étagement de chaque rivière sont calculés. Ces taux d'étagement correspondent au pourcentage de dénivellation allouée aux ouvrages hydrauliques par rapport à la dénivellation totale de la rivière. Des faciès lentiques étant fréquemment observés en amont des ouvrages, leurs surfaces et pourcentages par rapport aux totaux observés sur les cours d'eau sont calculés. La perte en ERR associée aux ouvrages est également présentée pour chaque rivière (% ERR du linéaire étudié * surface totale des CLE induits par les barrages).

La granulométrie et la distribution des faciès de chaque rivière sont étudiées.

En plus des analyses de surfaces et de potentiels de production, trois indicateurs de l'habitat physique sont utilisés. Ainsi, suivant la logique d'étude inter-ouvrages, les longueurs, les pentes et le pourcentage de granulométrie optimale à la reproduction sont présentés pour chaque tronçon. Ces pourcentages reprennent les couples de granulométries optimales à la reproduction des saumons :



« cailloux pierres » et « pierres cailloux ». Ils sont comparés aux totaux des couples de chaque tronçon. Les pourcentages sont obtenus via les surfaces des faciès de granulométries connues.

2.2.3.4 Résultats

Déroulement et conditions des prospections

Les prospections sur le terrain ont débuté le 30 juin 2016 et se sont terminées le 28 juillet 2016. Au total, 12 journées ont été nécessaires pour prospecter la Desges et la Sénouire (Tableau 11). Ce travail de terrain a été effectué dans des conditions estivales favorables (étiage, faible turbidité, forte luminosité). 57 km linéaire de cours d'eau ont été cartographiés pour une moyenne de 4,75 km linéaire/j (+/- 2,0).

Tableau 11 : Bilan des prospections de terrain sur la Desges et la Sénouire (© LOGRAMI)

Rivière	Date	Qjm (m³/s)	Turbidité	Distance parcourue (km)
Sénouire (Station hydrologique Paulhaguet)	30/06/2016	0,75	Nulle	4
	04/07/2016	0,56	Nulle	4,5
	05/07/2016	0,53	Nulle	6
	06/07/2016	0,50	Nulle	6
	07/07/2016	0,46	Nulle	6
	12/07/2016	0,35	Nulle	5,4
	18/07/2016	0,27	Nulle	2,5
Sous total Sénouire	7 jours			34,4
Desges (Station hydrologique Chanteuges)	18/07/2016	0,66	Nulle	1,1
	19/07/2016	0,61	Nulle	3
	20/07/2016	0,58	Nulle	5,9
	21/07/2016	0,61	Nulle	6
	27/07/2016	0,56	Nulle	6
	28/07/2016	0,52	Nulle	0,6
Sous total Desges	6 jours			22,6
Total	12 jours			57

Profils topographiques

Sénouire

Le linéaire prospecté de la Sénouire mesure 34,4 km. Cette rivière présente globalement 5 secteurs de pentes homogènes (Figure 25). La limite naturelle de franchissement se situe dans un secteur à la pente défavorable au saumon atlantique (4,3 %). La partie prospectée du secteur de pente 4,3% présente une granulométrie qui ne permet plus de reproduction bien que favorable à la croissance des tacons 1+ (Blocs, Rochers, Pierres) (Figure 26).



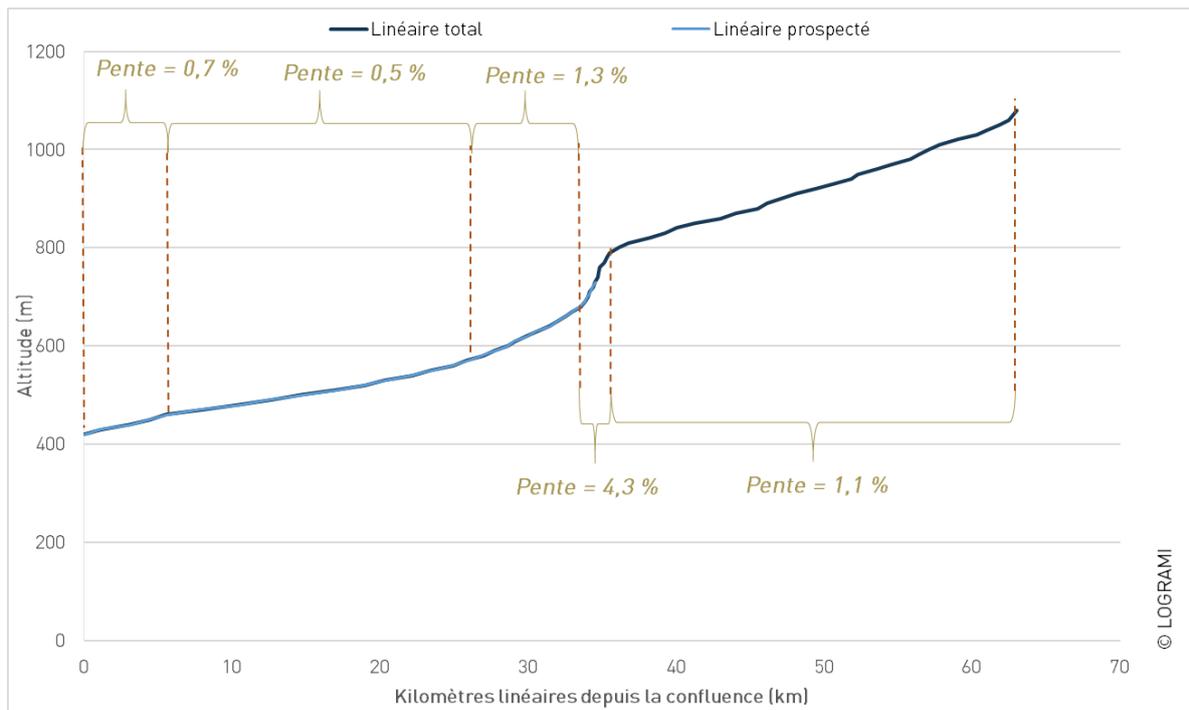


Figure 25 : Profil topographique de la Sénouire

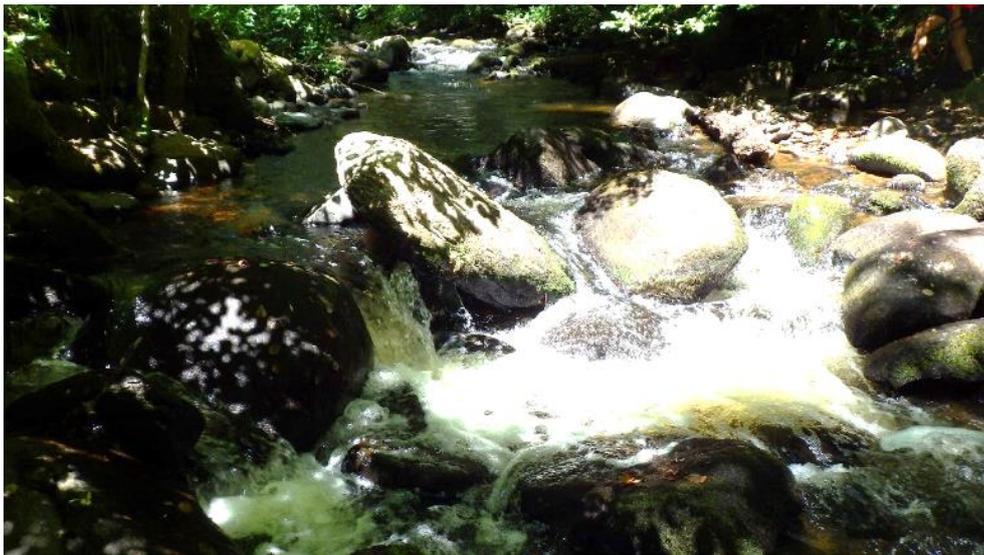
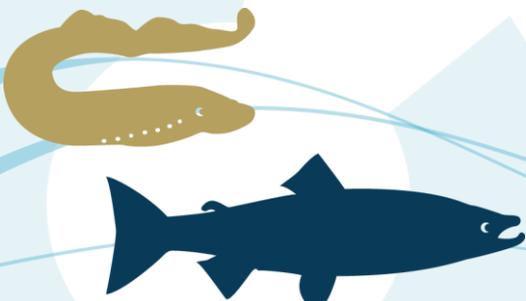


Figure 26 : Limite amont de prospection sur la Sénouire (© LOGRAMI)

La Desges

Le linéaire prospecté de la Desges mesure 22,6 km. Cette rivière présente globalement 4 secteurs de pentes homogènes (Figure 27). La limite naturelle de franchissement se situe dans un secteur à la pente défavorable au saumon atlantique (4 %). La partie prospectée du secteur de pente 4 % présente une granulométrie plus grossière moins favorable à la reproduction bien que favorable à la croissance des tacons 1+ (Blocs, Rochers, Pierres) (Figure 28).



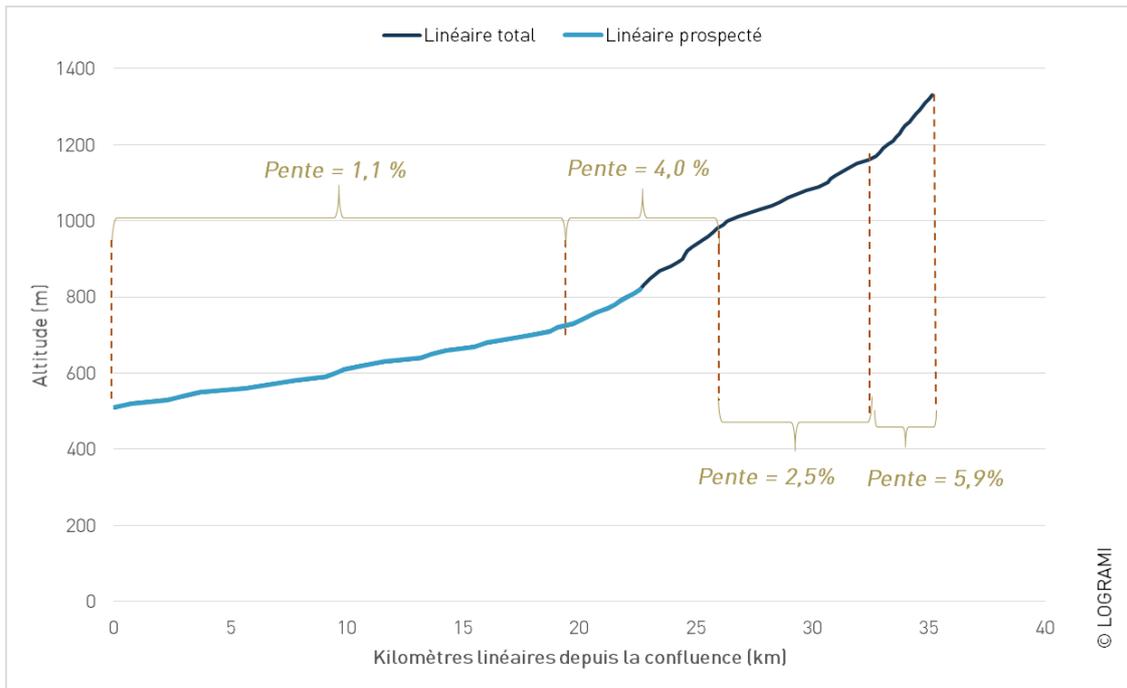


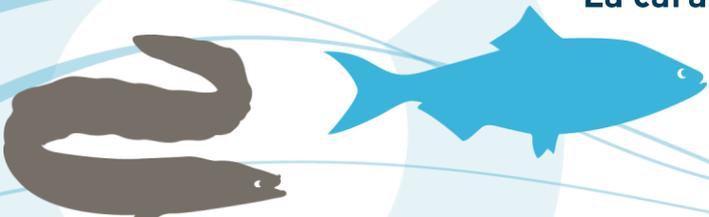
Figure 27 : Profil topographique de la Desges



Figure 28 : Limite amont de prospection sur la Desges (© LOGRAMI)

Surfaces potentielles de reproduction pour les 2 cours d'eau

Des habitats susceptibles d'accueillir de la reproduction de saumons sont présents jusqu'à l'amont de Desges (pk 19) sur la Desges et jusqu'à l'aval immédiat de Paulhaguet (pk 17) sur la Sénouire. Les surfaces totales de reproduction de la Desges et de la Sénouire sont respectivement de 2 734 et 1 679 m² répartis sur 161 et 51 zones. La surface moyenne des zones favorables à la reproduction



(frayères potentielles) des saumons est de 17 m² (+/-10 m²) sur la Desges et de 33 m² (+/-43 m²) sur la Sénouire. La Sénouire présente sur ses premiers kilomètres aval, des frayères potentielles plus importantes de l'ordre de 100 m² (surface maximale mesurée de 250 m²) contrairement à la Desges qui a un gabarit plus petit (surface maximale de frayère mesurée de 50 m²) (Figure 29).



Figure 29 : Zone favorable à la reproduction du saumon à l'interface plat courant (à l'amont, à gauche) et radier (à l'aval, à droite) sur la Desges (© LOGRAMI)

Production de juvéniles

A l'échelle des deux cours d'eau

A l'issue des prospections de terrain, 144 923 m² de faciès ont été inventoriés sur la Desges et 358 060 m² sur la Sénouire. Les surfaces favorables au développement des tacons (Equivalents Radier-Rapide) sur la Desges et la Sénouire représentent respectivement 73 et 46 % de leurs surfaces cartographiées (Figure 30). Les surfaces d'ERR situées en aval des dernières zones de frayères potentielles sont de 83 374 m² sur la Desges (79 %) et 89 236 m² (54 %) sur la Sénouire.

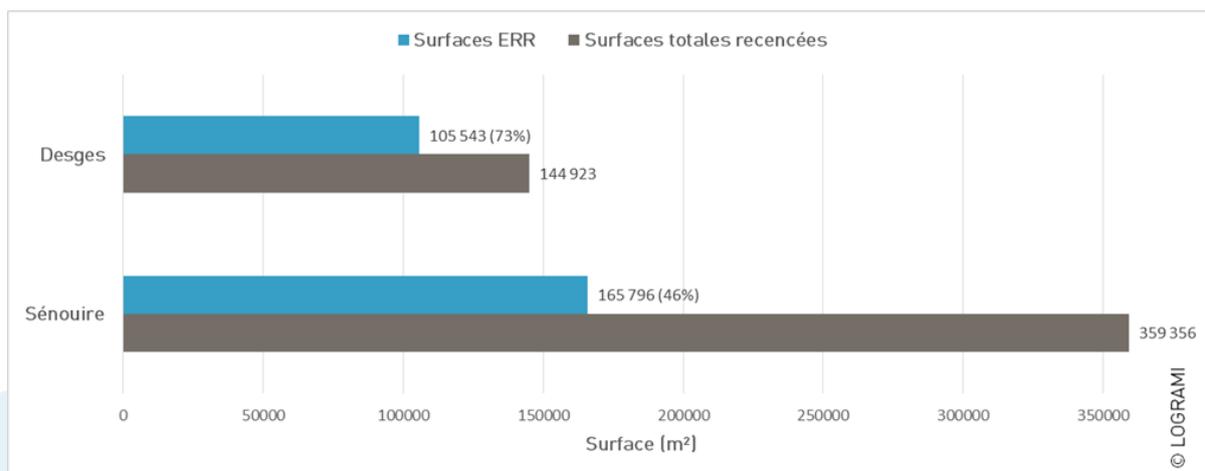


Figure 30 : Surfaces totales et surfaces favorables aux juvéniles de saumon inventoriées sur la Desges et la Sénouire

Les surfaces favorables représentent un potentiel annuel de production de 12 435 smolts pour la Sénouire et 7 916 pour la Desges (Figure 31). Avec 360 smolts produits par kilomètre linéaire contre 350, la Sénouire est plus productive que la Desges.

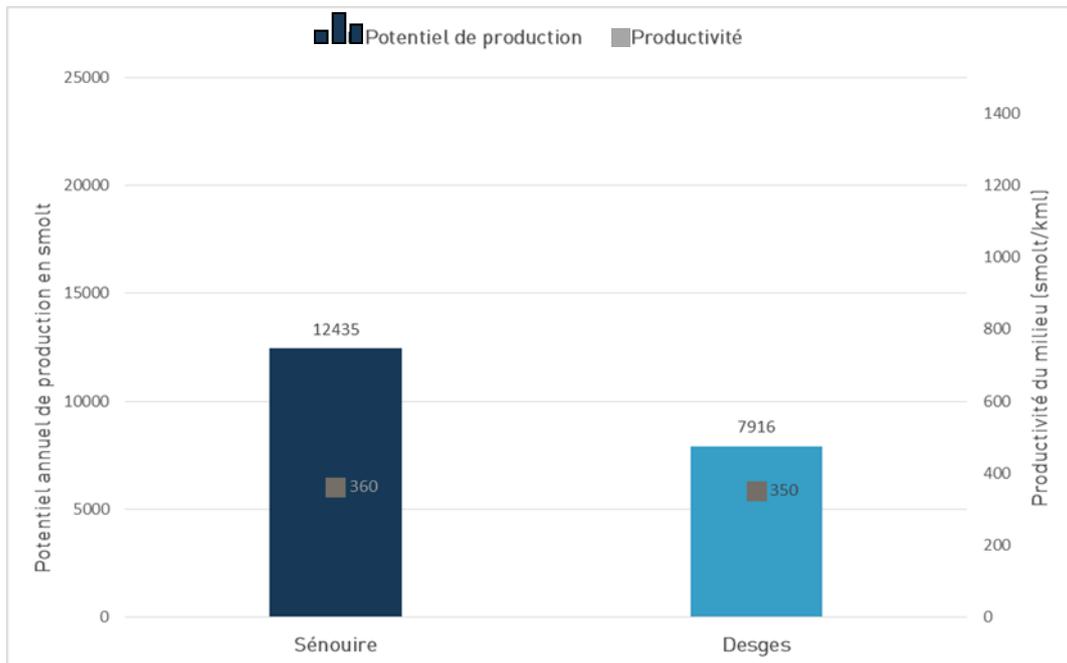


Figure 31 : Potentiel de production et productivité de la Desges et de la Sénouire pour le saumon atlantique

Les productivités de ces rivières sont sensiblement identiques malgré leur différence de gabarit. Bien qu'étant moins large, la productivité de la Desges demeure équivalente à celle de la Sénouire car elle présente une proportion de zones courantes plus importante (PLA, RAD, RAP) (Figure 32).

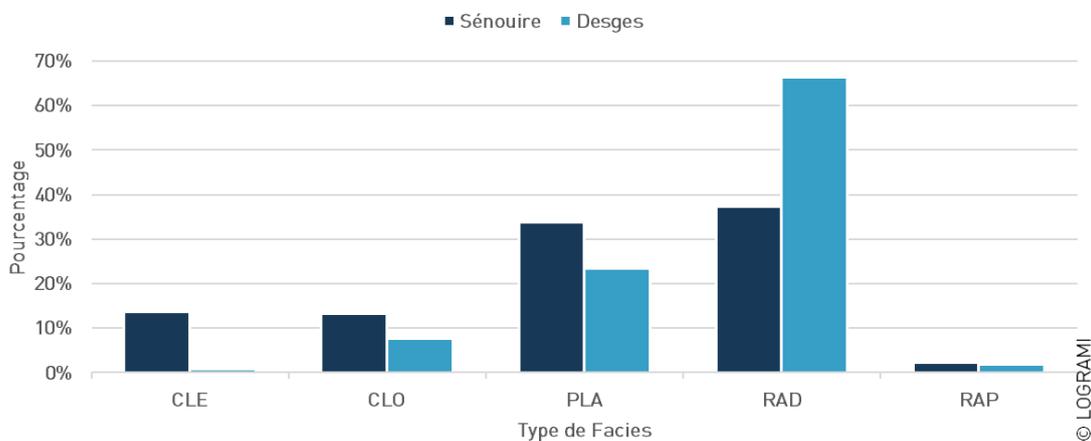


Figure 32 : Répartition des faciès de la Desges et de la Sénouire

La granulométrie des faciès de ces deux rivières est favorable aux juvéniles de saumons (Figure 33 et Figure 34). En effet, les substrats fins comme les sables et graviers représentent respectivement 1 % et 10,5 % des granulométries totales de la Desges et de la Sénouire.



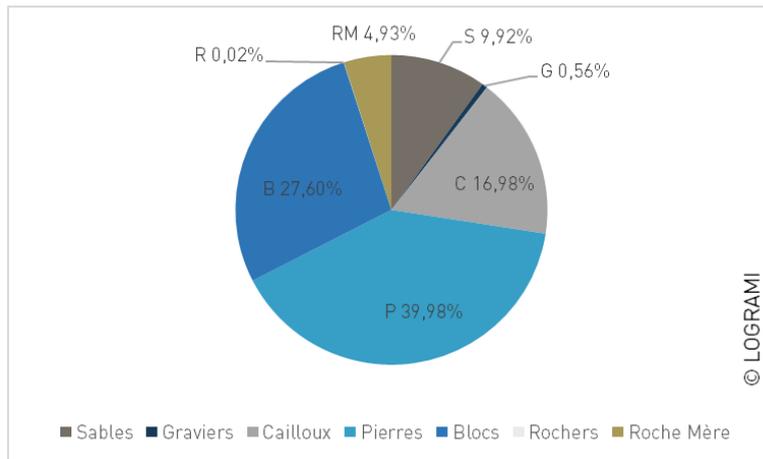


Figure 33 : Proportion des différentes classes de granulométrie rencontrées sur la Sénouire

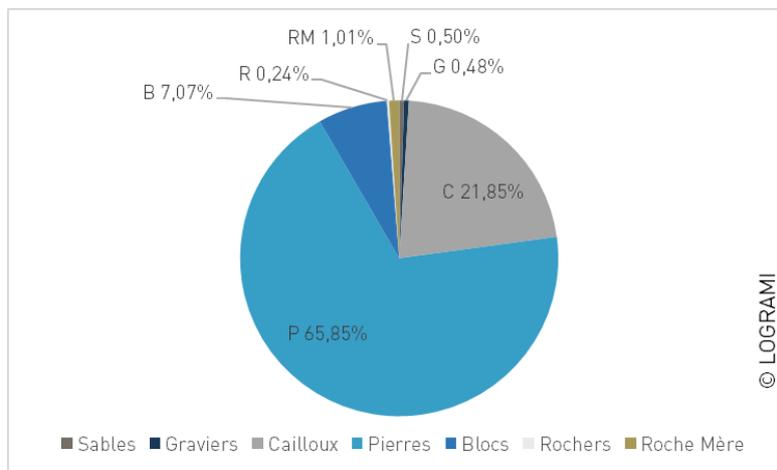


Figure 34 : Proportion des différentes classes de granulométrie rencontrées sur la Desges

Comparaison à l'échelle du bassin de l'Allier

2 776 218 m² d'Equivalents-Radier-Rapide ont été recensés sur le bassin de l'Allier. La Desges et la Sénouire représentent pratiquement 10 % de ces surfaces favorables à l'accueil du saumon atlantique soit 271 339 m² (6 % pour la Sénouire et 3,8 % pour la Desges). Ces deux rivières réunies ont un potentiel de production quasi-équivalent à celui de la Dore avec plus de 20 000 smolts sur les 208 216 totaux du bassin (Figure 35).

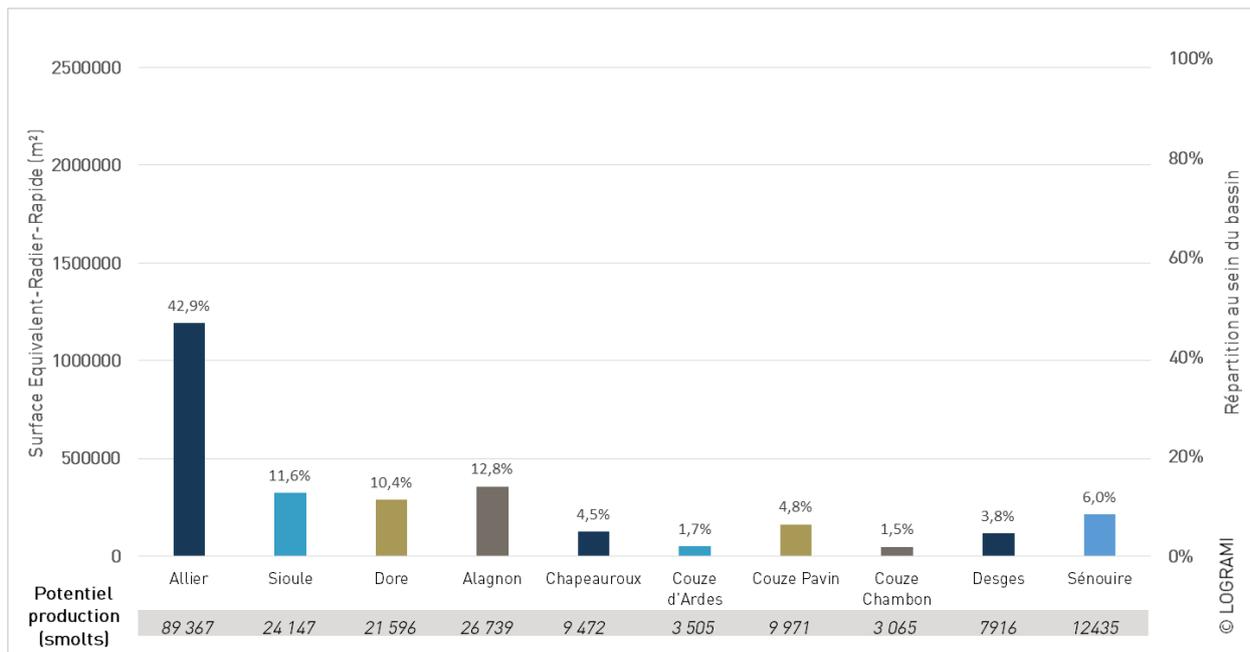


Figure 35 : Equivalents Radier-Rapide (m²) et potentiel de production (en nombre de smolts) de la Desges et de la Sénouire comparés aux autres rivières étudiées du bassin de l'Allier

Impacts des ouvrages hydrauliques

Continuité Ecologique de la Sénouire

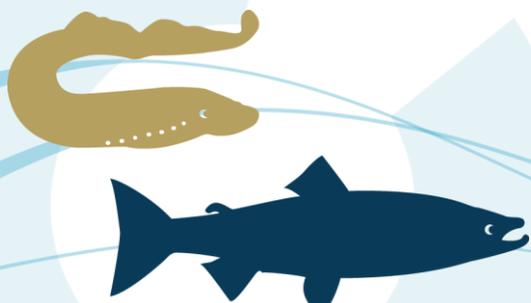
Le Référentiel d'Obstacles à l'Écoulement fait état de 23 seuils sur le linéaire prospecté de la Sénouire. Parmi ces 23 obstacles, 9 ont été jugés comme engendrant des difficultés de franchissement pour le saumon atlantique et sélectionnés pour la segmentation de la rivière en tronçons (chute supérieure à 30cm) (Tableau 12) et ceci malgré la présence de dispositifs de franchissement sur 8 d'entre eux. Ils sont décrits en Annexe 6.

Tableau 12 : Bilan des ouvrages sur le linéaire prospecté de la Sénouire (© LOGRAMI)

ROE Ouvrage	Nom ROE	Données ROE 2014	Appréciation de terrain LOGRAMI 2016	Ouvrage utilisé pour la segmentation
10172	Seuil de la Léproserie	Existant	Ouvrage entièrement détruit et ne posant plus de problème de franchissement	Non
69802	Seuil du moulin de Blanchard	Détruit entièrement	Ouvrage entièrement détruit et ne posant plus de problème de franchissement	Non
10175	Seuil du moulin de Lavaudieu	Existant	Présent et posant des problèmes de franchissement	Oui
10178	Pont de buses Lavaudieu	Existant	Présent et présentant peu de problèmes de franchissement	Non
69803	Seuil du Gourd	Obsolète	Absent	Non
69804	Seuil du Tarrey	Obsolète	Absent	Non
10180	Seuil du moulin de Blannat	Existant	Présent et posant des problèmes de franchissement	Oui
69805	Seuil du moulin de Domeyrat	Obsolète	Absent	Non

ROE Ouvrage	Nom ROE	Données ROE 2014	Appréciation de terrain LOGRAMI 2016	Ouvrage utilisé pour la segmentation
10185	Seuil du moulin des Ombres	Existant	Présent et posant des problèmes de franchissement	Oui
10306	Seuil du moulin de Flageac	Existant	Présent et posant des problèmes de franchissement	Oui
10197	Seuil de la Fridière	Existant	Présent et posant des problèmes de franchissement	Oui
10317	Seuil du moulin du Boucharand	Obsolète	Présent mais ne présentant pas de problème de franchissement	Non
10207	Seuil du moulin d'Esfac	Existant	Présent et posant des problèmes de franchissement	Oui
69807	Seuil du moulin de la Gravière	Obsolète	Présent mais ne présentant pas de problème de franchissement	Non
69808	Seuil de Bacou	Obsolète	Absent	Non
10218	Seuil du moulin d'Arouze	Existant	Présent et posant des problèmes de franchissement	Oui
69810	Seuil du moulin de Barbanson	Obsolète	Présent mais ne présentant pas de problème de franchissement	Non
69811	Seuil de Lair	Obsolète	Présent mais ne présentant pas de problème de franchissement	Non
69813	Seuil de jaugeage de la microcentrale de Ste-Marguerite	Existant	Présent mais ne présentant pas de problème de franchissement	Non
10224	Seuil de la microcentrale de Ste-Marguerite	Existant	Présent et posant des problèmes de franchissement	Oui
69816	Seuil de Benot	Existant	Présent et posant des problèmes de franchissement	Oui
69817	Seuil du moulin de la Tourette	Obsolète	Absent	Non
69819	Seuil du moulin de Viillard	Obsolète	Présent et naturel, mais présentant peu de problème de franchissement	Non

A l'exception de la passe à poissons du seuil du moulin d'Esfac, les autres dispositifs de franchissement se sont avérés non fonctionnels car non entretenus ou mal dimensionnés. 9 tronçons inter-ouvrages et 1 tronçon ouvrage-limite naturelle sont obtenus. Les 3 premiers secteurs sont globalement plus longs que les 7 autres. Les tronçons 5 et 9 sont les plus courts (Figure 36).



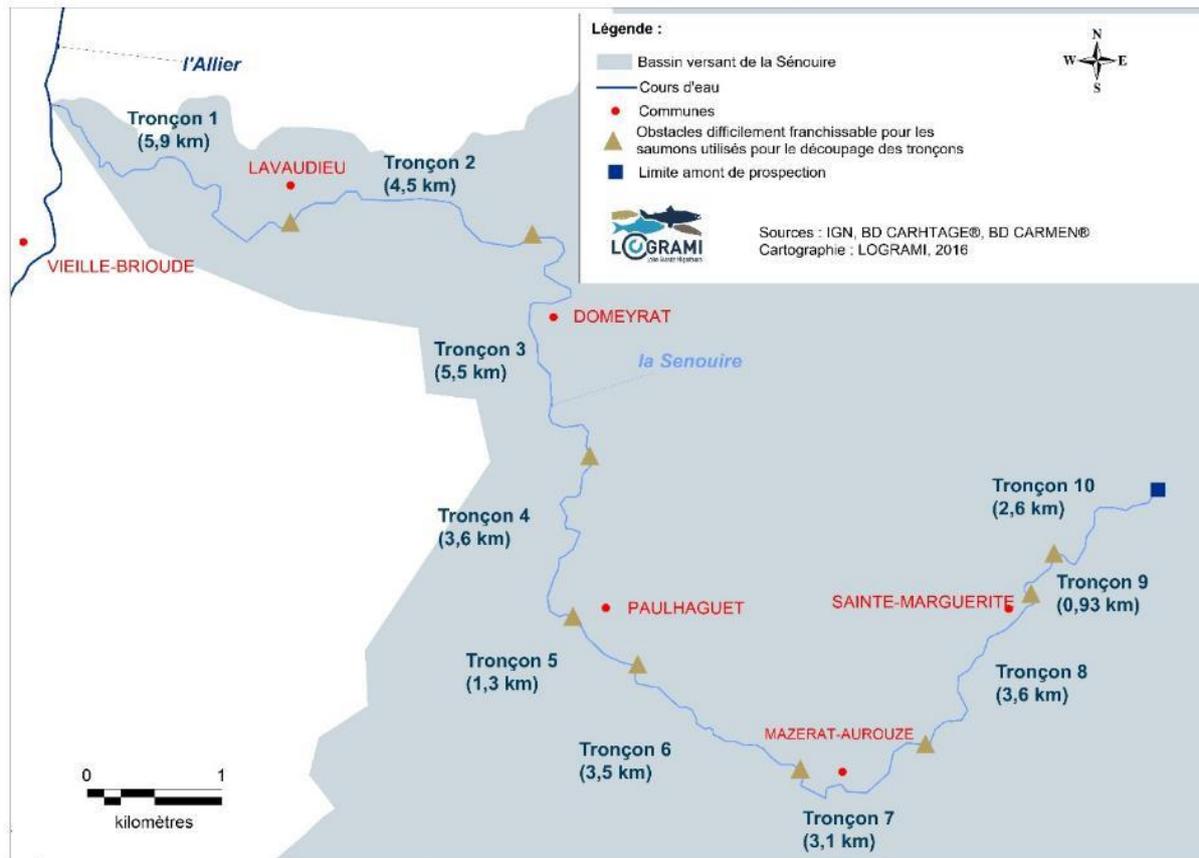


Figure 36 : Tronçons obtenus par le découpage inter-obstacles de la Sènoire

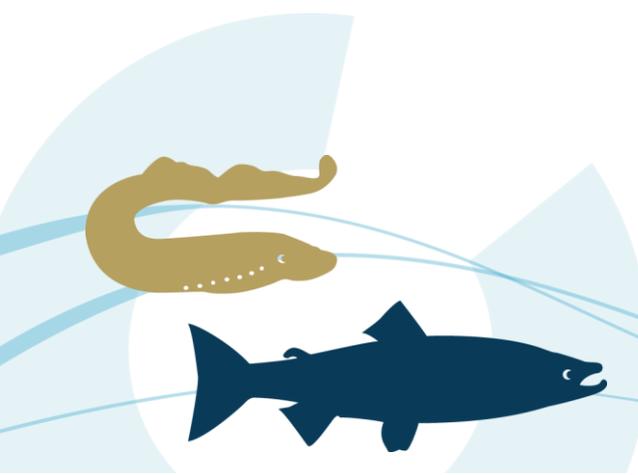
Continuité Ecologique de la Desges

Le Référentiel d'Obstacles à l'écoulement fait état de 16 seuils sur le linéaire prospecté de la Desges. Parmi ces 16 obstacles, 5 ont été jugés comme engendrant des difficultés de franchissement pour le saumon atlantique malgré leur équipement en passes à poissons et sélectionnés pour la segmentation de la rivière en tronçons (Tableau 13). Ils sont décrits en **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** Parmi ces 5 ouvrages retenus, celui qui constituait la première difficulté en aval, ROE 28257 (seuil de l'ancienne scierie de Chanteuges) a été effacé fin 2016, après la réalisation des prospections cartographiques.

5 tronçons inter-ouvrages sont obtenus. La limite amont de colonisation naturelle étant à quelques dizaines de mètres du dernier ouvrage, son tronçon correspondant n'a pas été étudié. Les trois premiers sont bien plus courts que les deux derniers (Figure 37).

Tableau 13 : Bilan des ouvrages sur le linéaire prospecté de la Desges (© LOGRAMI)

ROE Ouvrage	Nom ROE	Données ROE	Appréciation de terrain	Ouvrage utilisé pour la segmentation
28224	Seuil de la prise d'eau du CNSS	Existant	Présent et présentant peu de problèmes de franchissement	Non
28229	Seuil de la Vialle	Obsolète	Ouvrage entièrement détruit et ne posant plus de problème de franchissement	Non
28243	Seuil de la prise d'eau de la ferme du Monget	Existant	Présent et présentant peu de problèmes de franchissement	Non
70238	Seuil de protection d'une canalisation	Existant	Présent et présentant peu de problèmes de franchissement	Non
28257	Seuil de l'ancienne scierie de Chanteuges	Existant	Présent et posant des problèmes de franchissement	Oui
28265	Seuil de la salle des fêtes	Existant	Présent et présentant peu de problèmes de franchissement	Non
28271	Seuil de protection d'une canalisation	Existant	Présent et présentant peu de problèmes de franchissement	Non
28279	Seuil de la Cambuse	Existant	Présent et posant des problèmes de franchissement	Oui
28286	Seuil du moulin du Carron	Existant	Présent et posant des problèmes de franchissement	Oui
28239	Seuil du moulin de Bourleyre	Obsolète	Absent	Non
28293	Seuil du Pré de l'arbre	Détruit entièrement	Absent	Non
28302	Seuil de Digons	Obsolète	Absent	Non
28297	Seuil du moulin de Digons	Obsolète	Absent	Non
28306	Seuil de Lair	Existant	Absent	Non
28799	Seuil de la microcentrale de Chazelles	Existant	Présent et posant des problèmes de franchissement	Oui
28822	Seuil de la microcentrale de pont de Desges	Existant	Présent et posant des problèmes de franchissement	Oui



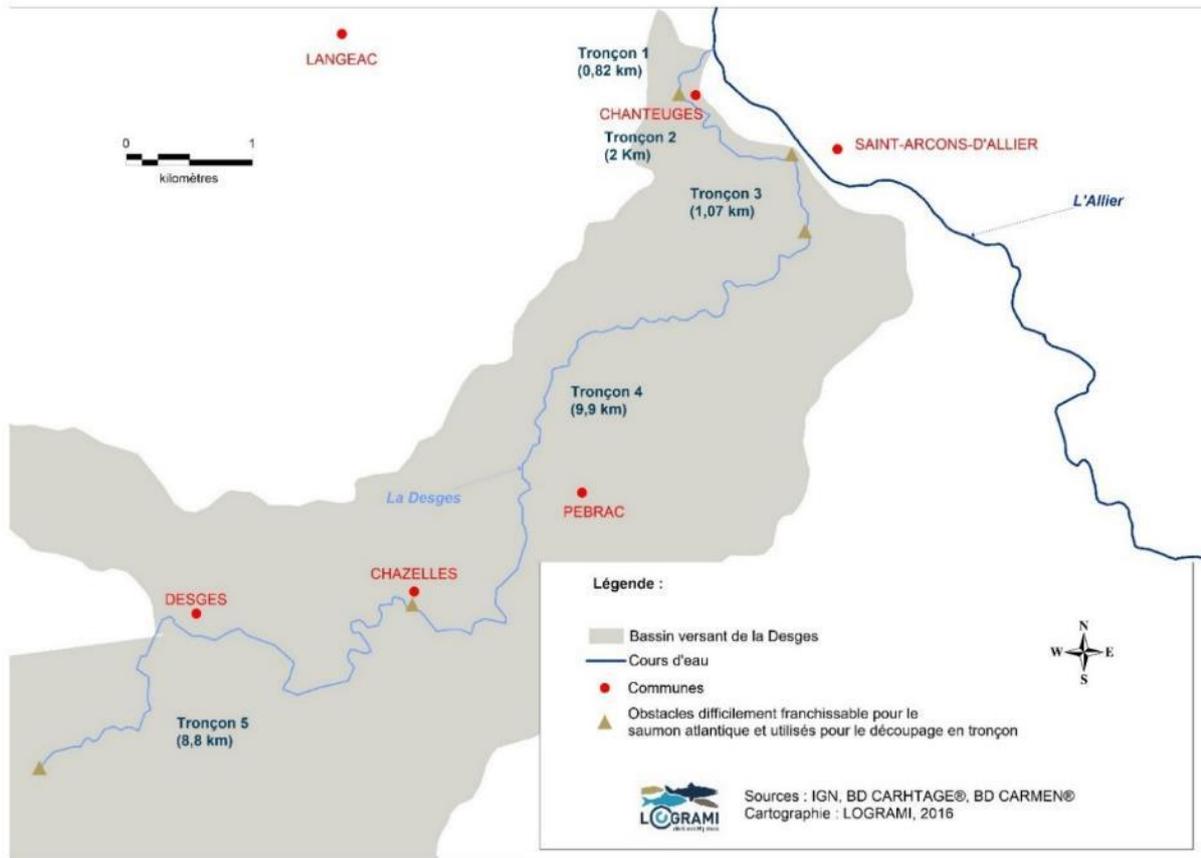
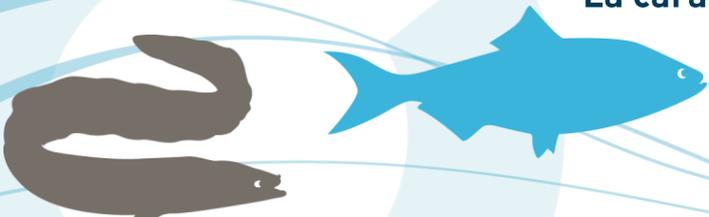


Figure 37 : Tronçons obtenus par le découpage inter-obstacles de la Desges

Taux d'étagement

Les 9 ouvrages hydrauliques retenus pour les découpages en tronçon de la Sénouire représentent 3,76% du dénivelé du linéaire prospecté. Les 5 ouvrages hydrauliques retenus pour les découpages en tronçon de la Desges représentent, quant à eux, 3,41 % du dénivelé de leur linéaire prospecté.

En plus du nombre d'obstacles à l'écoulement qui est non-négligeable, la plupart d'entre eux présentent une hauteur de chute importante. Cela est d'autant plus vrai sur la Desges qui présente un ouvrage de cinq mètres de haut (ROE28799). La continuité écologique de la Desges est plus vite impactée que celle de la Sénouire (Figure 38).



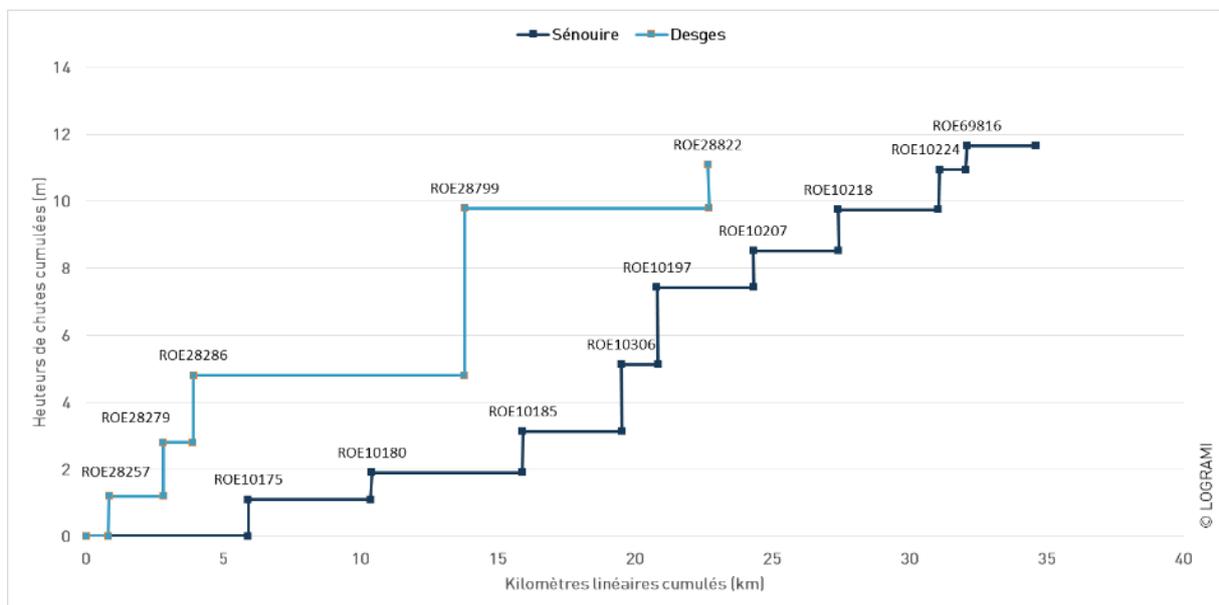


Figure 38 : Etagement de la Desges et de la Sénouire

Modification de faciès induite par les barrages

Les ouvrages de la Desges et de la Sénouire induisent 38 et 58 % des surfaces lenticques recensées sur ces cours d'eaux. (Tableau 14). Ces ouvrages entraînent une perte d'ERR estimée à 11 024 m² pour la Sénouire et 590 m² pour la Desges (estimation réalisée à partir du % ERR dans les surfaces totales inventoriées hors remous causés par les ouvrages).

Tableau 14 : Perte d'habitats pour les tacons engendrée par les ouvrages hydrauliques (© LOGRAMI)

	Surface totale des CLE (m ²)	Surfaces des CLE induites par les retenues (m ²)	Surfaces des CLE induites par les retenues (%)	Surfaces d'ERR perdues par les retenues (m ²)
Desges	1 265	737	38	590
Sénouire	48 742	18 684	58	11 024

Répartition des surfaces par tronçon inter-ouvrages

La Sénouire

Production

Les distributions des faciès entre les tronçons ne sont pas identiques. Les trois premiers secteurs aval de la Sénouire sont plus longs et présentent plus de faciès favorables aux tacons que les sept secteurs amont. En effet, ils représentent 61 % des surfaces d'Equivalents Radier-Rapide du linéaire prospecté. Beaucoup de rapides sont observés jusqu'au premier ouvrage. Parmi les 7 tronçons amont, le cinquième et le neuvième présentent le moins d'ERR du fait de leur faible longueur. Globalement, les tronçons aval présentent plus de faciès lenticques que ceux de l'amont (Figure 39).

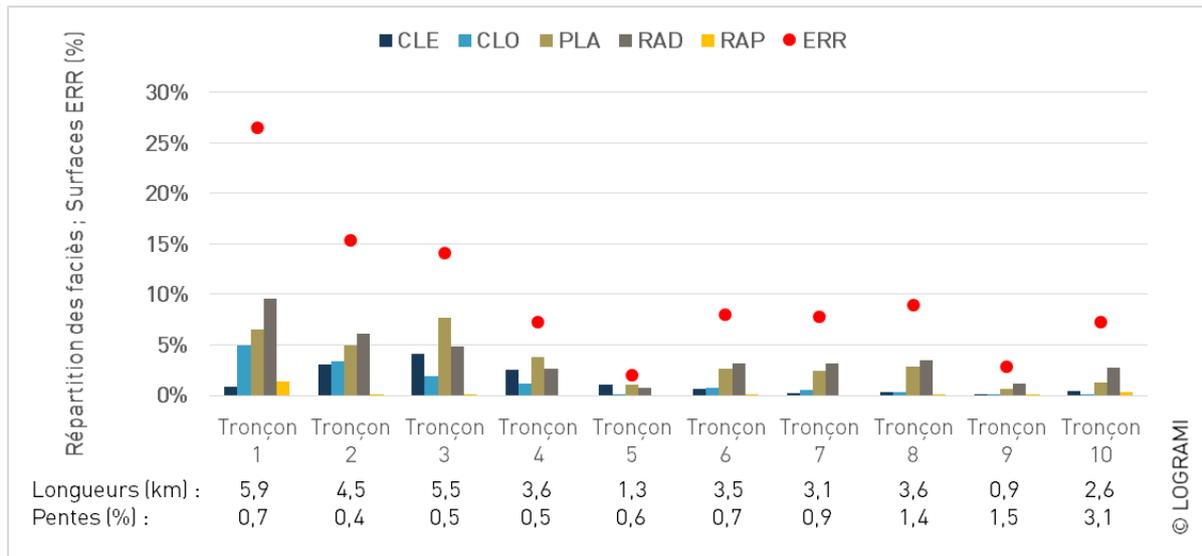


Figure 39 : Répartition longitudinale des faciès et des Equivalents Radier-Rapide le long de la Sénouire

Reproduction

Les surfaces de frayères potentielles diminuent le long du linéaire prospecté. 99,5 % des surfaces favorables à la reproduction se situent dans les 3 premiers tronçons. Parmi ces secteurs, le premier présente 1 468 m² ce qui représente 84 % des surfaces totales des frayères cartographiées (Figure 40). Le pourcentage moyen de granulométrie optimale est de 31 % (+/-20 %). Les trois derniers secteurs présentent une pente importante qui diminue par conséquent la granulométrie optimale pour la reproduction.

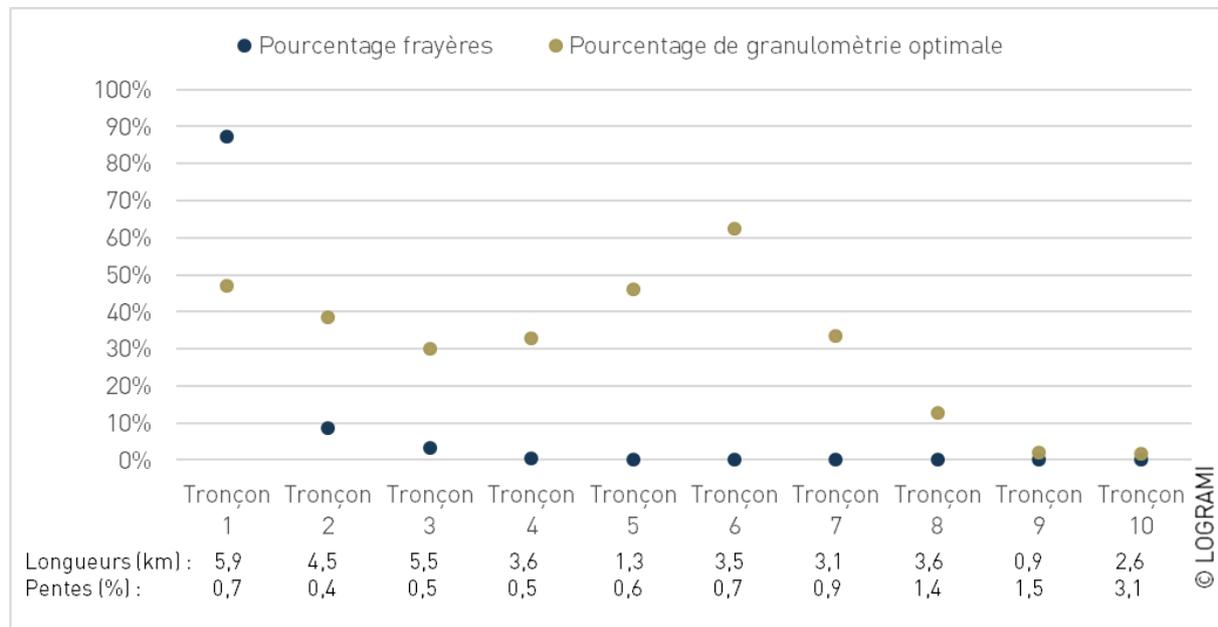


Figure 40 : Répartition des surfaces de frayères potentielles et de la granulométrie optimale à la reproduction sur le linéaire de la Sénouire



A partir du tronçon 5, aucune frayère potentielle n'a été relevée. Sur les tronçons 3 à 7, certains secteurs présentaient un pavage important empêchant toute mobilisation du substrat. Ces secteurs ne présentaient globalement pas de vitesses de courant suffisantes à la reproduction (Figure 41).



Figure 41 : Photo d'une interface entre un plat lentique et un plat courant du tronçon 3 présentant une faible vitesse de courant et un pavage important

La Desges

Production

Les distributions des faciès entre les tronçons de la Desges se ressemblent. Globalement, ses tronçons présentent plus de radiers que de plats courants et chenaux lotiques. Plus courts, les trois premiers secteurs de la Desges présentent moins de faciès favorables aux tacons que les deux amonts. En effet, plus de 80 % des surfaces Equivalents Radier-Rapide de la Desges se situent après le troisième ouvrage problématique (Figure 42).

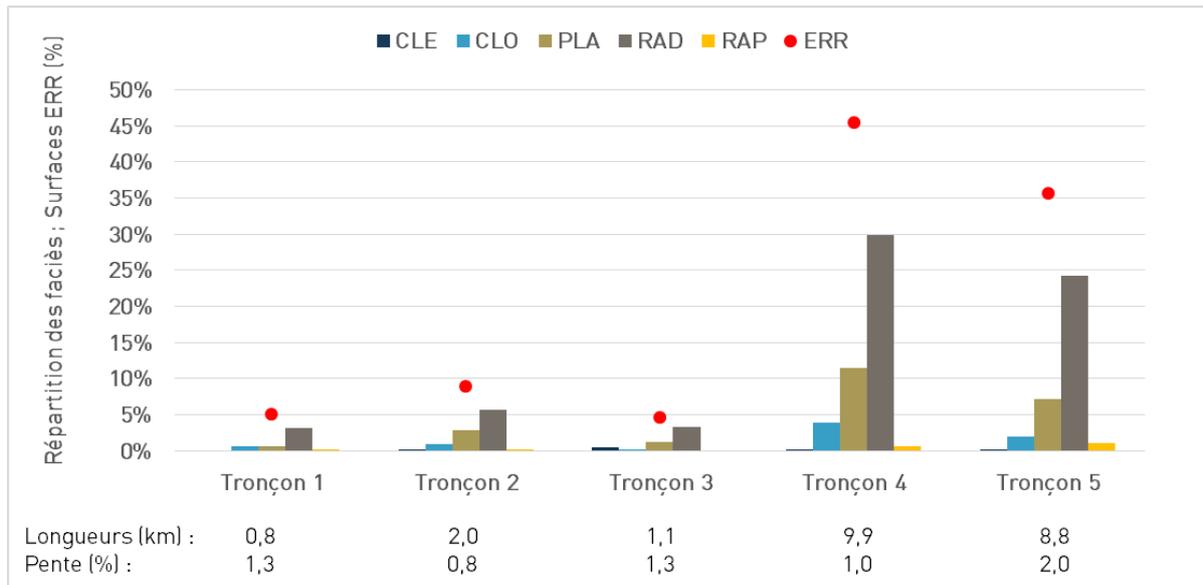


Figure 42 : Répartition longitudinale des faciès et des Equivalents Radier-Rapide le long de la Desges

Reproduction

Tous les secteurs de la Desges présentent des frayères potentielles (Figure 43). Le pourcentage moyen de granulométrie optimale est de 74 % (+/- 16 %). Le tronçon 4 représente plus de 50 % des zones de frayères potentielles recensées. Les trois premiers tronçons présentent entre 5 et 18 % des surfaces de frayères malgré leur faible longueur. Les vitesses de courants sur les interfaces plats courants/radiers du linéaire prospecté étaient suffisantes pour la reproduction et aucun pavage n'a été constaté.

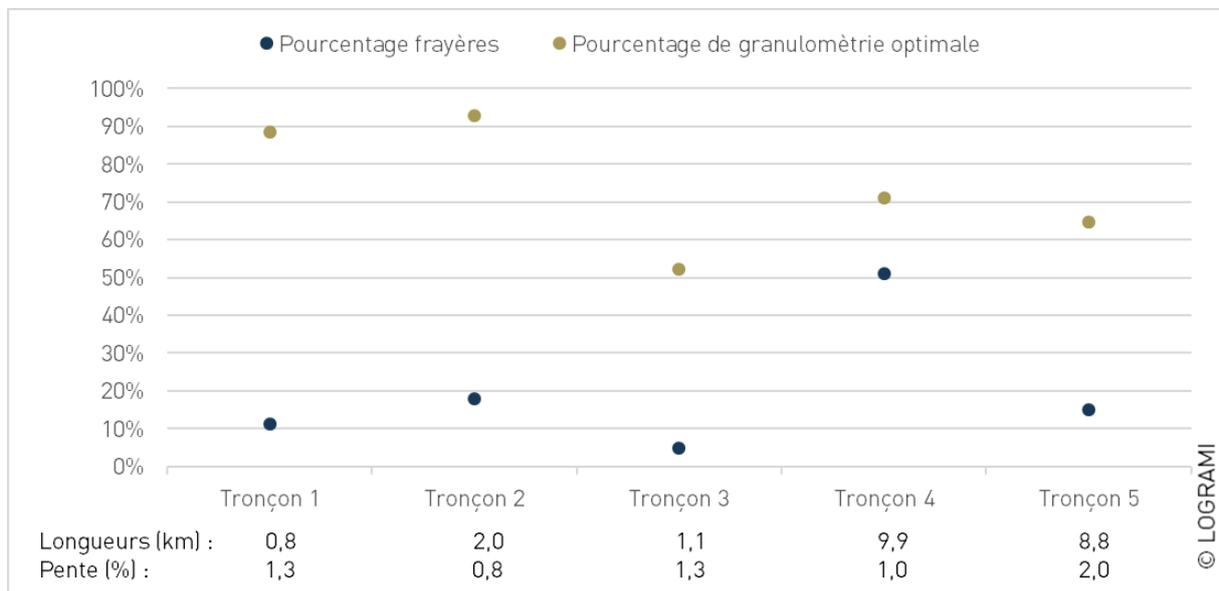


Figure 43 : Répartition des surfaces de reproduction potentielle et de la granulométrie optimale le long de la Desges



2.2.3.5 Discussion

Critique de la méthode

Calculs des surfaces

Les surfaces ERR et de frayères peuvent être imprécises du fait du positionnement GPS qui est fiable à +/- 2,5 m et des mesures de largeurs qui ont une erreur de +/- 0,5 m. Pour autant, les conditions d'étiage ont permis une cartographie des surfaces qui tend vers des valeurs minimales comparables aux autres rivières étudiées. Les pertes d'habitats liées aux tronçons court-circuités des ouvrages hydrauliques n'ont pas pu être évaluées. Néanmoins, certains de ces tronçons représentent des linéaires importants comme le tronçon court-circuité induit par la microcentrale de Chazelles sur la Desges.

Concernant la reproduction et d'après les observations de terrain, la Sénouire présente une plus faible surface totale de frayères potentielles que la Desges, sûrement car :

- sa granulométrie est globalement moins favorable (plus grossière) ;
- ses interfaces plats-radiers ne présentent pas de vitesses suffisantes à partir du secteur 3 et jusqu'au secteur 7 ; il est possible que ce phénomène soit en partie dû à l'agriculture céréalière très présente sur ces secteurs. En effet, le rapport diagnostic établi par Silène-Biotec en 2003 fait état de pompages dans le lit et dans sa nappe d'accompagnement pouvant diminuer les débits et de ce fait accentuer les étiages.
- certains secteurs du tronçon 3 présentent un substrat qui est régulièrement pavé. Des travaux de dynamisation des écoulements et d'amélioration des habitats ont d'ailleurs été effectués sur ces secteurs (Silène Biotec, 2003).

Des prospections ultérieures doivent être établies avec les débits rencontrés durant la reproduction (entre 1,5 et 2,5 m³ en novembre et décembre) pour établir un meilleur diagnostic des surfaces de frayères de la Sénouire. A contrario, la Desges présente des frayères potentielles sur un linéaire plus long. Ceci peut être dû à une pente plus homogène entraînant un fonctionnement hydro-morphologique plus constant sur l'ensemble du linéaire prospecté.

Les surfaces des faciès calculées sont à relativiser car les faciès ont été cartographiés globalement. En effet, il n'y a pas eu de différenciation transversale des faciès. Dans de rares cas, la rivière cumule sur une même largeur deux faciès juxtaposés. Le faciès dominant a été retenu pour tendre au plus près de la réalité de terrain. Ceci peut entraîner une mauvaise estimation ponctuelle des surfaces d'ERR mais globalement ce biais doit être minoré du fait des distances prospectées.

Les indicateurs du potentiel d'accueil des juvéniles

Les surfaces d'ERR, la production et la productivité sont les indicateurs clés en vue de l'estimation de la potentialité d'accueil (MINSTER et BOMASSI, 1999, BACH et al, 2012, 2013 et 2016). Ils permettent une vision globale de la capacité d'accueil en juvéniles axée sur l'habitat mais sont biaisés car ils ne prennent pas en compte l'ensemble des paramètres régissant le potentiel d'accueil. En effet, l'habitat des tacons est défini par de nombreux critères comme les faciès et la granulométrie mais aussi la température et la qualité physico chimique des eaux. D'autres phénomènes agissent sur les densités de juvéniles comme l'abondance et la qualité de la nourriture et la présence de compétition intra et inter-spécifique.

Ainsi, les surfaces ERR ne sont pas de parfaits indicateurs car elles dépendent uniquement des surfaces des faciès. La méthode des ERR ne fait pas de différence entre les radiers, les radiers à blocs et les rapides en ce qui concerne la qualité du milieu pour les juvéniles de saumons. Pourtant, la compétition intra et inter-spécifique est beaucoup moins fréquente lorsque le milieu est segmenté en cellules



comme dans le cas des radiers à blocs ou rapides (RAB, RAP) (GUEGUEN et PROUZET, 1994). Les deux rivières possèdent une granulométrie favorable aux tacons. La Sénouire possède tout de même 10 % de granulométrie principale composée de sables et graviers. Néanmoins, ces granulométries sont rencontrées très majoritairement dans des faciès de type CLE et ne sont donc pas prises en compte dans les calculs de production. Dans la même logique, le coefficient de 1/5 (0,2) affecté aux plats courants (PLA) provient d'une étude réalisée en Bretagne et n'est pas forcément pleinement adapté au bassin de la Loire. Une réévaluation des coefficients de production pourrait préciser les résultats.

Egalement, les surfaces favorables aux juvéniles ne prennent pas en compte la distinction entre les habitats préférentiels des individus 0+ et ceux des individus plus âgés (1+/2+). En effet, les faciès comprenant des blocs et rochers présentent souvent une proportion importante de 1+ comparée aux substrats moins grossiers (GUEGUEN et PROUZET, 1994). Si ces surfaces ERR sont un jour utilisées pour établir des plans d'alevinage, une analyse plus fine devra être établie de manière à concorder au mieux avec les stades des juvéniles déversés.

La densité en smolts utilisée dans cette étude correspond à une densité moyenne estimée sur le bassin de la Loire de 7,5 smolts/100m² ERR (CARMIE, 1997). Or, la capacité de production de juvéniles de saumon atlantique d'une rivière dépendant des surfaces ERR et de la densité moyenne en smolts qui lui est attribuée, les valeurs de production sont d'abord impactées par les incertitudes des ERR précisées précédemment. Elles sont aussi et surtout dépendantes de la variabilité des autres facteurs influençant la densité en smolts (la qualité de l'eau, l'abondance en nourriture et la présence de compétition intra et inter-spécifique...). Ainsi, par exemple, le tronçon situé en aval de Paulhaguet sur la Sénouire qui représente 14 % des ERR (tronçon 3) semblait présenter une plus faible diversité et abondance en nourriture que les autres tronçons. Ce secteur est d'ailleurs suivi pour sa perte de qualité salmonicole et plusieurs hypothèses ont été formulées pour expliquer ce résultat (FDPPMA 43). Des étiages marqués pourraient être la cause d'une thermie défavorable, d'un colmatage par des algues, de modification des peuplements de macro-invertébrés et d'une réduction de l'habitat. De plus, les juvéniles de saumons sont des prédateurs opportunistes qui se nourrissent des proies les plus abondantes et accessibles du milieu (THONNEY et GIBSON, 1989 ; FORESTIER et al., 1994 ; VIGNES, 1995 ; KEELEY et GRANT, 1997). Cette nourriture est semblable à celle d'autres espèces comme la truite fario qui est présente dans ces rivières. De la compétition intra et inter spécifique peut exister sur l'habitat et la nourriture.

Choix des limites amont

Les limites amont de colonisation ont été définies *in situ* sans connaissance des profils topographiques des rivières. Le choix de ces limites est discutable car il s'appuie sur la capacité du saumon à franchir ces obstacles naturels (cascades). Or, les débits d'étiage ne sont pas forcément ceux rencontrés à la montaison. Néanmoins, la faible largeur des cours d'eau au niveau de ces limites amont, la récurrence de ces faciès difficilement franchissables et la granulométrie très grossière (Blocs, Rochers) empêchant toute reproduction, légitiment notre choix. Enfin, les pentes calculées à posteriori au niveau de ces limites ne sont plus propices au saumon (MILLS, 1973, 1989 ; MOIR et al, 1998).

Par ailleurs, une étude plus poussée de l'histoire des saumons dans la Desges et la Sénouire permettrait de parfaire les connaissances sur les limites de colonisation et le potentiel productif de ces rivières.

Franchissabilité des ouvrages

Les prospections de terrain se sont déroulées en juillet 2016. Les débits d'étiage ne reflètent pas les conditions de montaison des géniteurs puisque ceux-ci remontent principalement les rivières, à ce



niveau du bassin, au printemps et à l'automne (BACH et al, 2016). Aussi, la migration potentielle ne s'effectue pas forcément dans le même espace-temps sur ces deux rivières. En effet, la Sénouire est située 41 kilomètres en aval de la Desges, donc sa fenêtre migratoire est potentiellement plus large. Il est fort probable que les géniteurs migrants dans ces rivières privilégient les pools de l'Allier pour passer l'été et entament, quand les conditions hydrologiques le permettent, leur migration automnale pour se reproduire sur ces axes. Il est aussi possible que ces rivières constituent une zone de repli lorsque les conditions sont défavorables sur l'Allier (pic de température, crue estivale) (BACH, com. pers.).

Les ouvrages sélectionnés pour le découpage en tronçon posent des problèmes de franchissement en étiage. Pendant les prospections, certains d'entre eux étaient même infranchissables (seuil du moulin de Blannat, seuil du moulin des Ombres, seuil du moulin de Flageac, seuil de la Fridière, seuil de Benot) mais dans la mesure où les débits sont multipliés au minimum par 5 pendant la montaison (hors crues), le choix de les qualifier comme verrous n'a pas été fait.

Le présent rapport détaille des surfaces ERR et de frayères jusqu'aux limites naturelles de colonisation du saumon mais si des verrous anthropiques sont présents en aval, les surfaces amont ne peuvent pas profiter à l'espèce. Dans tous les cas, les ouvrages retenus dans cette étude étant pénalisants pour la montaison, la dynamique de colonisation naturelle des axes étudiés est perturbée par ces ouvrages. Les surfaces totales calculées pour chaque rivière sont donc potentielles et les surfaces accessibles de manière certaine sont celles situées en aval de leur premier ouvrage problématique.

Des centrales hydro-électriques jalonnant ces cours d'eau, la dévalaison est également impactée mais cet impact n'est pas quantifié dans ce présent rapport. Depuis l'aval, les premières microcentrales sont rencontrées à Paulhaguet sur la Sénouire (pk 20) et à Chanteuges sur la Desges (pk 2,5).

Bien qu'idéale pour appréhender au mieux les conditions migratoires, une étude de radiopistage de géniteurs en migration paraît improbable compte tenu de la faible fréquentation actuelle de ces axes. Ainsi, un diagnostic de franchissement pour des débits plus favorables à la migration anadrome est nécessaire pour obtenir une vision plus précise des conditions de montaison. Cette prospection pourra être ciblée sur les ouvrages problématiques mis en évidence dans ce rapport. Ce diagnostic pourrait se faire suivant le protocole ICE (Indice de Continuité Ecologique) (ONEMA, 2014) qui présente l'avantage de donner une note selon l'espèce ciblée. Cette expertise pourrait mettre en évidence que certains dispositifs existants sont probablement fonctionnels pour la truite fario mais pas nécessairement pour le saumon. En effet, le dimensionnement des dispositifs de franchissement peut convenir aux truites et truitelles mais pas aux géniteurs de saumon (faible hauteur d'eau, échancrures trop étroites...). A contrario, le saumon ayant une capacité de saut remarquable, certains ouvrages de faible hauteur peuvent être facilement franchis par cette espèce si ceux-ci sont perceptibles (surverse conséquente et jet plongeant) et présentent une fosse d'appel fonctionnelle. La hauteur et la longueur du saut dépendent de plusieurs paramètres dont la taille du poisson, l'angle d'incidence du saut et la température. Pour exemple, un saumon mesurant 80 cm et sautant avec un angle de 60° dans une eau à 10° ou à 20° peut faire un saut d'une hauteur de 70 cm ou de 1,9 m. (LARINIER et al, 1992).

A posteriori, les ouvrages problématiques pourront être traités de manière réfléchie en privilégiant les plus impactants depuis l'aval vers l'amont. Ce traitement d'ouvrage permettra d'augmenter la capacité d'accueil effective de ces cours d'eau. La meilleure solution pour la continuité écologique reste l'arasement, mais pour les ouvrages ayant encore une utilité, une amélioration ou un entretien de leur dispositif de franchissement est nécessaire.

Si ce scénario de rétablissement de la libre circulation des saumons est effectif, la dynamique de recolonisation de ces rivières pourrait être évaluée via des suivis de frayères sur les zones favorables et des pêches électriques annuelles suivant la méthode des indices d'abondance de juvéniles saumons (PREVOST et BAGLINIERE, 1995) sur les zones propices au développement des tacons (ERR).



Bilan et perspectives

Potentialité d'accueil des deux rivières

D'un point de vue quantitatif, la production de juvéniles de saumons de la Desges et de la Sénouire est plus faible que celle de la plupart des affluents principaux de l'Allier actuellement colonisés par les saumons (la Dore, l'Alagnon et la Sioule). Cela s'explique par leur plus faible gabarit et leur linéaire moins long. Néanmoins, leurs potentiels sont plus importants que ceux de la Couze d'Ardes, de la Couze Chambon et du Chapeauroux. La Desges et la Sénouire présentent donc un potentiel d'accueil pour le saumon atlantique non négligeable.

Les frayères de saumons mesurant 0,8 à 5 m² (GUEGUEN et PROUZET, 1994), les surfaces de reproduction ne sont actuellement pas limitantes. Ainsi, les habitats actuels et leur présumée accessibilité permettent d'ores et déjà une exploitation de ces deux axes. Diverses observations de tacons récentes en attestent (FDAAPPMA 43).

En admettant que le premier ouvrage respectivement de la Desges et de la Sénouire soient des verrous migratoires, le potentiel réel en ERR est de 43 842 m² pour la Sénouire et de 5 051 m² pour la Desges avant l'effacement du seuil de l'ancienne scierie de Chanteuges (14 227 m² depuis son arasement en octobre 2016). Ces valeurs représentent 26,5 % et 4,8 % (13,5% depuis l'arasement du seuil de l'ancienne scierie de Chanteuges) du potentiel global de ces cours d'eau. Selon cette même hypothèse, le potentiel réel en frayères est de 1 368 m² sur la Sénouire (87 %) et 305 m² sur la Desges (11 %) (798 m² soit 29,2 % depuis l'arasement du seuil de l'ancienne scierie de Chanteuges).

L'exploitation optimale du potentiel de ces cours d'eau, qui favoriserait une implantation spontanée et peut-être durable de populations de saumon, repose en partie, comme le démontrent les chiffres après arasement du seuil de l'ancienne scierie de Chanteuges sur la Desges, sur le rétablissement de la libre circulation du saumon pour ses différents stades du cycle biologique.

Si ces données d'habitats favorables sont un jour utilisées pour établir des plans d'alevinage, il sera d'abord nécessaire d'en juger la pertinence en vérifiant la compatibilité de la qualité de l'eau avec la survie du saumon, point qui n'a pas été abordé dans cette étude. La qualité des peuplements de poissons autochtones et de l'abondance en macro invertébrés devront également être évaluées de manière à mesurer l'impact de potentiels déversements d'alevins de saumons. Les déversements devront être soigneusement et rigoureusement calculés en fonction de ces impacts et des enjeux locaux pour que ces derniers ne bouleversent pas les écosystèmes et qu'ils répondent au désir de déversement.

Perspectives sur la Sénouire

Le récent arasement du barrage infranchissable de la Léproserie (pk 1) a permis d'augmenter le potentiel d'accueil actuel de la Sénouire.

Malgré tout, bien que jugés potentiellement franchissables dans des conditions de débits favorables, les moulins de Lavaudieu (ROE 10 175) et de Blannat (ROE 10 180) perturbent l'accès à une part non négligeable des surfaces de production présentes sur la Sénouire. Dans une logique de poursuite du rétablissement de la continuité, le traitement (arasement, aménagement ou entretien) de ces deux seuils permettrait d'améliorer l'accès et l'exploitation de ces 3 tronçons où se rencontrent la majorité des zones favorables (99,5 % des surfaces de frayères potentielles et 61 % des ERR).

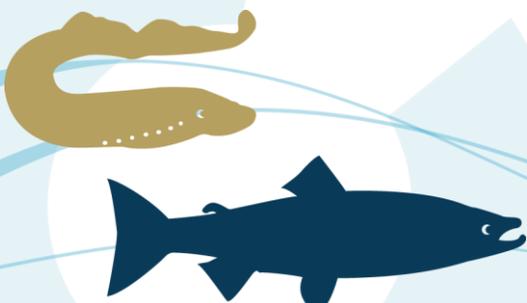


Aussi, le secteur 3 qui présente des signes de perturbations, à l'étiage, susceptibles d'affecter la production des ERR qui y ont été recensés, peut faire l'objet d'investigations complémentaires. Des analyses de la qualité des eaux de la Sénouire pourraient révéler des secteurs potentiellement moins productifs du fait de températures, de paramètres physicochimiques défavorables ou de l'abondance en nourriture.

Perspectives sur la Desges

Le récent arasement du seuil de l'ancienne scierie de Chanteuges a permis d'augmenter le potentiel d'accueil actuel de la Desges.

Au regard de la répartition des surfaces favorables aux saumons (frayères et ERR) et le positionnement des ouvrages le long du linéaire prospecté de la Desges, le traitement des 3 premiers ouvrages problématiques est nécessaire (seuil de la Cambuse ROE n° 28 279, seuil du moulin de Carron ROE N° 28 286 et seuil de la microcentrale de Chazelles ROE N° 28 799). En effet, plus de 80 % des surfaces de d'ERR et 65% des surfaces de frayères se trouvent en amont du 3^{ème} ouvrage. Le traitement de ces ouvrages permettrait d'améliorer l'accès et l'exploitation de l'ensemble du linéaire prospecté (105 543 m² d'ERR, 2 734 m² de frayères).



2.2.3.6 Conclusion

La Desges et la Sénouire présentent des surfaces de frayères potentielles et de développement des juvéniles de saumons non négligeables (10%) par rapport aux autres rivières déjà étudiées du bassin de l'Allier. La présence de ces deux types d'habitat (frayères et ERR) implique que des saumons peuvent exploiter ces rivières à condition que la qualité des eaux soit adéquate et que la nourriture soit suffisamment abondante.

La description des habitats ayant été réalisée dans des conditions d'étiages, l'état des lieux des surfaces favorables pour le saumon atlantique doit être considéré comme minimal. Ces faibles débits ont aussi engendré un jugement délicat de la franchissabilité des ouvrages par les saumons. En effet, la montaison s'effectue au printemps et à l'automne sous des débits plus élevés. Cette étude a mis en évidence 5 (4 fin 2016) et 9 ouvrages potentiellement problématiques pour le saumon atlantique sur les linéaires prospectés de la Desges et de la Sénouire.

La Desges est moins longue et moins large que la Sénouire mais présente une qualité d'habitats supérieure pour le saumon atlantique sur tout son linéaire prospecté. Ses surfaces totales de frayères et d'ERR sont de 2 734 et 105 543 m² et se situent majoritairement sur les deux tronçons amont. Néanmoins, la présence d'obstacles à l'écoulement sur son cours entraîne une perte possible de 86,5% de ces surfaces de production et de 70,8 % de ces surfaces de frayères.

La Sénouire possède aussi beaucoup de surfaces favorables qui sont réparties majoritairement à l'aval. Ces surfaces totales de frayères et d'ERR sont de 1 679 et 165 796 m². Ses trois premiers secteurs représentent 61 % des ERR et 99 % des frayères potentielles. Les tronçons situés en amont du 3ème ouvrage sont globalement moins intéressants du fait du nombre d'ouvrages potentiellement problématiques et de certains secteurs où les étiages semblent marqués. Des études complémentaires sont nécessaires pour étudier la qualité des eaux de ces secteurs et les surfaces de frayères aux moments opportuns.

Dans la dynamique actuelle de restauration des milieux aquatiques, un programme d'actions en faveur du saumon peut être envisagé sur ces rivières afin d'étendre son aire de répartition sur le bassin de l'Allier. La réussite d'un tel programme repose avant tout sur l'amélioration de la continuité écologique et de la transparence migratoire. Dans cette mesure et pour avoir un gain à minima profitable de surfaces, les ouvrages ROE 28 279, 28 286 et 28 799 sur la Desges et les obstacles ROE n° 10 175 et 10 180 doivent faire l'objet d'un relevé d'Indice de Continuité Ecologique afin de préciser leur difficulté de franchissement pour le saumon. Suivant les résultats, le traitement (entretien, aménagement, arasement) des ouvrages s'avérant problématiques permettrait d'améliorer l'accès et l'exploitation des zones favorables identifiées dans cette étude. Une probable implantation durable du saumon sur ces deux affluents de l'Allier serait alors envisageable.



2.3. Action 2 : Qualification des habitats potentiels actuels

L'étude de « survie sous graviers des œufs de saumon » vise à réaliser des tests sur les zones de reproduction afin de comparer la survie des œufs 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).

A 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).

2.3.1. Survie sous-graviers sur la Sioule et la Dore en 2015-2016

Le bassin de l'Allier présente un fort potentiel d'accueil pour la reproduction du saumon atlantique. 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 connaissances sur l'existence de différences de fonctionnalité des secteurs.

En décembre 2015, une étude de la 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 précédemment 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'Unité Mixte de Recherches Ecologie et Santé des Ecosystèmes 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 « alevin éclos » et « tacon » relativement faible (BACH et al., 2016).

2.3.1.1 Localisation de l'étude

Au total, 10 frayères artificielles ont été mises en place (Figure 44 et Figure 45). Ces dernières sont réparties sur l'intégralité des zones de reproduction accessibles que présentent la Sioule et la Dore :



- 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).
- 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).
- 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...).

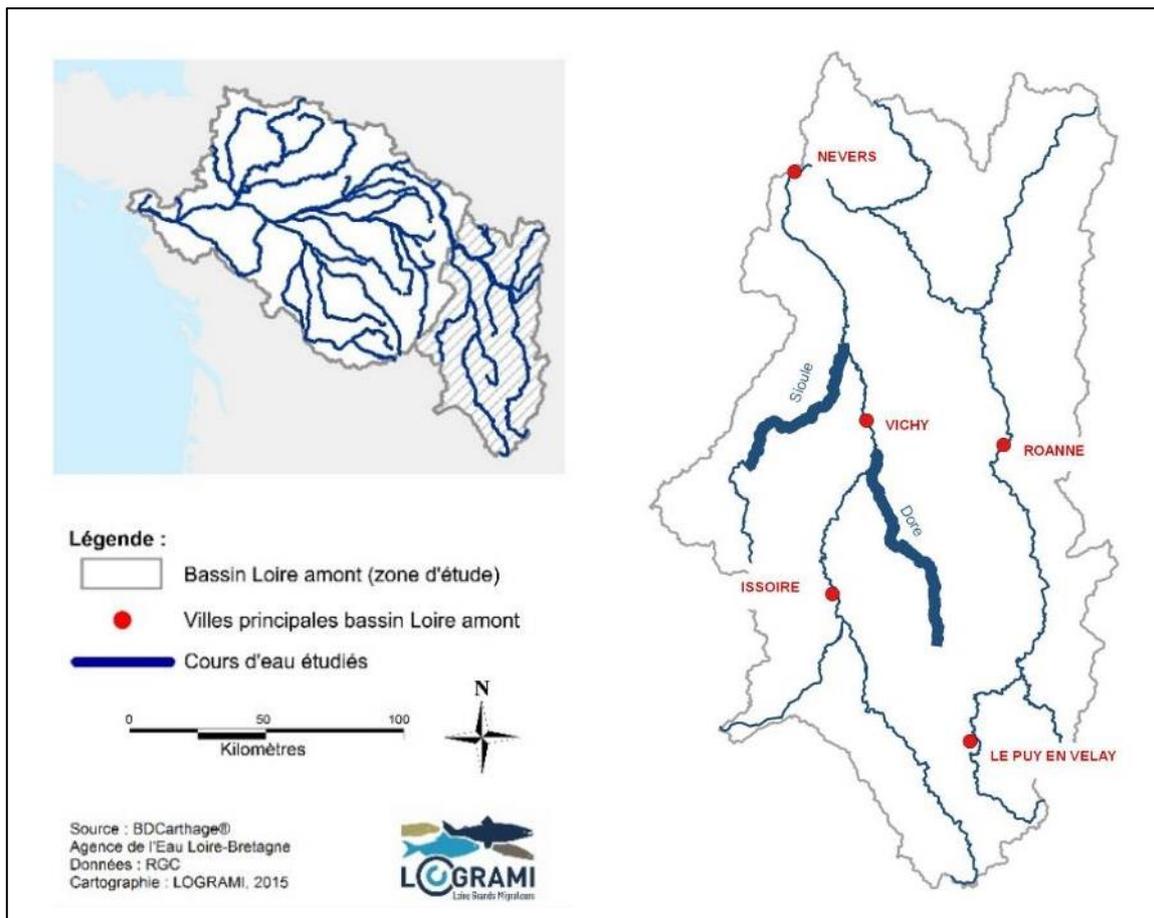


Figure 44 : Localisation des cours d'eau concernés par l'étude sur vie sous graviers 2015-2016

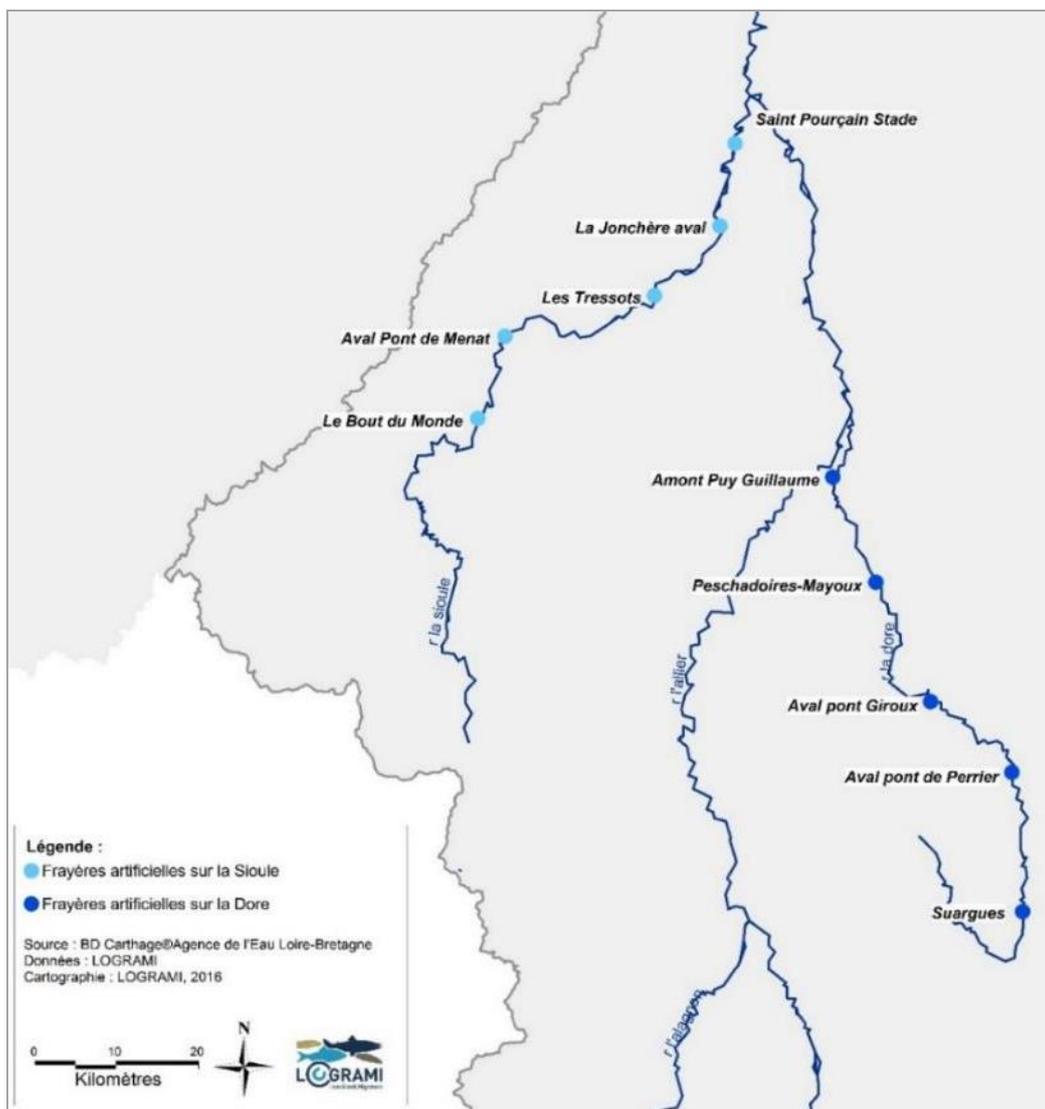


Figure 45 : Localisation des frayères artificielles sur le bassin de la Sioule et de la Dore

2.3.1.2 Réalisation des frayères artificielles

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 46).



Figure 46 : 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 d'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 47) :

- 🕒 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.

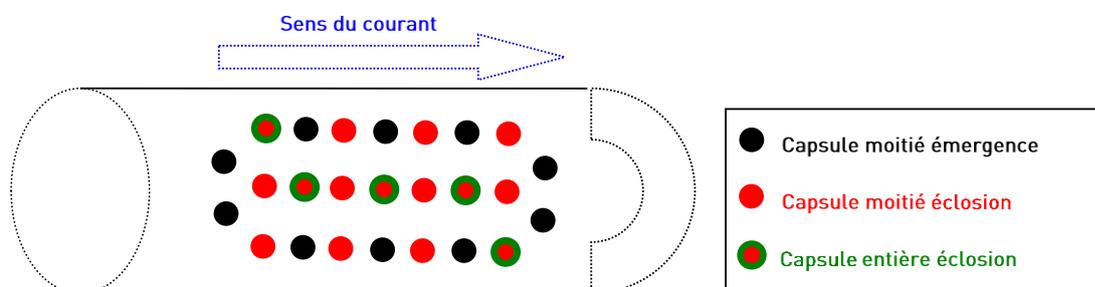


Figure 47 : Schématisation du positionnement des capsules sur la frayère artificielle

Les frayères artificielles ont été préparées les 17, 18, 19 et 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^{er} décembre 2015 en début de matinée à partir de femelles de 3 ans et de mâles sauvages reconditionnés.

Au total, 225 capsules sont positionnées sur le bassin de la Sioule et de 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). Cet acte induit un manque d'information regrettable pour la caractérisation globale de la Sioule.

L'eau de surface

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. Cette donnée doit permettre d'estimer la date précise d'éclosion (440 degrés jours-pour les saumons : DUMAS, 2006) et d'émergence (800 degrés jours-pour les saumons : LOUHI, 2011) afin d'effectuer la lecture des œufs dans les meilleures conditions.



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

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).

L'eau interstitielle : taux d'oxygénation du substrat

Le protocole de mise en place pour évaluer le taux d'oxygénation est celui appliqué en 2009 (BACH et al., 2010).

La qualité de l'eau interstitielle dans le substrat des frayères est contrôlée grâce à l'utilisation de bâtons hypoxies. Cette technique, mise au point par MARMONIER et al. (2004), permet de mesurer la profondeur d'oxygénation à l'aide d'une simple baguette en bois. Les sticks hypoxies sont positionnés au sein de la frayère à raison de 5 bâtons afin de déterminer les conditions de développement des œufs. (Figure 48). De plus, 5 autres bâtons sont positionnés en périphérie de la frayère artificielle dans la zone non décolmatée. Cette disposition permet donc de comparer le taux d'oxygénation au sein même de la frayère avec celui de la zone non décolmatée. Les bâtons hypoxies sont retirés en même temps que les capsules faisant l'objet de la lecture au stade émergence. Ils permettent ainsi d'évaluer l'influence du niveau de colmatage des frayères sur la survie des alevins jusqu'à ce stade de développement.

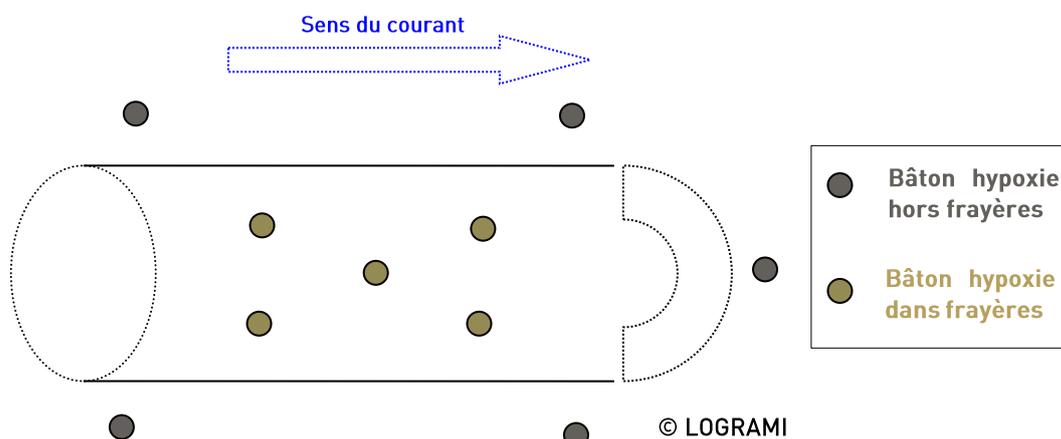


Figure 48 : Schématisation du positionnement des sticks hypoxies sur la frayère

Analyse granulométrique des frayères

Une analyse granulométrique visuelle est également réalisée sur chaque site afin de caractériser le substrat dans lequel vont se développer les œufs. Les classes de taille utilisées pour la description des frayères sont les suivantes (Tableau 15) :

Tableau 15 : Classes de taille granulométrique

Granulométrie	Classes de taille
Roche mère	>50 cm
Blocs	20-50 cm
Pierres	10-20 cm
Gros galets	5-10 cm
Petits galets	2-5 cm
Gravier	2 mm à 2 cm
Sable	<2 mm

Les principales caractéristiques d'une frayère de saumon sont : un substrat mobilisable constitué principalement de galets et de pierres accompagnés de graviers et parfois de blocs associés à une profondeur (entre 0,1 et 0,5 m) et une vitesse d'écoulement (entre 0,4 et 0,7 m/s) qui permettent le développement optimal des œufs (COUROT, 1987 dans SOUCHON & VALENTIN, 1991 ; KEITH et ALLARDI, 2001). De cette façon, les zones d'étude ont été choisies avec une granulométrie propice à l'édification de la frayère.

2.3.1.3 Résultats de l'étude de « survie sous graviers 2015-2016 »

Conditions générales d'incubation des œufs et des alevins

La Température

L'évolution des degrés-jours pendant la période de suivi montre des similitudes thermiques (Figure 49). 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 (6,2°C) sur la période commune du 01/12/2015 (date d'incubation) au 08/04/2016 (date de relève des premières capsules à l'émergence) (Tableau 16).

Tableau 16 : Comparaison des températures moyennes journalières sur les différents sites étudiés de la Sioule et de la Dore sur la période du 01/12/2015 au 08/04/2016

Cours d'eau	Station	Température moyenne journalière sur la période commune du 01/12/2015 au 08/04/2016
Sioule	St Pourçain Stade	6,3
	La Jonchère Aval	6,3
	Les Tressots	6,1
	Aval Pt de Menat	6,0
	Le Bout du Monde Amont	Pas de données
Dore	Amont Puy Guillaume	6,2
	Peschadoire-Mayoux	5,8
	Aval Pt Giroux	5,5
	Aval Pt Perrier	4,9
	Suargues	4,5

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 4,5 °C et 4,9 °C.



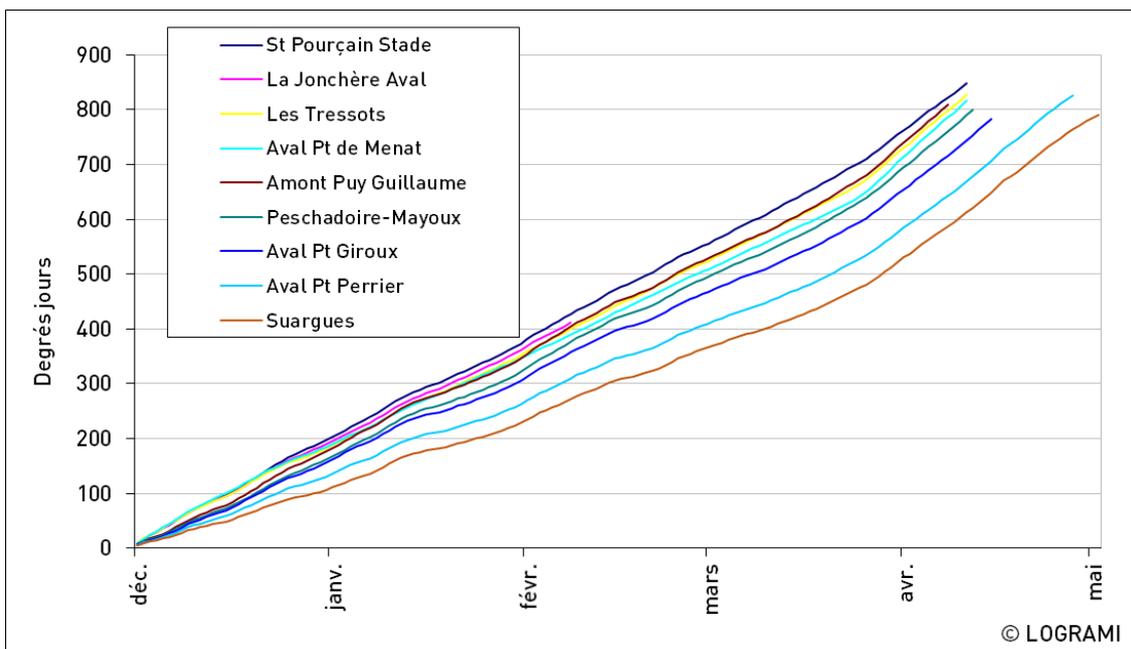


Figure 49 : Evolution du nombre de degrés jour en fonction de la date pour les différents sites de survie sous graviers de la Sioule et la Dore

Sur l'ensemble de la période d'incubation des œufs jusqu'au stade émergence, la Dore est plus fraîche que la Sioule (comparaison des moyennes inter-sites, Mann-Whitney test : p-value < 0,0001 ; alpha 0,05).

Le positionnement des frayères a eu un rôle important dans la comparaison des conditions thermiques des deux bassins. En effet, la frayère la plus en amont sur la Dore est située à 36 km de la source tandis que celle de la Sioule est à plus de 85 km de la source. L'eau étant plus fraîche sur les têtes de bassin ainsi que dans les zones de gorge.

Phase : Œuf fécondé - Ecllosion

Les capsules d'œufs ont été retirées du cours d'eau avant l'éclosion, après 414 degrés jours d'incubation en moyenne (± 19 °C) (Tableau 17). Globalement, pour récupérer l'ensemble des capsules mises en place sur les 5 frayères de la Dore espacées de 95 km entre la plus amont et la plus aval, 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 56,4 km (vandalisme de la frayère la plus amont), les capsules ont toutes été relevées la même journée.

Les températures moyennes journalières de l'eau rencontrées durant l'incubation sur chaque frayère sont comprises entre 5,6 et 6,1 °C pour la Sioule et 4 et 5,8 °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 journalières maximales n'ont pas dépassé 6,9 °C.

Les températures rencontrées jusqu'au stade éclosion sont compatibles avec les exigences de développement des œufs de saumons. En effet, elles oscillent entre 1,8 °C pour les plus faibles et 9,5 °C pour les plus élevées. Les températures létales pour l'œuf de saumon sont rencontrées à partir de 14°C (OJANGUREN, 2003).

Tableau 17 : Enregistrement des températures à l'aide d'une sonde thermique sur les différents sites étudiés de la Sioule et de la Dore jusqu'au stade « Ecllosion » (Source LOGRAMI)



Cours d'eau	Station	Date incubation capsules	Date retrait capsules : Lecture éclosion	Nbr jours	Moyenne (°C)	Min (°C)	Max (°C)	Cumul (°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			Pas de données			
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

Phase : Eclosion-Emergence

Les capsules d'œufs ont été retirées du cours d'eau avant l'émergence, après en moyenne 813 degrés jours d'incubation (± 16 °C) (Tableau 18). Globalement, pour récupérer l'ensemble des capsules mises en place sur les 5 frayères de la Dore, un écart de 24 jours a été nécessaire pour être proche de la date d'émergence. Pour la Sioule, l'espace-temps a été réduit à 3 journées.

Les températures moyennes journalières de l'eau rencontrées durant la phase « Eclosion-Emergence » sur chaque frayère sont comprises entre 6,7 et 7 °C pour la Sioule et 6,8 et 8 °C pour la Dore.

Oscillant entre 3 °C pour les plus faibles et 11,9 °C pour les plus élevées, les températures moyennes (journalières) rencontrées pendant la phase « Eclosion-Emergence » sont compatibles avec les exigences de développement des alevins de saumons puisque le seuil létal haut (22°C ; OJANGUREN, 2003) et bas (0 °C ; CRISP, 1993) n'ont jamais été atteint.

Tableau 18 : Enregistrement des températures à l'aide d'une sonde thermique sur les différents sites jusqu'au stade « Emergence » (Source LOGRAMI)

Cours d'eau	Station	Cumul °C/j depuis incubation œufs	Date supposée éclosion œuf (440 °C/j)	Date retrait capsules : Lecture émergence	Nbr jours	Moyenne (°C)	Min (°C)	Max (°C)
Sioule	St Pourçain Stade	848	10/02/2016	11/04/2016	61	6,7	4,6	9,6
	La Jonchère Aval	821	13/02/2016	08/04/2016	55	6,9	4,6	11,3
	Les Tressots	827	15/02/2016	11/04/2016	56	6,9	4,7	10,9
	Aval Pt de Menat	816	17/02/2016	11/04/2016	54	7,0	4,7	11,9
	Le Bout du Monde Amont				Pas de données			
Dore	Amont Puy Guillaume	808	14/02/2016	08/04/2016	54	6,8	3,5	11,1
	Peschadoire-Mayoux	799	21/02/2016	12/04/2016	51	7,0	3,9	10,5
	Aval Pt Giroux	784	25/02/2016	15/04/2016	50	6,8	3,5	10,2
	Aval Pt Perrier	826	08/03/2016	28/04/2016	51	7,6	3,0	11,1
	Suargues	791	19/03/2016	02/05/2016	44	8,0	5,1	10,8

Les Débits

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

Descriptif de l'hydrologie sur le bassin de la Sioule pendant la campagne d'étude

Les débits moyens enregistrés sur la Sioule durant l'étude varient entre 24,2 m³/s pour la station d'Ebreuil et 34 m³/s pour la station de St Pourçain sur Sioule, avec des débits maximums pouvant atteindre 108 m³/s à St Pourçain sur Sioule et 55,7 m³/s à Ebreuil.

Durant la période d'incubation des œufs jusqu'à l'éclosion (période décembre-janvier), les débits moyens de la Sioule sont inférieurs aux valeurs de références (deux fois moins à la station de St Pourçain et d'Ebreuil). Cependant, cette constatation s'inverse pendant la phase « éclosion-



émergence » (période février-avril) puisque les débits moyens sont supérieurs aux valeurs de références (1,2 fois plus à la station de St Pourçain sur Sioule et d'Ebreuil).

Les débits journaliers dépassent les débits mensuels de référence durant trois périodes distinctes sur chacune des stations. L'amplitude des débits à la station de St Pourçain est plus importante sur toute la période de suivi car elle tient compte de l'apport induit par 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 m³/s (Ebreuil le 20/01/2016) et 53,4 m³/s (St Pourçain sur Sioule le 23/01/2016).
- le second et plus important intervient entre le 9 et le 12 mars avec des débits pouvant atteindre 108 m³/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 m³/s le 17/02/2016. Durant tout cette période, le débit moyen est de 61,1 m³/s à St Pourçain sur Sioule et de 43,4 m³/s à Ebreuil.
- le troisième est moins important que le précédent. Il survient uniquement sur le bas du bassin. La Bouble est responsable de cette augmentation de débit. Ce coup d'eau a lieu entre le 5 et le 9 avril avec un débit moyen journalier atteignant 63,5 m³/s à St Pourçain sur Sioule.

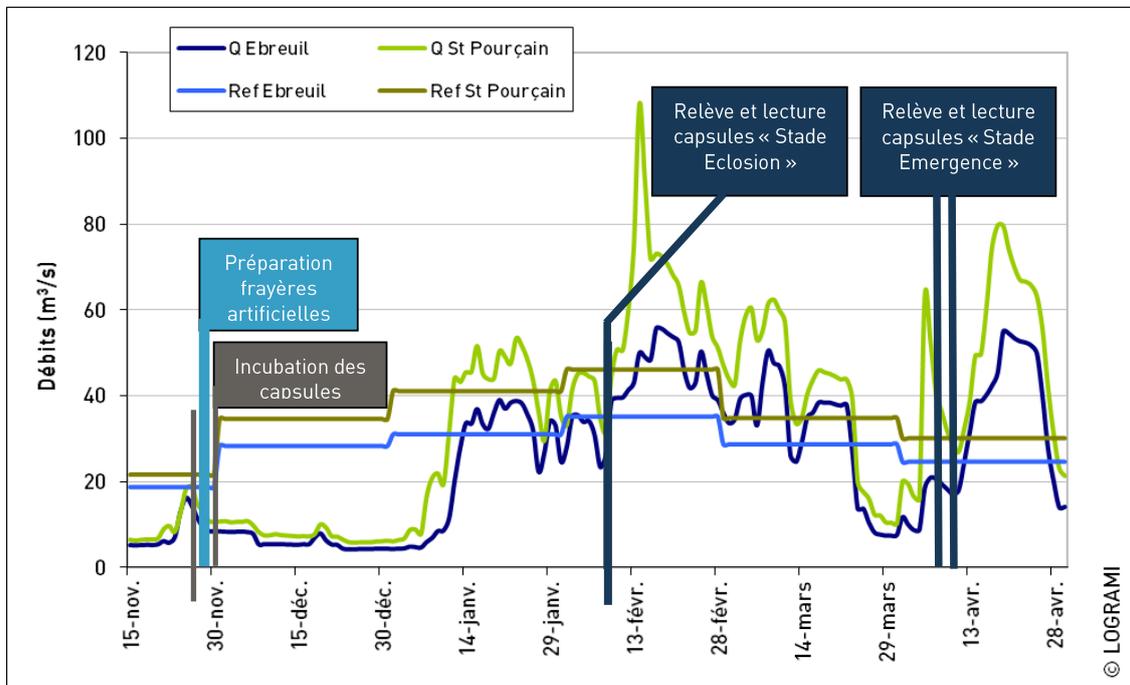


Figure 50 : Débits de la Sioule aux stations d'Ebreuil et de St Pourçain sur Sioule durant l'opération de survie sous graviers 2015-2016 jusqu'au stade émergence

Descriptif de l'hydrologie sur le bassin de la Dore pendant la campagne d'étude

Pour le bassin de la Dore, le débit moyen enregistré à Dorat durant l'étude est de 22,1 m³/s avec des valeurs qui varient de 4,5 m³/s le 27 décembre à 103 m³/s le 17 avril. 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.



Durant la période d'incubation des œufs jusqu'à éclosion (période décembre- février), les débits moyens de la Dore sont inférieurs aux valeurs de références (0,6 fois moins à la station de Dorat et 0,5 fois moins à la station d'Ambert). Cependant, cette constatation s'inverse pendant la phase « éclosion-émergence » (période mars-avril) durant laquelle les débits moyens sont supérieurs aux valeurs de références (1,1 fois plus à la station de Dorat et 1 fois plus à la station d'Ambert).

Cinq pics de crue d'intensité variable ont eu lieu sur l'ensemble de la période d'incubation (Figure 51) :

- le premier survient entre le 25 novembre et le 1^{er} décembre avec des valeurs maximales de 34 m³/s à Dorat et 6,5 m³/s à Ambert.
- le second intervient entre le 8 et le 18 janvier avec des pics journaliers de 37,2 m³/s à Dorat et 11,4 m³/s à Ambert.
- le troisième intervient entre le 7 et le 23 février avec des pics journaliers de 33,3 m³/s à Dorat et 9,8 m³/s à Ambert.
- le quatrième intervient entre les 4 et 7 mars avec des pics journaliers de 54,2 m³/s à Dorat et 17,6 m³/s à Ambert le 5 mars.
- le cinquième et plus important intervient entre le 13 et le 27 avril avec des débits pouvant atteindre 103 m³/s (Dorat le 17 avril). L'évènement est nettement moins marqué à la station d'Ambert où les débits n'atteignent que 14,3 m³/s le 18 avril.

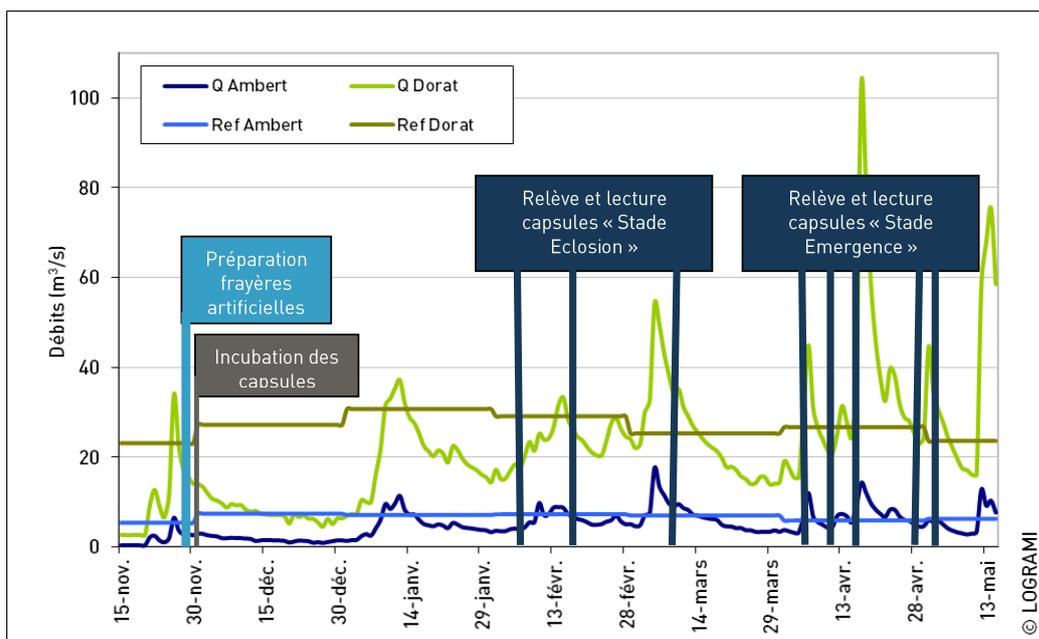


Figure 51 : Débits de la Dore aux stations d'Ambert et de Dorat durant l'opération de survie sous graviers 2015-2016 jusqu'au stade émergence

Impact du débit lors de l'incubation et de l'émergence des alevins de saumon



Lors de la phase d'incubation des œufs et d'émergence des alevins, des débits trop élevés vont mettre en suspension le substrat de fraie et découvrir les œufs et les alevins, entraînant leur mort (BARAN, 2012). Durant notre étude, l'impact du débit lors de l'incubation des œufs jusqu'à l'émergence des alevins sur l'ensemble de la campagne semble négligeable (Tableau 19) puisqu'en moyenne, le pourcentage du nombre de jours où le débit a été supérieur à 5 fois le module est nul sur la Sioule et de 0,5 % sur la Dore. Aucun stress hydrologique n'est donc rencontré par les œufs et les alevins. Les débits rencontrés sur la Sioule et La Dore ne pourront pas expliquer d'éventuels faibles taux de survie des œufs et des alevins.

Tableau 19 : Evaluation et comparaison du pourcentage de jours où les débits sur la Sioule et la Dore sont 5 fois supérieurs au module des rivières

	Sioule		Dore	
	St Pourçain sur Sioule	Ebreuil	Dorat	Ambert
Module (m3/s)	25,2	20,0	20,0	4,8
Pourcentage de jours supérieur à 5 fois le module	0%	0%	1%	0%

L'oxygénation naturelle du substrat

Les conditions d'oxygénation du substrat ont été suivies sur l'ensemble des sites. Une partie des bâtons hypoxies ont été implantés en dehors des zones de frayère. Cette information permet d'obtenir les conditions naturelles d'oxygénation des radiers.

Les résultats des bâtons implantés à l'intérieur des frayères artificielles déterminent les conditions de vie des œufs durant la période du suivi. Ces derniers seront présentés plus tard dans le rapport.

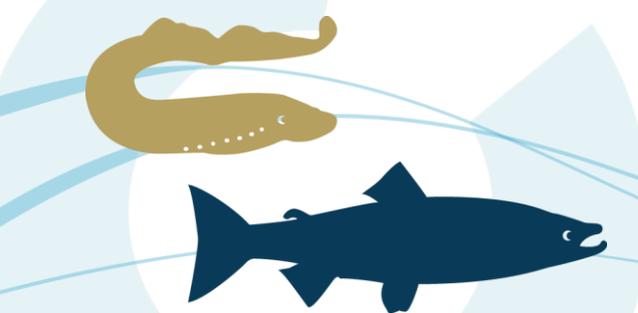
Il semble nécessaire de comparer les résultats des bâtons hors frayère pour avoir une idée des profondeurs d'oxygénation des sites d'étude sans que le substrat ait été remanié (décolmaté) (Tableau 20). Cette démarche permet de caractériser le secteur avant creusement par la femelle (les zones choisies par les saumons sont-elles naturellement bien oxygénées?). La profondeur moyenne d'oxygénation est relevée sur les bâtons dans les 20 premiers centimètres qui correspondent à la profondeur de la zone d'incubation des œufs.

Tableau 20 : Résultats des profondeurs moyennes d'oxygénation du substrat hors frayère (Source : LOGRAMI)

Cours d'eau	Sites	Nb bâtons	Profondeur moyenne oxygénée sur les 20 premiers cm
Sioule	St Pourçain Stade	2	*
	La Jonchère Aval	1	*
	Les Tressots	4	18
	Aval Pt de Menat	5	14
Dore	Amont Puy Guillaume	1	*
	Peschadoire-Mayoux	5	19
	Aval Pt Giroux	4	10
	Aval Pt Perrier	3	20
	Suargues	5	18

*Les frayères où moins de 3 bâtons hypoxies ont été retrouvés sont retirées de l'analyse

La profondeur d'oxygénation des bâtons ne varie pas d'un site à l'autre (test de Kruskal Wallis : p-value 0,1274 ; alpha 0,05). Nous notons tout de même une profondeur d'oxygénation des bâtons moindre sur les frayères « Aval Pont de Menat » et « Aval Pt Giroux ».



Caractérisation granulométrique des frayères

Les frayères sont réalisées sur des zones présentant des caractéristiques d'habitats favorables au frai du saumon atlantique.

Sur le bassin de la Sioule, une homogénéité du substrat est observée sur chaque frayère (Tableau 21). La granulométrie dominante est constituée de « Gros galets » et la granulométrie accessoire de « Pierres » et « Petits galets »

Sur bassin de la Dore, la classe granulométrique dominante la plus représentée est celle des « Gros galets » hormis pour la frayère « Amont Puy Guillaume » (Petits galets). La composition de la classe accessoire est différente sur les deux frayères les plus aval (Peschadoire-Mayoux et Amont Puy Guillaume) avec l'apparition de graviers et de sable. La granulométrie du substrat est donc plus fine sur l'aval du bassin.

Tableau 21 : Classes de taille du substrat présent sur chaque frayère étudiée de la Sioule et de la Dore (Source : LOGRAMI)

Cours d'eau	Sites	Granulométrie domante	Granulométrie accessoire	
			1	2
Sioule	St Pourçain Stade	Gros galets	Pierres	Petits galets
	La Jonchère Aval	Gros galets	Pierres	Petits galets
	Les Tressots	Gros galets	Pierres	
	Aval Pt de Menat	Gros galets	Pierres	
Dore	Amont Puy Guillaume	Petits galets	Gros galets	Sables
	Peschadoire-Mayoux	Gros galets	Petits galets	Graviers
	Aval Pt Giroux	Gros galets	Pierres	Petits galets
	Aval Pt Perrier	Gros galets	Pierres	Petits galets
	Suargues	Gros galets	Pierres	Petits galets

Taux de survie au stade « Éclosion »

Après extraction, les capsules ont été immédiatement transportées pour effectuer la lecture des œufs (Figure 52). L'utilisation d'une table lumineuse permet de mieux apprécier le stade d'évaluation des œufs.



Figure 52 : Relève et lecture des œufs au stade éclosion

En tenant compte d'un taux de fécondation à 90 % (pourcentage moyen établi en pisciculture de salmonidae), le taux de survie des œufs jusqu'au stade « éclosion » de chacune des capsules implantées dans le substrat peut être déterminé (Figure 53 et Figure 54).



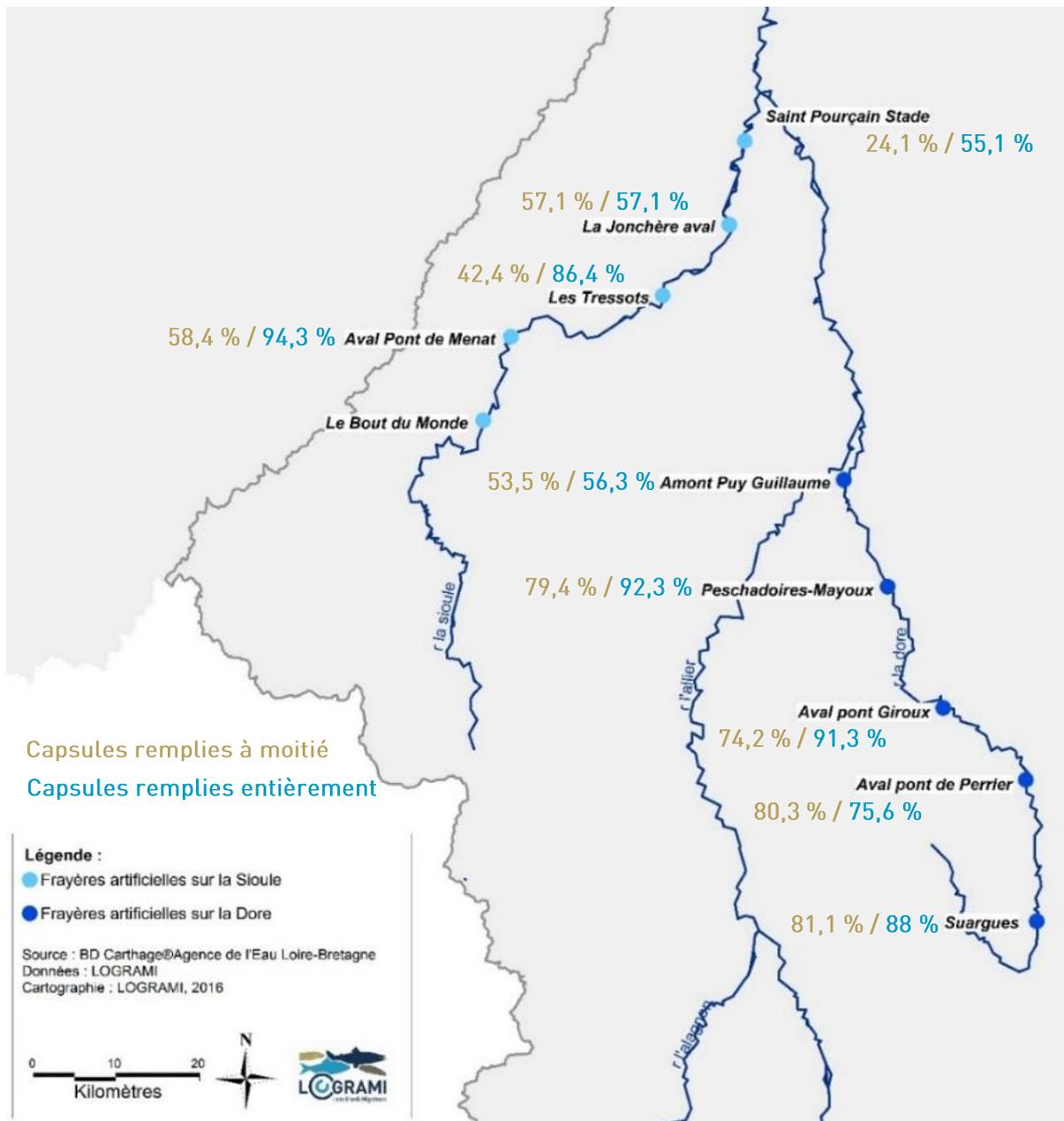
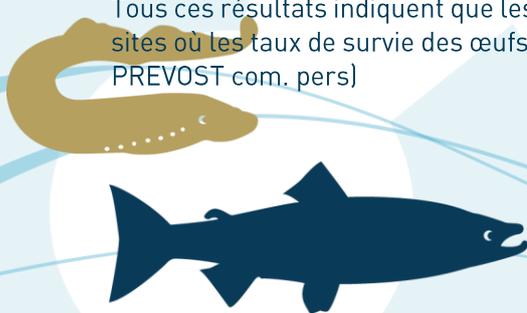


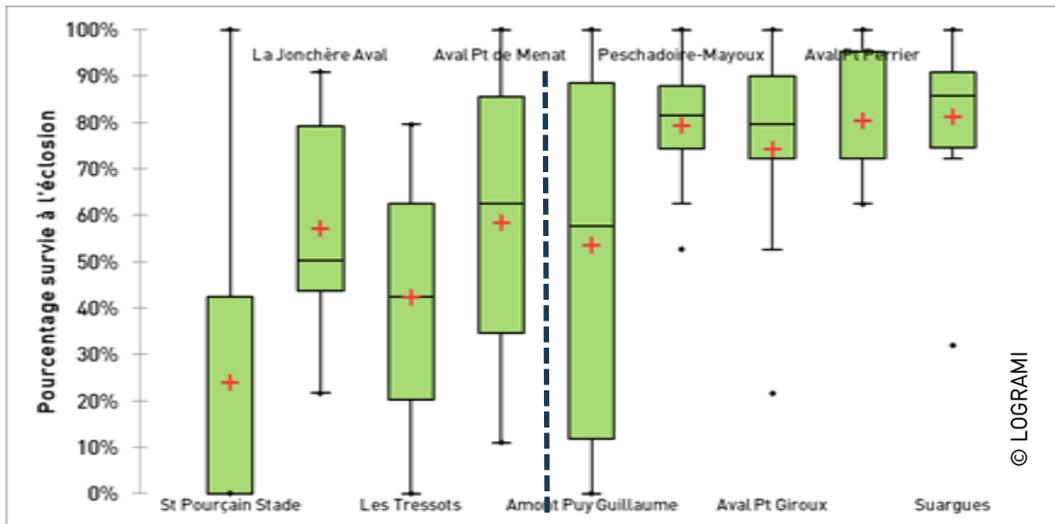
Figure 53 : Résultats des taux de survie des œufs de saumons au stade éclosion sur chaque frayère de la Sioule et de la Dore en 2016 en fonction du mode remplissage des capsules (Source : LOGRAMI)

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 % ± 16 (Moy Sioule 45,7 % ± 12 ; Moy Dore 74,2 % ± 8). Seules deux frayères ont un taux de survie moyen inférieur à 50 % : St Pourçain Stade et les Tressots sur le bassin de la Sioule.

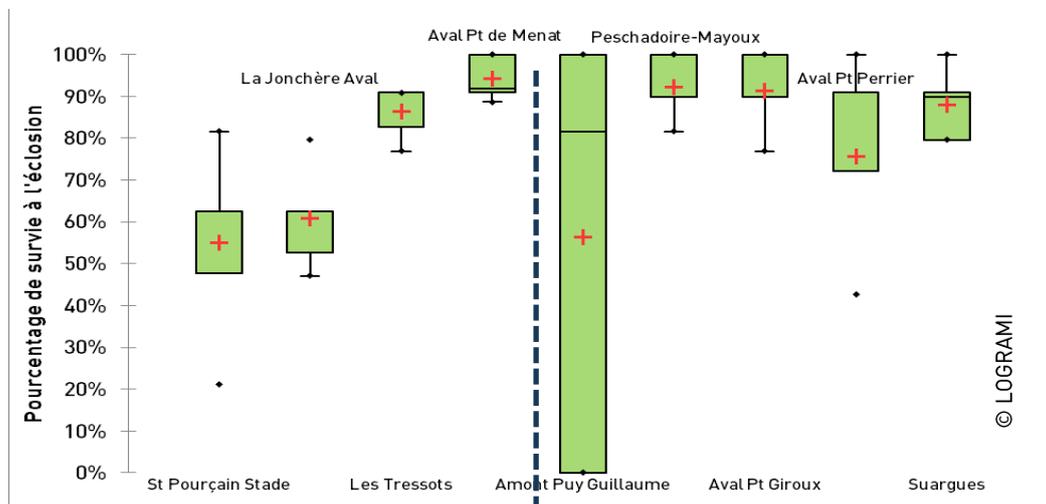
Pour les capsules remplies entièrement de billes de verre, les résultats des taux de survie des œufs varient de 55,1 % à 94,5 % pour une moyenne (tous sites confondus) de 78 % ± 14 % (Moy Sioule 74,3 % ± 16 % / Moy Dore 80,9 % ± 12 %). Seulement, trois frayères ont un taux de survie inférieur à 75 % : 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, PREVOST com. pers)





Capsules remplies à moitié (*10)



Capsules remplies entièrement (*5)

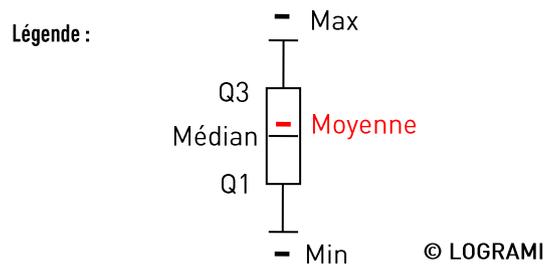


Figure 54 : Box plot des taux de survie des œufs de saumons au stade éclosion sur chaque frayère étudiée de la Sioule (à gauche) et de la Dore (à droite) en fonction du mode de remplissage des capsules

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



- les modes de remplissage des capsules,
- les frayères,
- les cours d'eau,
- les 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 des « Tressots » et « Aval Pt de Menat » (Mann Whitney test) (Tableau 22).

Tableau 22 : 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 étudiées de la Sioule et de la Dore (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 microbologique et/ou fongique, il se désagrège et contamine les œufs viables à proximité (Figure 55).

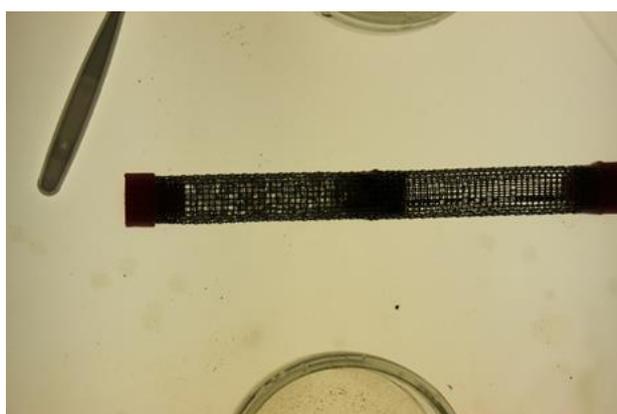


Figure 55 : Mortalité accrue des œufs dans la partie supérieure d'une capsule remplie à moitié de billes de verre

Afin d'obtenir des taux de survie globaux au stade éclosion par frayère, nous avons donc décidé de sommer la survie de l'ensemble des capsules pour les sites où il n'y a pas de différence de survie entre les modes de remplissage. Pour les sites « Les Tressots » et « Aval Pt de Menat », les taux de survie retenus sont ceux issus des résultats des capsules à moitié remplies. Les taux de survie par frayère utilisés pour la comparaison inter et intra bassin sont donc les suivants (Tableau 23) :

Tableau 23 : Résultats globaux du taux de survie des œufs de saumons au stade éclosion sur chaque frayère étudiée de la Sioule et de la Dore (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 (Kruskal Wallis test : p-value 0,127 ; alpha 0,05).

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

La survie des œufs varie d'un site à l'autre (Kruskal Wallis test : p-value < 0,0001 ; alpha 0,05)

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 sites. La survie des œufs sur la frayère Amont Puy Guillaume (la plus aval de l'axe) est significativement inférieure aux autres frayères.

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

En 2016, la Dore avec 76,1 % (médiane 81,3 %) présente un meilleur taux de survie moyenne des œufs de saumons au stade éclosion que la Sioule avec 48,6 % (médiane 50,4 %) et (Mann Whitney test : p-value < 0,0001 ; alpha 0,05) (Figure 56).

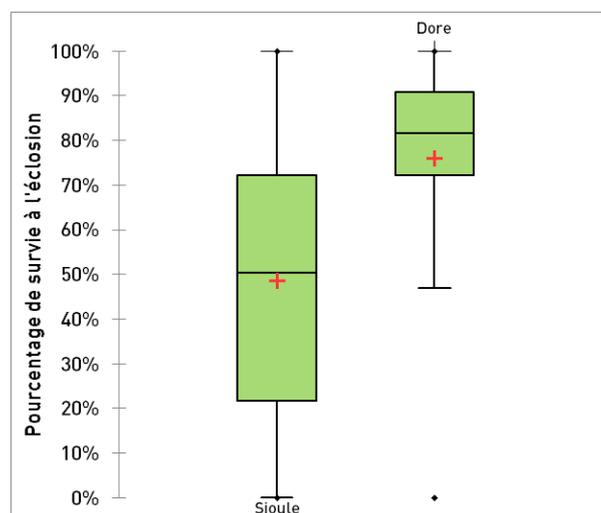


Figure 56 : Box plot des taux de survie des œufs de saumons au stade éclosion sur la Sioule et la Dore



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

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

Seules des comparaisons de survie des œufs au stade éclosion ont été réalisées pour les frayères de « St Pourçain sur Sioule » et « des Tressots » entre les deux années (avec le même mode de remplissage) (Tableau 24) puisque les autres sites étudiés en 2012 n'ont pas été retenus en 2016 (modification des écoulements du radier, meilleure granulométrie).

Tableau 24 : 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%	55,0%
Les Tressots	69,4%	86,4%

La survie des œufs ne varie pas significativement d'une année sur l'autre sur le site St Pourçain Stade (Mann Whitney test : p-value : 0,076 ; alpha 0,05).

La survie des œufs ne varie pas significativement d'une année sur l'autre sur le site des Tressots (Mann Whitney test : p-value : 0,151 ; alpha 0,05).

Taux de survie au stade « Emergence »

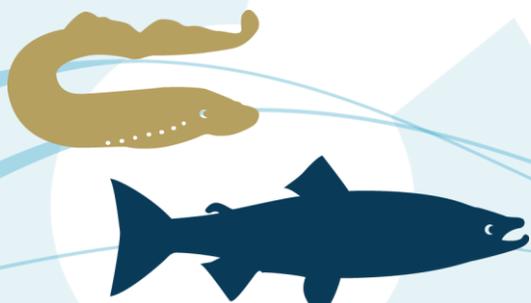
Après extraction, les contenus des capsules ont été directement lus sur place de façon à limiter la mortalité des alevins pendant le transport (Figure 57).



Figure 57 : Relève et lecture de la survie des œufs au stade émergence

En tenant compte d'un taux de fécondation à 90 %, le taux de survie des œufs jusqu'au stade « émergence » de chacune des capsules implantées dans le substrat peut être déterminé (Figure 58 et Figure 59).

Les taux de survie des œufs au stade émergence varient de 5,4 % à 45,1 % pour une moyenne (tous sites confondus) de 20,3 % ± 12 (Moy Sioule 16,1 % ± 13 / Moy Dore 23,1 % ± 9). La bassin de la Dore se situe dans la fourchette haute des valeurs avancées pour le saumon atlantique dans différentes rivières européennes et américaines (2 % à 35 %) selon BLEY et MORING (1988), MACKENZIE et MORING (1988), PAUWELS et HAINES (1994), RUBIN (1995), O'CONNOR et ANDREW (1998).



Sur le bassin de la Sioule, la frayère Aval Pt de Menat enregistre un taux de survie au stade émergence supérieur à 40 %. Les trois frayères les plus aval (St Pourçain Stade, La Jonchère Aval et les Tressots) présentent des taux de survie inférieurs à 10 %.

Sur le bassin de la Dore, les quatre frayères les plus amont (Peschadoire-Mayoux, Aval Pt Giroux, Aval Pt Perrier et Suargues) ont un taux de survie au stade émergence supérieur à 20 %. La frayère de Peschadoire –Mayoux enregistre elle le meilleur taux de survie de cet axe avec un taux de 45,1%. A contrario, la frayère la plus aval (Amont Puy Guillaume) présente le taux de survie le plus faible avec 6,4 %.

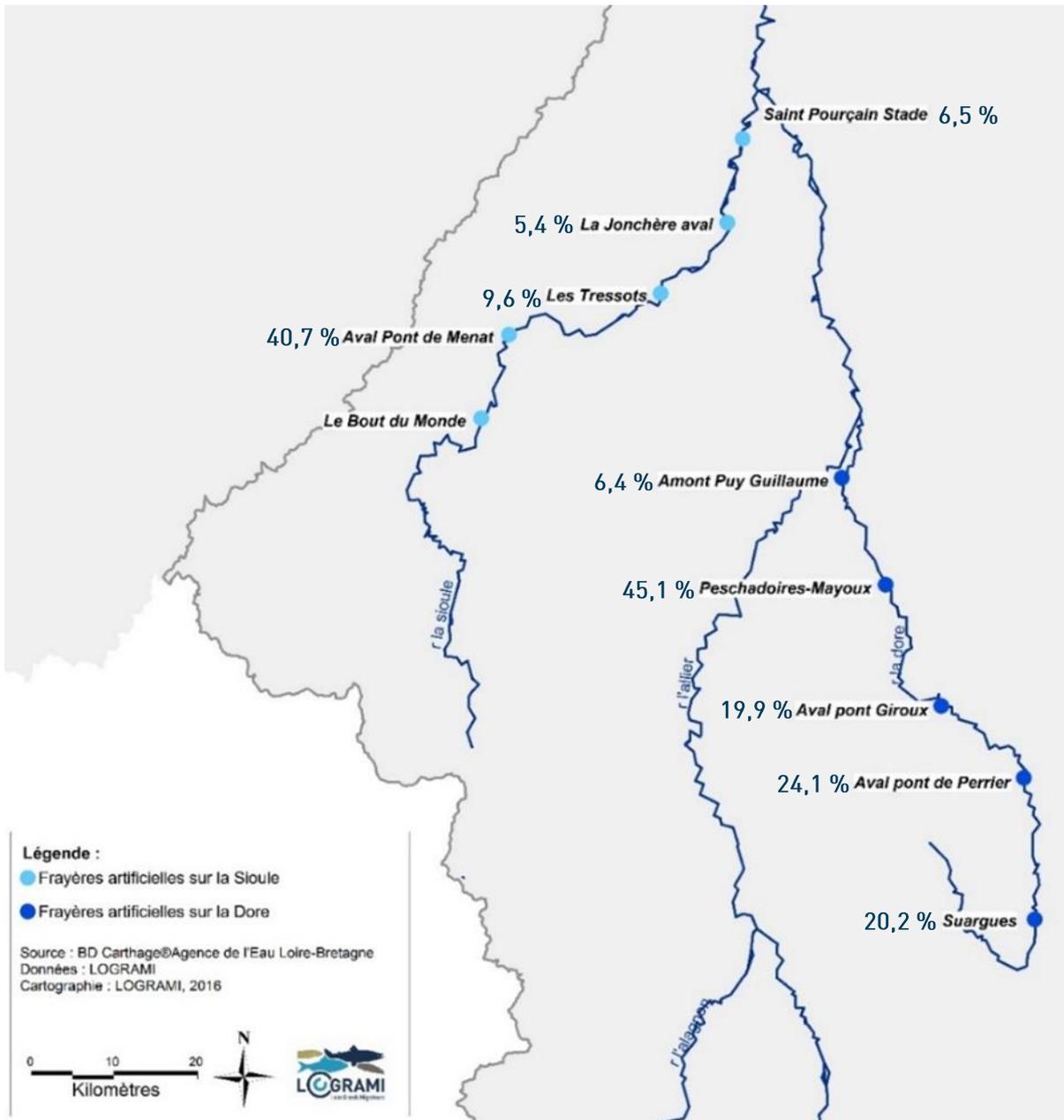


Figure 58 : Résultats du taux de survie des œufs de saumons au stade émergence sur chaque frayère de la Sioule et de la Dore en fonction du mode remplissage des capsules (Source : LOGRAMI)



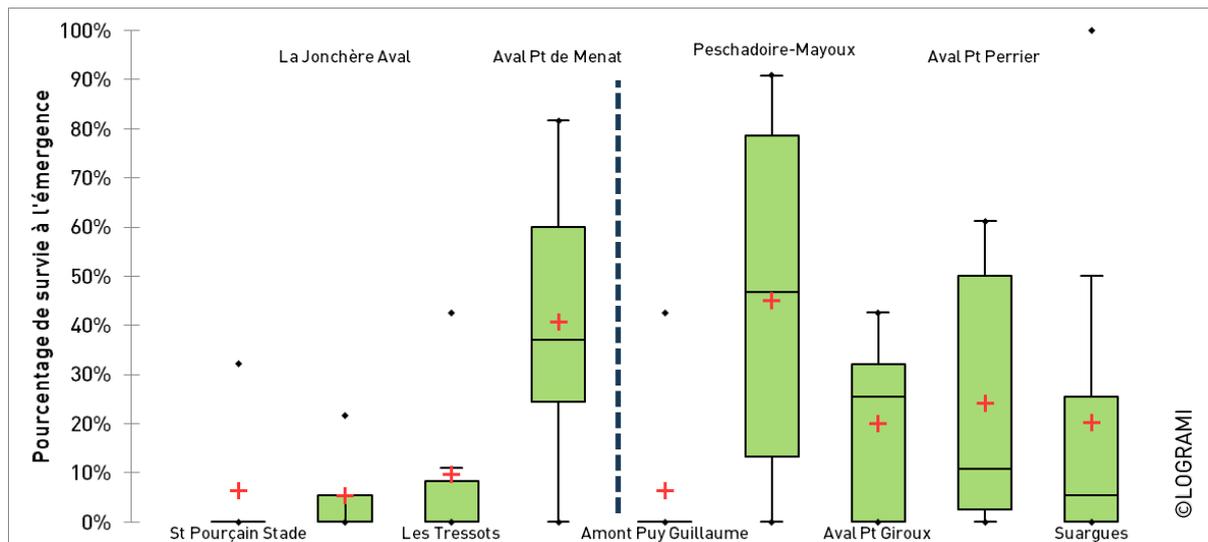


Figure 59 : Box plot des taux de survie des œufs de saumons au stade émergence sur chaque frayère de la Sioule et de la Dore en fonction du mode de remplissage des capsules

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

- 🔄 des frayères entre elles,
- 🔄 des cours d'eau,
- 🔄 entre les différents stades de développement (éclosion et émergence),
- 🔄 avec l'oxygène dissous.

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

La survie des œufs au stade émergence varie d'un site à l'autre sur la Sioule (test de Kruskal Wallis : p-value 0,003 ; alpha 0,05).

La survie des œufs sur la frayère Aval Pt de Menat est significativement supérieure aux autres frayères (test de comparaison multiple ou « post hoc »).

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

La survie des œufs varie d'un site à l'autre sur la Dore (Kruskal Wallis test : p-value 0,04 ; alpha 0,05).

Il y a une différence significative de la survie des œufs au stade émergence entre le site Peschadoire-Mayoux et le site Amont Puy Guillaume. La survie des œufs sur la frayère Peschadoire-Mayoux est bien supérieure au site Amont Puy Guillaume (test de comparaison multiple ou « post hoc »).

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

En 2016, la survie moyenne des œufs au stade émergence est respectivement de 16,1 % sur la Sioule (médiane 0 %) et 23,1 % sur la Dore (médiane 10,8%) (Figure 60).

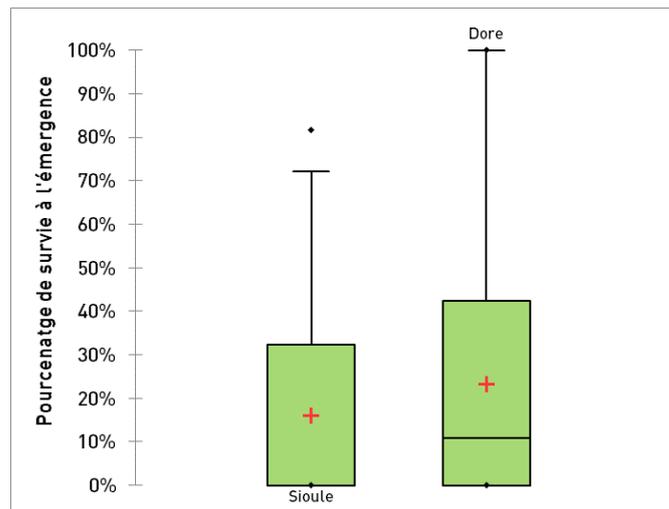


Figure 60 : Box plot des taux de survie des œufs de saumons au stade émergence sur la Sioule et la Dore

Il n'y a donc pas de différence significative de survie des œufs entre la Sioule et la Dore (test de Mann Whitney : p-value 0,27 ; alpha 0,05).

Evaluation des taux de survie des œufs entre les différents stades de développement (éclosion et émergence)

La moyenne de la survie interstades sur l'ensemble du bassin de la Sioule est de 30,5% (Tableau 25). Elle varie beaucoup d'un site à l'autre (écart-type = 20 %). La survie est bien plus élevée sur la frayère la plus amont (70,9 % Aval Pt de Menat) que sur les trois sites aval (moyenne de 17 %).

Le faible taux de survie observé sur la frayère de « la Jonchère Aval » (7,3 %) est vraisemblablement lié à un dépôt important de sédiments (40 cm) sur l'ensemble de la frayère après l'éclosion des œufs. En effet, les débits soutenus durant la phase «éclosion-émergence » et la présence d'une souche en amont de la frayère (phénomène de dépression) ont recouvert la frayère de 40 cm de gros galets. Les alevins ont ainsi évolués sous plus de 70 cm de substrat dans des conditions d'anoxie beaucoup plus marquée que sur les autres sites d'étude (voir Tableau 26).

Pour le bassin de la Dore, la moyenne de la survie interstades est quasiment similaire au bassin de la Sioule avec 31 % (Tableau 25). Elle est beaucoup plus homogène sur l'ensemble de la rivière (écart-type = 10 %). La meilleure survie est enregistrée sur la frayère « Peshadoire-Mayoux » avec 57,1 %.

Tableau 25 : Résultats du taux de survie interstades (éclosion et émergence) sur les frayères de la Sioule et de la Dore (Source : LOGRAMI)

Cours d'eau	Station	Survie Eclosion	Survie Emergence	Survie Inter-stade	Moy Inter-stade	Max Inter-stade	Min Inter-stade
Sioule	St Pourçain Stade	24,3%	6,6%	30,0%	30,5%	70,9%	7,3%
	La Jonchère Aval	57,6%	5,5%	7,3%			
	Les Tressots	42,3%	9,8%	13,8%			
	Aval Pt de Menat	58,6%	41,3%	70,9%			
Dore	Amont Puy Guillaume	55,7%	6,5%	11,7%	31,0%	57,1%	11,7%
	Peshadoires-Mayoux	79,5%	46,1%	57,1%			
	Aval Pt de Giroux	73,8%	20,0%	31,1%			
	Aval Pt de Perrier	80,5%	24,8%	29,8%			
	Suargues	81,4%	21,8%	25,3%			



Concentration en oxygène dissous des frayères

Enfoncés dans le substrat au plus près des capsules d'incubation, les bâtons hypoxiques permettent de caractériser la profondeur d'oxygénation du substrat pour chaque frayère durant la période clé du développement des œufs. Au total 5 bâtons ont été répartis dans la frayère.

Les résultats de l'anoxie dans le milieu interstitiel sont issus de la mesure de la coloration (noirci) des bâtons sous l'action des bactéries anaérobies (sans oxygène). Cette partie colorée appelée zone d'anoxie, a été mesurée sur les 4 faces du bâton. Ainsi la profondeur oxygénée de chaque bâton peut être déduite. La mesure de l'anoxie est réalisée sur les 20 premiers centimètres (limite de décolmatage des frayères et d'implantation des capsules).

Tableau 26 : Résultats des profondeurs moyennes d'oxygénation du substrat à l'intérieur des frayères (Source : LOGRAMI)

Cours d'eau	Sites	Nb bâtons	Profondeur moyenne oxygénée sur les 20 premiers cm
Sioule	St Pourçain Stade	5	20
	La Jonchère Aval	3	12
	Les Tressots	5	18
	Aval Pt de Menat	5	20
Dore	Amont Puy Guillaume	4	20
	Peschadoire-Mayoux	5	20
	Aval Pt Giroux	5	15
	Aval Pt Perrier	5	18
	Suargues	5	20

Comparaison de la profondeur d'oxygénation des bâtons dans les frayères entre les sites

Le test de Kruskal Wallis permet de comparer les variances de plusieurs sites. Etant donné que la p-value (p-value 0,004159) est inférieure au seuil de signification (alpha 0,05). Nous devons rejeter l'hypothèse H0. C'est à dire que la profondeur d'oxygénation des bâtons varie d'un site à l'autre.

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 profondeur d'oxygénation des bâtons entre la frayère de la « Jonchère Aval » et les frayères « St Pourçain Stade, Aval Pont de Menat, Amont Puy Guillaume, Peschadoire-Mayoux et Suargues ».

Ainsi nous constatons que lorsque le substrat est remanié pour l'édification des frayères sur chaque bassin, celui-ci reste globalement bien oxygéné jusqu'à l'émergence des alevins hormis sur les frayères de la « Jonchère Aval, les Tressots, Aval Pt Giroux et Aval Pt Perrier » (Tableau 26).

La frayère la plus impactée pour les conditions anoxiques est celle de la « Jonchère Aval ». En effet, les débits soutenus rencontrés pendant la phase post-éclosion sur cette frayère ont mobilisé une grande quantité de granulats recouvrant la frayère d'un quarantaine de centimètres de gros galets (effet de dépression créée par la présence d'une souche présente en amont du site). Les œufs enfouis ainsi plus profondément ont évolué en conditions anoxiques.

Comparaison de la profondeur d'oxygénation des bâtons dans les frayères entre les cours d'eau

Le test de Mann Whitney permet de comparer les variances de deux sites. Etant donné que la p-value (p-value 0,634) est supérieure au seuil de signification (alpha 0,05). Nous devons accepter l'hypothèse H0. C'est à dire que la profondeur d'oxygénation des bâtons ne varie pas d'un cours d'eau à l'autre. Il n'y a donc pas de différence significative du niveau d'oxygénation des bâtons présents dans les frayères artificielles entre la Sioule et la Dore.



Comparaison de la profondeur d'oxygénation des bâtons entre les zones « Hors » et « Dans » les frayères

Il paraît nécessaire de voir si les différences du niveau d'oxygénation à l'intérieur de la frayère remaniée et en périphérie sont significatives. Des tests de Mann Whitney ont été effectués (Tableau 27).

Lorsque nous acceptons l'hypothèse H0, cela signifie que les profondeurs d'oxygénation du substrat ne sont pas significativement différentes entre les zones « Hors » et « Dans » frayères. Les tests de Mann Whitney confirment les observations pour toutes frayères artificielles étudiées. Les profondeurs d'oxygénation « Hors » et « Dans » les frayères sont donc similaires sur tous les sites sauf « Aval Pt de Menat » et « St Pourçain Stade ». L'oxygénation étant meilleure « Dans » la frayère, l'action de décolmatage a donc eu un effet.

Tableau 27 : Résultats des tests de Mann Whitney sur la comparaison du niveau d'oxygénation des bâtons en fonction de leur positionnement hors/dans frayère pour les différentes sites

Cours d'eau	Sites	P value	Decision
Sioule	St Pourçain Stade	0,03	On rejete H0
	La Jonchère Aval		
	Les Tressots	1,00	On accepte H0
	Aval Pt de Menat	0,07	On rejete H0
Dore	Amont Puy Guillaume		
	Peschadoire-Mayoux	0,42	On accepte H0
	Aval Pt Giroux	0,17	On accepte H0
	Aval Pt Perrier	0,33	On accepte H0
	Suargues	0,18	On accepte H0

*Les frayères où moins de 3 bâtons hypoxiques ont été retrouvés sont retirées de l'analyse

Relation entre la survie des alevins et l'oxygène dissous

Les bâtons ayant été relevés au même moment que la lecture des capsules au stade émergence, une comparaison de la survie peut être réalisée avec la profondeur d'oxygénation du substrat à l'intérieur de la frayère.

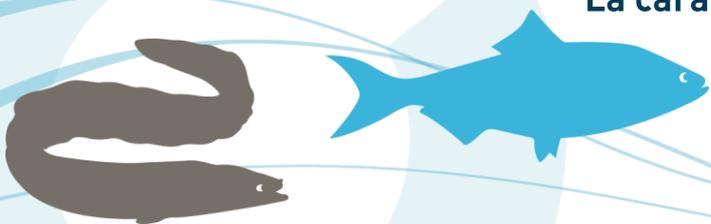
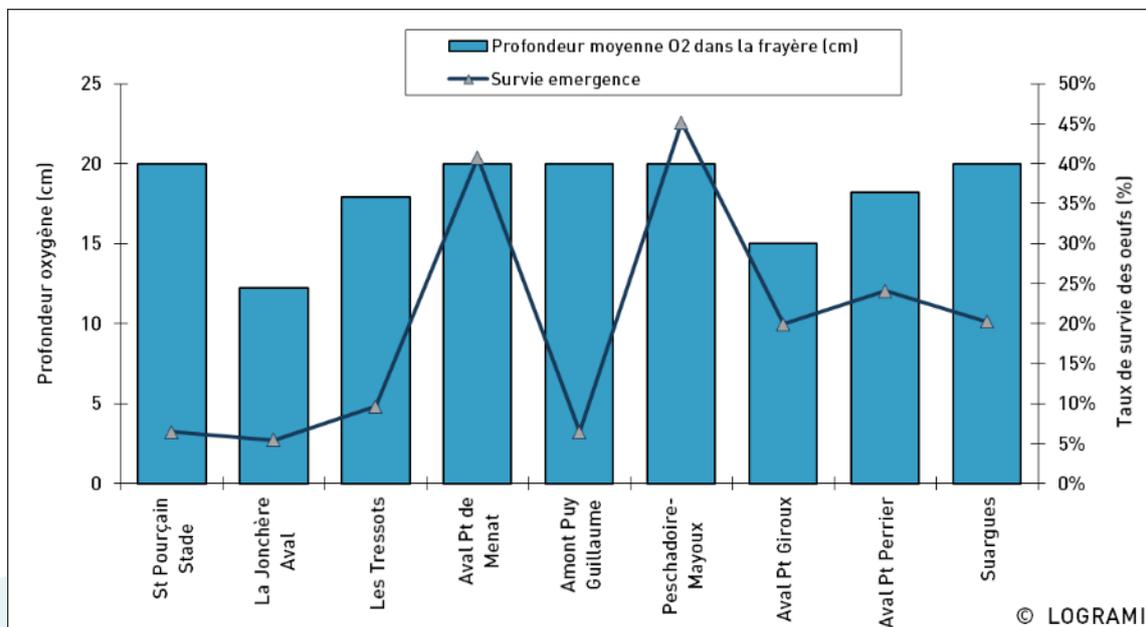


Figure 61 : Taux de survie et profondeur d'oxygénation sur chaque site du bassin Sioule et Dore en 2016

L'analyse des résultats ne permet pas de mettre en évidence un lien fort entre le taux de survie et la profondeur d'oxygénation ($R^2 = 0,14$) (Figure 61). En effet, les moins bonnes survies observées à St Pourçain Stade, les Tressots et Amont Puy Guillaume ne s'expliquent pas par de mauvaises oxygénations. Ainsi, d'autres paramètres que l'oxygénation évaluée par les bâtons hypoxies semblent influencer la survie des œufs et des alevins jusqu'au stade émergence.

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 (BACH et al., 2014, 2015 et 2016). Il apparaît alors essentiel de compléter les futures études en affinant la caractérisation des sites d'incubation. Pour cela, des protocoles adaptés à notre problématique de caractérisation de la frayère mais également permettant une mise en œuvre opérationnelle dans un milieu naturel (exigence de faisabilité et de durabilité) sont nécessaires. Ils seront utilisés lors de la prochaine campagne d'expérimentation sur le bassin de l'Alagnon (2016-2017) grâce à un travail de recherche et développement interne et partenarial avec une autre association migrateurs (MIGADO).

2.3.1.4 Discussion sur l'étude de survie sous-graviers sur la Sioule et la Dore en 2015-2016

L'analyse des conditions d'incubation a permis de mettre en évidence que les températures de l'eau de la Dore et de la Sioule en 2015 étaient compatibles avec les exigences de développement des œufs de salmonidés. Durant la phase d'expérimentation, ni crue importante (décennale ou plus), ni température trop élevée (létale) n'ont été observées. Les deux variables « température et débit » n'auront pas entraîné d'importants effets sur les taux de survie calculés au cours des périodes d'étude. De plus, les variations de débits n'ont pas entraîné de dégradations importantes des frayères. Seule une frayère sur la Sioule (La Jonchère Aval) a été impactée par un recouvrement massif de galets induit pas des débits soutenus et constants ainsi que par la présence d'une souche d'arbre en amont du site d'étude (phénomène de dépression).

Le manque d'information sur la frayère de « Châteauneuf les Bains » (vandalisme) ne permet pas d'évaluer le taux de survie à l'aval du barrage de Queuille (frayère localisée à 5,3 km en aval du barrage). En effet, la gestion hydroélectrique de cet ouvrage (marnage) pourrait avoir un impact sur la survie des alevins post-éclosion qui n'a pas pu être étudié au cours de cette campagne. De plus, ce manque de données a impacté la connaissance du taux de survie global sur la Sioule.

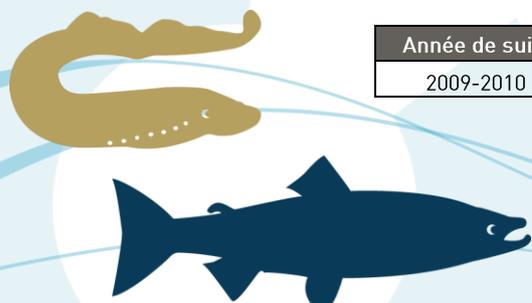
Phase : Œuf fécondé - Ecllosion

Les taux de survie moyens des œufs jusqu'au stade éclosion obtenus en 2015-2016 sont de 48,6 % sur le bassin de la Sioule et 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, PREVOST, comm. pers). Le taux de survie obtenu sur la Dore représente le second meilleur taux enregistré depuis les premiers suivis en 2009 (Tableau 28).

Tableau 28 : Synthèse des taux de survie au stade éclosion obtenus lors des différents suivis réalisés depuis 2009 sur le bassin de la Loire

Année de suivi	Cours d'eau	Taux de survie moyen(%)
2009-2010	Allier	57,1 %



Année de suivi	Cours d'eau	Taux de survie moyen(%)
2010-2011	Alagnon	29,6 %
2011-2012	Creuse	32,9 %
2011-2012	Gartempe	35,0 %
2012-2013	Sioule	58,6 %
2013-2014	Allier	76,6 %
2013-2014	Alagnon	71,5 %
2014-2015	Gartempe	43,0 %
2014-2015	Vienne amont	63,9 %
2015-2016	Sioule	48,6 %
2015-2016	Dore	76,1 %

L'analyse des résultats 2015-2016 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 résultats obtenus sur le bassin de la Dore et la Sioule montrent que ces rivières peuvent accueillir de la reproduction de salmonidés tout en assurant une bonne survie des œufs jusqu'à l'éclosion.

Phase : Ecllosion – Emergence

Actuellement, aucune donnée sur le taux de survie des œufs de saumon atlantique jusqu'à l'émergence n'existe sur le bassin de l'Allier. L'association LOGRAMI tente donc d'analyser cette phase du cycle biologique. Cette première expérience sur le bassin de la Sioule et de la Dore a démontré la faisabilité de l'étude et l'intérêt des résultats d'une telle opération.

Les résultats des taux de survie des œufs varient de 5,4 % à 45,1 % en fonction des sites pour une moyenne (tous sites confondus) de 15,8 % sur le Sioule et de 23,8 % sur la Dore.

Ces résultats indiquent que les conditions d'incubation des œufs jusqu'à ce stade sont moyennes sur la Sioule et bonnes sur la Dore (BLEY et MORING (1988), MACKENZIE et MORING (1988), PAUWELS et HAINES (1994), RUBIN (1995), O'CONNOR et ANDREW (1998)) avec des sites (Aval Pt de Menat et Peschadoires-Mayoux) où le taux de survie est supérieur aux bonnes conditions d'incubation (35 % de survie).

Sur le bassin de la Sioule, une variabilité de la survie jusqu'au stade émergence est constatée entre la frayère « Aval Pt de Menat » et les autres. La survie jusqu'à ce stade est donc meilleure sur la partie amont du bassin.

Sur le bassin de la Dore, le site aval (Amont Puy Guillaume) possède un taux de survie faible au regard des autres frayères. Dans sa globalité, la Dore montre une capacité d'accueil favorable au regard du



développement des œufs de saumons jusqu'au stade émergence avec des taux de survie qualifiés de bons (Aval Pt de Giroux, Aval Pt de Perrier et Suargues) à très bons (Peschadoire-Mayoux) comparativement aux données bibliographiques.

Les analyses sur l'oxygène dissous ont permis de mettre en évidence que le substrat de la Sioule et de la Dore est naturellement bien oxygéné sur les sites étudiés. Cependant, le test de comparaison inter-sites met en évidence une différence significative de la profondeur d'oxygénation des bâtons entre la frayère de la « Jonchère Aval » et toutes les autres frayères qui est due à un phénomène d'enfouissement via une souche qui est venue se poser en amont de la frayère en cours d'étude. La comparaison interbassins a démontré que la profondeur d'oxygénation des bâtons ne varie pas d'un cours d'eau à l'autre. Cependant, l'action de décolmatage sur le site « Aval Pt de Menat » semblerait avoir eu un effet bénéfique sur la survie des œufs et alevins. Effet, le substrat est naturellement plus colmaté que sur les autres frayères étudiées sur le bassin de la Sioule.

De façon à mieux apprécier le taux de survie sur l'ensemble des secteurs de reproduction, il conviendrait de mener cette opération sur plusieurs années. Il nous semblerait intéressant également de caractériser plus précisément la granulométrie des zones de frayère. Cette description pourrait être effectuée au moment de l'implantation des œufs sous le gravier et au moment du relevé. Cette expérience menée en 2015-2016 permet d'améliorer la connaissance sur le potentiel à grands salmonidés de ces rivières. Les radiers sur lesquels l'opération a été réalisée peuvent accueillir de la reproduction de salmonidés tout en assurant la survie d'une partie des œufs incubés. Les efforts menés pour la restauration de ces axes doivent donc être poursuivis.

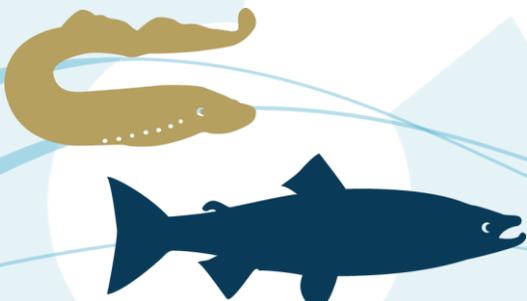
En conclusion, les résultats obtenus depuis 2009 sur les différents secteurs de reproduction du saumon sur le bassin de la Loire mettent en évidence que les rivières dans leur ensemble peuvent accueillir de la reproduction de salmonidés tout en assurant une bonne survie des œufs jusqu'à l'éclosion. En moyenne, la survie à ce stade s'élève à 56 % sur l'ensemble des secteurs étudiés. Certaines années, les taux de survie affleurent les très bonnes conditions d'incubation (80 % de survie, PREVOST, com. pers) avec l'exemple de l'Allier (76,6 %), l'Alagnon (71,1 %) en 2014 et la Dore (76,1 %) en 2016.

L'étude menée en 2015-2016 sur le bassin de la Dore et de la Sioule a permis d'évaluer, pour la première fois sur le bassin de la Loire, la capacité du milieu à produire des alevins émergents.

Cette première expérience d'évaluation de la survie jusqu'au stade émergence sur ces deux bassins a démontré la faisabilité de l'étude et l'intérêt des résultats d'une telle opération.

En effet, les résultats obtenus sur le bassin de la Dore et la Sioule montrent que les rivières peuvent accueillir de la reproduction de salmonidés tout en assurant une bonne survie des œufs jusqu'à ce stade sur les parties amont des bassins.

Cette donnée sur la productivité du milieu doit permettre de dynamiser les actions visant l'amélioration de la libre circulation, afin que les géniteurs accèdent aux zones de meilleure qualité.



2.3.2. Survie sous-graviers sur l'Alagnon en 2016-2017

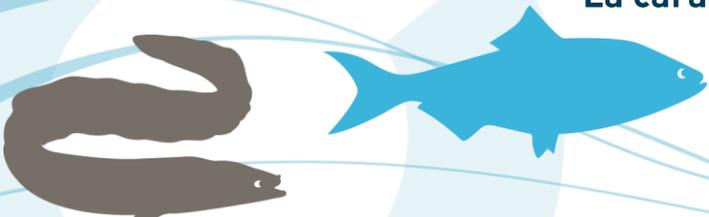
Le bassin de l'Alagnon présente un fort potentiel d'accueil pour la reproduction du saumon atlantique. En 2010 et 2013, des études d'évaluation de la survie sous graviers des œufs de saumons sur cet axe ont été réalisées et permettent d'obtenir des éléments de connaissances sur l'existence de différences de fonctionnalité des secteurs.

En décembre 2016, une nouvelle étude de la survie sous graviers a été menée sur le bassin de l'Alagnon. Pour la première fois sur ce bassin, un nouveau protocole (testé en 2015 sur le bassin de la Sioule et de la Dore) permettant de déterminer le taux de survie jusqu'au stade émergence a été mise en place afin d'apporter des connaissances sur le potentiel productif de ces cours d'eau.

2.3.2.1 Localisation de l'étude

Au total, 6 frayères artificielles ont été mises en place sur l'intégralité des zones de reproduction accessibles que présente l'Alagnon (Figure 62) :

- 4 frayères se situent sur l'axe principal de l'Alagnon (sites identiques à la campagne de 2010). Ces dernières sont réparties sur le secteur où sont historiquement observées les frayères (de Molompize au Saut du Loup : 50 km). Les sites sont localisés sur des zones présentant des caractéristiques d'habitats favorables à la fraie du saumon atlantique (granulométrie, faciès...). L'espacement des différents sites (+/- 10 km) doit permettre l'évaluation de la fonctionnalité des secteurs sur l'ensemble du linéaire de cet affluent.
- 2 frayères se situent dans le Béal de l'Alagnon. Le Béal est un ancien bras d'alimentation de moulins qui court-circuite l'Alagnon sur 6,1 km de long et dont la prise d'eau se localise en amont de la retenue du barrage de Lempdes sur Alagnon. De fortes proportions de frayères sont observées en amont de ce bras depuis 2011 et révèlent la récurrence du problème de franchissabilité du barrage de Chambezon. Ces deux sites ont été réalisés afin d'appréhender la productivité de ce milieu.



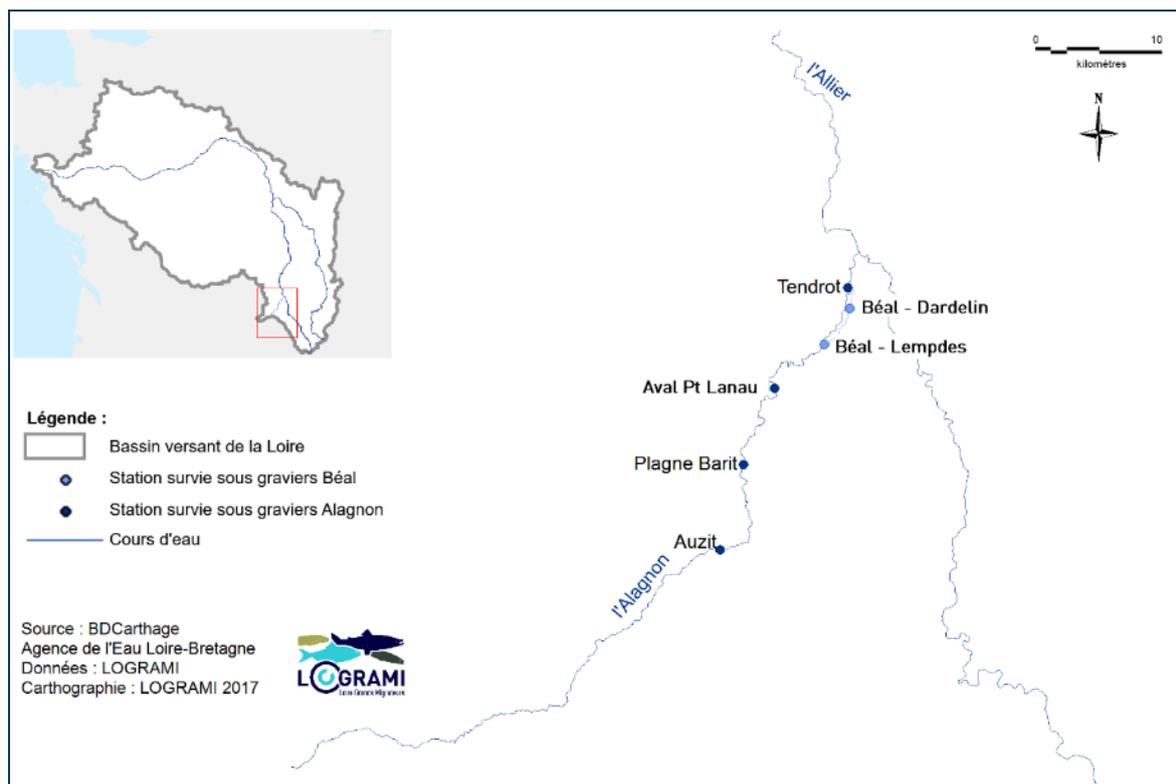


Figure 62 : Localisation des frayères artificielles de saumon réalisées en 2016 sur le bassin de l'Alagnon et le Béal

2.3.2.2 Réalisation des frayères artificielles

Le protocole de réalisation d'une frayère artificielle et de mise en place des capsules est identique à celui appliqué en 2015 sur le bassin de la Sioule et de la Dore (BACH et al., 2015).

Au total, sur chaque frayère artificielle, 20 capsules contenant 10 œufs sont insérées dans le sédiment.

Au total, 10 frayères artificielles ont été mises en place. Ces dernières sont réparties sur l'intégralité des zones de reproduction accessibles que présentent la Sioule et la Dore :

- 10 capsules remplies à moitié seront utilisées pour effectuer une lecture des œufs au stade éclosion,
- 10 capsules remplies à moitié seront utilisées pour effectuer une lecture des œufs au stade émergence.

Les frayères artificielles ont été préparées les 28, 29 et 30 novembre 2016 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^{er} décembre 2016 en début de matinée à partir de 9 femelles enfermées de 2 ans et d'un mâle sauvage.

L'eau de surface

Les différents stades de développement de l'embryon sont caractérisés par un cumul de degrés-jours (somme des températures moyennes journalières). Ainsi, la température moyenne horaire est enregistrée sur chaque site à l'aide de sondes thermiques directement placées en aval des frayères. Cette donnée doit permettre d'estimer la date précise d'éclosion (440 degrés-jours pour les saumons :

DUMAS, 2006) et d'émergence (800 degrés jours-pour les saumons : LOUHI, 2011) afin d'effectuer la lecture des œufs dans les meilleures conditions.

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

L'eau interstitielle : taux d'oxygénation du substrat

Le protocole de mise en place pour évaluer le taux d'oxygénation est celui appliqué en 2009 (BACH et al, 2010).

La qualité de l'eau interstitielle dans le substrat des frayères est contrôlée grâce à l'utilisation de bâtons hypoxies. Les sticks hypoxies sont positionnés sur chaque suite de sivi de la façon suivante :

Au total, sur chaque frayère artificielle, 20 capsules contenant 10 œufs sont insérées dans le sédiment :

- 10 bâtons sont implantés dans la frayère artificielle afin de déterminer les conditions de développement des œufs,
- 10 bâtons sont positionnés en périphérie de la frayère artificielle dans la zone non décolmatée.

Cette disposition permet donc de comparer le taux d'oxygénation au sein même de la frayère avec celui de la zone non décolmatée.

10 bâtons hypoxies (5 dans et 5 hors de la frayère) seront retirés en même temps que les capsules faisant l'objet de la lecture au stade éclosion puis les 10 autres au moment de la lecture au stade émergence. Cette fragmentation de la relève des bâtons hypoxies permet ainsi d'évaluer l'influence du niveau de colmatage des frayères sur la survie des alevins sur ces deux stades de développement.

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 (BACH et al., 2016). Afin d'affiner la caractérisation des sites d'incubation, ce suivi a été complété cette année par de nouveaux protocoles testés en 2015 (BACH et al., 2016).

2.3.2.3 Résultats de l'étude de « survie sous graviers 2016-2017 »

Le calendrier de l'étude ne permettant pas de traiter tous les résultats au moment de la rédaction du présent rapport, les données seront présentées dans le prochain rapport d'étude.



2.3.3. Caractérisation des frayères de saumon atlantique

La mortalité des œufs de saumons est essentiellement liée à l'habitat et à 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 inter-frayères (BACH et al., 2015).

La description des sites d'incubation est 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 (BACH et al., 2015). Lors de la campagne d'étude 2015-2016 de la survie sous graviers sur les bassins de la Sioule et de la Dore, plusieurs protocoles de caractérisation de cet habitat ont été mis en place sur une frayère artificielle grâce à travail de recherche et développement mené par des futurs ingénieurs en projet tutoré et un partenariat avec MIGADO. Il s'agissait de déterminer la viabilité des protocoles (exigence de faisabilité et de durabilité).

Fin novembre 2016, deux de ces protocoles ont été appliqués en parallèle sur chaque site étudié lors de l'étude de la survie sous graviers des œufs de saumon sur le bassin de l'Alagnon.

L'étude du colmatage des sites a été effectuée par l'intermédiaire des pièges à sédiments (PARKINSON et al., 2001) et de la conductivité hydraulique (DATRY, 2011). Le but de cette opération est d'acquérir des données physiques qualificatives de l'habitat des frayères et de voir si ces protocoles permettent d'expliquer des différences de survies entre les sites d'incubation. En effet, lorsque la granulométrie de base est comblée par des fines, la conductivité hydraulique chute et un colmatage de la frayère est avéré. Ceci réduit les apports en oxygène et l'évacuation des déchets métaboliques embryonnaires et peut induire de faibles taux de survie (GUERRIN et DUMAS, 2001 ; MEYER, 2003 ; GREIG et al., 2007.)

2.3.3.1 Localisation de l'étude

Les protocoles ont été mis en place sur les 6 frayères artificielles réalisées sur le bassin de l'Alagnon : 4 frayères se situent sur l'axe principal de l'Alagnon et 2 dans le Béal (Lempdes-sur-Alagnon) où les tests de survie sous graviers ont été effectués (Figure 62).

2.3.3.2 Matériel et méthodes

Mesure de la conductivité hydraulique

Le conductimètre hydraulique permet de quantifier la conductivité hydraulique des sédiments (DATRY et DONON, 2011) et la fonctionnalité d'un site de fraie (BOSC et al., 2016). 10 points de mesures sont effectués sur chaque station : 5 dans la frayère expérimentale et 5 à proximité. 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 63).

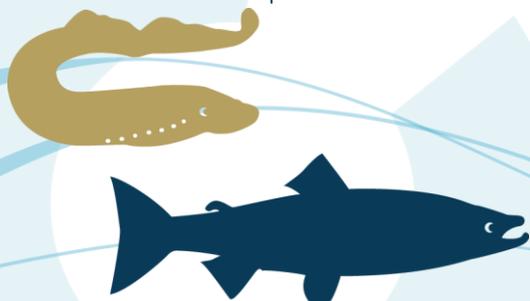




Figure 63 : Mise en place et utilisation du piézomètre pour la mesure de la conductivité hydraulique

La quantification du colmatage local dans les 20 premiers centimètres (hauteur du substrat décolmaté dans la frayère artificielle) 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 :

$$K = \left(\frac{0.2501 * D}{Dt} \right) * \ln(H_0/H) * 3600$$

Avec :

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

Trois sessions de mesures sont effectuées sur chaque site d'étude : l'une à la création de la frayère artificielle et les deux autres lors des relèves des capsules d'incubations au moment de l'éclosion et de l'émergence. Les points de mesures où les temps d'infiltration sont supérieurs à 120 secondes sont classés comme colmatés (conductivités hydrauliques égales à 0) (DATRY et DONON, 2011).

L'utilisation d'un traceur colorimétrique (fluorescéine) permet d'obtenir des informations qualitatives sur les écoulements et, dans certains cas, d'exclure des points de mesures (maximum un par station) (Figure 64). Un point de mesure est exclu s'il présente un temps d'infiltration anormalement différent des autres mesures du même site et une fuite omniprésente à l'interface tube/sédiment. L'écoulement souterrain se faisant globalement d'amont à l'aval, les points ne doivent pas s'aligner d'aval à l'amont. Ils doivent être séparés d'au moins cinquante centimètres pour éviter l'influence des mesures précédentes (RIMBERT, com. pers.).

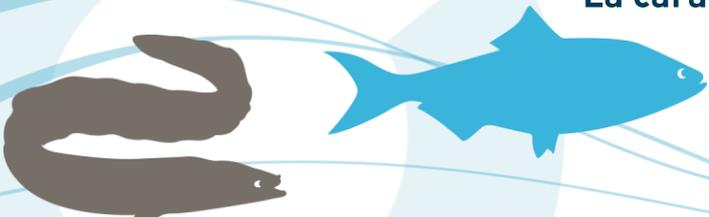




Figure 64 : Photographies illustrant la mesure du temps d'infiltration de l'eau dans le piézomètre

Mesure 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 lors de sa création. Il est composé d'un tube en PVC troué dont le centre est doublé d'une moustiquaire (0,8*0,8 mm) et rempli de billes de verres (1,4cm<d<3cm). (Figure 65).

Figure 65 : Photographie d'un piège à sédiments

Chaque piège mesure 20 cm de hauteur, a un diamètre de 5 cm 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 face à 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 billes plus grossières.

Les pièges sont relevés en même temps que les capsules d'étude de la survie au stade émergence.

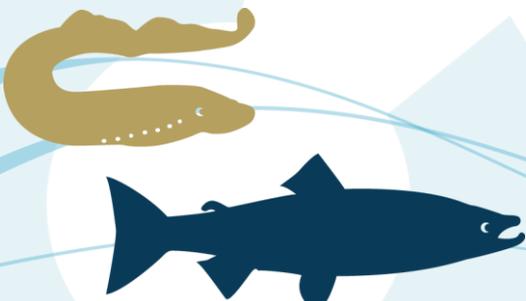
Les sédiments fins de chaque piège sont tamisés successivement (2 mm*2 mm puis 0,4 mm*0,4 mm), séchés, et pesés. Le séchage et la pesée se font avec un four réglé à 105 °C et une balance de précision (0,1g) dans un récipient en aluminium dont le poids est connu.



2.3.3.3 Premiers Résultats

Les premiers résultats de l'étude font état de l'analyse du niveau de colmatage du substrat lors de la mise en place des capsules de survie sous graviers à l'aide du protocole de conductivité hydraulique.

Les données sont analysées avec les logiciels Excel et R. Pour chacun des sites, plusieurs variables descriptives sont calculées à partir des données brutes de perméabilité : les premiers et troisièmes quartiles, la médiane, la moyenne, l'écart type et le taux d'infiltration. Cette dernière variable correspond au pourcentage de points de mesure où il y a une valeur de conductivité hydraulique positive non nulle. Elle semble être déterminante quant à la fonctionnalité d'un site de fraie (BOSC et al, 2016). La taille des échantillons étant petite, les tests statistiques utilisés sont non paramétriques.



La perméabilité du substrat

Perméabilité « naturelle » des stations étudiées (hors frayère)

La conductivité hydraulique moyenne des stations de l'Alagnon est de 7,8 cm/h (+/-6,8) et de 0,3cm/h (+/-0,97) sur le Béal. Les sédiments non décolmatés des interfaces plats-radiers de l'Alagnon sont plus perméables que ceux du Béal (Figure 66).

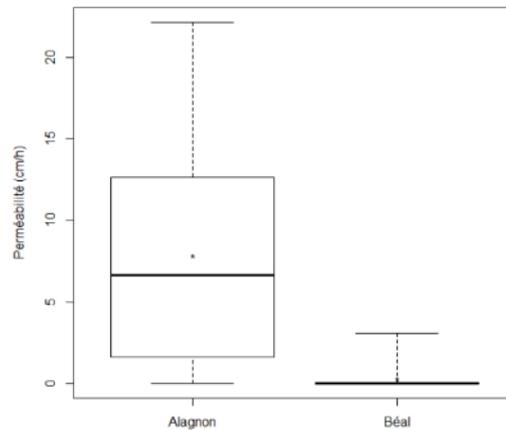


Figure 66 : Différence de perméabilité des substrats non remaniés des zones de frayères de l'Alagnon et du Béal lors de la mise en place des capsules de survie sous graviers (Mann-Whitney-Wilcoxon p-value = 0.0008342).

Perméabilité des frayères artificielles décolmatées (dans frayère)

La conductivité hydraulique moyenne des frayères de l'Alagnon est de 24,7cm/h (+/-10,6) et de 4,8 cm/h (+/-3,8) sur le Béal. Les frayères artificielles de l'Alagnon sont significativement plus perméables que celles du Béal (Figure 67).

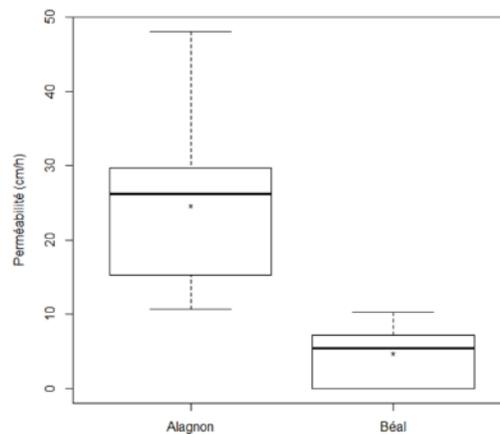
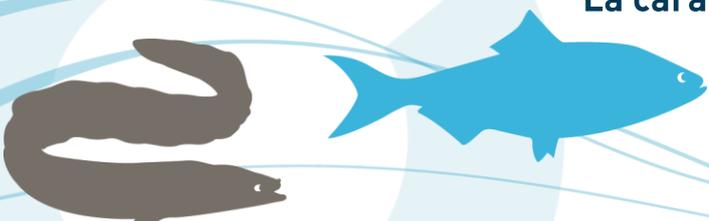


Figure 67 : Différence de perméabilité dans les frayères artificielles de l'Alagnon et du Béal lors de la mise en place des capsules de survie sous graviers (Mann-Whitney-Wilcoxon p-value = 1.19e-05).



Le taux d'infiltration dans le substrat

Le taux d'infiltration « naturelle » des stations étudiées (hors frayère)

Les sédiments **non décolmatés** des stations étudiées sur l'Alagnon et le Béal présentent des taux d'infiltration variables (Tableau 29). Alors que les sédiments de l'Alagnon sont plutôt perméables, ceux du Béal sont colmatés. Les taux d'infiltration de l'Alagnon sont hétérogènes entre les stations. Tandis que les stations de Plagne Barit et Tendrots possèdent une bonne infiltration, Auzit et Lanau présentent une infiltration moyenne. Contrairement aux autres stations, le site Tendrots présente un substrat naturel idéal à la reproduction ($K=9,04\text{cm/h}$, +/- 5,04 ; 100% d'infiltration).

Tableau 29 : Taux d'infiltration des substrats non remaniés des stations étudiées lors de la mise en place des capsules de survie sous graviers.

Rivière	Station	Taux d'infiltration
Alagnon	Auzit	60 %
	Plagne Baric	80 %
	Aval Pt Lanau	60 %
	Tendrots	100 %
Béal	Béal - Lempdes	0 %
	Béal - Dardelin	20 %

Les sédiments **décolmatés** de l'Alagnon sont perméables (Tableau 30), ceux du Béal sont variables : les taux d'infiltration à Lempdes sont de 40 % contre 100 % à Dardelin.

Tableau 30 : Taux d'infiltration des frayères artificielles des différentes stations étudiées lors de la mise en place des capsules de survie sous graviers.

Rivière	Station	Taux d'infiltration
Alagnon	Auzit	100 %
	Plagne Baric	100 %
	Aval Pt Lanau	100 %
	Tendrots	100 %
Béal	Béal - Lempdes	40 %
	Béal - Dardelin	100 %

2.3.3.4 Discussion des premiers résultats

Les sédiments de l'Alagnon sont plus perméables que ceux de son affluent le Béal. Ce résultat confirme le ressenti perçu sur le terrain lors de la création des frayères. Les sédiments du Béal présentaient beaucoup de limons quand ils étaient creusés comparativement à l'Alagnon. Ces résultats traduisent explicitement des différences de dynamique sédimentaire. Le Béal présente globalement une granulométrie fine, moins remaniée du fait de son profil en long plus étagé. L'étagement de son profil est dû à la présence régulière d'obstacles à l'écoulement (une dizaine sur son linéaire).

L'Alagnon présente globalement les mêmes perméabilités que les rivières non colmatées (DATRY et DONON, 2011). Parmi les sites étudiés, seulement le site « Tendrots » présente les caractéristiques d'un site de fraie fonctionnel selon les critères mis en place par BOSC et al. en 2016. Les autres sites étudiés semblent perturbés selon ces mêmes critères.

Le remaniement des sédiments permet globalement de supprimer les mesures nulles de conductivité hydraulique et d'augmenter la moyenne de la conductivité hydraulique. Seul un site sur le Béal (Lempdes) ne vérifie pas cette règle puisque même après décolmatage, la frayère présente un taux d'infiltration de 40%.



Les perméabilités mesurées juste après la création des frayères expérimentales ne sont pas homogènes. Ce résultat est surprenant dans la mesure où la granulométrie de la frayère paraît semblable sur tout son volume. Cette variabilité s'explique sans doute par 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.

Cette variabilité peut également s'expliquer par des dysfonctionnements lors de mesures. En effet, sur certains points, l'eau ne s'infiltrait pas complètement dans les sédiments mais coulait le long de l'interface piézomètre/sédiments. L'utilisation de la fluorescéine a permis de mettre en évidence ce phénomène anormal et d'éliminer les points de mesure singuliers. Pour éviter ce biais, il est nécessaire d'être délicat lors de l'enfoncement du piézomètre et d'éviter toute création d'espace entre le piézomètre et le substrat. En utilisant cette méthode de traçage et d'élimination des valeurs anormales, le nombre de points de mesure minimal (fixé à 5 par site) semble pertinent, bien qu'un si petit échantillon puisse être source d'erreur (DATRY et DONON, 2011).

En conclusion, ce nouveau protocole semble apporter une précision supplémentaire dans la description des habitats de frayère. L'expérimentation menée en 2015 et 2016 a permis d'affiner le protocole tant sur la faisabilité que sur la robustesse des résultats. Les conditions de mise en œuvre sont régies par les contraintes temporelles nécessaires aux différentes mesures et à l'expérience des opérateurs permettant de s'affranchir des biais opérationnels.

Par ailleurs, les mesures d'infiltration seront analysées au regard des survies à l'éclosion et l'émergence observées sur ces secteurs. Elles pourront peut-être renseigner sur les sources de variabilité de survies mesurées par secteur.

Dans l'avenir, ce protocole pourrait être mis en œuvre pour caractériser la qualité de la frayère indépendamment de la mise en place d'une opération de survie sous graviers.

2.3.4. 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 en fin d'été-automne, 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 tacons 0+.

En outre, 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 par pêche à l'électricité avant les déversements d'alevins réalisés par le Conservatoire National du Saumon Sauvage. En 2016, ces échantillonnages ont été réalisés pour la troisième année sur la Gartempe et pour la première fois sur l'Allier et le Béal de l'Alagnon.



2.3.4.1 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 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 d'une reproduction naturelle effective de saumons sur le bassin de la Gartempe.

A l'hiver 2015, trois frayères de grands salmonidés ont été identifiées sur la Gartempe : une à l'aval de Moulin Verger (La Croix-sur-Gartempe), une à l'aval du Moulin d'Ardent (Rancon) et une à l'aval de la Papeterie Laprade (Balledent). Deux frayères de taille plus réduite ont par ailleurs été observées sur la Couze (Moulin des Iles - Balledent) et sur l'Anglin (Remerle - Angles-sur-l'Anglin) (BACH et al., 2016).

Au printemps, des échantillonnages ont été réalisés sur ces sites afin de vérifier la reproduction et la survie de saumons jusqu'au stade alevin. En effet, le programme de déversement tel qu'il est réalisé actuellement 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

Sur un total de sept sites programmés au printemps 2016, deux sites n'ont pu être échantillonnés en raison des niveaux d'eau trop élevés. **Sur les cinq autres stations, les débits étaient là aussi importants** : 14 m³/s à Saint Bonnet de Bellac et 6 m³/s à Folles sur la Gartempe (Sources : DREAL LIMOUSIN/HYDRO-MEDD/DE). Sur la Couze aval, il n'existe pas de station hydrométrique permettant de connaître les conditions de débit. L'objectif de l'opération étant la recherche d'alevins issus de la reproduction naturelle (avant les déversements prévus les 30 et 31 mai) et non un indice en 5 mn, **il a été décidé de maintenir les opérations de pêche à l'électricité en prospectant les zones échantillonnables de chacun des secteurs.**

Des juvéniles de saumon ont été capturés sur le seul site de Lavaugrasse. Sur les sites où une frayère avait été observée, aucun alevin n'a été capturé. Ceci peut néanmoins s'expliquer par la faible efficacité de pêche entraînée par les débits importants.

Sur le site de Lavaugrasse, la configuration du radier permet d'expliquer la capture d'alevins **contrairement** aux autres sites. En effet, ce radier comporte deux bras séparés par un îlot, l'un des deux bras étant toujours moins alimenté que l'autre. En fonction des niveaux d'eau, il y a donc toujours un



bras plus facilement échantillonnable que l'autre, le bras le plus alimenté en conditions d'eaux basses ou bien le bras le moins alimenté en conditions de débits importants.

Trois alevins de saumon atlantique ont été capturés à Lavaugrasse ainsi qu'un juvénile d'un an. Les opérations ayant eu lieu avant les déversements, **les alevins capturés sont nécessairement issus de la reproduction naturelle observée l'hiver précédent.**

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

Préambule

Sur le bassin de l'Allier, la campagne d'échantillonnage de 2016 évalue la production de juvéniles issue de la reproduction naturelle de 2015, année où 1 127 géniteurs potentiels ont été contrôlés à Vichy (1 177 – 50 géniteurs capturés par le CNSS) dont 85 franchirent le barrage de Poutès.

Depuis 2009, sur l'Allier, compte tenu des secteurs alevinés, seules les capacités productives naturelles de deux secteurs distincts étaient évaluées à l'automne en termes de production de tacons d'automne. Il s'agissait du **secteur aval du barrage de Poutès (S3)** qui bénéficie de recrutement de géniteurs intéressant et les **secteurs amont du barrage de Poutès (S1 et S2)** où le nombre de géniteurs est comptabilisé annuellement mais chroniquement en sous densité au regard des capacités d'accueil. **Pour la première fois, des pêches printanières ont été réalisées avant les déversements d'alevins du Conservatoire National du Saumon Sauvage sur toutes les stations « historiques » des secteurs aval S4 et S5 situées entre Issoire et Langeac, ainsi que sur 2 stations du secteur S3 (zone refuge aval Poutès).**

L'analyse de l'évolution des indices d'abondance des stations ayant également été échantillonnées à l'automne, entre les 2 campagnes, permet d'apporter de nouveaux éléments de connaissance concernant la colonisation des radiers par les tacons et leur survie estivale. Cela concerne 2 stations du secteur S3 (dépourvues d'alevinage) et une station du secteur S5 (« Les Granges » considérée comme exempte d'influence d'alevinage car très éloignée de points de déversement ; 8 km en aval et 22 km en amont),

De même, la production de tacons natifs du Béal de l'Alagnon a pu être évaluée grâce à 2 campagnes d'échantillonnage (printanière et automnale) réalisées sur ce bras dérivé de l'Alagnon où 30 frayères ont pu être comptabilisées en 2015 (BACH et al., 2016) et où aucun alevinage n'a été effectué.

Localisation des stations d'échantillonnage des juvéniles natifs

Les stations se répartissent de la manière suivante (Figure 68) :

- Echantillonnages printaniers :
 - 8 sur l'Allier entre Issoire et Langeac (79 km),
 - 2 sur l'Allier entre Langeac et Poutès (34 km),
 - 6 sur le Béal (6,8 km).
- Echantillonnages automnaux :



- 1 station entre Issoire et Brioude, « Les Granges » considérée comme exempte d'influence d'alevinage,
- 9 sur l'Allier entre Langeac et Poutès (34 km),
- 11 sur l'Allier au-dessus de Poutès (66 km),
- 6 sur le Béal (6,8 km).

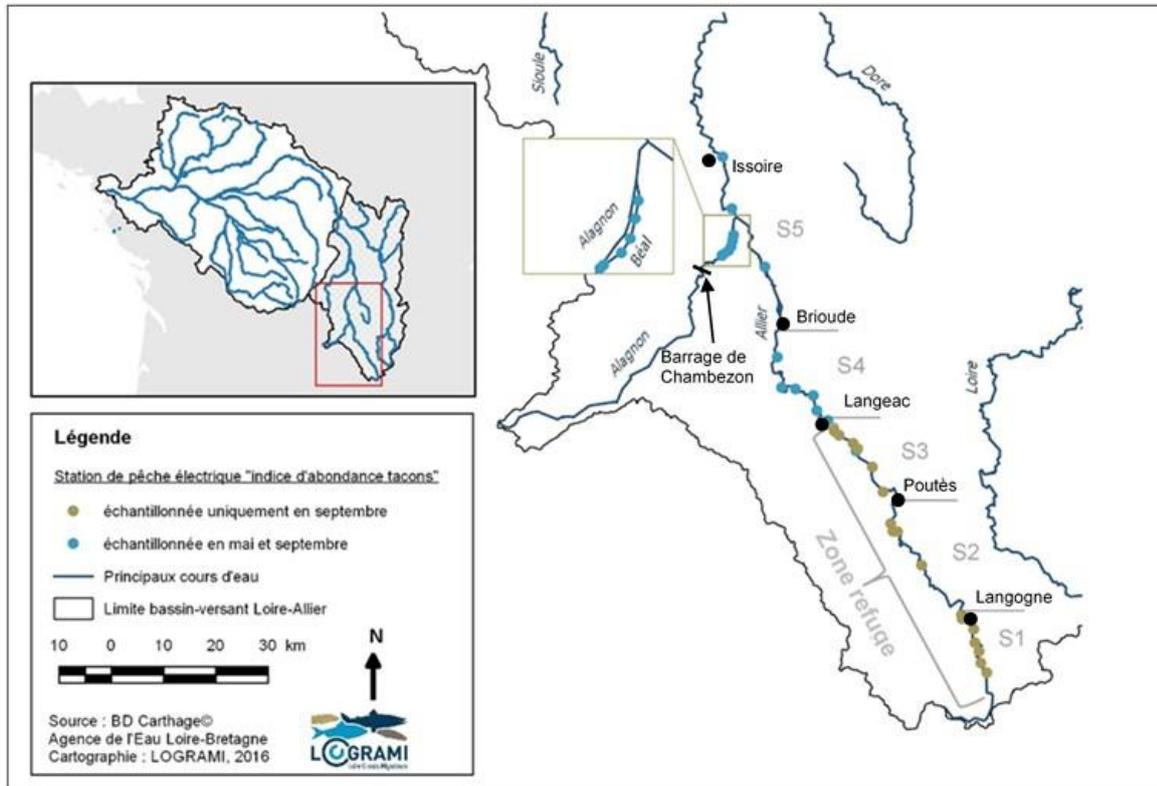


Figure 68 : Localisation des stations de pêche électrique de suivi d'abondance de juvéniles de saumon atlantique natifs sur le bassin de l'Allier en 2016

Résultats sur l'Allier

Alevins de l'Allier fin mai

Des alevins 0+natifs ont été capturés sur les 10 stations échantillonnées entre Issoire et Prades, les 25 et 26 mai 2016, juste avant les déversements d'alevins de pisciculture (Figure 69). Les indices d'abondance étaient compris entre très faibles et moyens.

Concernant les 2 secteurs « aval », l'indice moyen obtenu sur le secteur S5 est sensiblement identique à celui du secteur S4. Par ailleurs, les abondances dans ces 2 secteurs ont la même variabilité.

Les 2 stations de la zone refuge (S3) échantillonnées également au printemps ne présentaient pas d'abondance d'alevins plus importantes que celles des 2 secteurs situés plus en aval.

Avec un indice d'abondance moyen de $21,5 \pm 10,6$, la production naturelle d'alevins peut être jugée faible dès le printemps sur les 2 secteurs aval de l'Allier (S4 et S5) en 2016.

A titre de comparaison, cette production printanière moyenne est supérieure à celle observée sur la Sioule en 2015 (Indice d'abondance moyen : $1,6 \pm 1,9$) mais nettement inférieure à ce qui avait été observé sur le Renaison en aval de l'incubateur de Riorges (42) en 2015 ($64 \pm 87,6$) (BACH et al., 2016).



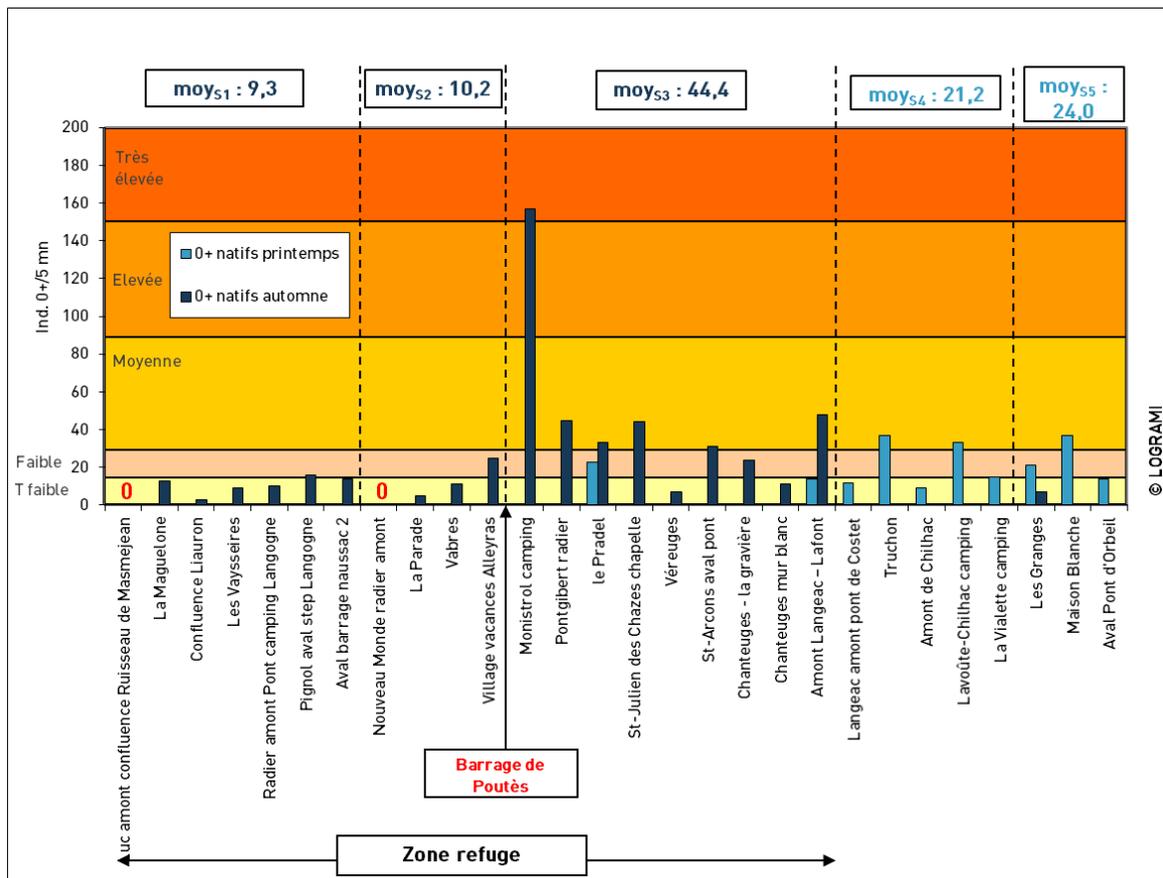


Figure 69 : Indices d'abondance d'alevins natifs et de tacons sur les stations échantillonnées en mai et septembre 2016 selon leur succession amont/aval

Tacons 0+ de la zone refuge de l'Allier en septembre

Des tacons 0+ ont été capturés sur 18 des 20 stations échantillonnées dans la zone refuge en septembre 2016 (Figure 69).

Les 2 stations ne présentant pas de juvéniles de l'année sont, toutes les deux, situées en amont du barrage de Poutès. La première, « Luc amont confluence ruisseau de Masmajaan » se situe en amont de la zone colonisable par les géniteurs, à quelques kilomètres des sources de l'Allier (60 km du barrage de Poutès). La seconde, « Nouveau-Monde radier amont », se situe dans les gorges de l'Allier à proximité de la confluence avec le Chapeauroux (24 km du barrage de Poutès).

Avec 7 stations présentant des abondances très faibles et 2 présentant des abondances faibles, la production de tacons 0+ natifs en amont du barrage de Poutès peut être considérée comme réduite en 2016.

Sur le secteur situé en aval du barrage de Poutès (S3), des tacons 0+ ont été capturés sur toutes les stations échantillonnées. Avec des indices d'abondance plutôt hétérogènes (très faibles à très élevés), la production naturelle peut être considérée comme moyenne sur ce secteur en 2016.



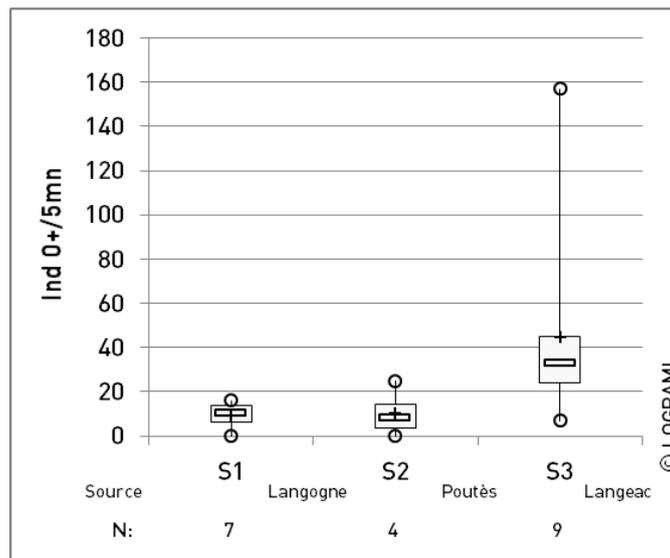


Figure 70 : Indices d'abondance tacons 0+ sur l'Allier en septembre 2016 selon la localisation des stations dans les différents secteurs de la zone refuge

L'année 2016 se caractérise par une production d'alevins natifs dans la zone refuge nettement inférieure à la moyenne (Figure 71), malgré les 164 frayères qui y avaient été comptabilisées en décembre 2015 (161 en moyenne depuis 2009). Pour quasiment le même nombre de frayères qu'en 2013 (157), l'indice d'abondance moyen de 2016 est largement inférieur à celui de 2014.

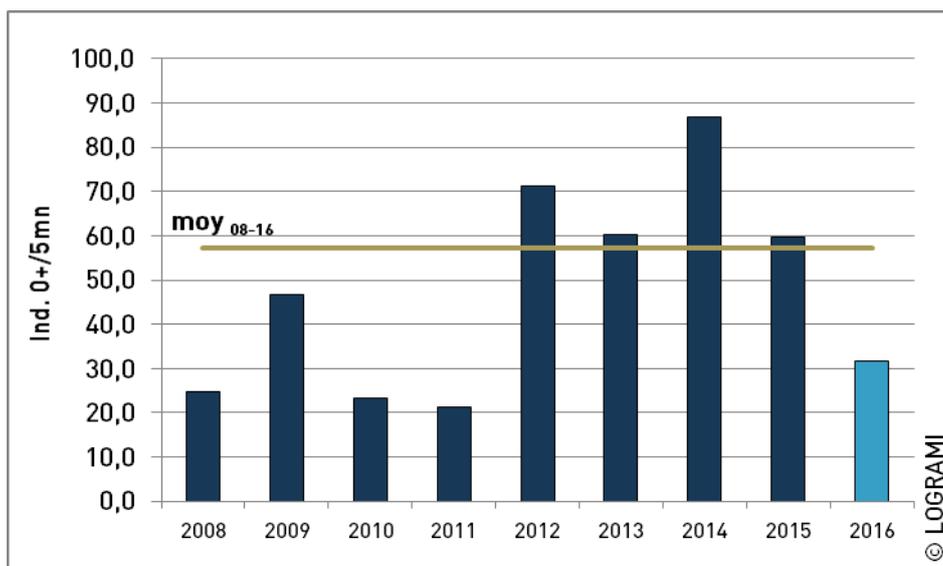


Figure 71 : Evolution de l'indice d'abondance tacons 0+ moyen dans la zone refuge de l'Allier depuis sa mise en place en 2008 (10 stations)

Evolution de l'abondance en tacons 0+ sur 3 stations de l'Allier entre les 2 campagnes d'échantillonnages

L'analyse de l'évolution des indices d'abondance des 2 stations « Pradel » et « amont Langeac - Lafont » du secteur S3 (dépourvues d'alevinage) et de la station « Les Granges » du secteur S5 (considérée comme exempte d'influence d'alevinage) révèle (Figure 69) :

- Une augmentation à l'automne pour les 2 stations du secteur S3 ;
- Une diminution à l'automne pour la station « Les Granges ».

L'augmentation d'abondance observée à l'automne est probablement induite par un débit de l'Allier moins important à l'automne (débit moyen journalier à Prades 16 m³/s le 25 mai 2016 contre 8,1 m³/s le 13 septembre 2016) qui a sans doute eu comme effet de concentrer les poissons (augmentation de leur capturabilité). Cette augmentation peut aussi s'expliquer par la diffusion des alevins (phénomène observé en aval de l'incubateur sur le Renaison (42)) notamment sur un secteur fortement exploité lors de la reproduction en 2015.

A l'inverse, malgré la même différence de débit (débit moyen journalier à Pont d'Auzon 28 m³/s le 25 mai 2016 contre 10,7 m³/s le 5 septembre 2016), la diminution d'abondance de tacons 0+ à l'automne sur la partie aval de l'Allier où les conditions thermiques estivales sont moins favorables, semble indiquer au mieux une migration vers des zones plus fraîches ou au pire une mortalité non négligeable (abondance divisée par 3).

Résultats sur le Béal de l'Alagnon

En septembre, les 6 stations du Béal sont considérées comme non alevinées car le point de déversement le plus proche se situe sur l'Alagnon à 2 kilomètres en amont de la prise d'eau du Béal. Nous émettons l'hypothèse que ces alevins ne pénètrent pas dans le Béal par effet tampon des retenues du barrage hydro-électrique de Chambezon et du barrage de Lempdes sur Alagnon.

Au printemps, des tacons 0+ ont été capturés sur les 6 stations du Béal en abondances très faibles à moyennes (Figure 72). L'indice d'abondance moyen observé sur ce secteur au printemps est de 22,8 individus en 5 minutes ± 22,4.

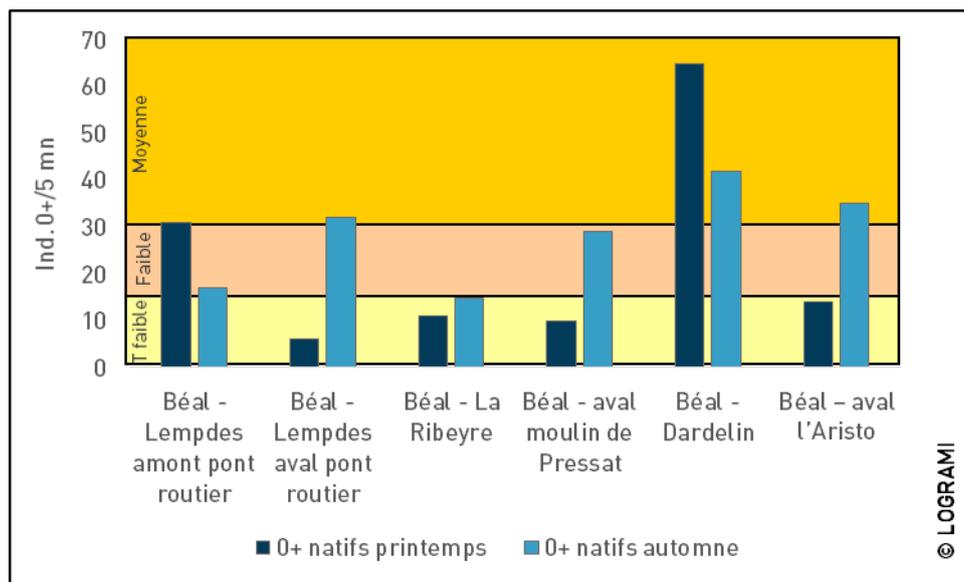


Figure 72 : Indices d'abondances de juvéniles de saumon sur les stations du Béal de l'Alagnon en mai et septembre 2016

A l'automne, des tacons 0+ ont également été capturés sur ces 6 stations en abondance très faible à moyenne. L'indice d'abondance moyen observé sur ce secteur à l'automne est de 28,3 individus en 5 minutes ± 10,5. Pour un nombre de frayères plus restreint, la production automnale de tacons 0+ natifs du Béal en 2016 est très nettement inférieure à celle de 2014 mais est toutefois comparable (légèrement inférieure) à celles de 2013 et 2015 (Figure 73).



L'indice d'abondance moyen à l'automne est légèrement supérieur à celui du printemps mais appartient à la même classe d'abondance (faible). Cet écart est probablement induit par un débit de l'Alagnon nettement moins important à l'automne (débit moyen journalier à Lempdes sur Alagnon de 10,8 m³/s le 26 mai 2016 contre 1,6 m³/s le 20 septembre 2016) qui a sans doute eu comme effet de diminuer le débit dans le Béal et de concentrer les poissons (augmentation de leur capturabilité).

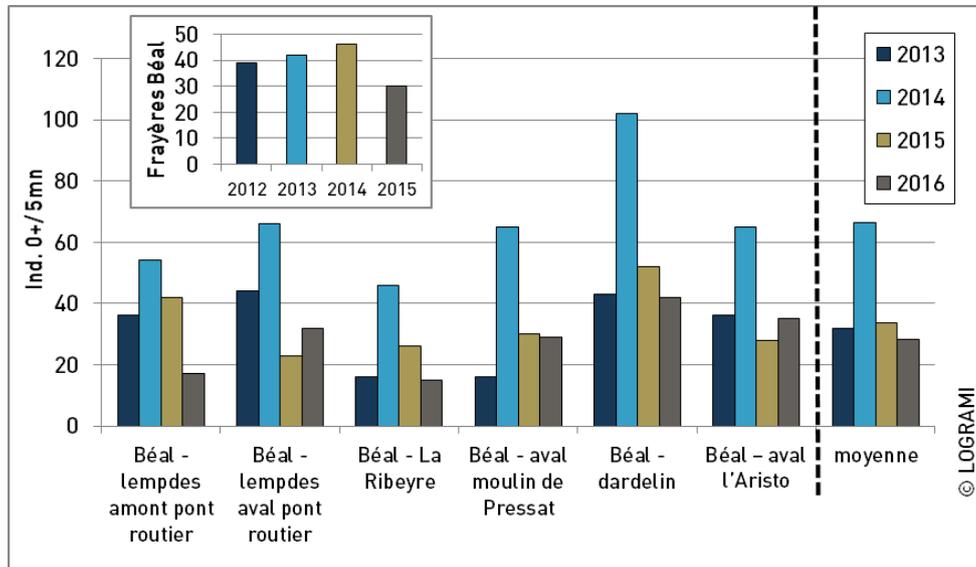
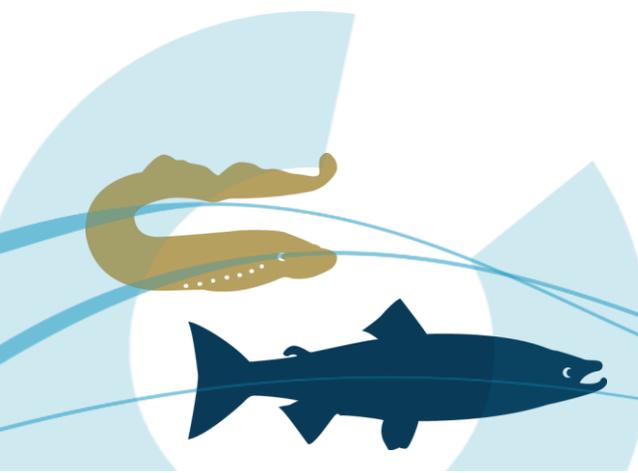


Figure 73 : Nombre de tacons 0+ échantillonnés à l'automne en 5 minutes de pêche électrique sur les sites du Béal de 2013 à 2016

Globalement, les résultats de ces 2 campagnes d'échantillonnage ne révèlent pas de diminution drastique de production pouvant être causée par une mortalité estivale. Seule la diminution de la variabilité des indices d'abondances entre le printemps et l'automne indique une répartition plus homogène des juvéniles sur l'ensemble du secteur étudié.

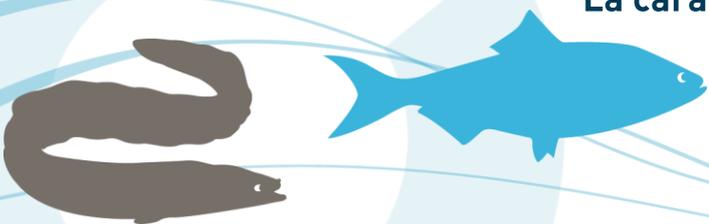


2.3.4.3 Conclusion sur le recrutement de juvéniles de saumons

Bien que réalisés dans des conditions de débits importants limitant l'efficacité de pêche, les échantillonnages printaniers réalisés sur le bassin de la Gartempe en 2016 ont toutefois révélé une faible présence d'alevins de saumon natifs (issus de reproduction naturelle) sur une station de la Gartempe où aucune frayère n'avait été observée en 2015. Cette observation confirme une productivité d'alevins de saumon limitée mais effective des habitats de la Gartempe.

Les échantillonnages printaniers réalisés en 2016 sur le bassin de l'Allier ont mis en évidence des productions d'alevins de saumon natifs jugées faibles sur l'Allier et le Béal de l'Alagnon. Probablement par effet de concentration par les débits plus faibles en septembre qui augmentent la capturabilité, et par effet de diffusion des tacons (territorialité qui augmente avec la croissance), les productions à l'automne sont plus importantes sur le Béal de l'Alagnon et sur deux stations de la zone refuge de l'Allier en aval du barrage de Poutès. A l'inverse une diminution de l'abondance est constatée à l'automne sur la partie aval de l'Allier où les conditions thermiques sont moins favorables.

Enfin l'année 2016 se caractérise par une production d'alevins natifs dans la zone refuge inférieure à la moyenne historique.





3. 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. Ils donnent 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 74). 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.

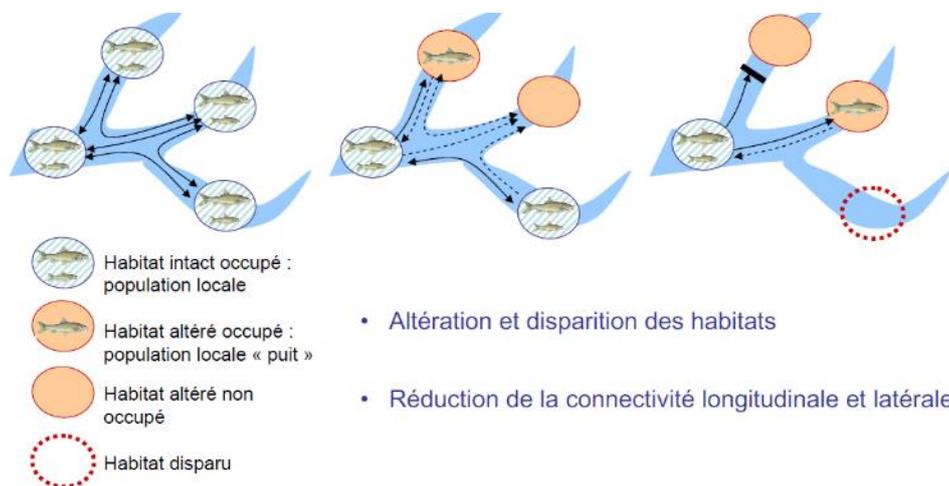


Figure 74 : Schéma d'altération, de disparition des habitats et de réduction de la connectivité longitudinale et latérale (Sources : C. Le Pichon, G. Gorges, J. Baudry, T. Faure et H. Boussard, 2006)



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 dispositif de franchissement ou mal entretenu, 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.

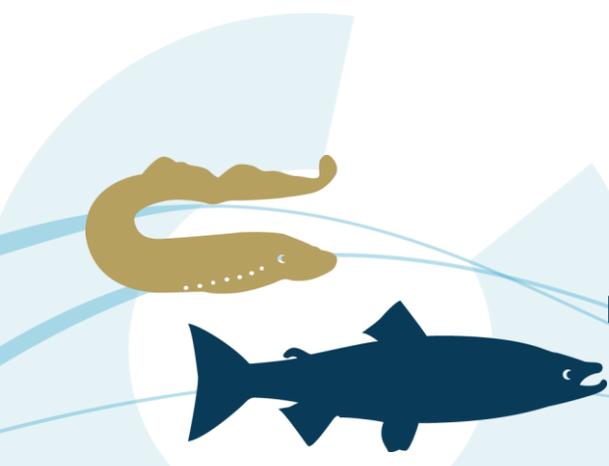
3.1. Conditions environnementales de l'année 2016

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.

3.1.1. 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 75).

Au moment de la rédaction du présent rapport, les débits 2016, mesurés aux différentes stations hydrologiques, n'ont pas encore été validés par les différents producteurs de données. **Les valeurs décrites ci-après sont donc susceptibles d'être modifiées.**



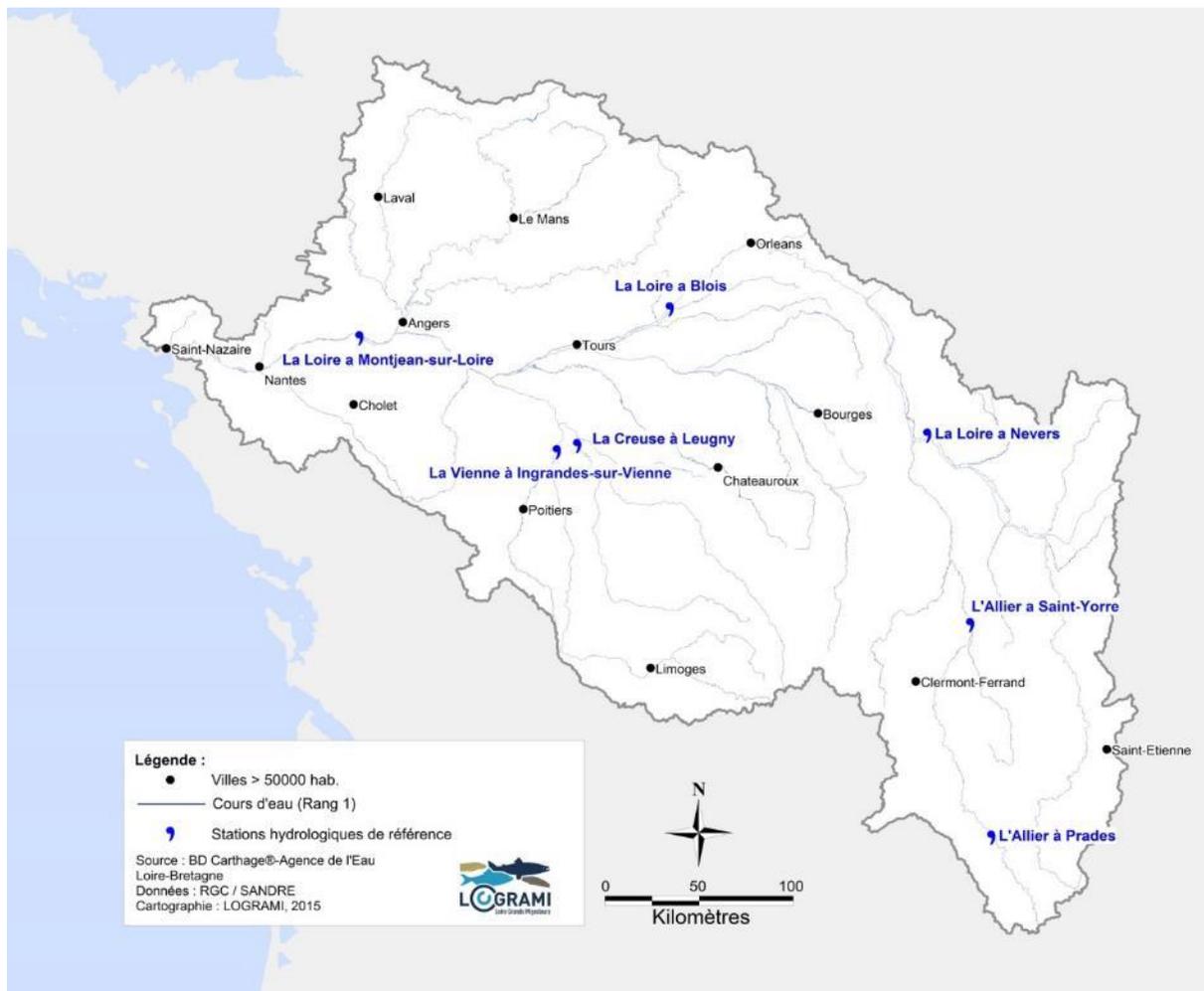


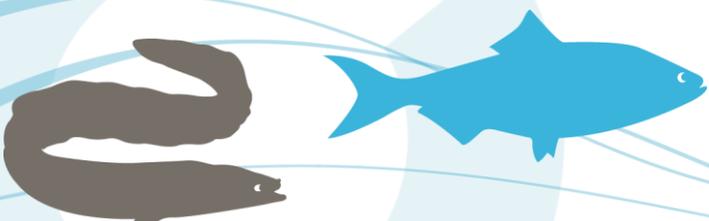
Figure 75 : Localisation des stations hydrométriques de référence sur le bassin de la Loire

3.1.1.1 Les débits de la basse Loire

Les conditions hydrologiques décrites sont celles de la station de Montjean-sur-Loire située sur la Loire à quelques kilomètres à l'aval d'Angers (Figure 76).

Hormis le mois de janvier, le début d'année 2016 est caractérisé par des niveaux d'eau plutôt élevés avec un printemps pluvieux. Les débits moyens mensuels à Montjean-sur-Loire sur la période février-juillet sont supérieurs aux débits de référence calculés sur une moyenne de 154 ans. Durant cette période, quatre crues sont constatées et atteignent des pics de crues supérieures à 1 500 m³/s :

- 🌀 La première crue a eu lieu entre le 10 février et le 1^{er} mars avec un pic de crue journalier atteignant 2 890 m³/s le 18 février.
- 🌀 La deuxième crue a eu lieu entre le 6 mars et le 15 mars avec un pic de crue journalier atteignant 2 290 m³/s le 11 mars.
- 🌀 La troisième est moins importante que les précédentes. Ce coup d'eau a lieu entre le 18 et le 26 avril avec un débit moyen journalier atteignant 1 730 m³/s le 22 avril.



- La quatrième crue est la plus importante de l'année. Elle survient entre le 25 mai et le 25 juin. Le débit moyen journalier maximal est atteint le 7 juin avec 3 700 m³/s. Pour le mois de juin, le débit moyen mensuel est 3,3 fois plus élevé que le débit moyen mensuel de référence calculé sur 154 ans.

La période d'étiage (juillet-août) est marquée par une hydrologie moyenne. Les débits moyens pour ces deux mois sont proches des valeurs moyennes de références. Les débits moyens des mois de juillet et d'août sont respectivement de 439 et 221 m³/s.

Durant les 3 derniers mois de l'année 2016, les niveaux d'eau sont extrêmement bas pour la saison. En effet, les débits moyens mensuels de la Loire à Montjean-sur-Loire sont en moyenne 2 fois moins importants que les écoulements de référence avec des valeurs nettement inférieures au module (845 m³/s). Pendant cette période, seul un coup d'eau est observé fin novembre-début décembre avec un pic journalier atteignant 1 380 m³/s le 1^{er} décembre.

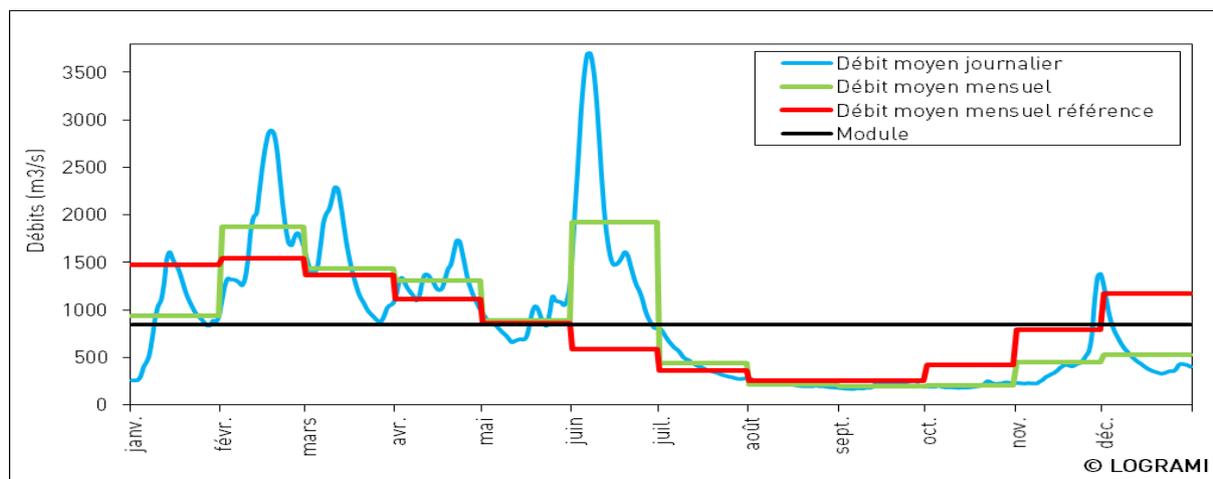


Figure 76 : Débits journaliers et mensuels de la Loire à Montjean-sur-Loire en 2016 (Données hydro : DREAL Pays-de-Loire /Hydro – MEDD/DE)

3.1.1.2 Les débits de la moyenne Loire

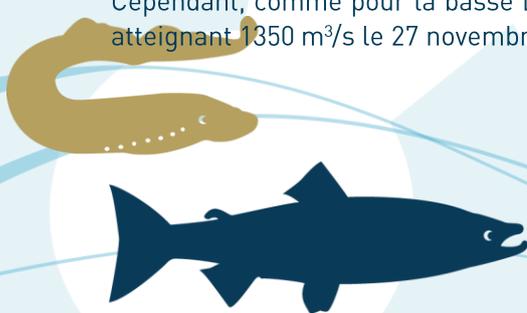
Les conditions hydrologiques décrites sont celles de la station de Blois située sur la Loire (Figure 77).

Durant les six premiers mois de l'année, hormis pour les mois de janvier et février qui sont déficitaires, les débits moyens mensuels à Blois sont globalement supérieurs à ceux de références. Comme pour la station de Montjean sur Loire, ce début d'année 2016 est caractérisé par un printemps pluvieux avec un débit élevé pendant les migrations de montaison (avril-mai-juin). Cinq crues principales sont distinguables en 2016 : le 17 février (1280 m³/s), le 9 mars (853 m³/s), le 9 avril (859 m³/s), le 21 avril (1090 m³/s), le 17 mai (795 m³/s) et le 7 avril (1710 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.

Le débit journalier moyen le plus faible est observé le 13 octobre avec une valeur de 60,7 m³/s. Sur 30 jours consécutifs le débit minimal (VCN30) est de 74,7 m³/s entre le 18 septembre et le 17 octobre 2016. La saison automnale est donc caractérisée par une hydrologie particulièrement basse.

Cependant, comme pour la basse Loire, nous constatons une dernière crue fin novembre avec un pic atteignant 1350 m³/s le 27 novembre.



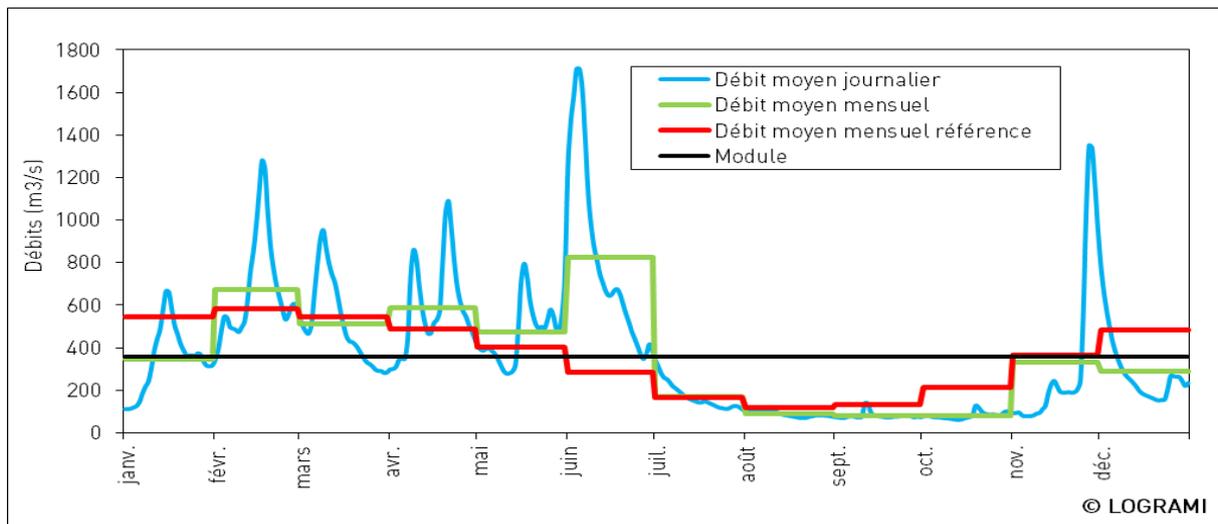


Figure 77 : Débits journaliers et mensuels de la Loire à Blois en 2016 (Données hydro : DREAL Centre / Hydro - MEDD/DE)

3.1.1.3 Les débits de la Loire amont

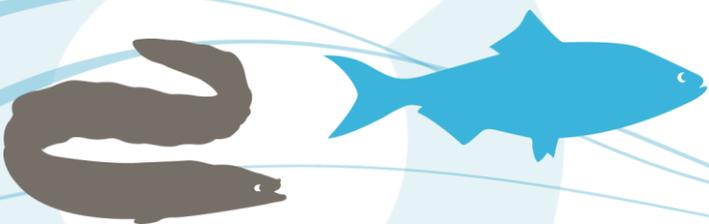
Les conditions hydrologiques décrites sont celles de la station de Nevers située sur la Loire en amont de la confluence avec l'Allier (Figure 78).

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

Pour la période d'avril à juin, les débits mensuels sont bien supérieurs aux valeurs de référence avec quatre pics de crue notable : le 7 avril (545 m³/s), le 19 avril (646 m³/s), le 15 mai (564 m³/s) et le 2 juin (894 m³/s). Ces crues sont de faible intensité par rapport à l'historique de la station, où la crue biennale est de 1000 m³/s. Pour autant, la Loire amont a bénéficié d'un printemps pluvieux et des débits élevés durant la période de montaison des poissons migrateurs.

Pour le reste de l'année, les débits mensuels sont bien inférieurs au module de la Loire (178 m³/s) sauf pour le mois de novembre où le débit mensuel est 0,6 fois plus élevé que le débit mensuel de référence calculé sur 62 ans. En effet, une crue de forte intensité (la plus importante de l'année) survient entre le 23 et le 30 novembre avec débit moyen journalier maximal qui atteint 1130 m³/s le 25 novembre.

Le débit journalier moyen le plus faible est, quant à lui, observé le 31 octobre avec une valeur de 31 m³/s. Sur 30 jours consécutifs, le débit minimal (VCN30) est de 34,7 m³/s entre le 15 septembre et le 14 octobre. Tout comme la Loire moyenne, l'hydrologie de la Loire à Nevers durant l'automne 2016 est caractérisée par des bas débits.



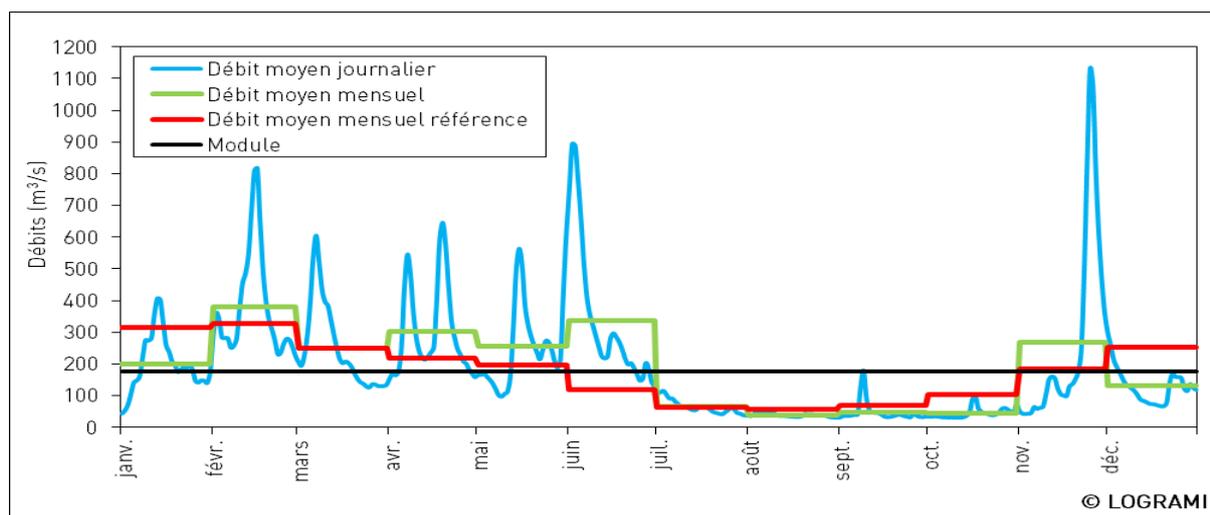


Figure 78 : Débits journaliers et mensuels de la Loire à Nevers en 2016 (Données hydro : DREAL Centre / Hydro - MEDD/DE)

3.1.1.4 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 79).

Les débits moyens mensuels de l'année sont proches ou supérieurs à ceux de référence (calculés sur 100 ans) durant les six premiers mois. Cinq crues sont supérieures à 300 m³/s : le 12 janvier (435 m³/s), le 15 février (590 m³/s), le 26 février (362 m³/s), le 5 mars (332 m³/s) et le 1^{er} juin (554 m³/s). Leurs intensités restent faibles, elles ne dépassent pas les valeurs d'une crue biennale (720 m³/s).

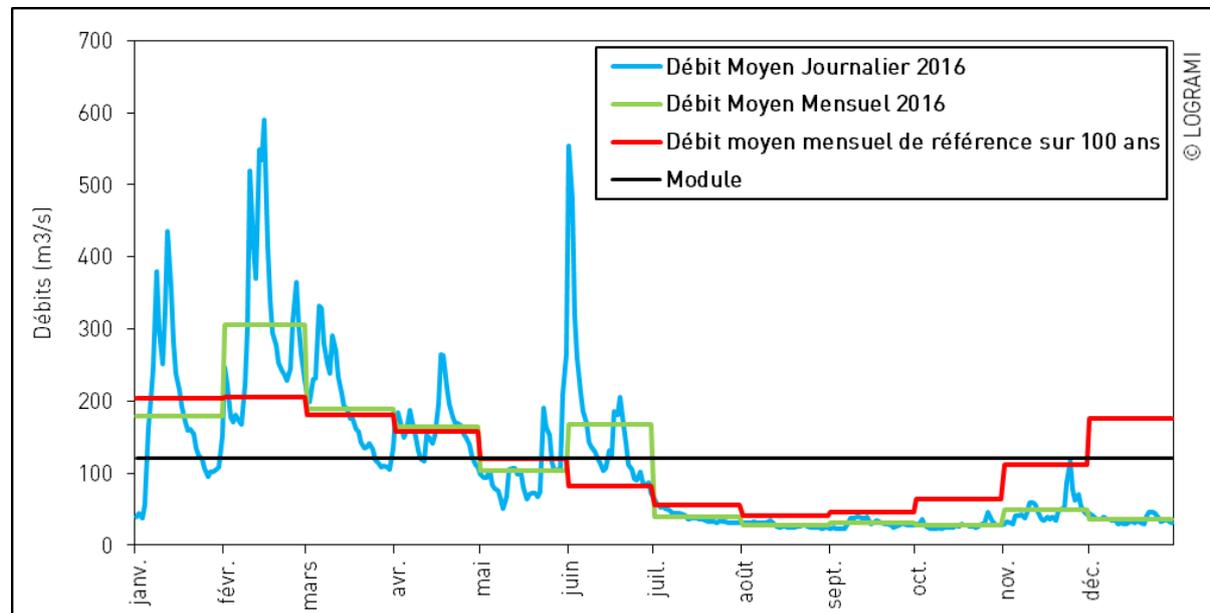


Figure 79 : Evolution des débits journaliers et mensuels de la Vienne à Ingrandes-sur-Vienne en 2016 (Données hydro : SPC VCA-Centre de Poitiers/Hydro - MEDD/DE)

La période de basses eaux s'étale de juillet à la fin de l'année. Le débit journalier moyen le plus faible est observé le 5 septembre avec une valeur de 22 m³/s. Le débit minimal calculé sur 30 jours consécutifs (VCN30) est de 26 m³/s entre le 9 août et le 7 septembre 2016. Cette période est considérée, par rapport



à l'historique de la station, entre biennale et triennale sèche (43 % des VCN 30 depuis 1918 sont inférieures). En 2016, l'étiage est donc assez peu marqué sur la Vienne.

3.1.1.5 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 ou proches de ceux de référence (calculés sur 54 ans) durant les six premiers mois de l'année 2016 (Figure 80). La période de basses eaux s'étale sur les mois de juillet à décembre. Le débit journalier moyen le plus faible est observé le 29 août avec une valeur de 11 m³/s. Sur 30 jours consécutifs le débit minimal (VCN30) est de 12 m³/s entre le 16 août et le 14 septembre 2016. Cette période est considérée, par rapport à l'historique de la station, entre biennale et triennale sèche (38 % des VCN 30 depuis 1964 sont inférieures). L'étiage est donc assez peu marqué sur la Creuse en 2016.

Deux crues supérieures à 300 m³/s sont distinguables : le 15 février (547 m³/s) et le 2 juin (883 m³/s). Cette dernière crue est de forte intensité par rapport à l'historique de la station, elle se situe entre une crue quinquennale et décennale.

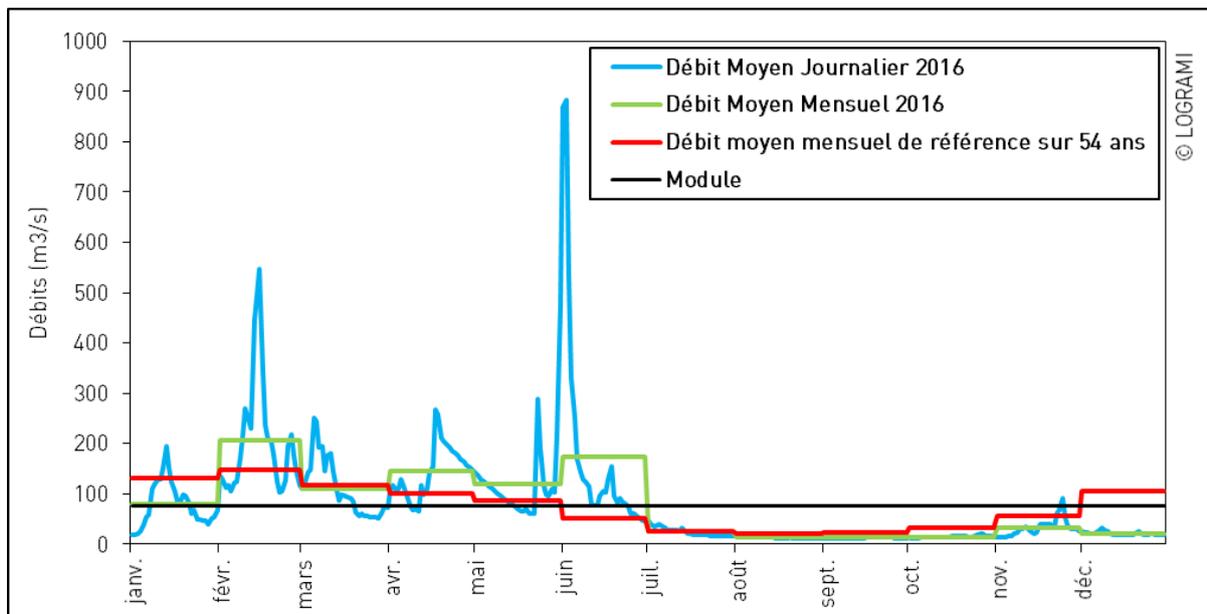


Figure 80 : Evolution des débits journaliers et mensuels de la Creuse à Leugny en 2016 (Données hydro : SPC VCA - Centre de Poitiers / Hydro - MEDD/DE)

3.1.1.6 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 81).



L'analyse des débits mensuels de l'Allier à la station de Saint-Yorre montre que les débits mensuels de l'année 2016 sont globalement inférieurs aux valeurs mensuelles de références pour les trois premiers mois de l'année.

Cependant, comme sur la Loire, le printemps est lui aussi caractérisé par des débits élevés. Les débits mensuels de l'année 2016 pour les mois d'avril et de juin sont supérieurs aux valeurs mensuelles avec trois crues supérieures à 250 m³/s : le 7 avril (285 m³/s), le 19 avril (319 m³/s) et le 2 juin (462 m³/s). Ces crues sont de faible intensité par rapport à l'historique de la station, où la crue biennale est de 540 m³/s. Les forts débits enregistrés au niveau de la station de Saint-Yorre pendant le printemps sont en partie dus à des pics de crue de la Dore enregistrés le 17 avril (103 m³/s) et le 1^{er} juin (153 m³/s).

A partir du mois d'août, les débits mensuels sont bien inférieurs au module de l'Allier (96 m³/s) ainsi qu'aux moyennes mensuelles de référence sauf pour le mois de novembre. En effet, en fin d'année 2016, une crue survient entre le 21 novembre et le 4 décembre avec un débit moyen journalier maximal qui atteint 438 m³/s le 24 novembre.

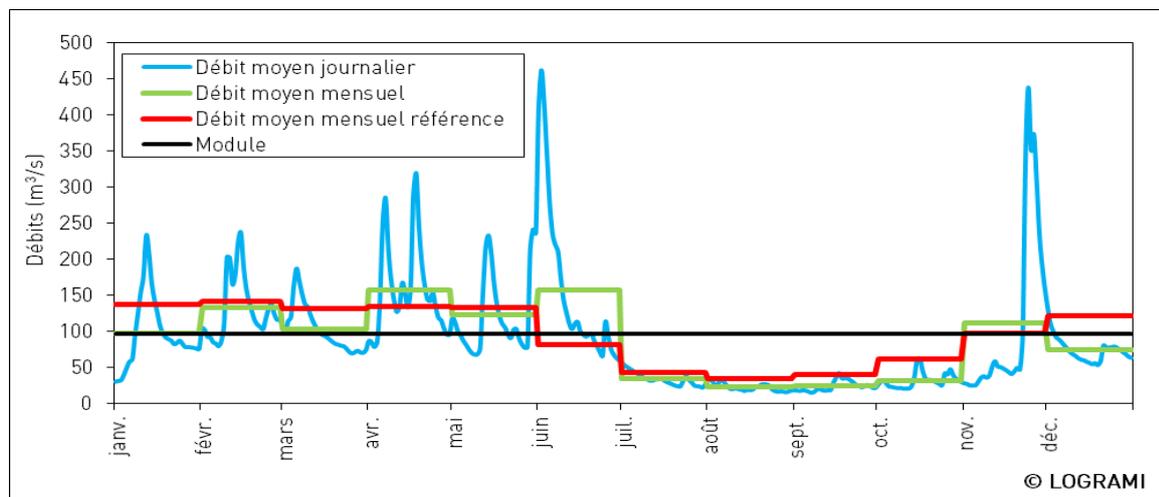


Figure 81 : Débits journaliers et mensuels de l'Allier à Saint-Yorre en 2016 (Données hydro : DREAL Centre / Hydro - MEDD/DE)

3.1.1.7 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 82).

La situation hydrologique de l'Allier à Prades est 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 pendant les sept premiers mois de l'année (période janvier-juillet). Une sécheresse prononcée est même constatée pendant les trois premiers mois (janvier-mars). Sur cette période, les débits mensuels sont en moyenne 0,6 fois moins importants que les débits mensuels de référence calculés sur 48 ans. Deux pics de crue sont visibles le 6 avril (117 m³/s) et le 12 mai (50 m³/s). Le soutien d'étiage opéré par le barrage de Naussac a estompé le phénomène pour les mois de juillet et août. En fin d'année 2016, une crue survient entre le 21 novembre et le 7 décembre avec un débit moyen journalier maximal qui atteint 215 m³/s le 23 novembre. Cette crue est de forte intensité par rapport à l'historique de la station, la valeur de la crue biennale étant de 200 m³/s.

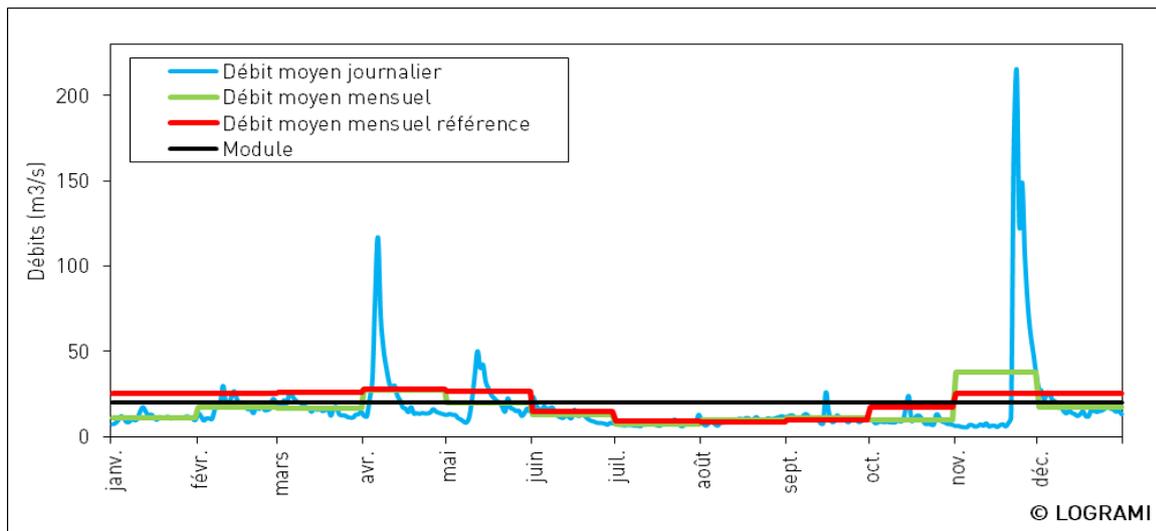


Figure 82 : Débits journaliers et mensuels de l'Allier à Prades en 2016 (Données hydro : DREAL Centre / Hydro - MEDD/DE)

3.1.2. 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, Alagnon).

3.1.2.1 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 83). 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...).

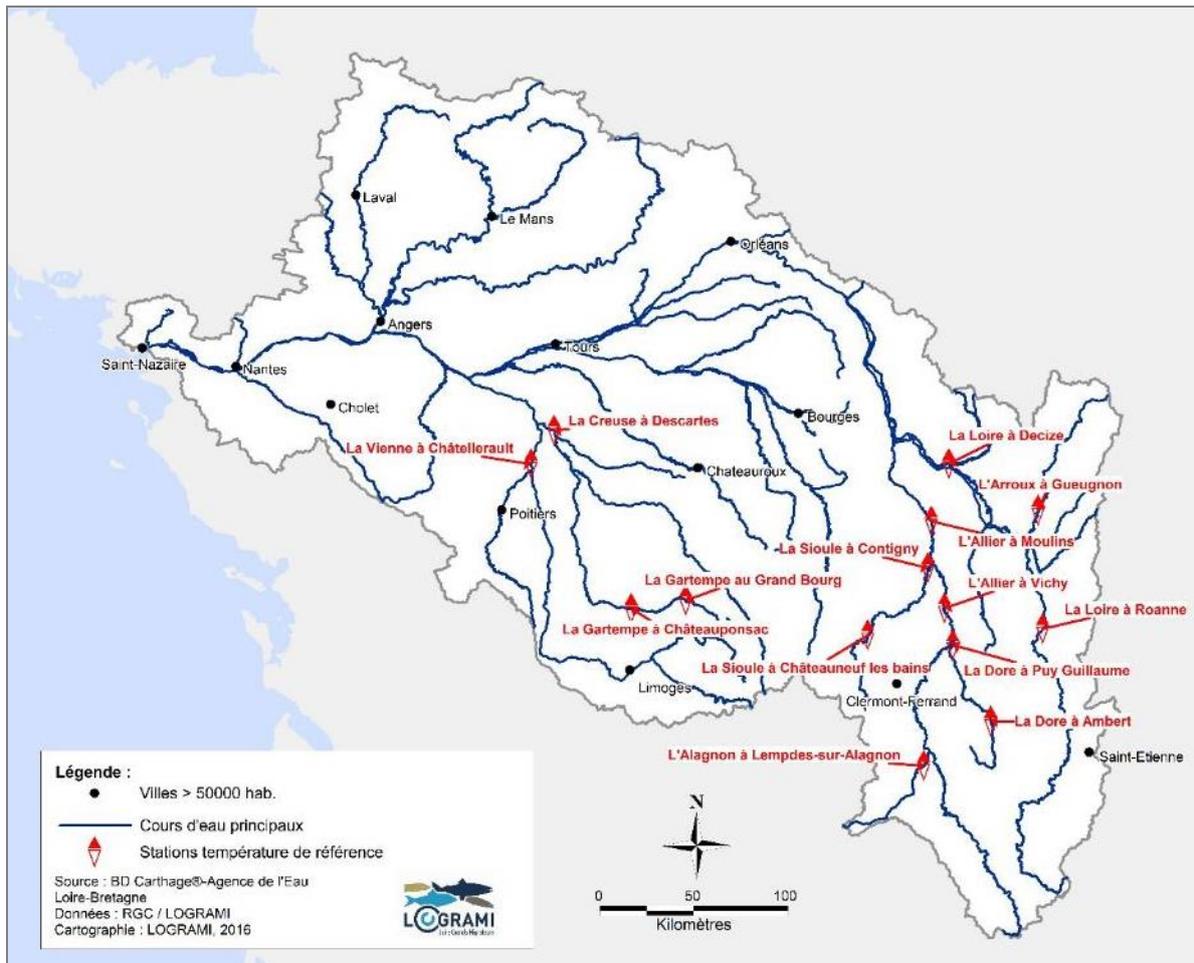


Figure 83 : Localisation des sondes températures utilisées pour caractériser l'année 2016 sur le bassin de la Loire

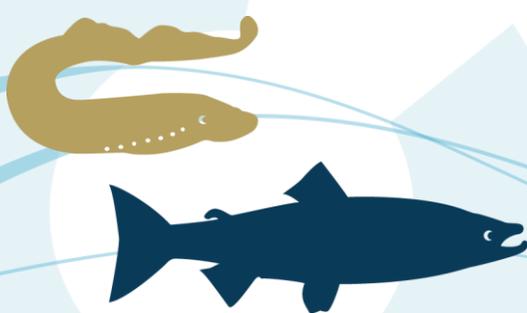
Les données de températures sont récupérées *in situ* à l'aide d'un dispositif de téléchargement et sont ensuite mises en forme sur Excel, puis analysées sur ce même logiciel ou sur R à l'aide du package Rcmdr.

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 en fonction des 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.



3.1.2.2 Qualification de l'année 2016

Contexte et analyses

L'objectif de cette partie est d'avoir une vision globale des températures 2016 et du fonctionnement des enregistreurs thermiques équipant le bassin de la Loire. Il s'agit également de qualifier l'année 2016 au regard des années antérieures.

Fonctionnement du réseau

Au total, 27 sondes températures sont suivies sur le bassin de la Loire. Chaque rivière suivie possède généralement au moins deux sondes sur son cours afin d'étudier l'évolution du régime thermique. Le réseau de sondes s'est étendu cette année avec l'installation d'une nouvelle sonde sur le Renaison à Riorges (Affluent rive gauche de la Loire en amont de Roanne) et de trois sondes sur l'Allier (Issoire, Brioude, Langeac).

L'entretien et le suivi d'un tel réseau de mesure prend du temps et peut se faire uniquement dans des conditions de débits favorables (basses eaux).

Pour les enregistreurs ayant pu être téléchargés en 2016, un tableau de synthèse reprenant les éléments essentiels à la compréhension de leurs fonctionnements est effectué (Tableau 31).

Tableau 31 : Fonctionnement du réseau d'enregistreurs thermiques en 2016 (sources LOGRAMI)

Rivière	Localisation	Année debut suivi	Période de défaillance en 2016	Pourcentage de fonctionnement en 2016
Loire	Decize	1998	RAS	100%
	Roanne	2012	RAS	100%
Arroux	Gueugnon	2006	RAS	100%
Renaison	Riorges	2016	Installation le 20 Juin	53%
Allier	Moulins	2011	1/01/2016 au 31/12/2016	0%
	Vichy	1997	RAS	100%
	Issoire - Orbeil	2016	Installation le 26 Mai	60%
	Brioude - La Bageasse	2016	Installation le 25 Mars	77%
	Langeac	2016	Installation le 15 Janvier	96%
	Langogne	2011	25/03/2016 au 31/12/2016	23%
Sioule	Contigny	2011	RAS	100%
	St Quintin sur Sioule	2013	27/07/2016 au 31/12/2016	57%
	Châteauneuf les Bains	2011	RAS	100%
Dore	Puy Guillaume	2011	RAS	100%
	Ambert	2011	RAS	100%
Alagnon	Lempdes sur Alagnon	2011	RAS	100%
	Massiac	2007	01/01/2016 au 21/01/2016	94%
Creuse	Descartes	2007	RAS	100%
Vienne	Châtellerault	2004	RAS	100%
Gartempe	Châteauponsac	2011	01/01/2016 au 16/08/2016	63%

Le réseau « température » a globalement bien fonctionné durant l'année 2016. Sur l'ensemble des sondes installées depuis 1997 (16 sondes), 11 ont fonctionné correctement durant toute l'année 2016.

Les quatre sondes températures ajoutées au réseau en 2016 (Riorges, Issoire, Brioude et Langeac) ont permis de suivre entre 96 % et 53 % de l'année.

La perte de données sur les stations de Moulins, Langogne, St Quintin sur Sioule et Massiac est due à la disparition des sondes températures ainsi qu'à un problème de téléchargement avec la navette de



transfert. De même, la sonde de Châteauponsac a été retirée par erreur durant des travaux de mise en conformité de la passe à poissons du barrage de la Roche Etrangleloup. Les données de température des cinq derniers mois de l'année n'ont ainsi pas pu être enregistrées.

Amplitude thermique

Une étude des maxima et minima journaliers de l'année 2016 permet de qualifier l'amplitude des températures de chaque station. Seules les sondes températures qui ont fonctionné plus de 90 % du temps de l'année sont prises en compte dans l'analyse. Ces résultats sont représentés dans un graphique de type minimum-maximum.

Les températures journalières mesurées sur les différentes stations du bassin ont des amplitudes variables (Figure 84). La station de Gueugnon enregistre l'amplitude thermique maximale de 2016 avec un écart de 25,7 °C entre le maximum enregistré (26,9 °C) et le minimum (1,2 °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 19,7 °C et 18 °C). Les faibles températures estivales de l'eau de la Loire à Roanne et de la Sioule à Châteauneuf les Bains peuvent s'expliquer en partie par la présence des barrages de Villerest et de Queuille situés juste en amont des stations. La profondeur importante de ces retenues 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 inclut cet « effet barrage ».

La station de Lempdes sur Alagnon a enregistré un minimum de 0,2 °C tandis que la station de Decize a enregistré un maximum de 27,8 °C.

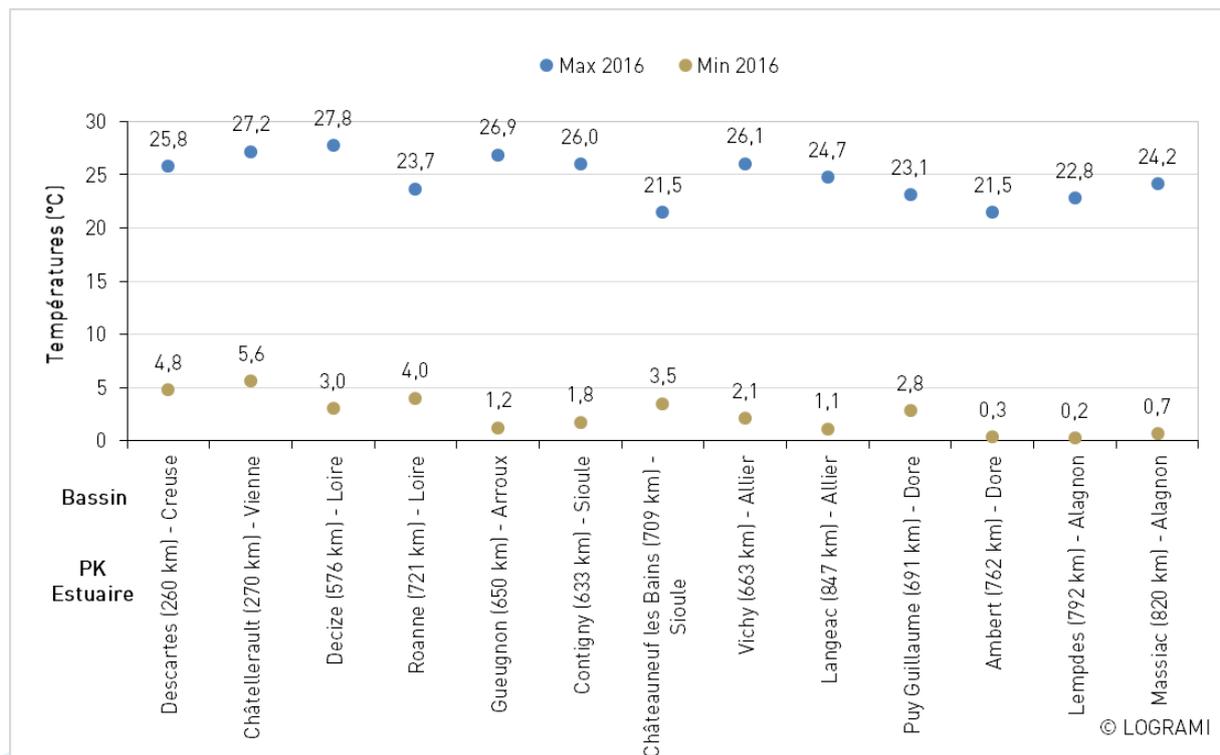
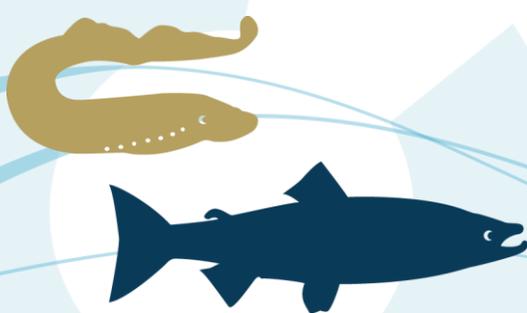


Figure 84 : Amplitude des températures de 2016 sur les différentes stations de mesure utilisées sur le bassin de la Loire



Comparaison des moyennes mensuelles

Une comparaison des moyennes mensuelles 2016 aux moyennes mensuelles des années antérieures permet d'avoir une vision générale de l'année 2016. 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.

Les écarts entre les moyennes mensuelles 2016 et les valeurs de référence sont présentées dans le Tableau 32.

Nous observons que pour la période avril-juillet sur l'ensemble des axes étudiés, les températures sont bien en dessous des valeurs de référence. Le plus fort écart négatif enregistré durant cette période est de - 2,4°C à la station de Lempdes sur Alagnon au mois de juillet. A contrario, le plus fort écart positif enregistré est de + 1,7°C à la station de Gueugnon au mois d'août. Les conditions thermiques ont donc été favorables à la migration printanière des poissons ainsi qu'à leur survie estivale.

Il apparaît également que les mois de février et septembre ont été particulièrement chauds pour la Creuse, la Vienne, la Gartempe, la Loire amont, l'Allier aval, la Sioule amont et la Dore aval. Le plus fort écart positif enregistré est de + 2,6°C à la station de Gueugnon au mois septembre. Le mois de février a permis d'attirer plus précocement les saumons sur l'amont du bassin. A contrario, la température élevée du mois de septembre a pu limiter la progression des saumons lors de la migration automnale.

Tableau 32 : Ecarts (°C) entre les valeurs moyennes mensuelles 2016 et les valeurs de référence par mois sur les stations de mesures du réseau. (Sources LOGRAMI)

Cours d'eau	Station	Periode de référence	janvier	février	mars	avril	mai	juin	juillet	août	septembre	octobre	novembre	décembre
Loire amont	Decize	2010-2015	0,9	2,4	-0,7	-1,5	-0,7	-1,0	0,6	1,0	1,2	-1,2	-0,5	-0,8
	Roanne	2012-2015	1,2	1,5	-0,2	-0,1	-0,2	-0,6	0,0	0,4	1,4	-0,4	-0,1	-0,5
Arroux	Gueugnon	2007-2015	1,2	2,3	-0,4	-1,6	-2,1	-2,0	0,9	1,7	2,6	-0,2	0,0	-1,1
Allier aval	Vichy	1999-2015	1,5	1,9	-0,5	-0,8	-1,8	-2,9	0,5	1,2	1,9	-0,7	0,6	-0,4
Sioule	Châteauneuf les Bains	2011-2015	-0,1	1,4	0,2	0,5	-0,1	0,1	0,4	0,7	0,1	-0,9	0,2	-0,5
Dore	Puyguillaume	2011-2015	0,0	1,5	-0,8	-0,2	-0,3	-1,5	-1,9	0,4	2,1	-1,0	-0,2	1,3
	Ambert	2011-2015	-0,7	0,4	2,2	-0,4	-0,2	-0,4	-1,2	0,1	0,7	1,5	-1,5	0,0
Alagnon	Lempdes sur Alagnon	2011-2015	-1,3	0,9	2,3	-0,5	-1,4	-1,4	-2,4	0,3	0,6	1,2	-1,5	-0,2
	Massiac	2011-2013	1,0	2,6	-0,4	-0,9	-1,0	-0,9	1,0	0,0	0,6	-1,7	-0,3	-1,4
Creuse	Descartes	2012-2015	0,9	2,1	-2,0	-1,6	-1,3	-2,2	-0,3	0,6	1,5	-1,1	-0,5	-1,1
Vienne	Chatellerault	2012-2015	2	2,5	0	-0,8	-0,6	-1,8	0,2	1,3	1,9	-0,6	0,3	0,3
Gartempe	Chateauponsac	2012-2015	0,6	2,4	-0,7	-1,4	-0,9	-1,6	-0,3					

<-2		Température nettement plus fraîche
-2< Δ t<-1		Température plus fraîche
<-1< Δ t<1		Température similaire
<1< Δ t<2		Température plus chaude
Δ t>2		Température nettement plus chaude



Evolution thermique des sondes températures installées en 2016

Les sondes températures du bassin de l'Allier

Trois sondes températures ont été ajoutées en 2016 sur le bassin de l'Allier au niveau des zones historiques de reproduction du saumon. D'aval en amont, les localisations des sondes sont les suivantes :

- 📍 Issoire – Orbeil
- 📍 Brioude-La Bageasse
- 📍 Langeac

Si nous comparons l'évolution de la température pour les 3 sondes installées sur le bassin de l'Allier pour le période commune du 21 juin au 31 décembre, nous nous apercevons qu'il y a un gradient de température amont/aval et que les températures journalières mesurées sur les différentes stations du bassin ont des amplitudes similaires (Figure 85).

La station de Brioude enregistre l'amplitude thermique maximale de 2016 avec un écart de 21,8 °C entre le maximum enregistré (23,5 °C) et le minimum (1,7 °C).

Lorsque nous comparons les températures entre Langeac et Brioude sur l'ensemble de la période commune, nous nous apercevons que la température de l'eau est plus fraîche à Langeac de 1 °C. Cependant, la température de l'Allier à Brioude est plus chaude de 0,4 °C qu'à Issoire. Cette légère différence de gradient peut s'expliquer par l'emplacement de l'enregistreur thermique qui joue un rôle important quant à la qualité de ces données. En effet, l'enregistreur de Brioude est implanté dans la retenue du barrage de La Bageasse en aval la confluence avec le Sénouire (Affluent en rive droite de l'Allier). Cet emplacement ne semble pas représenter au mieux les conditions thermiques de l'Allier à cet endroit.

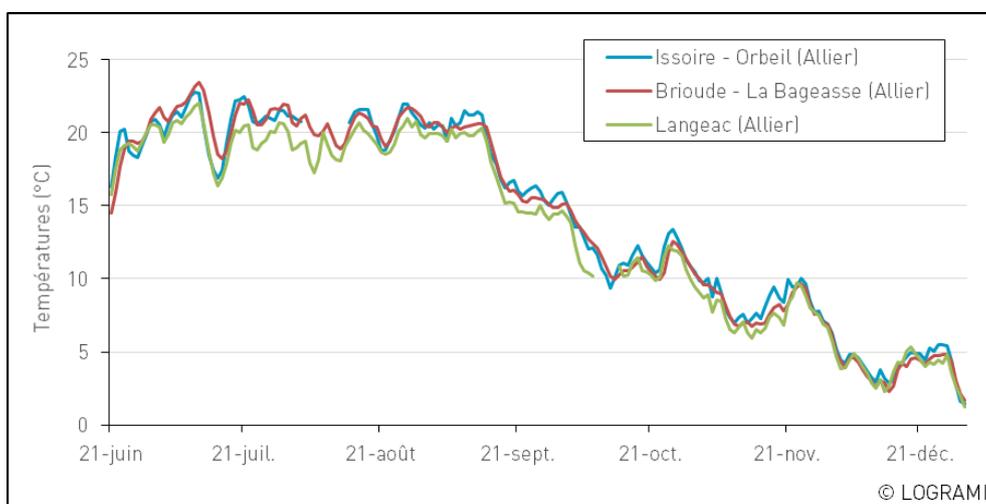


Figure 85 : Comparaison de l'évolution des températures journalières des trois sondes températures installées en 2016 sur le bassin de l'Allier

La sonde températures du bassin du Renaison

Une sonde température a été ajoutée en 2016 sur le bassin du Renaison sur la commune de Riorges. Elle est localisée en aval immédiat de l'incubateur à saumons (œufs fécondés provenant de la pisciculture de Chanteuges) installé en 2015 sous l'impulsion des différentes collectivités piscicoles de la région Roannaise (42). Cette sonde doit permettre de mieux connaître le régime thermique de cette rivière afin d'expliquer au mieux la production de cet incubateur.

La température du Renaison à Riorges en 2016, sur la période du 21 juin à la fin octobre, suit la même évolution que les sondes de températures du bassin de l'Allier mais avec une eau bien plus fraîche (Figure 86). L'amplitude thermique enregistrée est de 15,3 °C entre le maximum enregistré (18,3 °C) et le minimum (3 °C). Cependant, cette tendance s'inverse en fin d'année avec des températures plus élevées que sur l'Allier. Les fortes températures hivernales de l'eau peuvent s'expliquer en partie par la présence des barrages de Rouchain et de la Tâche situés environ 11 km en amont de la station. La profondeur importante de ces retenues implique une stratification thermique de la masse d'eau. En hiver, la température de l'eau est croissante avec la profondeur. Les débits rejetés étant largués par le fond de la retenue, la température serait anormalement chaude. Il est très probable que l'enregistreur de températures de Riorges inclut cet « effet barrage ».

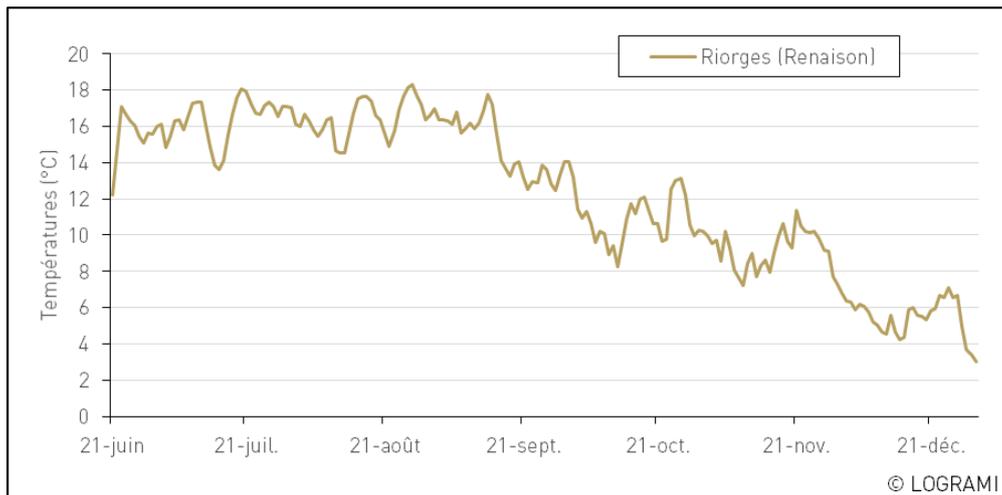


Figure 86 : Evolution des températures journalières de la sonde température installée en 2016 sur le bassin du Renaison

3.2. 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 par l'ONEMA (aujourd'hui AFB (Agence Française pour la Biodiversité)). 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).

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.

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 étaient équipés de 1 à 4 dispositif(s) de franchissement pisciaires, pour un nombre total de 794 dispositifs.

Le pourcentage d'ouvrages équipés était donc, en 2014, d'environ 4 %. Une partie d'entre eux se situe sur les cours d'eau à migrateurs. Le Référentiel des Obstacles à l'Écoulement n'ayant pas été mis à jour pour 2016, ces chiffres ont évolué et ne prennent pas en compte les derniers aménagements réalisés et présentés ci-après.

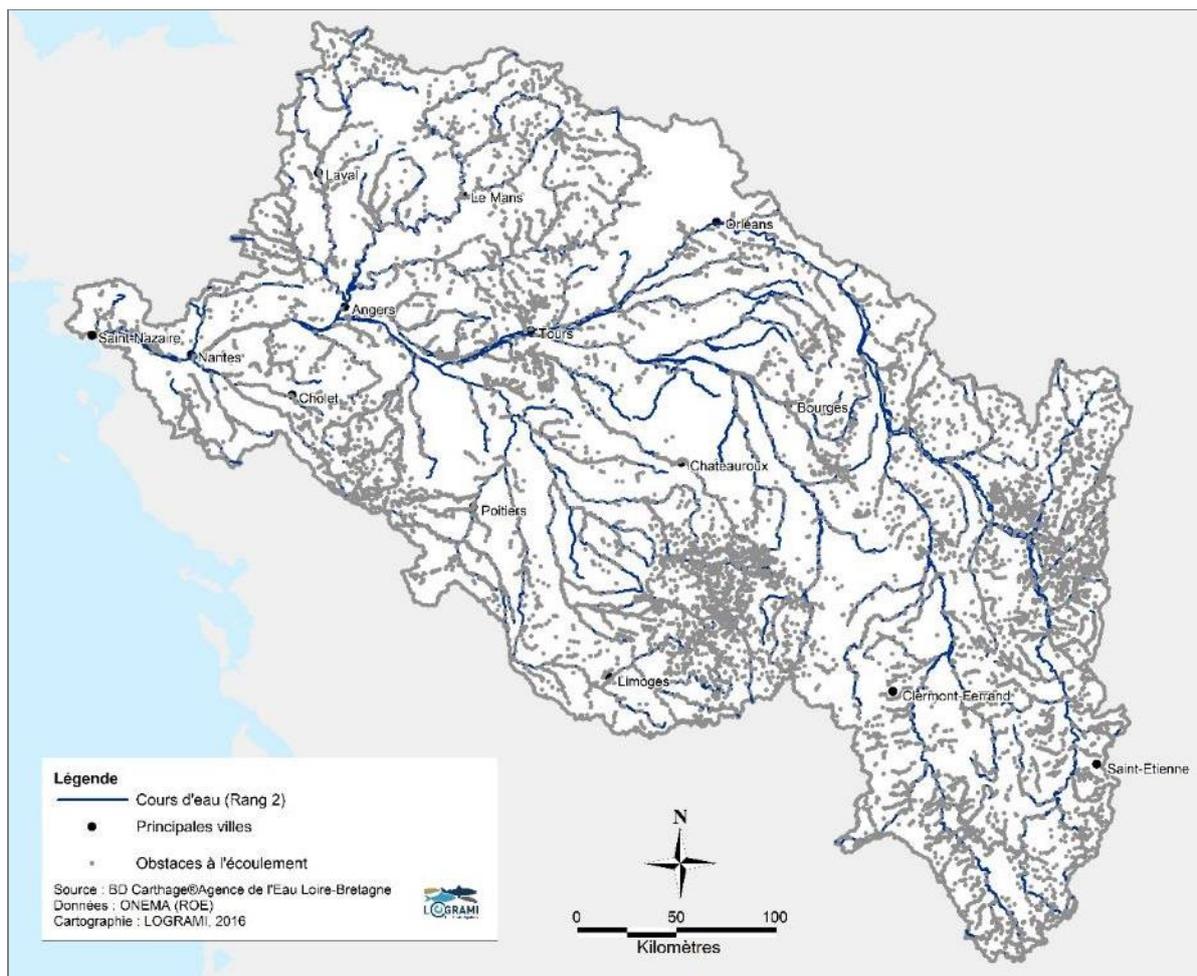


Figure 87 : Carte des obstacles à l'écoulement sur le bassin de la Loire (Source : ROE/ONEMA)

Afin de caractériser les conditions de circulation des poissons migrateurs, les cartes ci-après 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 88 et Figure 92).

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. Elles sont accompagnées des principaux éléments intervenus concernant les aménagements en faveur de la continuité piscicole à la montaison sur ces axes.



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.

3.2.1. Bassin Vienne-Creuse

Sur les principaux cours d'eau classés pour l'alose 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 sont considérés comme franchissables avec retard (1) ou difficilement franchissables (4). 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.



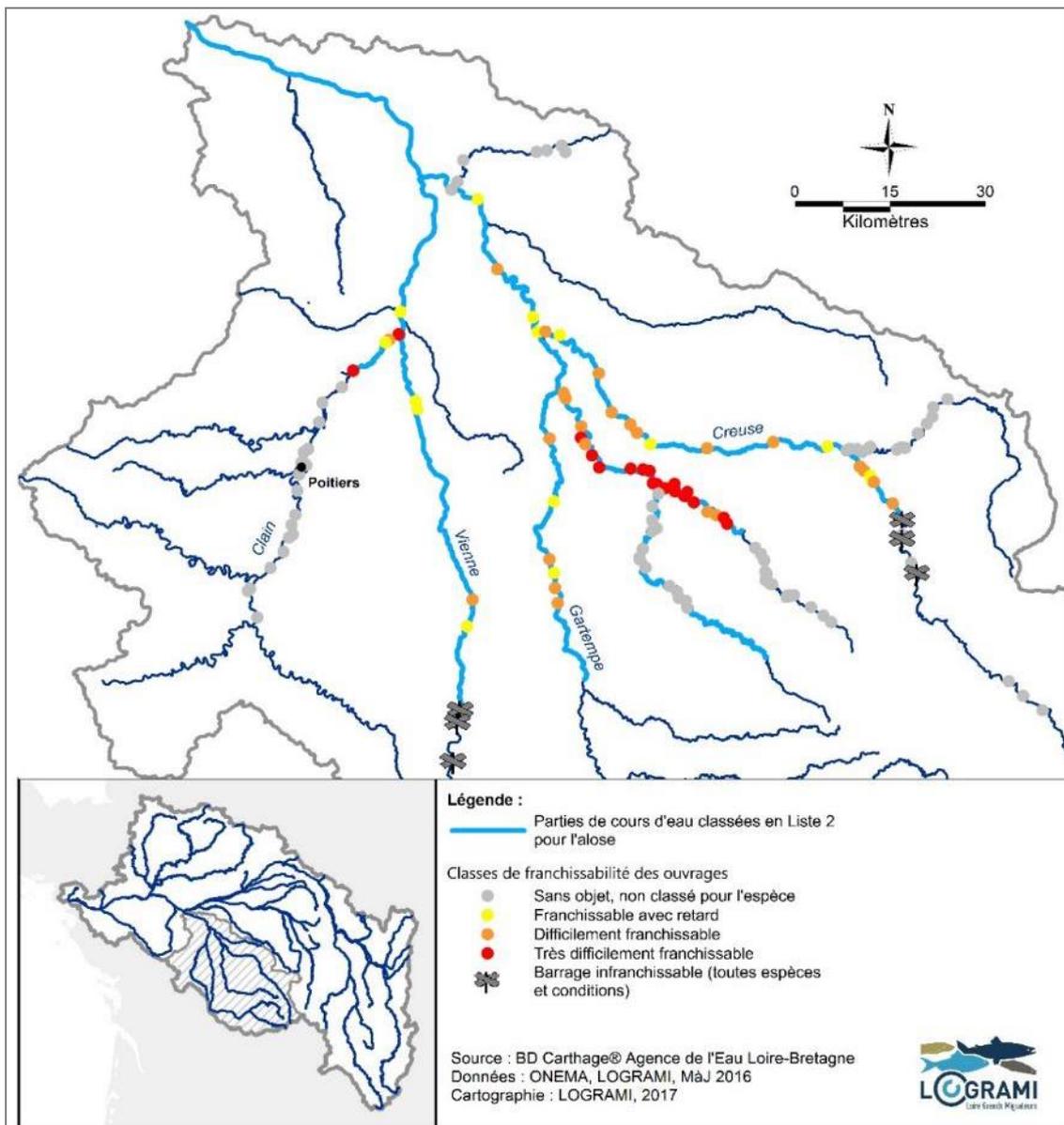


Figure 88 : Cours d'eau classés en Liste 2 (L.214-17) et franchissabilité des ouvrages sur cours d'eau pour les aloses sur le bassin Vienne-Creuse

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. L'étude conduite par le Conseil départemental est achevée. Suite aux différents scénarii envisagés, des projets d'aménagement sur deux ouvrages sont en cours. Indépendamment de cette étude, une rampe en enrochements a été réalisée sur le seuil du Moulin de Souhé en 2016 (Figure 89).



Figure 89 : Passe en enrochements régulièrement répartis sur le seuil du Moulin de Souhé, Clain (© LOGRAMI)

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'alose dans sa partie aval (département de la Vienne). Sur ces deux cours d'eau, des études sont en cours avec une antériorité plus importante sur la Gartempe où elles ont commencé depuis plusieurs années. Aucun aménagement n'a pu être réalisé sur les seuils étudiés en 2016. Sur la moyenne Gartempe néanmoins, le réaménagement d'un seuil d'usine hydroélectrique a été effectué avec la mise en place d'un dispositif de franchissement à pré barrages.

L'Anglin, affluent de la Gartempe, ainsi que la Benaize, affluent de l'Anglin, sont classés pour l'alose et figurent donc sur la carte. Cependant, ils ne présentent pas les principales caractéristiques d'accueil pour la reproduction de cette espèce. Ces cours d'eau sont néanmoins classés pour les espèces holobiotiques et à ce titre doivent permettre la continuité piscicole et sédimentaire. Dans cette optique, l'étude préalable à un Contrat Territorial sur le bassin de l'Anglin prend en compte la dimension continuité écologique dans un volet spécifique.

3.2.2. 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 avec des difficultés de franchissement. Toutefois, sur la Loire, l'ouvrage infranchissable de Villerest condamne une partie du parcours historique des poissons migrateurs.

En 2016, le seuil des Madeleines sur l'Allier a été aménagé notamment suite aux difficultés de franchissement mises en évidence lors de l'étude de radiopistage de saumons en 2009. Il s'agit du septième ouvrage depuis la confluence avec la Loire et du troisième ouvrage au-dessus du Pont-barrage de Vichy qui abrite la station de comptage. L'aménagement a consisté en une succession de bassins aménagés directement dans le substrat marneux et communiquant entre eux par des chutes franchissables (Figure 90).

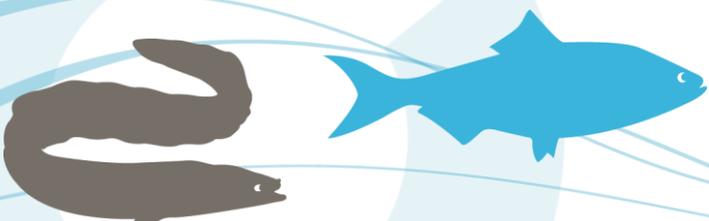




Figure 90 : Dispositif de franchissement aménagé dans le substrat marneux sur le seuil des Madeleines, rivière Allier (© LOGRAMI)

Le lancement des travaux de réaménagement du barrage de Poutès, initialement prévus en juin 2016, a été reporté quelques jours avant la date programmée. Ces travaux doivent consister en la déconstruction de l'actuel barrage de Poutès haut de 17 m puis en une reconstruction d'un nouveau barrage d'une hauteur inférieure à 5 m ainsi que des aménagements en faveur de la continuité pisciaire et sédimentaire. La première phase des travaux (confortement de berges, évacuation des éléments sains de la retenue,...) devrait finalement débuter au printemps 2017.

Les affluents sont plus impactés : sur la Sioule, le premier ouvrage situé environ 5 kilomètres au-dessus de la confluence avec l'Allier était jugé très difficilement franchissable. Celui-ci a fait l'objet d'aménagement de dispositifs de franchissement couplés à une station de comptage des migrations en 2016. Cependant, ces opérations n'étant pas finalisées fin 2016, ces modifications n'ont pas été considérées pour la mise à jour de la carte (Figure 92).



Figure 91 : Dispositifs de franchissement aménagés en 2016 sur la rivière Sioule, à gauche Moulin d'Entremiolle, à droite Moulin de la Ville (© LOGRAMI)

Sur la Sioule en 2016, 2 autres ouvrages ont fait l'objet d'aménagement avec des systèmes de franchissement pisciaire, le moulin de la Ville à Saint Pourçain sur Sioule (03) et le moulin d'Entremiolle à Bayet (03) (Figure 91). Ce cinquième ouvrage depuis l'aval ne se situe pas sur le linéaire classé pour



l'alose. Bien qu'évidemment ces équipements n'aient pas pu être validés par un suivi précis, nous devons considérer que leur franchissabilité a été améliorée pour le saumon atlantique, l'anguille et les espèces holobiotiques.

Sur l'Aron, affluent de la Loire, plusieurs ouvrages considérés comme difficilement franchissables sont rencontrés dès sa partie aval.

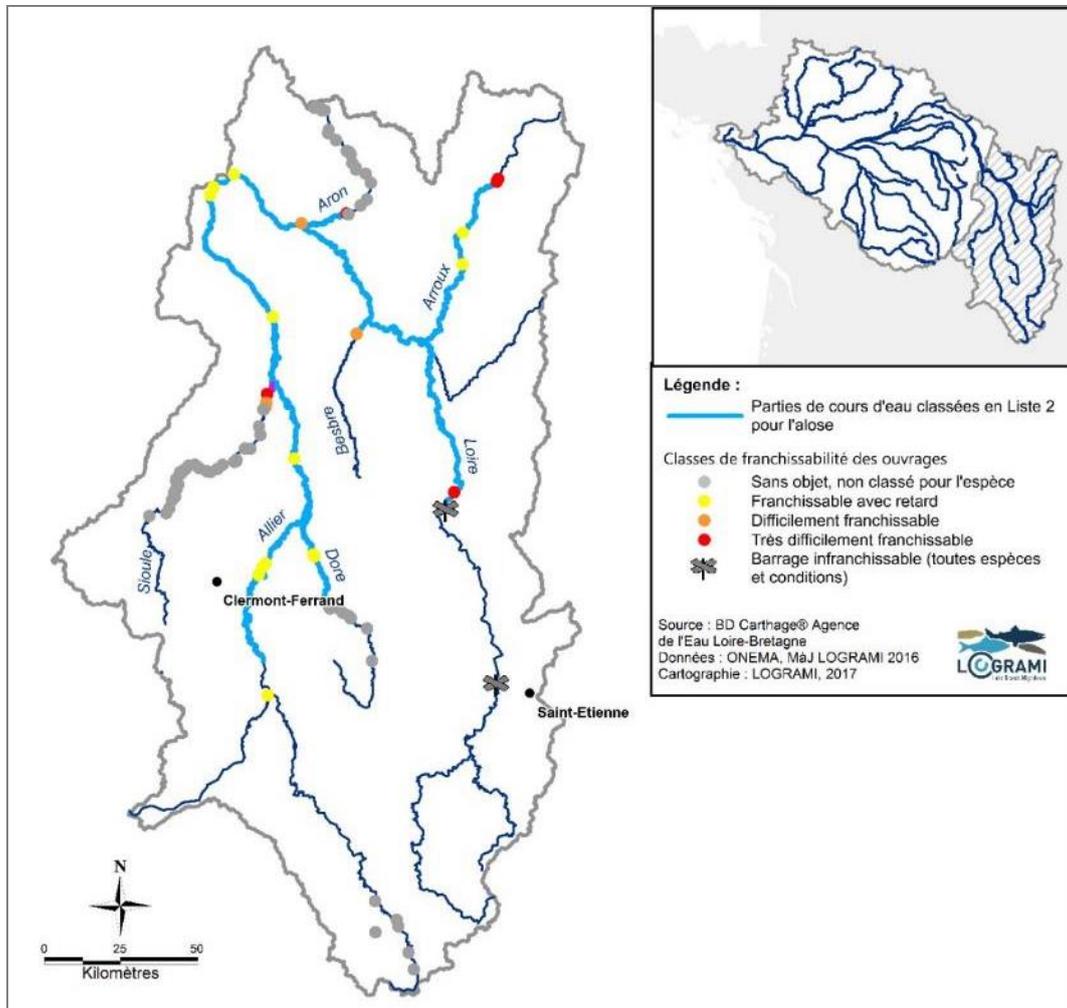


Figure 92 : Cours d'eau classés en Liste 2 (L.214-17) et franchissabilité des ouvrages sur cours d'eau pour les aloses sur le bassin Loire amont-Allier

3.3. 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.

3.3.1. Le front de colonisation des aloses

En 2016, des observations ponctuelles de la reproduction de l'aloise ont été réalisées dans le but de valider la présence de géniteurs. Plusieurs prospections ont ainsi été menées sur la Vienne en aval de Châtellerault, 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 (1 389 aloses) et de Roanne (0 alose), située à 720 km de l'estuaire (Figure 93).

Concernant les principaux affluents :

- Sur le bassin de la Vienne, les fronts de colonisation se situent en amont des stations de comptage de Descartes sur la Creuse (294 aloses) et de Châtellerault sur la Vienne (427 aloses). 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, la Fédération pour la pêche et la protection du milieu aquatique d'Indre-et-Loire a réalisé trois vidanges de la rivière de contournement de l'île de Balzac à Tours. Ces vidanges avaient pour but d'identifier la présence de poissons migrateurs dans ce dispositif. Deux aloses ont ainsi pu être observées le 25 avril (à 20 km de la confluence avec la Loire soit à 255 km de l'estuaire). Par ailleurs, l'Etablissement Public Loire a mis en place en 2016 une étude pour caractériser les populations de poissons migrateurs sur le bassin du Cher. Cette étude a été menée par le bureau d'études ECOGEA associé à Vincent Cornu (hydrobiologiste indépendant). Elle n'a pas permis de mettre en évidence de la reproduction en amont de Tours. Cependant, compte tenu des conditions hydrologiques très favorables au franchissement d'obstacle, il est probable que des aloses aient pu migrer bien plus en amont (Cornu et Lascaux, 2017).



- Sur la Loire amont, au barrage de Decize, 1389 aloses ont été comptabilisées en 2016 mais aucune ne l'a été à Roanne.
- Sur l'Allier, seulement 7 aloses ont franchi le barrage de Vichy. Ce faible effectif est révélateur d'une limite de colonisation sur l'axe à cet endroit (à 650 km de l'estuaire).

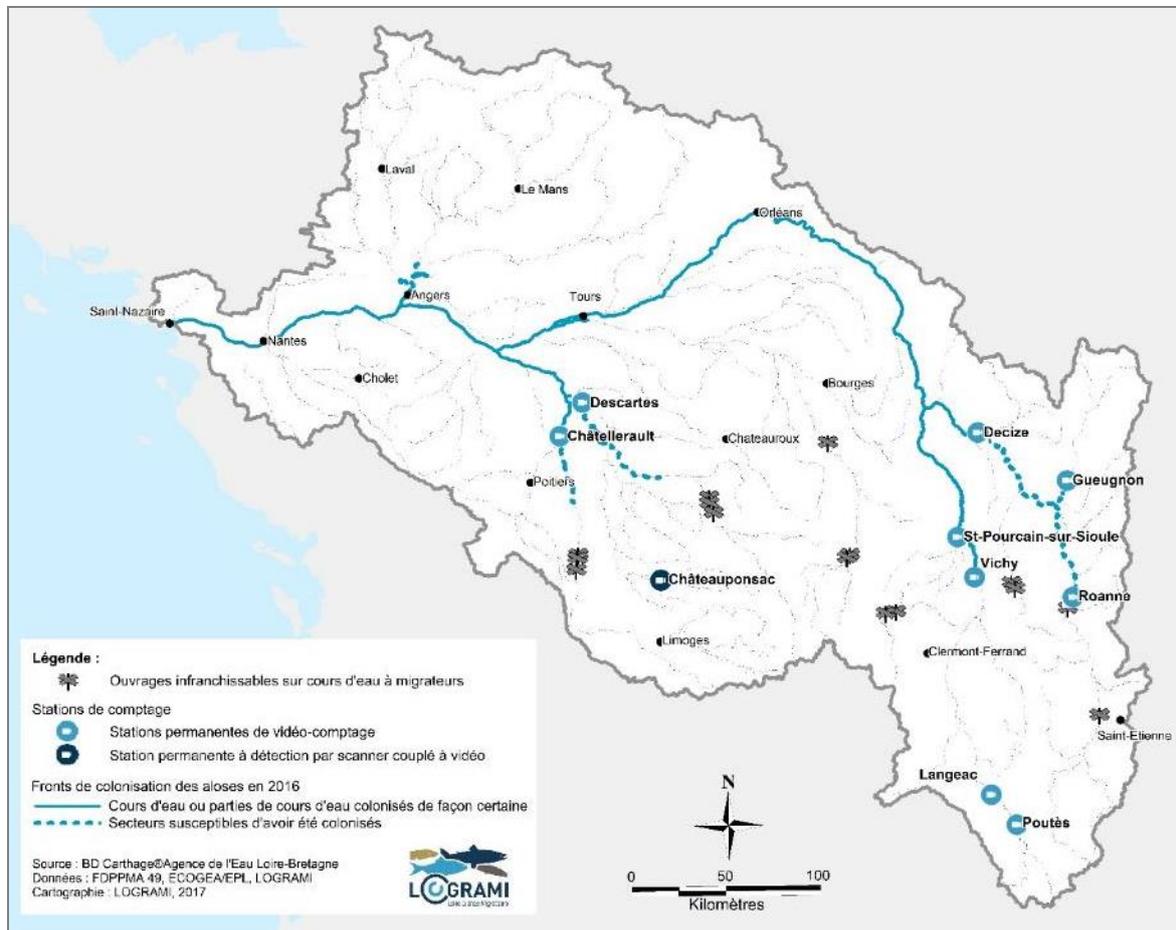


Figure 93 : Cours d'eau du bassin de la Loire colonisés par les aloses en 2016

3.3.2. Le front de colonisation de la lamproie marine

3.3.2.1 Sur l'ensemble du bassin de la Loire

En 2016, l'observation des nids de lamproies fut complexe sur l'ensemble des cours d'eau du bassin de la Loire. La crue du début de mois de juin a effacé en partie les nids et rendu impossible toutes prospections.

Plusieurs observations ont malgré tout été réalisées sur les affluents de la Loire :

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



- Sur le bassin du Cher, durant la cartographie des habitats potentiels, réalisée par LOGRAMI, deux nids de lamproie marine ont été observés sur la Sauldre à Selles-Sur-Cher (soit à 330 km de l'estuaire). Les lamproies marines ont donc colonisé le Cher au moins jusqu'au niveau de la confluence avec la Sauldre.
- Sur le bassin de la Cisse (affluent rive droite de la Loire moyenne) : des nids de lamproies marines ont été observés sur la Brenne jusqu'à la commune de Neuillé-le Lierre (à 20 km de la Loire et 280 km de l'estuaire) (Source : Syndicat de la Brenne).

Ces observations couplées aux résultats de l'étude spécifique menée sur le bassin de la Vienne (présentés ci-dessous) et aux effectifs des stations de comptage ont permis de construire une carte de colonisation du bassin pour l'année 2016 (Figure 94). A noter que ces fronts de colonisation doivent être considérés comme un front minimum, les lamproies ayant pu profiter des bonnes conditions hydrologiques pour migrer assez haut sur les bassins. Par ailleurs, peu de prospections ont été menées sur les petits affluents de la Loire aval et médiane, ainsi que sur le bassin de la Maine. Certains cours d'eau n'apparaissant pas sur la carte ont donc pu être colonisés par la lamproie marine. (Figure 94).

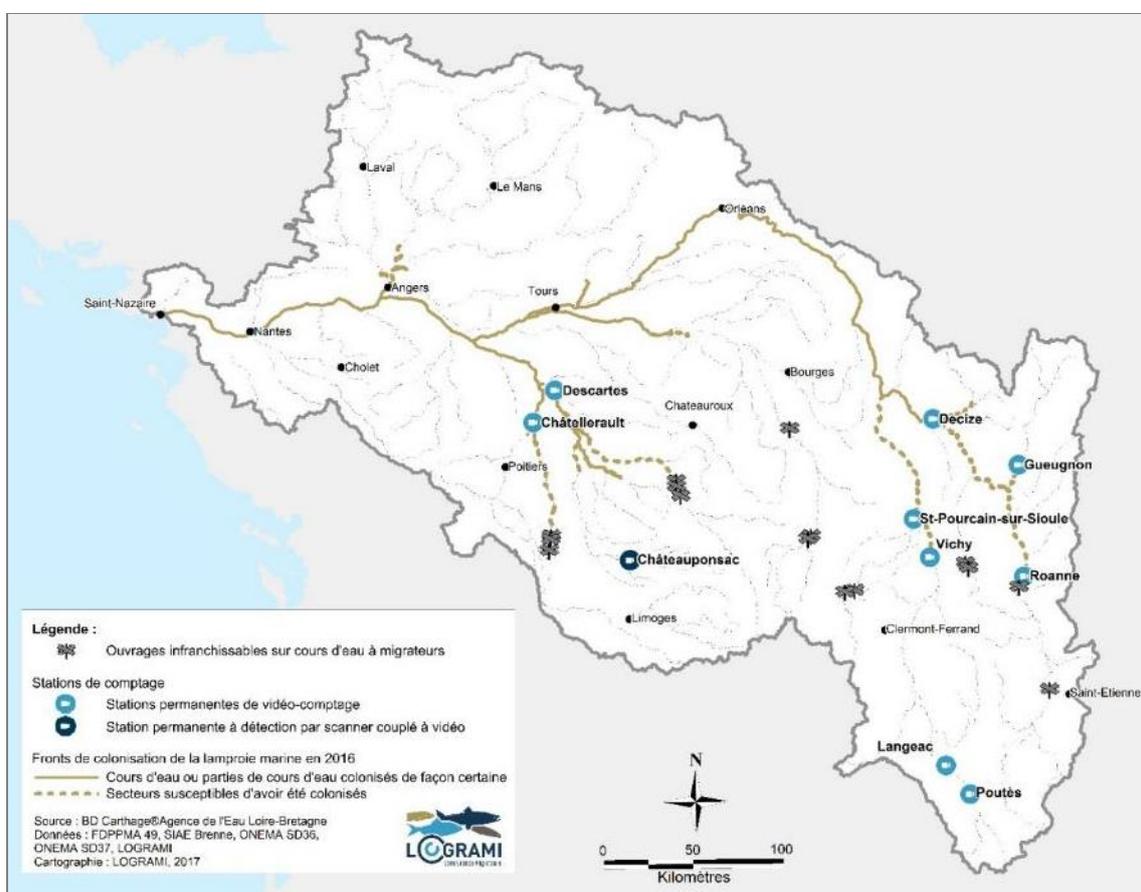


Figure 94 : Cours d'eau du bassin de la Loire colonisés par la lamproie marine en 2016

3.3.2.2 Sur le bassin de la Vienne

Comme chaque année depuis 1999, une étude spécifique a été menée sur le bassin de la Vienne pour établir les fronts de colonisation de la lamproie marine. Cette étude permet de connaître le **niveau d'activité de reproduction de l'espèce sur ce bassin**. 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.

Le début de la reproduction a habituellement lieu entre fin-avril et début mai. En 2016, les premiers nids ont été observés le 17 mai sur la Vienne à Châtellerault. Les faibles températures rencontrées en avril ont retardé la reproduction par rapport aux années précédentes.

Les débits ont été élevés durant toute la période de reproduction avec des pics de crue de forte intensité sur les trois axes principaux (Figure 95). Début juin, l'indice hydrologique (débit moyen journalier/module) est de 12 sur la Creuse et de 10 sur la Gartempe (Débit de la Creuse au 2 juin de 883 m³.s⁻¹ pour un module de 72 m³.s⁻¹ ; de la Gartempe au 1^{er} juin de 202 m³.s⁻¹ pour un module de 22 m³.s⁻¹). Sur la Vienne, la crue fut de moindre intensité avec un indice hydrologique de 4.

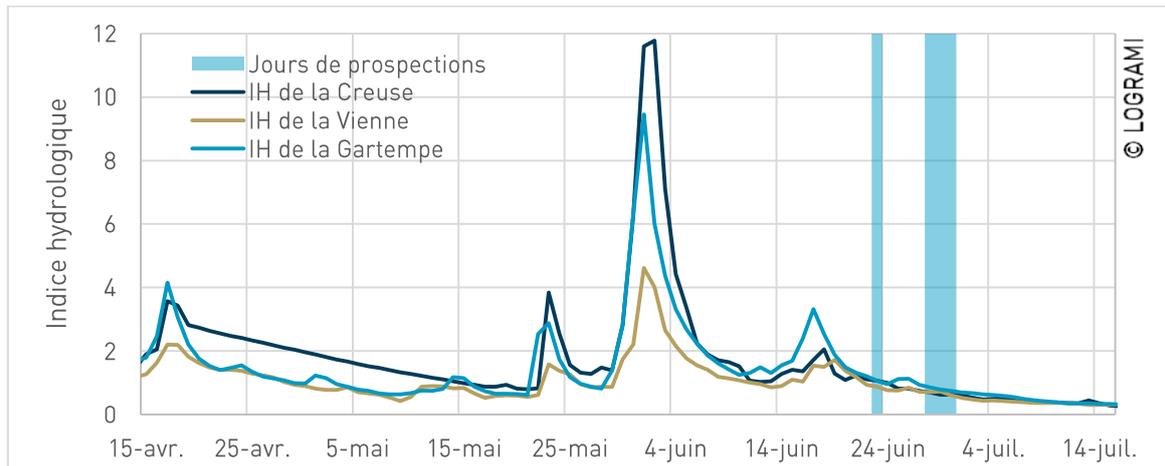


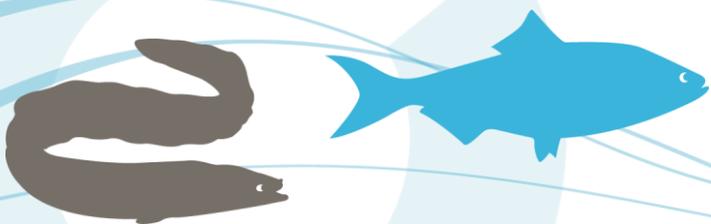
Figure 95 : Evolution des conditions hydrométriques sur la Vienne, la Creuse et la Gartempe durant le suivi de la reproduction des lamproies marines en 2016 (Source : LOGRAMI et SPCVCA – Centre de Poitiers / Hydro – MEDD/DE)

Les conditions adéquates au suivi (débit et turbidité de l'eau) ne furent réunies qu'à partir du mois de juillet. Trois journées de prospections (23, 29 et 30 juin) ont ainsi été réalisées sur la Vienne et la Creuse. Les nids de lamproies ayant été effacés par la crue, aucune trace de reproduction n'a pu être observée. Face à ce constat il a été décidé d'annuler le suivi sur les axes principaux. **Le front de colonisation n'a donc pas pu être établi en 2016 sur les cours d'eau du bassin de la Vienne.**

La reproduction ayant lieu plus tardivement sur l'Anglin, les nids étaient toujours visibles fin juin sur cet affluent de la Gartempe. Ainsi une soixantaine de nids ont été comptabilisés le 28 juin. La frayère active la plus en amont se situe au gué de la Forge sur la commune de Belâbre à 45 km de la confluence avec la Gartempe (soit à 350 km de l'océan). Les lamproies ont aussi colonisé les premiers kilomètres de la Benaize, principal affluent de l'Anglin. Un nid a en effet été observé à l'aval du moulin de Marcilly sur la commune de Liglet à 8 km de la confluence avec l'Anglin (soit à 340 km de l'océan). **Ces fronts de colonisation sur le bassin de l'Anglin sont les plus amont observés depuis le début de suivi en 1999.** En effet, les lamproies ont atteint ces limites amont seulement en 2008 et en 2016.

3.3.3. 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. 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.**

3.3.3.1 Sur le bassin Creuse – Gartempe

En 2016, un total de 111 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. Contrairement aux années précédentes, aucune mortalité estivale n'a été signalée sur ce bassin.

Sur la Creuse

La Fédération pour la pêche et la protection du milieu aquatique (FDPPMA) 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 Bât l'Aigue, verrou migrateur de l'axe.

En 2016, deux frayères de grands salmonidés ont ainsi pu être observées le 8 et le 19 décembre en aval du pont de Moulin neuf. Une frayère avait déjà été inventoriée en 2015 sur ce même radier. Des inventaires pisciaires, réalisés les années précédentes par la FDPPMA 36, avaient aussi 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, 2013 et 2015 sur ce radier de la Creuse.**

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

Sur la Gartempe et ses affluents

En 2016, 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 nids 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 sur la Gartempe à la station hydrométrique de Saint-Bonnet-de-Bellac, sont inférieurs à ceux de référence (respectivement 10 et 6 m³/s en 2016 contre 15 et 23 m³/s les années précédentes). Les conditions de visualisation des frayères furent donc bonnes.

Cinq journées de prospections à pied ont été réalisées entre le 15 novembre 2016 et le 27 janvier 2017. Certains radiers ont fait l'objet de plusieurs visites de manière à suivre l'évolution de la reproduction. Ainsi 13 radiers différents ont été visités représentant un total de 30 prospections. Aucune frayère n'a été observée.

Le suivi de la reproduction sur la Gartempe en 2016 ne permet donc pas de confirmer la limite du front de colonisation sur cet axe. **Il 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.**

A noter par ailleurs que 22 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).

3.3.3.2 Sur le bassin Loire-Allier amont

Une crue intervenant le 23 novembre 2016 a empêché la réalisation des survols programmés sur l'Allier, la Dore et l'Alagnon dans de bonnes conditions d'observations (fonds « nettoyés » : frayères avant crue effacées et frayères après crue difficilement repérables) (Figure 96, Figure 97 et Figure 98). Seule la Sioule a pu être survolée le 6 décembre 2016 (Tableau 33).

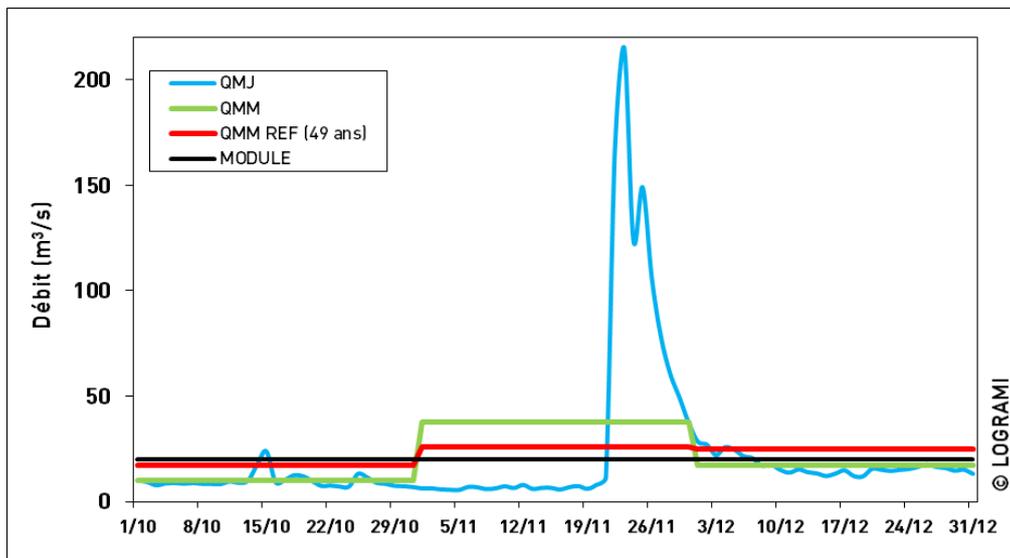


Figure 96 : Débits de l'Allier à la station de Prades du 1^{er} octobre au 31 décembre 2016 (Données hydro : DREAL Auvergne / HYDRO-MEDD/DE).

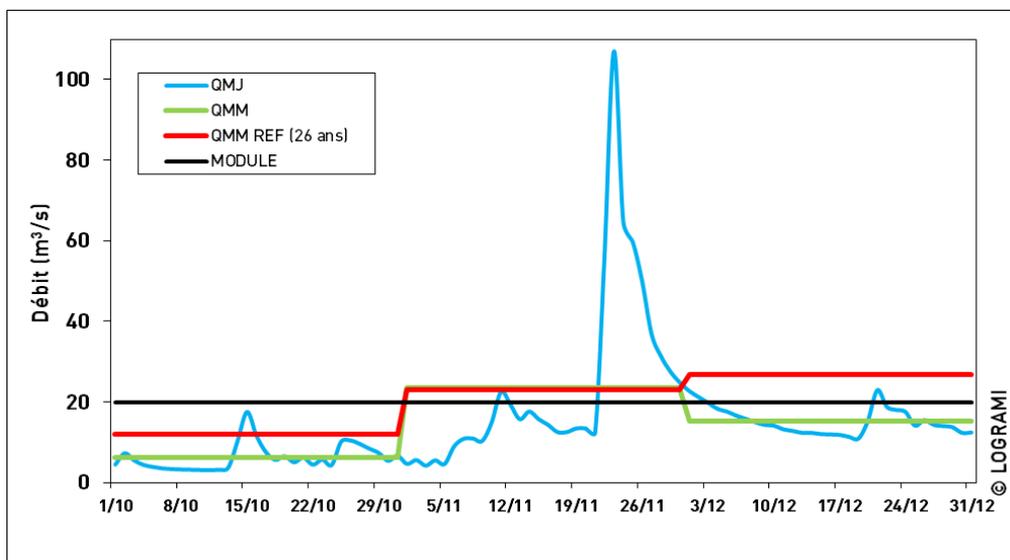


Figure 97 : Débits de la Dore à la station de Dorat du 1^{er} octobre au 31 décembre 2016 (Données hydro : DREAL Auvergne / HYDRO-MEDD/DE).



Par ailleurs et pour la 5^{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 4 novembre et le 6 décembre 2016. Ce bras dérivé de l'Alagnon est habituellement une zone de replis (frayère forcée) pour bon nombre de géniteurs bloqués par le barrage de Chambezon 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.

Aucune autre prospection complémentaire n'a été réalisée à pieds par LOGRAMI en 2016.

Tableau 33 : Récapitulatif du déroulement des prospections de comptage de frayères de saumon sur l'ensemble du bassin de l'Allier en 2016 (Source : LOGRAMI)

Date	Cours d'eau	Secteur prospecté	linéaire (km)	Opérateurs repérage	Opérateur cartographie
04/11/2016 au 06/12/2016	Alagnon	Le Béal dans sa traversée de Lempdes sur Alagnon	1	1 LOGRAMI (7 prospections à pieds)	
06/12/2016	Sioule	Barrage de Queuille – Confluence Allier	87	2 LOGRAMI	1 LOGRAMI

Frayères sur la rivière Alagnon

Les premières observations de frayères ont été réalisées le 14 novembre 2016 sur le Béal de l'Alagnon.

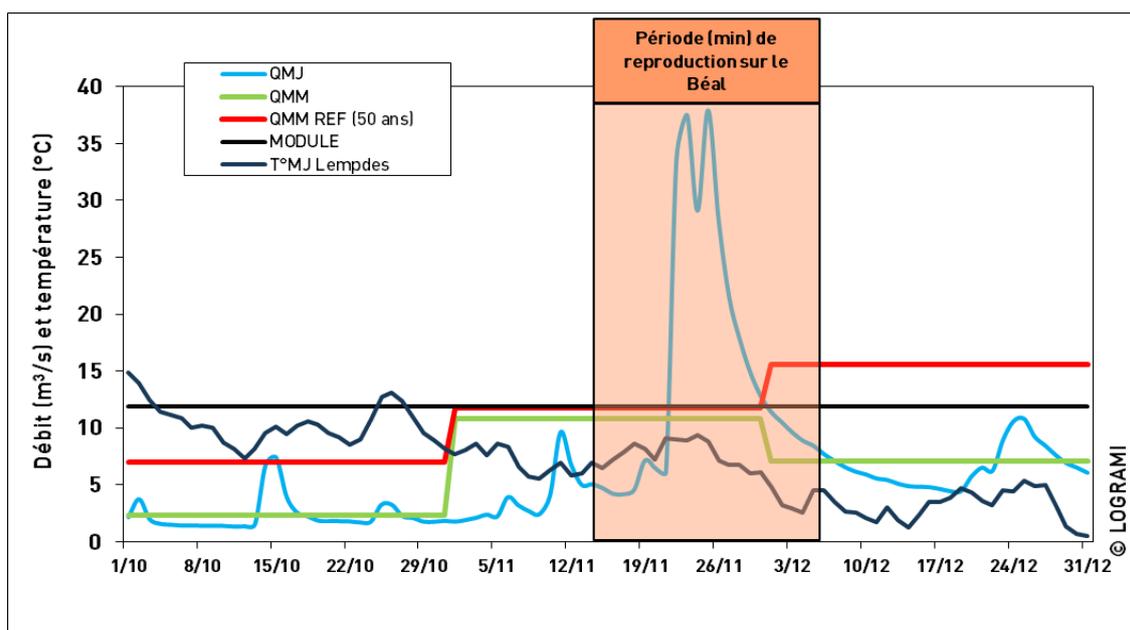


Figure 98 : Débit et température de l'Alagnon à la station de Lempdes sur Alagnon du 1^{er} octobre au 31 décembre 2016 (Données hydro : DREAL Auvergne / HYDRO-MEDD/DE).

Seulement 14 frayères de saumon ont été comptabilisées dans le Béal de l'Alagnon en 2016 (Figure 99). Cette diminution du nombre de frayères observées en 2016 comparé aux 4 années précédentes est plutôt à attribuer à l'effectif moins important de géniteurs comptabilisés à Vichy qu'à une amélioration de la franchissabilité du barrage de Chambezon (pas de travaux à notre connaissance). Ainsi, la présence de frayères sur ce secteur révèle encore et toujours le repli de géniteurs bloqués dans leur migration par ce barrage.

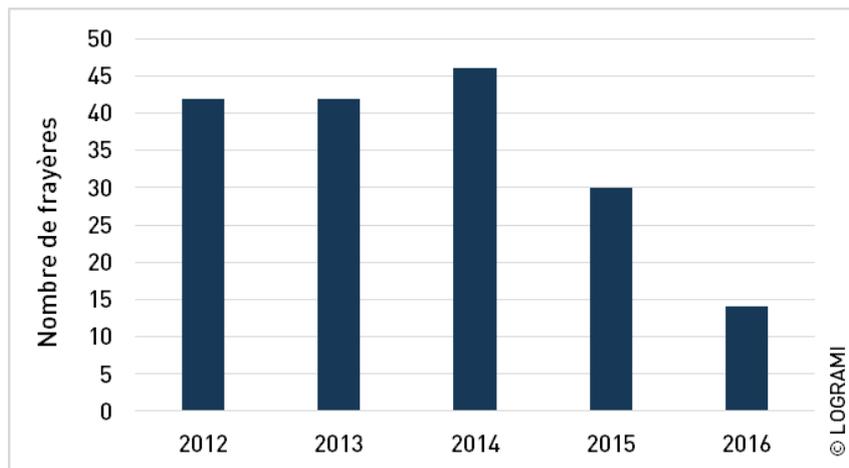


Figure 99 : Evolution interannuelle du nombre de frayères de saumon comptabilisées dans le Béal de l'Alagnon

Frayères sur la rivière Sioule

Le comptage exhaustif des frayères par survol a été réalisé le 6 décembre 2016 entre le barrage de Queuille (63) et la confluence avec l'Allier (Contigny, 63) sur 104 km. Malgré les deux petits coups d'eau du mois de novembre, les frayères étaient convenablement visibles (Figure 100).

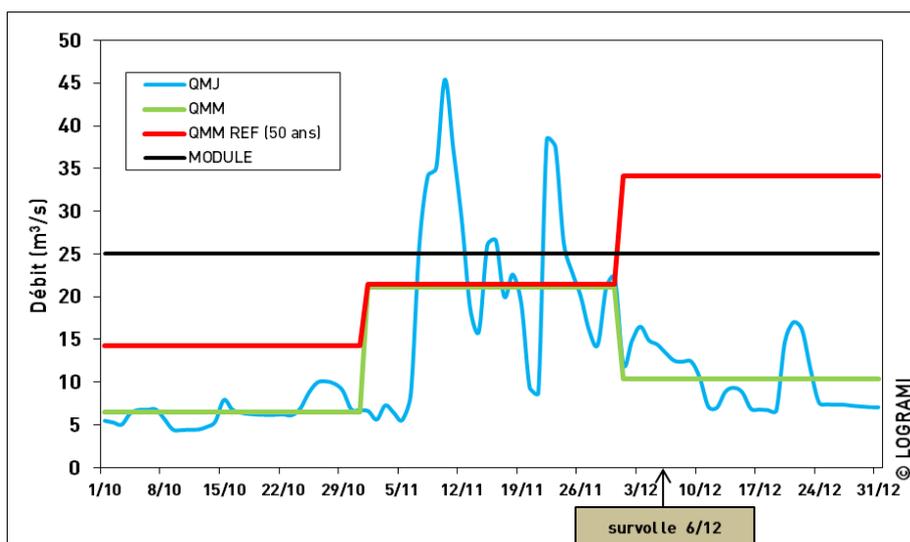


Figure 100 : Débits de la Sioule à la station de St Pourçain sur Sioule du 1^{er} octobre au 31 décembre 2016 (Données hydro : DREAL Auvergne / HYDRO-MEDD/DE).

30 frayères ont été comptabilisées sur la Sioule, entre l'aval du barrage de Queuille (63 ; 713 km à la mer) et Jenzat (03 ; 661 km à la mer) sur 52 km (densité moyenne de 0,58 nids/km) (Figure 101 et Figure 102) :

- 96,7 % des frayères ont été observées en amont d'Ebreuil (seule 1 frayère en aval d'Ebreuil);
- 70 % des frayères (21) sont situées dans les 16 derniers kilomètres amont du secteur colonisable par les poissons migrateurs (entre Biesse et le barrage de Queuille).

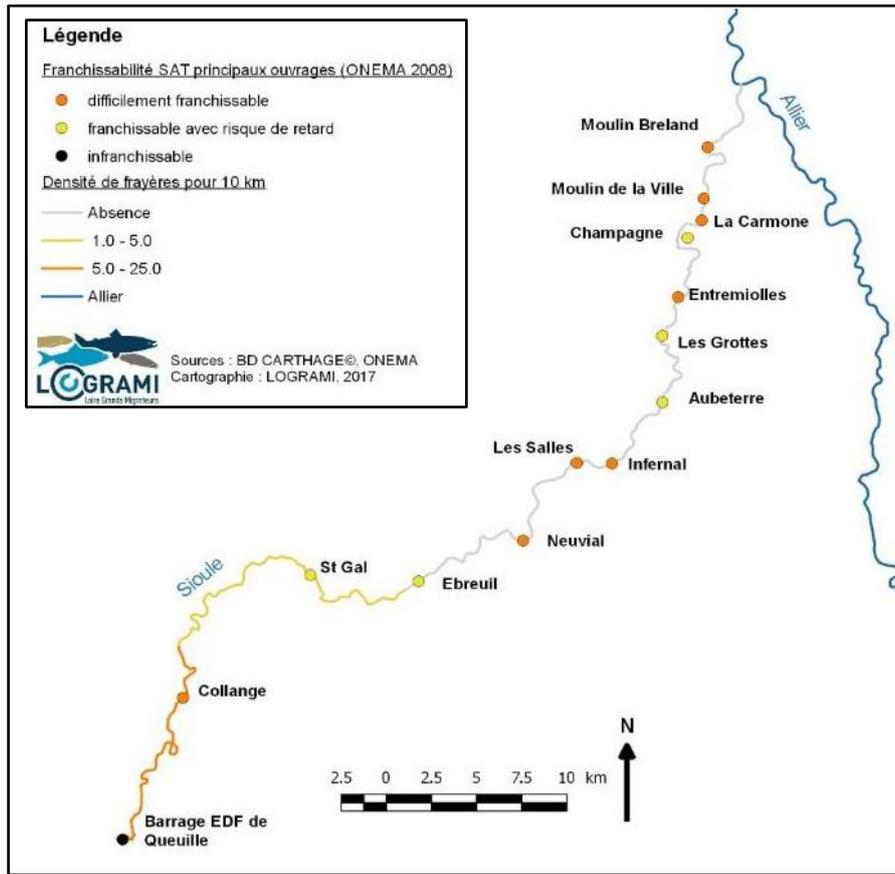


Figure 101 : Cartographie des densités de frayères de saumons atlantiques sur la Sioule en 2016 et principaux obstacles

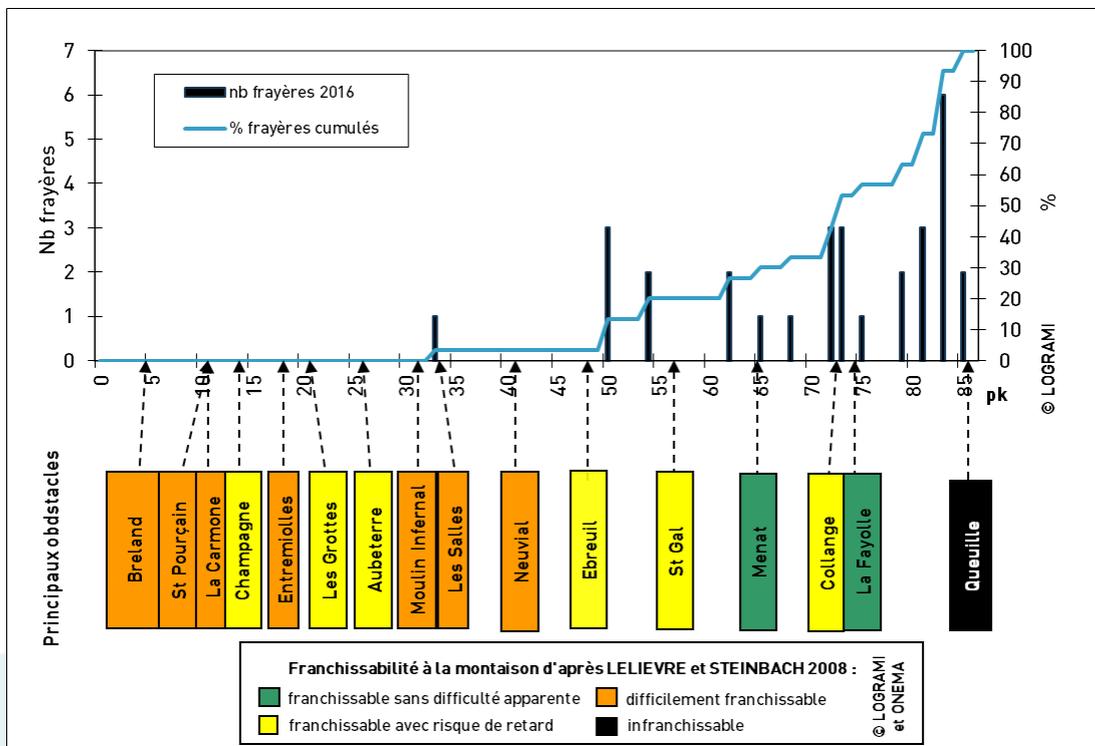


Figure 102 : Répartition kilométrique des frayères de saumon atlantique sur la Sioule en 2016 et principaux obstacles à l'immigration (Source : LOGRAMI pour les frayères et LOGRAMI-ONEMA adapté pour la franchissabilité)

Avec 30 frayères comptabilisées contre 62 (± 37) en moyenne depuis la mise en place de ce suivi sur la Sioule en 2001 (9 années suivies), le comptage réalisé en 2016 constitue le 3^e moins bon résultat après ceux de 2006 et 2015 (Figure 103).

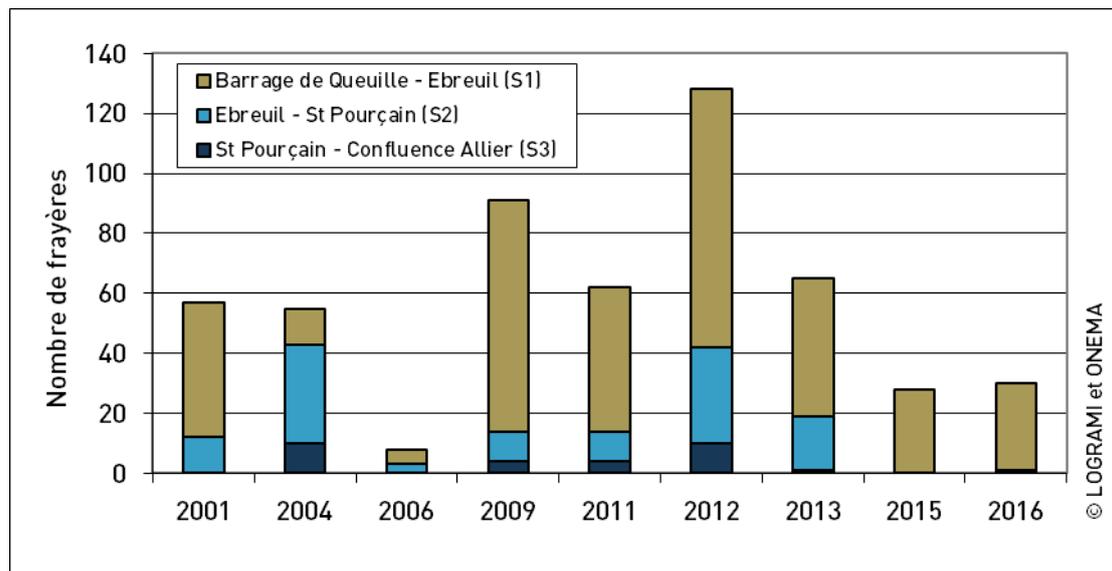


Figure 103 : Evolution du nombre de frayères de saumon comptabilisées sur les 3 secteurs de la Sioule depuis la mise en place du suivi en 2001

Excepté la présence d'une frayère constatée en aval d'Ebreuil, les résultats du suivi de la reproduction des saumons sur la Sioule mené en 2016 sont sensiblement identiques à ceux de 2015 (nombre et localisation des frayères). La présence d'une frayère en aval d'Ebreuil est sûrement liée à des conditions thermiques plus favorables en 2016. En effet, à contrario de l'été 2015 qui était particulièrement chaud, les conditions thermiques estivales de 2016 s'apparentent plus à la « normale » observée en 2012, 2013 et 2014 (Figure 104). Toutefois l'abondance des frayères sur les 2 secteurs aval S2 et S3 en 2016 est nettement inférieure à celles observées en 2012 et 2013 (Figure 103). En considération des mortalités non négligeables observées en aval d'Ebreuil en 2012 lors de l'opération de radiopistage de géniteurs (BACH et al., 2013), des mortalités ne sont donc pas à exclure sur la partie basse de la Sioule en 2016.

Ces résultats semblent indiquer qu'un faible nombre de géniteurs a colonisé la Sioule en 2016, malgré des conditions de débits printaniers plutôt favorables (Figure 105). Ces individus ont toutefois pu accéder à la partie amont colonisable de la Sioule (aval du barrage infranchissable de Queuille).



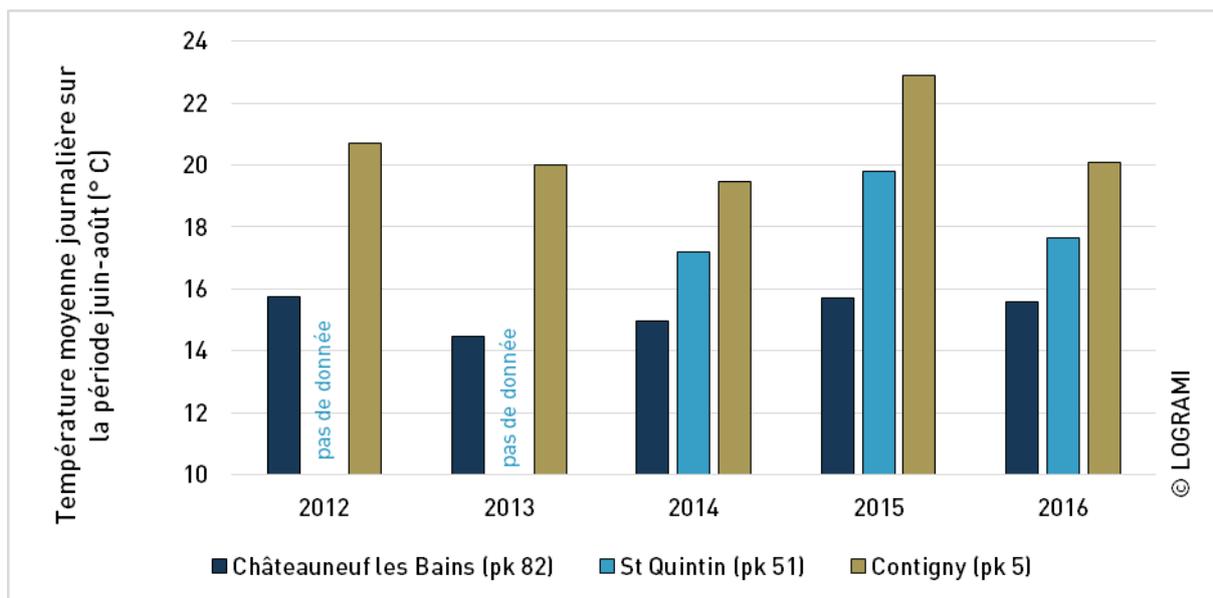


Figure 104 : Température moyenne journalière de la Sioule sur la période juin-août sur 3 stations depuis 2012

Tableau 34 : Nombre d'heures où la température de la Sioule a dépassé 25°C sur la période juin-août depuis 2012

	2012	2013	2014	2015	2016
Châteauneuf les Bains	0	0	0	0	0
St Quintin			0	56	0
Contigny	83	187	46	493	63

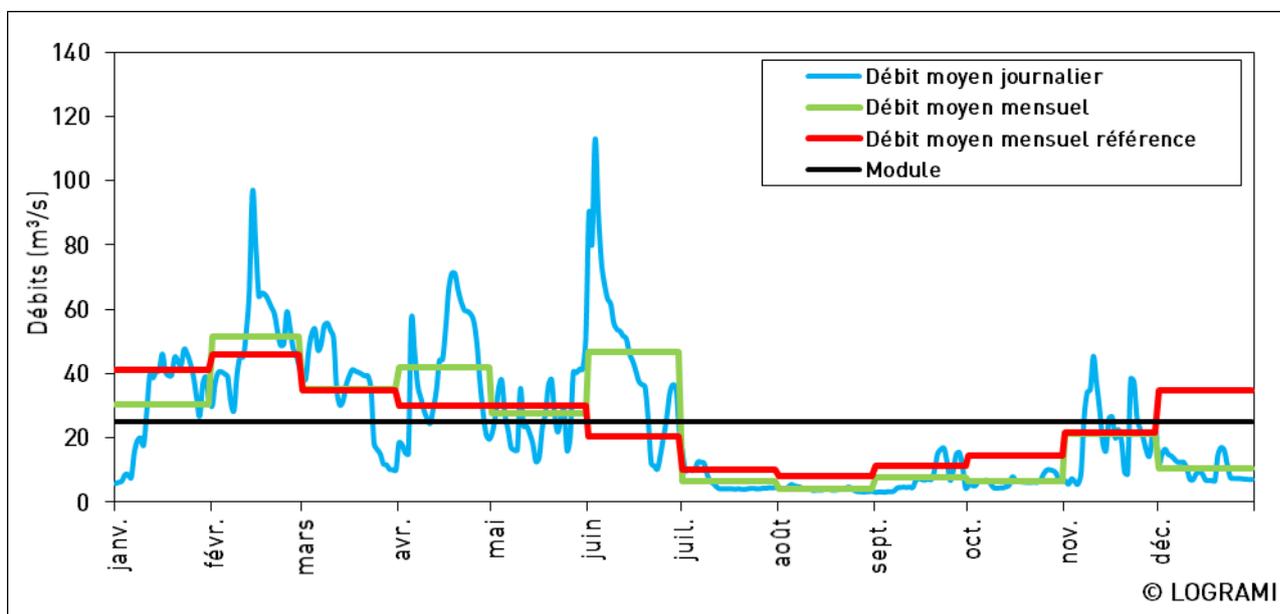


Figure 105 : Débits de la Sioule à la station de St Pourçain sur Sioule du 1^{er} janvier au 31 décembre 2016 (Données hydro : DREAL Auvergne / HYDRO-MEDD/DE).

3.3.3.3 Sur l'ensemble du bassin de la Loire

Les observations couplées aux résultats des études spécifiques de comptages des frayères ainsi que les effectifs des stations de comptage ont permis de construire une carte de colonisation du bassin pour l'année 2017 (Figure 106). Il est cependant à noter que les fronts indiqués sont des fronts à minima, en particulier sur l'Allier et ses affluents. En effet, les survols afin de dénombrer les frayères de saumon n'ont pu être réalisés sur l'Allier, la Dore et l'Alagnon (Cf. § 3.3.3.2.) et les petits affluents n'ont pas été prospectés. Certaines parties de cours d'eau n'apparaissant pas sur la carte ont donc pu être colonisées par les saumons atlantiques.

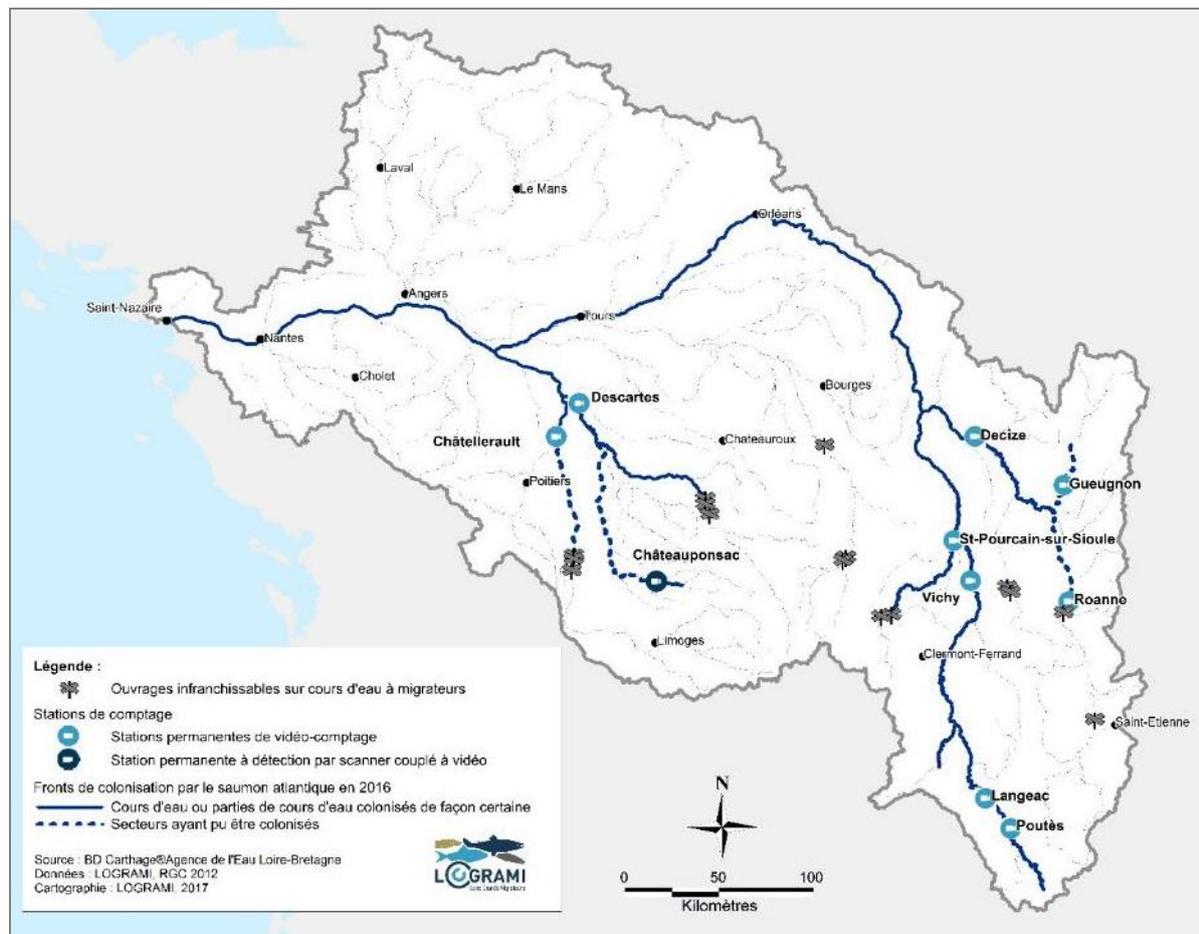


Figure 106 : Cours d'eau du bassin de la Loire colonisés par le saumon atlantique sur le bassin de la Loire en 2016



4. Les migrations des poissons migrateurs amphihalins

4.1. 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.

4.2. 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).



4.3. Généralités sur les stations de comptage

Le réseau de suivi des migrations se compose actuellement de neuf stations de comptage installées le long des principaux axes de migration du bassin de la Loire (Figure 107).

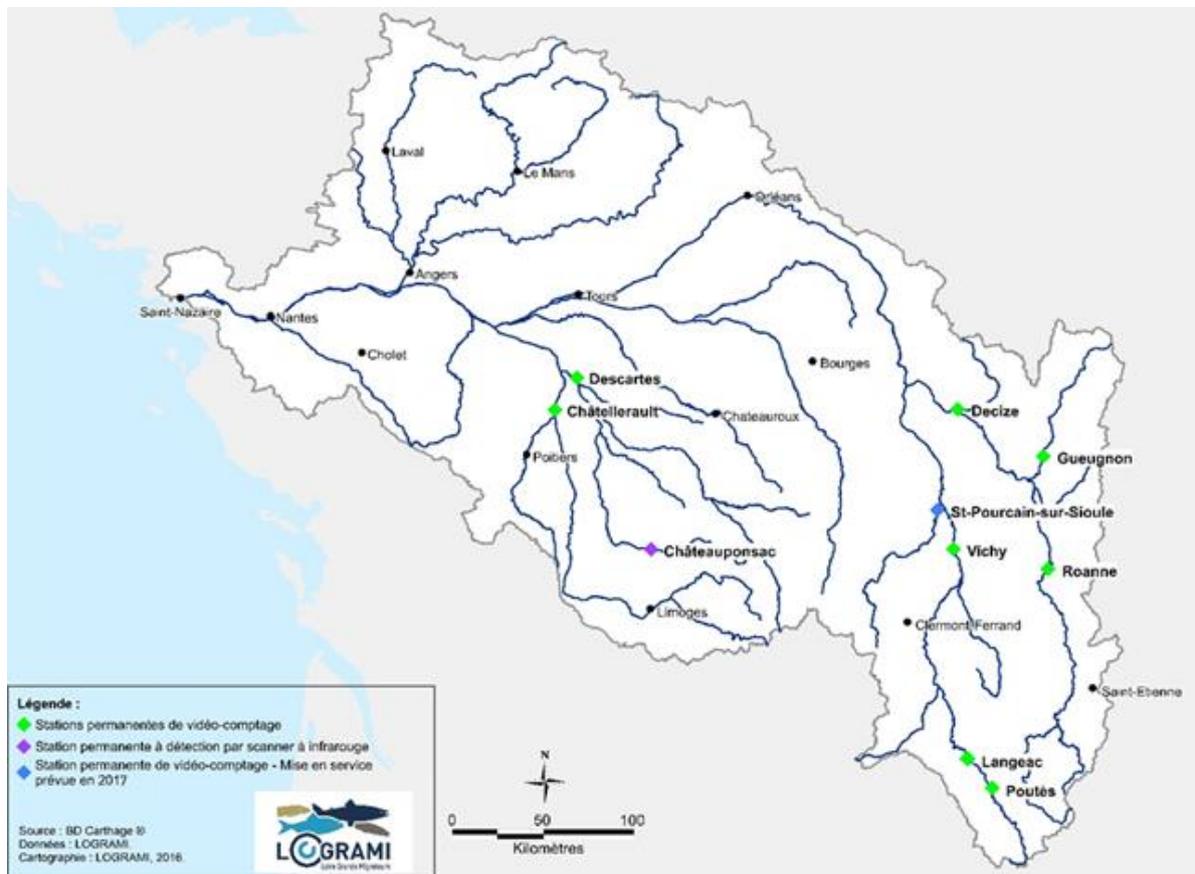


Figure 107 : Répartition des stations de comptage sur le bassin de la Loire en 2016

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

- 🌀 Les deux premières sont situées sur la Vienne et la Creuse, aux barrages de Châtellerault (Département de la Vienne) et de Descartes (Département d'Indre-et-Loire).
- 🌀 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 :

- 🌀 La plus aval est située au pont barrage de Vichy dans le département de l'Allier.
- 🌀 Les deux autres sont situées plus en amont au niveau des barrages de Langeac et de Poutès en Haute-Loire.

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

- 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). 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 108: 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'ENSEEIH 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'autre 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.



Après un travail d'assainissement des locaux de l'usine et du barrage par notre équipe, et la mise en place d'un nouveau rétro-éclairage avec des néons à leed réalisé par la Mairie de Langeac, LOGRAMI suivra les comptages de Langeac et complétera la série chronologique trop longtemps interrompue. Un nouveau dispositif vidéo au fonctionnement optimal a été installé le **13 avril 2016**.

Fonctionnement des passes à poissons en 2016

Les dispositifs de franchissement doivent être fonctionnels toute l'année. Ainsi, les passes à poissons doivent totaliser pour l'année 2016 (année bissextile) 8 784 heures de fonctionnement (366 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 (Tableau 35) :**

Tableau 35 : Récapitulatif des périodes de mise en eau des passes à poissons du bassin de la Loire en 2016 (Sources : LOGRAMI)

Passe à poissons	Période de fonctionnement	Durée de mise en eau de la passe
Descartes	01/01/2016 au 31/12/2016	364 jours (99 %)
Châtellerault	01/01/2016 au 31/12/2016	365 jours (99%)
Châteauponsac	01/01/2016 au 16/08/2016 19/10/2016 au 31/12/2016	301 jours (82 %)
Vichy	01/01/2016 au 07/04/2016 08/04/2016 au 17/04/2016 19/04/2016 au 01/06/2016 06/06/2016 au 23/11/2016 28/11/2016 au 31/12/2016	352 jours (96 %)
Langeac Usine (RG)	1/01/2016 au 1/08/2016 3/8/2016 au 23/8/2016 24/8/2016 au 4/10/2016 15/10/2016 au 31/12/2016	353 jours (96 %)
Langeac Barrage (RD)	1/01/2016 au 23/11/2016 9/12/2016 au 31/12/2016	350 jours (98 %)
Poutès (1)	1/01/2016 au 11/04/2016 21/04/2016 au 22/06/2016 27/06/2016 au 4/09/2016 13/9/2016 au 22/11/2016 28/11/2016 au 31/12/2016	314,8 jours (86 %)
Decize	01/01/2016 au 10/01/2016 24/01/2016 au 12/02/2016 25/02/2016 au 20/04/2016 27/04/2016 au 15/05/2016 18/05/2016 au 01/06/2016 07/06/2016 au 29/11/2016 07/12/2016 au 31/12/2016	346 jours (95 %)
Gueugnon	01/01/2016 au 31/12/2016	366 jours (99,9 %)
Roanne	01/01/2016 au 31/12/2016	365 jours (99,8 %)

(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

Lors de la crue du début du mois de juin, la fixation du vérin d'un des deux clapets centraux du barrage s'est brisée. De lourds travaux ont dû être effectués pour remettre en place ce clapet. Ainsi, par le biais d'un arrêté préfectoral, le gestionnaire a été autorisé à abaisser le niveau de la retenue du 12 septembre au 7 octobre. Cet abaissement a rendu la passe peu ou pas fonctionnelle durant cette période.

En 2016, la maintenance du dispositif de comptage a nécessité 47 interventions d'un ou de plusieurs agents de LOGRAMI. 24 vidanges ont ainsi été réalisées, dont 20 dans le but de nettoyer les vitres de la station de comptage. Ces vidanges ont entraîné la fermeture de la passe à poissons durant plus de 45 heures. Durant les 47 interventions, des dysfonctionnements de l'ouvrage pouvant entraîner des retards migratoires ont été notés.

De manière à limiter l'attrait de poissons en rive opposée à la passe à poissons, il est demandé au gestionnaire de l'ouvrage de fermer les deux clapets du barrage en rive gauche. En 2016, un des deux clapets est resté en partie ouvert plus de cinq mois (du début d'année à mi-avril et durant le mois de juillet). Cette anomalie a pu entraîner un blocage et potentiellement des blessures ou des mortalités de poissons, dues à des tentatives de franchissements ou à une surprédation par les oiseaux ou les carnassiers.

Les deux clapets centraux permettent de réguler le niveau de la retenue. L'arrêté d'autorisation d'occupation temporaire, délivré par l'Etat, précise que le permissionnaire est tenu de maintenir en période normale (hors crues et période d'étiage) le plan d'eau à son niveau légal fixé à 41,70 N.G.F. Ce niveau permet notamment le respect du calage hydraulique des dispositifs de franchissements (passe à bassins et passe spécifique pour l'anguille). En dehors des crues, la côte de la retenue n'était pas respectée lors de 26 des 43 visites de maintenance réalisées (dont 9 durant les travaux sur le clapet centrale). Dans la majorité des cas, les dispositifs de franchissements ont été sous alimentés et donc moins fonctionnels. Compte tenu de la vétusté du système de régulation, une marge d'erreur de +/- 5 cm a été pris en compte, ainsi un niveau compris entre 41,65 et 41,75 NGF a été considéré comme acceptable.

La passe à bassins est équipée d'une vanne asservie à la Creuse. Cette vanne permet de maintenir (hors crues et période d'étiage sévère) une chute d'environ 30 cm entre le dernier bassin et la rivière permettant ainsi d'augmenter l'attrait de la passe à poissons. Du début de l'année à mi-avril, cette vanne était abaissée, rendant l'entrée piscicole de la passe peu attrayante. A l'inverse, une chute de plus de 80 cm a été constatée à deux reprises (le 13 et le 20 juin) rendant infranchissable le barrage pour la quasi-totalité des espèces durant une à deux semaines (Figure 109, photo de droite).



Figure 109 : Photographies illustrant les défauts de gestion du barrage de Descartes en 2016 : côte du plan d'eau plus basse que la côte légale (à gauche) et faible attractivité de l'entrée piscicole de la passe à poissons (à droite)

Par ailleurs, il a été constaté des défauts d'entretien de la passe à poissons plus ou moins importants sur la grille amont mais aussi dans les échancrures de la passe.

Les flottants s'accumulent assez rapidement sur la grille amont, les premiers centimètres de cette grille sont donc systématiquement colmatés par des herbiers ou des branches. Un colmatage trop important de celle-ci empêche le franchissement des poissons mais peut aussi diminuer le niveau d'eau dans le dispositif, le rendant non fonctionnel. Ce fut le cas à 3 reprises lors desquelles le niveau d'eau à l'intérieur de la passe était bien inférieur à la normale (Figure 110).

En dehors de ces cas extrêmes, à 11 reprises au moins une des échancrures de la passe à bassins était obstruée par des branches. Ces événements peuvent entraîner une perturbation des écoulements et potentiellement un blocage.

L'entretien de la passe à poissons est effectué par un prestataire (la SOREGIES) du gestionnaire. D'après le carnet de passage, il a été réalisé en moyenne tous les 4 jours (soit deux passages par semaine). Du début d'année jusqu'au mois de mai, cet entretien n'a cependant été effectué qu'une seule fois par semaine (65 % des défauts d'entretien ont été constatés durant cette période).



Figure 110 : Photographies illustrant les défauts d'entretien de la passe à poissons du barrage de Descartes en 2016

Ainsi, en prenant en compte la gestion de l'ouvrage et l'entretien, sur 43 visites la passe à poissons était non fonctionnelle à 14 reprises (dont 9 durant les travaux) et peu fonctionnelle (défaut léger d'entretien ou défaut sur la gestion des clapets) à 26 reprises. **Seules 3 visites (soit 7 %) ont permis de ne constater aucune anomalie. Durant la période principale de migration (janvier à juillet), le dispositif a été totalement fonctionnel une seule fois sur les 28 visites réalisées.** Il est à noter que LOGRAMI informe de manière régulière le gestionnaire de ces dysfonctionnements.

Châtellerault

La passe a été vidangée à 20 reprises en 2016, 16 d'entre elles ont été réalisées par des agents de LOGRAMI dans le but de nettoyer les vitres de la station et 4 par des agents d'EDF pour la maintenance du dispositif (notamment le changement de la crémaillère défectueuse de la vanne amont de la passe). **Ces vidanges ont rendu l'ouvrage infranchissable durant plus de 38 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 afin de favoriser les passages en rive gauche. Les forts débits rencontrés en 2016 n'ont pas permis de verrouiller ces clapets avant le mois de mai. La crue du début juin a nécessité la réouverture de ces clapets pendant un mois. **Ainsi durant une partie de la période de migration, les débits transitant dans le bras de décharge ont concurrencé**



ceux de la passe à poissons. La forte turbidité de l'eau n'a pas permis l'observation visuelle de poissons migrateurs durant cette période.

Châteauponsac

Le système de comptage présent sur le barrage de la Roche Etrangleloup n'enregistre pas de vidéos lors des vidanges de la passe à poissons. La durée de fonctionnement de la passe à poissons ne peut donc pas être quantifiée. A noter, cependant, que des travaux ont été réalisés par la propriétaire dans le but d'améliorer la continuité écologique en dévalaison. Ainsi l'espacement inter barreaux du plan de grille a été réduit à 20 mm et une goulotte de dévalaison a été installée. Ces travaux ont entraîné la fermeture et l'isolement de la passe à poissons durant deux mois (du 16 août au 19 octobre).

Fonctionnement des passes à poissons du bassin de l'Allier

Vichy

L'entretien des passes à poissons du pont barrage de Vichy a provoqué des arrêts de fonctionnement lorsqu'il était nécessaire de nettoyer les vitres pour obtenir une détection optimale des poissons ou pour décolmater certains bassins. Au total, 45 interventions (vidanges) ont eu lieu cette année dont 24 sur la passe rive droite et 21 sur la passe rive gauche. L'arrêt des deux dispositifs a seulement duré 13h56.

Le décolmatage de certains bassins et l'installation d'un déflecteur pour optimiser le comptage des poissons a également occasionné la fermeture des dispositifs de franchissement pendant 38 min en rive gauche (le 2 mars) et 1h58 en rive droite (le 18 février et le 7 mars).

L'attractivité de la passe à poissons en rive droite a été impactée par le non fonctionnement de la prise d'eau du débit d'attrait (colmatage suite aux crues de l'Allier) pendant une période de 13 jours entre les 7 avril et le 21 avril ainsi d'une journée le 25 mai.

Suite à quatre crues de l'Allier, les passes à poissons sont restées fermées pour éviter leur endommagement (Figure 111) :

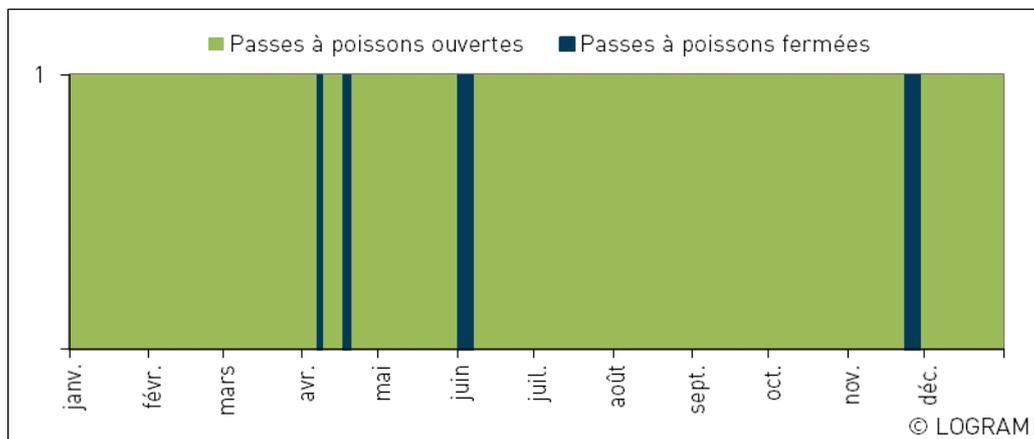


Figure 111 : Périodes de fermeture des passes à poissons du barrage de Vichy en 2016

- 1^{ère} fermeture du 7 au 8 avril (pic de 305 m³/s le 7 avril),
- 2nde fermeture du 17 au 19 avril (pic de 348 m³/s le 17 avril),
- 3^{ème} fermeture du 1^{er} au 06 juin (pic de 485 m³/s le 2 juin),
- 4^{ème} fermeture du 23 au 28 novembre (pic de 462 m³/s le 24 novembre).

Certains individus ont pu emprunter les vannes totalement abaissées du pont barrage entre le 1^{er} juin et le 6 juin. Ainsi, les comptages à la station de Vichy cette année ne doivent pas être considérés comme exhaustifs. Pour autant, durant les pics de crue, les poissons ont tendance à réduire leurs déplacements notamment faute de visibilité (turbidité trop forte).

Langeac

A l'usine de Langeac (Figure 112), la passe à poissons n'a pas été alimentée pendant près de 13 jours répartis en 3 périodes entre le début du mois d'août et la mi-octobre.

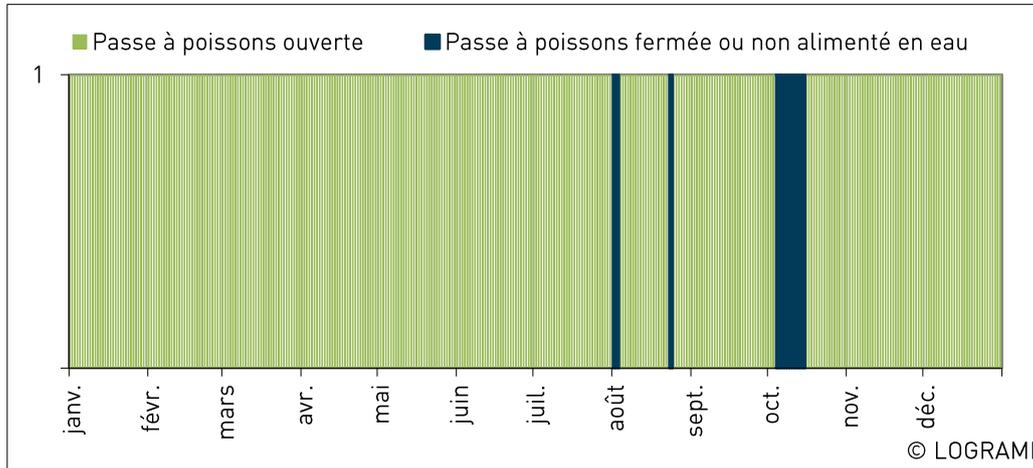


Figure 112 : Périodes de fermeture de la passe à poissons de l'usine de Langeac en 2016

Au barrage de Langeac (Figure 113), la passe n'a pas été alimentée pendant quelques heures le 13 avril pour la pose d'un déflecteur devant la vitre de comptage. Ensuite, elle n'a pas été opérationnelle pendant plus de 10 jours, suite à la crue du 23 novembre qui a totalement obstrué par l'apport de cailloux l'entrée de la passe à poissons, jusqu'au déblocage au tractopelle par la Mairie de Langeac le 9 décembre (Figure 114).

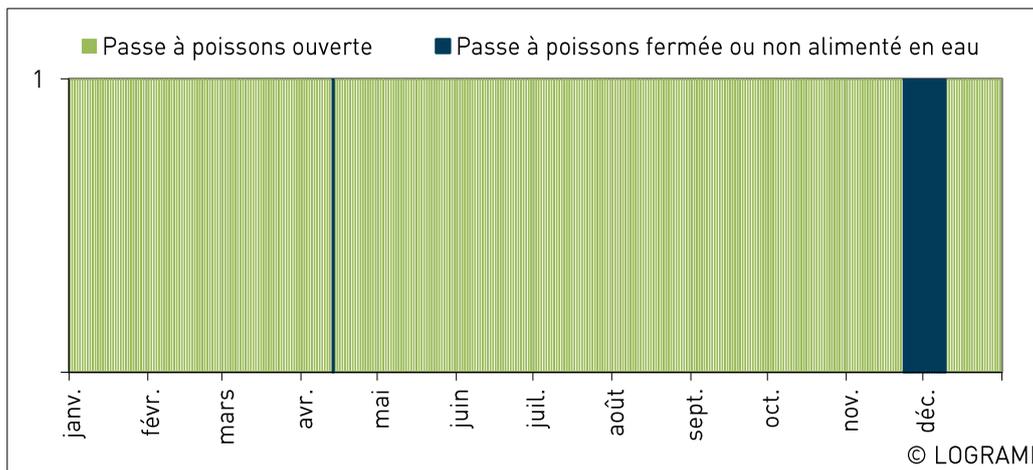


Figure 113 : Périodes de fermeture de la passe à poissons du barrage de Langeac en 2016

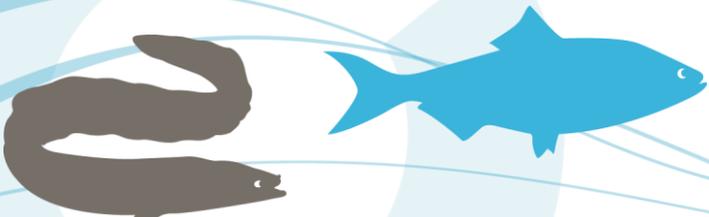




Figure 114 : Colmatage de l'entrée amont de la passe à poissons du barrage (à gauche) et intervention de la Mairie de Langeac pour nettoyer la passe à poissons ainsi que son entrée (à droite)

Poutès

En fonctionnement normal ou continu, l'ascenseur de Poutès fait un cycle de remontée et déversement toutes les deux heures. Ce fonctionnement théorique donne sur une année un nombre théorique de remontées pour une année bissextile de 4 392 (366 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 2016, 3 833 remontées d'ascenseur ont été effectuées au barrage de Poutès, soit près de 559 de moins que le nombre théorique (Figure 115 et Figure 116).

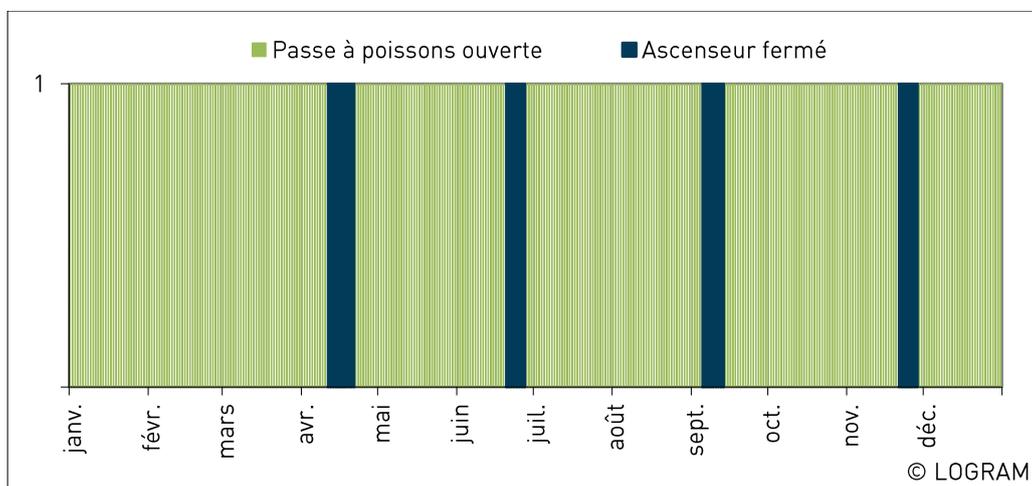


Figure 115 : Périodes de fermeture de l'ascenseur à poissons de Poutès en 2016

Cet écart est lié :

- Aux arrêts pour gel (265 remontées au cours des mois de janvier, février, mars, novembre et décembre).
- A une panne de l'ascenseur entre les 11 et 21 avril (117 cycles de l'ascenseur).
- A l'arrêt de l'ascenseur pour refaire le carroyage de la cuve entre les 20 et 27 juin (82 cycles de l'ascenseur).

- A l'abaissement de la retenue pour l'entretien des vannes du barrage entre les 4 et 13 septembre (96 cycles de l'ascenseur).
- A l'arrêt pour crue entre les 22 et 28 novembre (71 cycles de l'ascenseur).

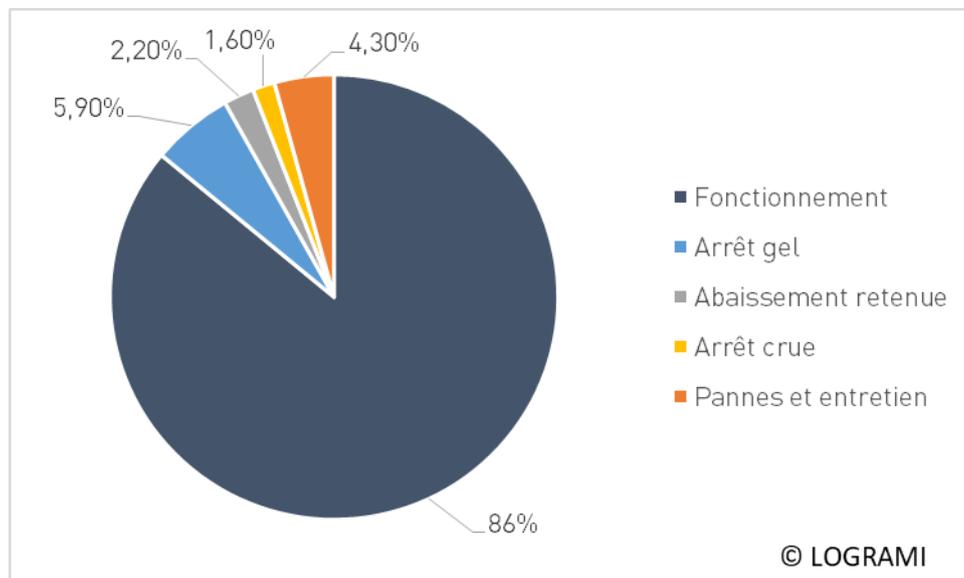


Figure 116 : Fonctionnement et arrêts de l'ascenseur de Poutès en 2016

Tableau 36 : Nombre de remontées effectives et supprimées révélant le fonctionnement de l'ascenseur de Poutès en 2016 (Source LOGRAMI)

Mois	Remontées d'ascenseur	Nombre d'arrêts pour gel	Remontées supprimées pour gel	Remontées supprimées pour travaux, crues,	Nature des travaux
Janv.	314	12	59		
Fév.	303	7	58		
Mars	350	13	36		
Avril	246			117	Panne ascenseur
Mai	377				
Juin	279			82	Carroyage cuve ascenseur
Juil.	376				
Août	374				
Sept.	268			96	Abaissement vanne du barrage
Oct.	376				
Nov.	299			71	Crue entre 22 et 28/11
Déc.	270	19	112		
Total	3 833	51	265	366	



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 2h10 sur l'ensemble de l'année 2016 (2 vidanges). La majeure partie du temps, le nettoyage peut être effectué sans condamner le dispositif de franchissement (7 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 11,3 jours sur l'ensemble de la saison. Les périodes de non-fonctionnement de la passe entre le 17 et 20 avril (2,5 jours), le 13 mai et 15 mai (2,2 jours) et le 30 mai et 1^{er} juin (2,1 jours) ont pu avoir un impact pour la migration des poissons.

Suite à six crues de la Loire amont, la passe à poissons est restée fermée pour éviter son endommagement (Figure 117).

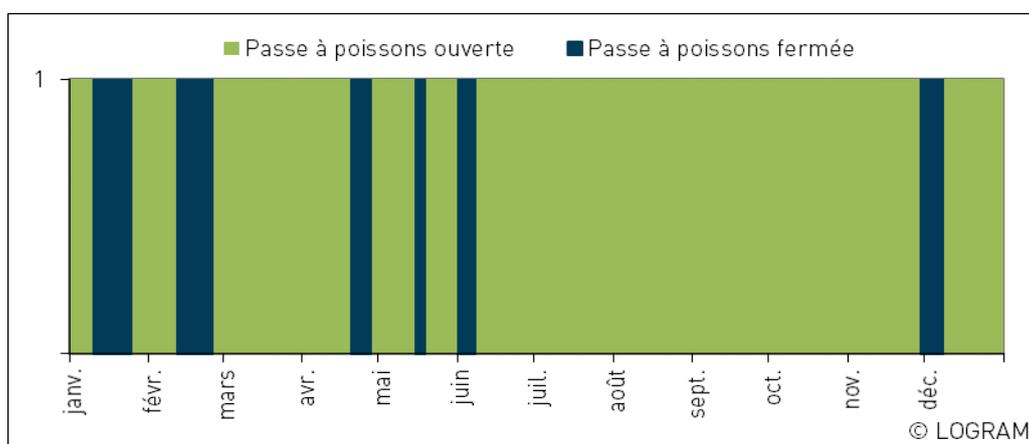


Figure 117 : Périodes de fermeture de la passe à poissons du barrage de Decize en 2016

Périodes de fermeture de la passe à poissons du barrage de Decize en 2016 :

- 1^{ère} fermeture du 10 au 24 janvier (pic de 407 m³/s le 13 janvier),
- 2nde fermeture du 12 au 25 février (pic de 817 m³/s le 16 février),
- 3^{ème} fermeture du 20 au 27 avril (pic de 646 m³/s le 19 avril),
- 4^{ème} fermeture du 15 au 18 mai (pic de 564 m³/s le 15 mai),
- 5^{ème} fermeture du 1^{er} au 7 juin (pic de 894 m³/s le 2 juin),
- 6^{ème} fermeture du 29 novembre au 7 décembre (pic de 1130 m³/s le 25 novembre).

Certains individus ont pu emprunter les vannes totalement abaissées du barrage pendant ces différentes périodes de fortes eaux. Ainsi, les comptages à la station de Decize cette année ne doivent pas être considérés comme exhaustifs.

Gueugnon

Pour la passe à poissons de Gueugnon, l'entretien des vitres de comptage a provoqué des arrêts de fonctionnement du dispositif. Au total, 15 interventions ont eu lieu en 2016. Elles représentent un arrêt de fonctionnement de la passe de 4h53. Toutes ces interventions de courte durée (moy = 19 min) n'ont eu qu'un très léger impact sur la migration des poissons.

Roanne

En 2016, 7 vidanges ont été nécessaires pour l'entretien des vitres de la station de Roanne (3h14). Des travaux de maintenance sur l'usine hydroélectrique ont occasionné 37 vidanges de la passe à poissons

(13h50). Toutes ces interventions de courte durée (moy = 22 min) n'ont eu qu'un très léger impact sur la migration des poissons.

Fonctionnement des stations de comptage en 2016

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 37) :

Tableau 37 : Récapitulatif de la période de fonctionnement des stations de comptage du bassin de la Loire en 2016 (Sources : LOGRAMI)

Passe à poissons	Période de suivi vidéo	Fonctionnalité de l'enregistrement
Descartes	01/01/2016 au 31/12/2016	366 jours (100 %)
Châtelleraut	01/01/2016 au 31/12/2016	366 jours (99,9 %)
Châteauponsac	01/01/2016 au 20/07/2016	201 jours (55 %)
Vichy	01/01/2016 au 31/12/2016	366 jours (99,9 %)
Langeac Usine (RG)	15/01/2016 au 31/07/2016 01/08/2016 au 05/08/2016 09/08/2016 au 10/08/2016 11/08/2016 au 31/12/2016	344 jours (94 %)
Langeac Barrage (RD)	21/01/2016 au 23/1/2016 16/02/2016 au 05/04/2016 07/04/2016 au 31/07/2016 02/08/2016 au 05/08/2016 09/08/2016 au 30/11/2016	282 jours (77 %)
Poutès	01/01/2016 au 31/12/2016	366 jours (100 %)
Decize	01/01/2016 au 31/12/2016	366 jours (99,9 %)
Gueugnon	01/01/2016 au 13/05/2016 06/06/2016 au 31/12/2016	343 jours (94 %)
Roanne	01/01/2016 au 03/03/2016 14/03/2016 au 31/12/2016	355 jours (97 %)

Fonctionnement des stations de comptage du bassin de la Vienne

Descartes

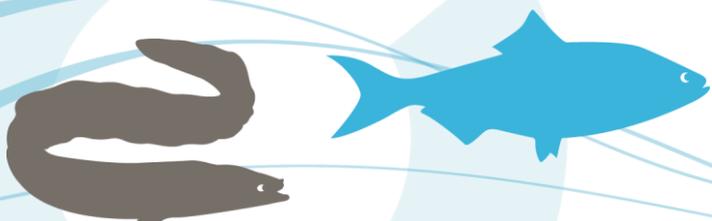
Aucun arrêt technique n'est à noter pour la station de comptage de Descartes en 2016. Le vidéo comptage a donc été fonctionnel durant toute l'année.

Châtelleraut

En 2016, une panne de courant a eu lieu le 29 août à Châtelleraut. Elle a entraîné un arrêt du vidéo comptage durant 3h42 (entre 12h14 et 15h56). La perte de données est très faible, voire nulle, durant cette période où les passages de poissons migrateurs sont peu probables.

Châteauponsac

Le système de comptage « Riverwatcher » a été fonctionnel du 1^{er} janvier au 19 juillet 2016. Durant cette période, les limites de détection du compteur ont 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. Il a été constaté à plusieurs reprises une infiltration d'eau dans le caisson vidéo du compteur. Pour éviter d'endommager la caméra, le caisson a été démonté le 20 juillet et renvoyé au constructeur.

Les turbulences hydrauliques présentes dans la passe à bassins ont créé de nombreuses détections parasites mais pourraient aussi être à l'origine de l'infiltration de l'eau dans le caisson. Pour fiabiliser le comptage et assurer la sécurité du matériel, il a été demandé à l'EPTB Vienne (propriétaire du dispositif) d'étudier les possibilités de déplacer le compteur en amont de la passe à poissons (Figure 118). Ce déplacement a pu être réalisé durant les travaux de mise en conformité de l'usine pour la dévalaison. Les aménagements de grilles de guidage des poissons vers le couloir de comptage et d'un système de levage pour la maintenance ont nécessité plusieurs mois. Ainsi le compteur n'a pu être remis en fonctionnement que le 2 février 2017.

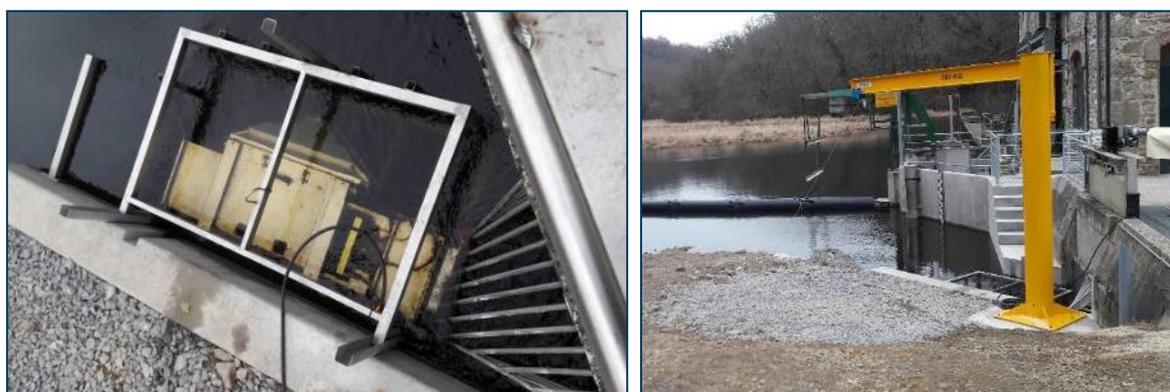


Figure 118 : Photographies du nouvel emplacement du système de comptage à Chateauponsac

Fonctionnement des stations de comptage du bassin de l'Allier

Vichy

Quelques problèmes électriques (flash noir et blanc pendant l'enregistrement vidéo) sont survenus et cumulent un total de 2h04 pour les deux dispositifs d'enregistrement (rive droite et rive gauche).

A trois reprises, le logiciel de comptage est tombé en panne côté rive droite. Ces interruptions cumulent un total de 16,2 jours (6,9 jours du 21 au 28 juin, 6,9 jours du 17 au 24 juillet et 2,3 jours du 23 au 24 novembre). Cependant, la présence d'un poste de secours a permis de continuer à enregistrer et ainsi d'éviter la perte de données.

Ainsi, sur l'ensemble de l'année 2016, l'enregistrement a donc été effectif à 99,99 % durant tout le temps de fonctionnement de la passe.

Langeac

A Langeac usine, le suivi vidéo porte sur 94,1 % de l'année. Les problèmes rencontrés sont dans un premier temps la mise en place du suivi le 15 janvier, puis des problèmes d'enregistrement d'une même image suite à des coupures électriques. Ce dernier problème a été réglé en branchant la caméra sur un onduleur.

Au barrage, le suivi est plus faible, 77,1 % de l'année. 3 grandes périodes sont principalement responsables de ce « faible suivi » :

- La station n'a pu être installée que le 21 janvier, ce qui implique 21 jours sans enregistrement en début d'année.

- Deux jours plus tard, l'enregistrement est interrompu pendant 24 jours suite à un problème sur un amplificateur d'images.
- En fin d'année, après la crue de fin novembre, le local côté barrage où est installé l'ensemble du matériel a été inondé rendant le suivi impossible pendant 1 mois (Figure 119).

Les autres interruptions sont dues à des coupures électriques.



Figure 119 : Inondation de la station de comptage du barrage de Langeac en novembre 2016

Des solutions ont été trouvées avec la Mairie de Langeac pour résoudre au mieux les problèmes, notamment par le transfert des images par la fibre optique reliant le barrage et l'usine de Langeac. De plus un système d'interrogation à distance permettra de mieux suivre le fonctionnement des enregistrements, et pallier aux problèmes d'enregistrement ou de coupures électriques.

Poutès

Trois systèmes d'enregistrement branchés en parallèle ont été utilisés en 2016 pour le suivi de l'ascenseur:

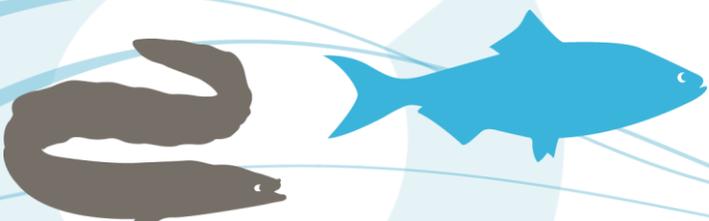
- Le premier avec un enregistrement vidéo classique utilisé depuis de nombreuses années (magnétoscope Panasonic 6730) ;
- Le second avec un enregistreur numérique Lupus© qui filme en continu les images de l'ascenseur ;
- Le troisième (Lupus© de la dévalaison) en test avec une détection de mouvement pour réduire la durée de l'enregistrement.

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

Fonctionnement des stations de comptage de la Loire amont

Decize

Deux coupures de courant sont survenues le 21 juin et le 3 août et cumulent respectivement un total 2 min et 47 min.



Pendant la crue de fin novembre, le barragiste a arrêté le fonctionnement du rétro-éclairage. Cette perturbation cumule un total de 11,8 jours (entre le 25 novembre et le 7 décembre) pendant lesquels la détection des poissons a été 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 2016, l'enregistrement a donc été effectif à 99,99 % durant tout le temps de fonctionnement de la passe.

Gueugnon

Au cours du fonctionnement de la station de comptage de Gueugnon en 2016, deux types de perturbation de l'enregistrement se sont produits (Figure 120).

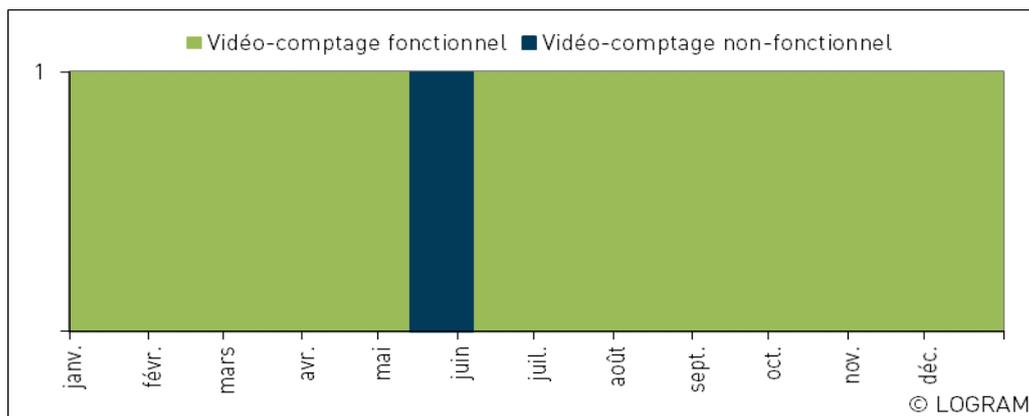


Figure 120 : Période de fonctionnement du système de vidéo-comptage à la station de Gueugnon en 2016

La première est survenue en liaison avec une coupure de courant et cumule un total de 23,5 jours entre le 13 mai et le 6 juin. Cette perte d'information est dommageable pour le suivi de la station puisqu'elle intervient pendant la forte période de migration des poissons.

La seconde perturbation est due au plantage du logiciel de vidéo-comptage. Cette interruption cumule un total de 6,1 jours entre le 23 et 29 juin. Cependant, la présence d'un LUPUS© a permis d'éviter la perte de données.

Ainsi, sur l'ensemble de l'année 2016, l'enregistrement a donc été effectif à 93,7 % durant tout le temps de fonctionnement de la passe.

Roanne

Le logiciel de comptage a planté le 3 mars. Cette interruption totalise 10,9 jours. Cependant, le traitement tardif des données du LUPUS© a occasionné une perte d'information. Néanmoins, la perte de données est très faible, voire nulle, durant ces périodes où les passages de poissons migrateurs sont peu probables.

Des travaux de maintenance sur l'usine hydroélectrique ont nécessité 2 coupures de courant. Suite à ces coupures, le logiciel de comptage n'a pas redémarré. Ces interruptions cumulent un total de 16,1 jours (2,3 jours du 28 au 30 mai et 13,8 jours du 7 au 21 juin). Cependant, la présence d'un LUPUS© a permis d'éviter la perte de données.

L'arrêt du système de rétro-éclairage entre le 3 et 4 juillet (22h34) a rendu difficile la détection des poissons.

En 2016, l'enregistrement a donc été totalement effectif 97,2 % du temps de fonctionnement de la passe (Figure 121).



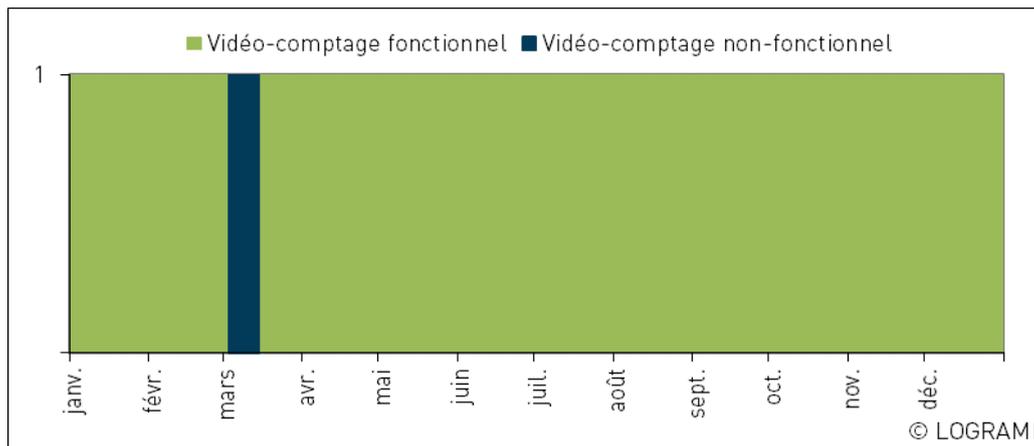


Figure 121 : Période de fonctionnement du système de vidéo-comptage à la station de Roanne en 2016

4.4. Action 5 : Amplitude de la période de migration

Cette action est une analyse portant 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.

4.4.1. Amplitudes annuelles des migrations

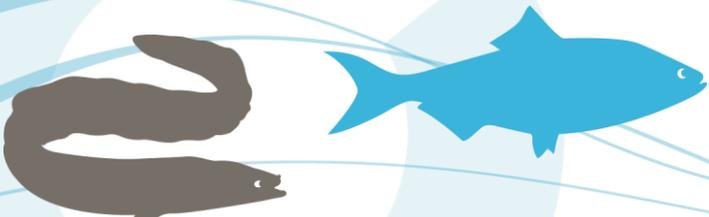
L'amplitude de la période de migration est variable selon l'espèce, la station de comptage, l'année suivie et pour les saumons leurs âges de mer. Les analyses sont donc déclinées suivant ces différentes variables. **A noter que les années avec un effectif inférieur à 20 individus ont été retirées du jeu de données**, le faible nombre d'individus ne donnant pas une amplitude de migration annuelle fiable.

4.4.1.1 Amplitude de migration des aloses

Variation suivant les stations de comptage

Les premières aloses sont contrôlées généralement sur la Creuse à Descartes (Figure 122). 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 5 mai (± 8 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 21 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 ± 19 jours) qu'à Decize (52 ± 12 jours) et Vichy (70 ± 18 jours) où les périodes de migration sont beaucoup plus concentrées.



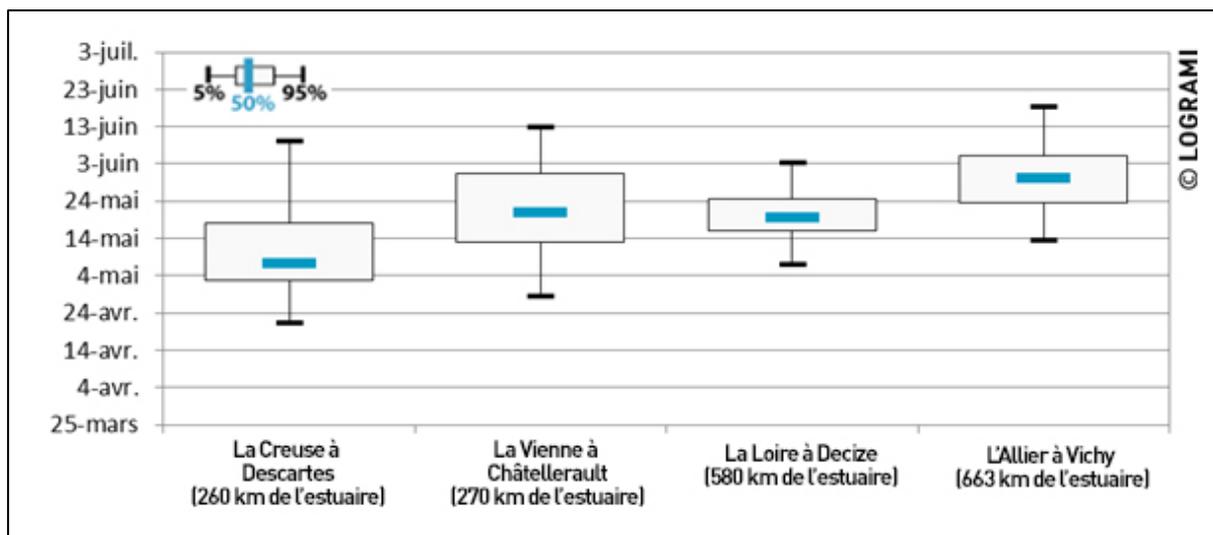


Figure 122 : Comparaison des périodes de passages des aloses aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire en moyenne sur chaque site depuis la mise en place des stations

En 2016, les rythmes et amplitudes de migration des aloses ont aussi varié d'une station à l'autre (Figure 123). La logique d'une arrivée plus précoce aux stations situées sur l'aval du bassin de la Loire est respectée. A 50 % de migration, des décalages temporels sont à noter entre les stations du bassin de la Vienne (33 jours entre Descartes et Châtelleraut). La migration à Decize s'est concentrée sur une période très courte, avec une amplitude totale de migration de seulement 30 jours contre 109 jours pour Descartes et 120 jours pour Châtelleraut. A Vichy, seulement 7 aloses ont été comptées, cet effectif très faible ne permet pas de préciser un rythme de migration.

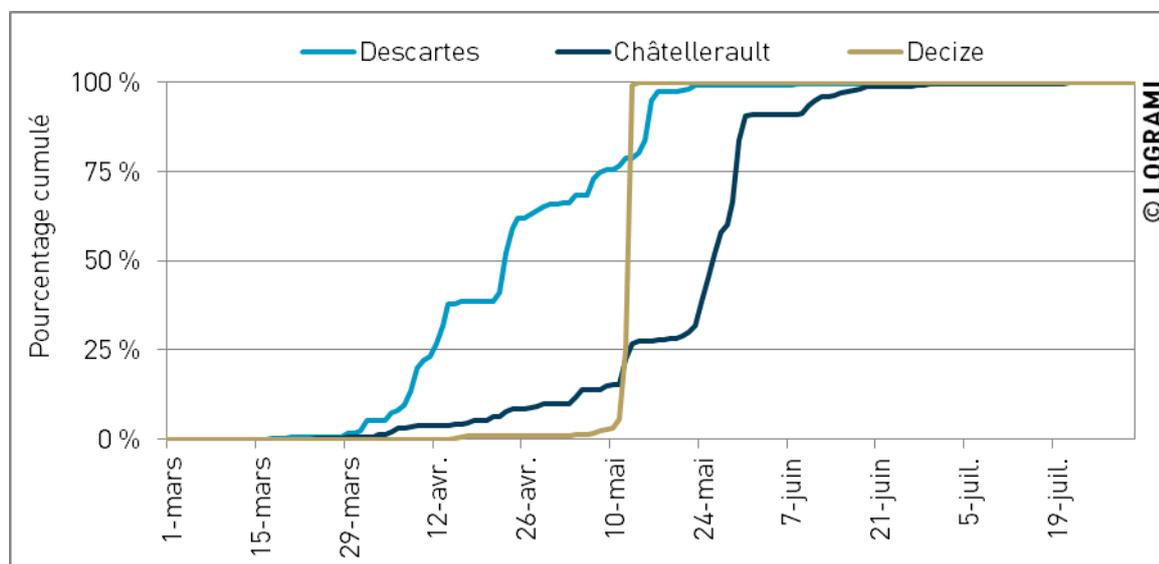


Figure 123 : Comparaison des rythmes de migration des aloses en 2016 aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire

Variations interannuelles par station de comptage

Sur la Creuse à Descartes, la première alose a été comptabilisée le 16 mars, la dernière le 2 juillet. La période de migration 2016 fut plus précoce que les années précédentes. La moitié des individus

a franchi l'ouvrage le 23 avril alors qu'en moyenne de 2007 à 2015, 50 % des aloses étaient comptabilisées le 7 mai (± 7 jours). L'amplitude de migration fut cependant similaire puisque 90 % des aloses sont passées en 47 jours en 2016 contre 50 en moyenne de 2007 à 2015 (± 13 jours) (Figure 124).

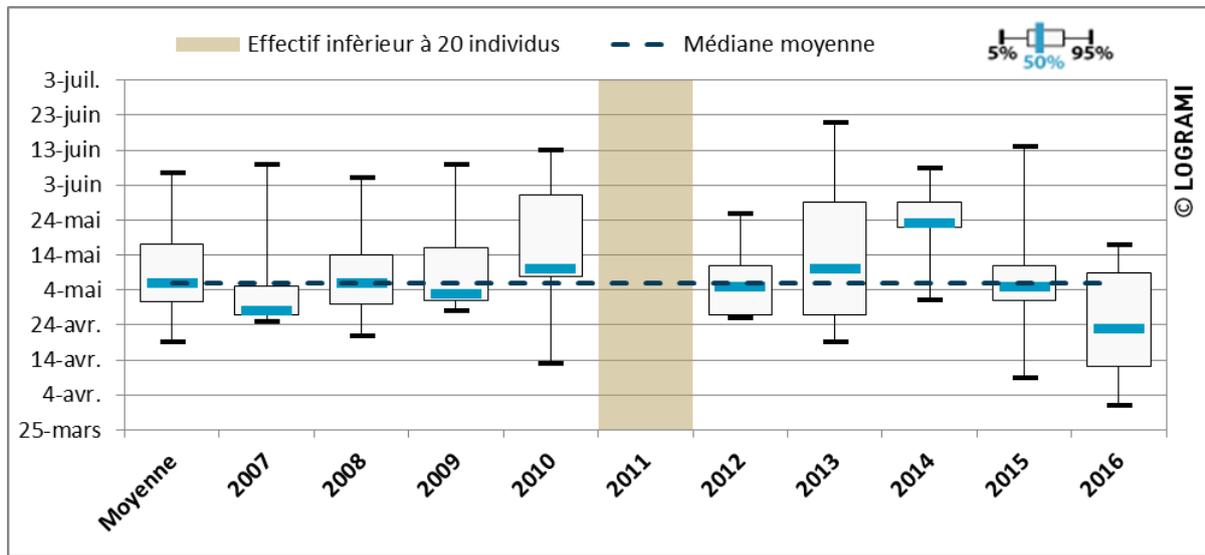


Figure 124 : Comparaison des périodes de passages des aloses à Descartes depuis 2007

Sur la Vienne à Châtelleraut, la migration des aloses est tardive en 2016. La première alose a été comptabilisée le 23 mars, la dernière le 20 juillet. La moitié des individus a franchi l'ouvrage le 26 mai, alors qu'en moyenne de 2004 à 2015, 50 % des passages ont été effectués à partir du 20 mai (± 11 jours). La durée de la période de migration est par contre plus longue que celle des autres années, 90 % des individus sont en effet passés en 56 jours contre en moyenne 46 jours (± 10) les années précédentes (Figure 125).

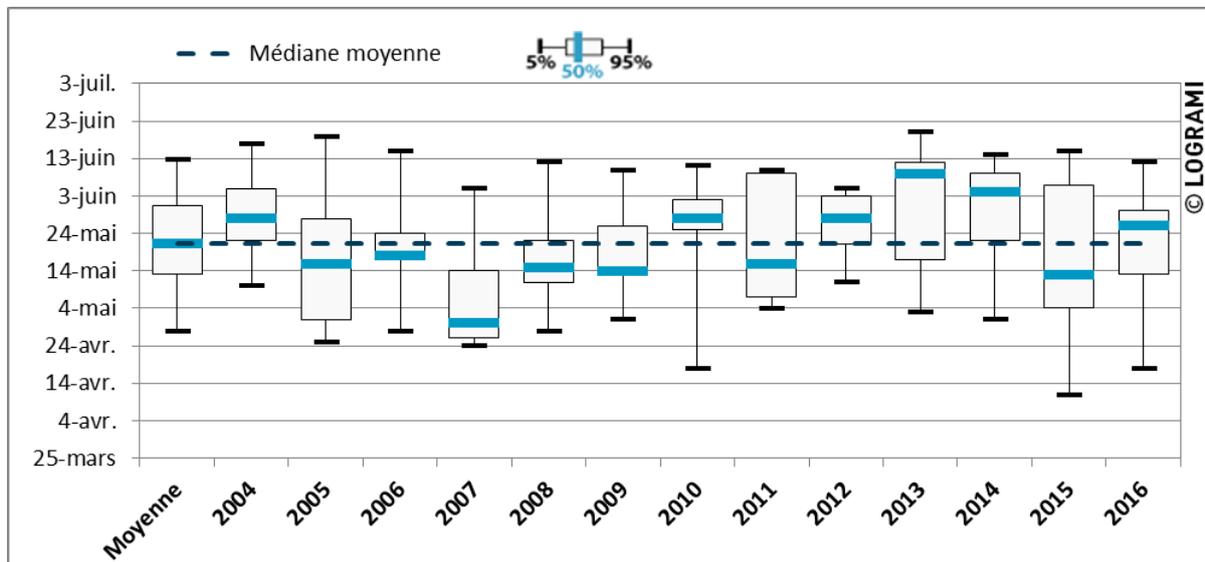
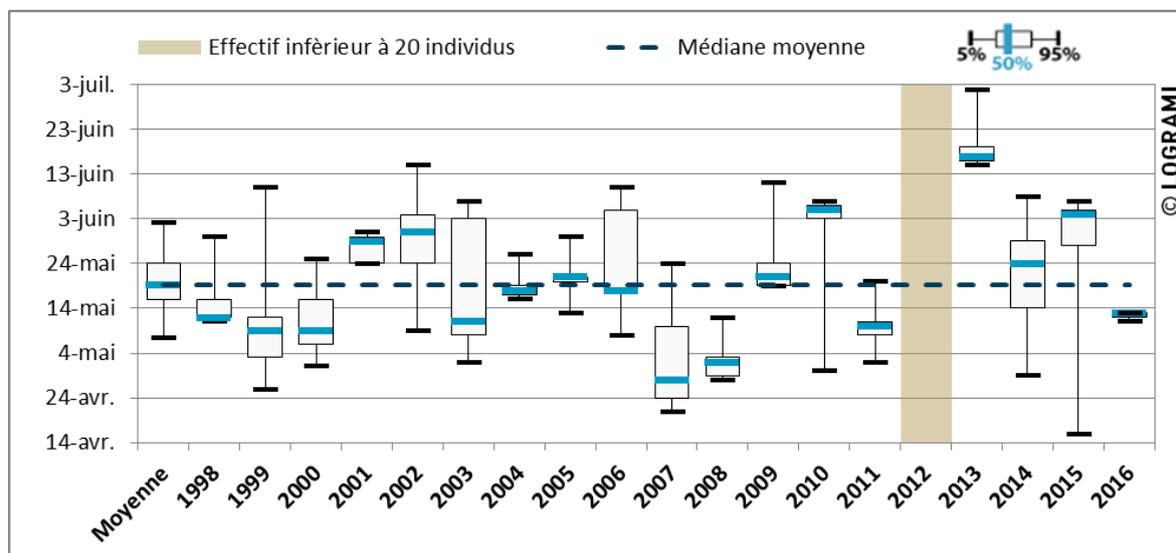


Figure 125 : Comparaison des périodes de passages des aloses à Châtelleraut depuis 2004



A la station de comptage de Decize, la première alose a été comptabilisée le 14 avril et la dernière 13 mai. La période de migration de l'année 2016 est plus précoce que celle des années précédentes (période 1998-2015) (Figure 126). La moitié des individus a franchi l'ouvrage de Decize le 13 mai, alors qu'en moyenne, sur la période 1998-2015, la moitié des individus est passée le 18 mai (± 13 jours). 90% des individus sont en effet passés en 3 jours contre en moyenne 28 jours (± 13 jours) pour la période 1998-2015. A noter, la particularité de 2016 est que la majorité des aloses est passée en une seule journée qui représente 74% des passages (soit 1030 aloses).



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

Figure 126 : Comparaison des périodes de passages des aloses à Decize depuis 1998

Seulement 7 aloses ont été observées en 2016 à la station de comptage de Vichy. La première est observée le 21 avril et la dernière le 24 juin, ce qui représente un total de 39 jours de migration. En moyenne, depuis le début des suivis en 1997, 50% des passages ont été effectués le 29 mai (± 8 jours) (Figure 127). Sur la période 1997-2016, pour 90% des passages, la période de migration s'étale sur 37 jours (± 11 jours).

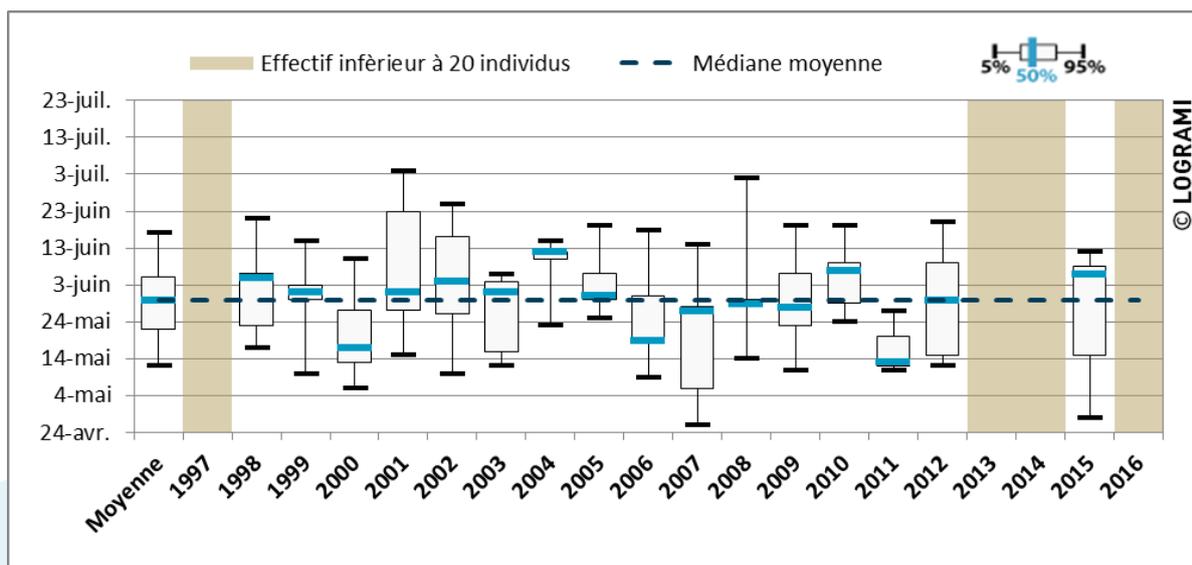


Figure 127 : Comparaison des périodes de passages des aloses à Vichy depuis 1998

4.4.1.2 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 128). 50 % de la migration a lieu en moyenne le 5 mai (± 5 jours) à Descartes et le 6 mai (± 6 jours) à Châtellerault. **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 (± 9 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 : 135 (± 40) jours à Descartes, 105 (± 30) jours à Châtellerault, 33 (± 13) jours à Decize et 31 (± 5) jours à Vichy.

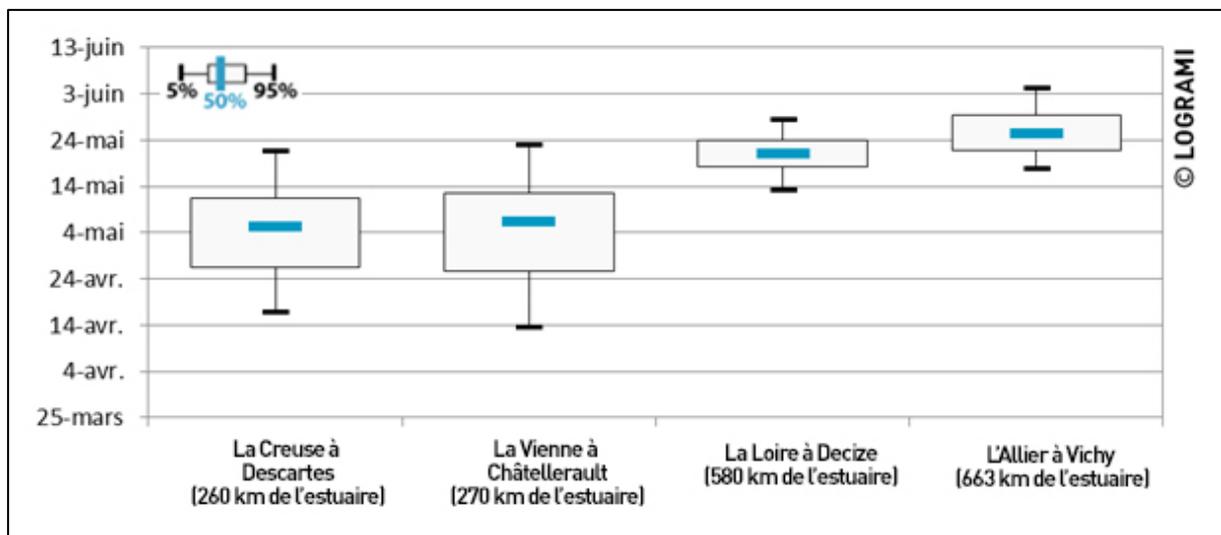


Figure 128 : Comparaison des périodes de passages des lamproies marines aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire en moyenne sur chaque site depuis la mise en place des stations

En 2016, aucune lamproie marine n'a été comptée à Vichy, seuls les rythmes de migration à Descartes, Châtellerault et Decize peuvent donc être comparés (Figure 129). Les passages à la station de comptage de Châtellerault sont globalement similaires à ceux de Descartes (pas de décalage à 50 % de la migration). Les passages de lamproies à Decize ont été logiquement beaucoup plus tardifs, la moitié de la migration ayant eu lieu 18 jours après celle des stations du bassin de la Vienne.



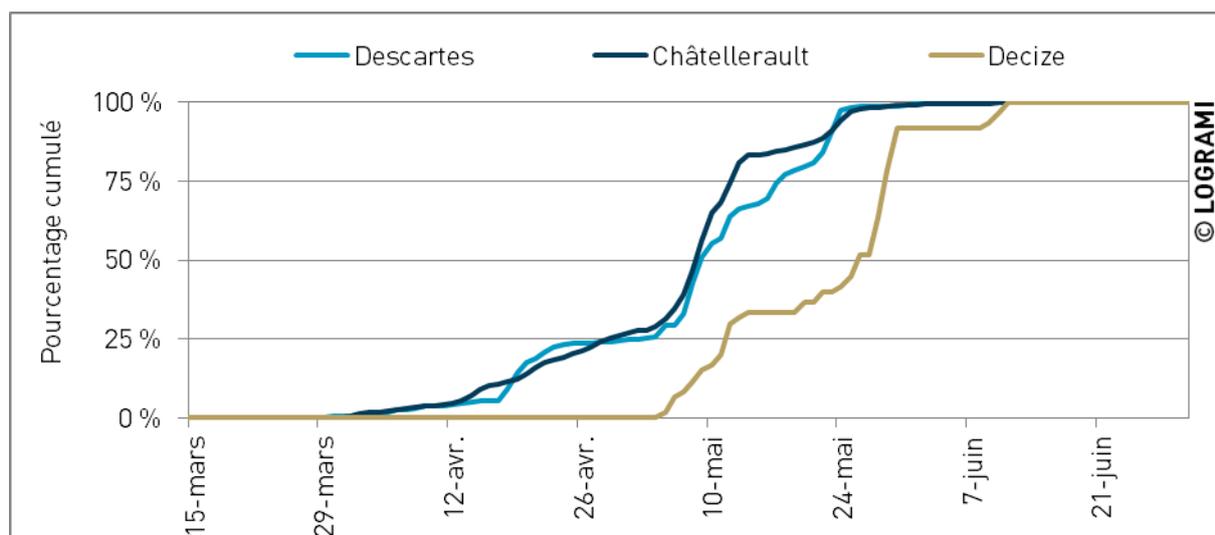


Figure 129 : Comparaison des rythmes de migration de lamproies marines en 2016 aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire

Variations interannuelles par station de comptage

Sur la Creuse à Descartes, la première lamproie marine a franchi le barrage le 1^{er} février, la dernière le 23 juin. La période de migration des lamproies marines en 2016 est légèrement plus tardive que celle des années précédentes. La moitié des individus a en effet franchi le barrage de Descartes le 9 mai alors que, de 2007 à 2015, en moyenne 50 % des lamproies étaient comptabilisés à partir du 5 mai (± 6 jours) (Figure 130). L'amplitude de migration totale des lamproies s'étend sur 144 jours mais 90 % des individus ont franchi le barrage de Descartes sur une période beaucoup plus courte de 40 jours. Cette période est similaire à celle des années précédentes, où 90 % des passages étaient en moyenne comptabilisés en 36 jours (± 6).

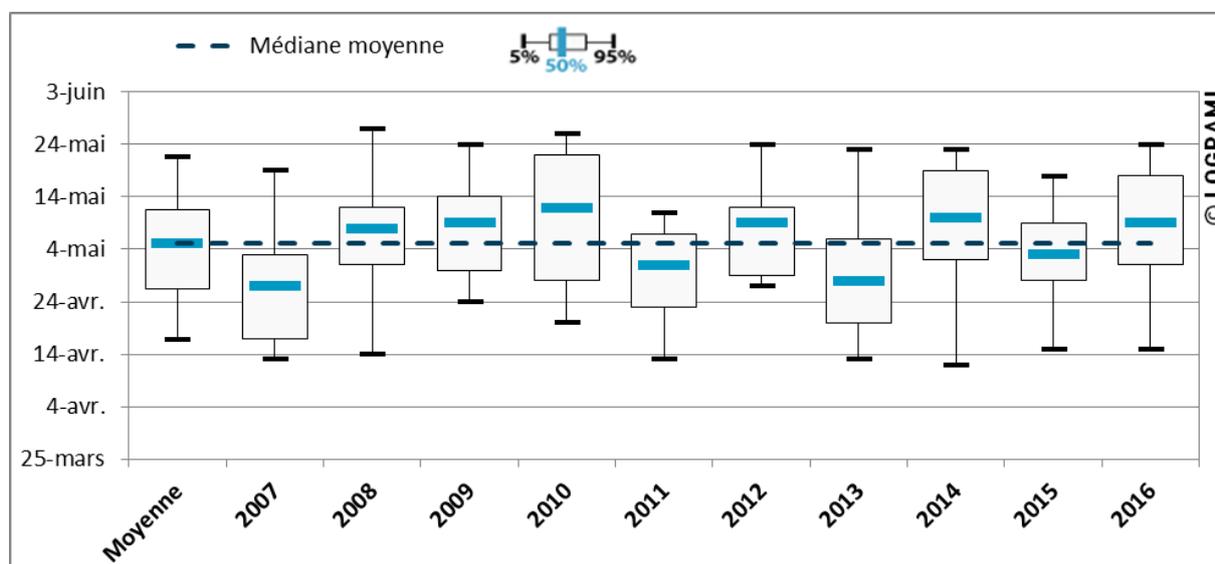
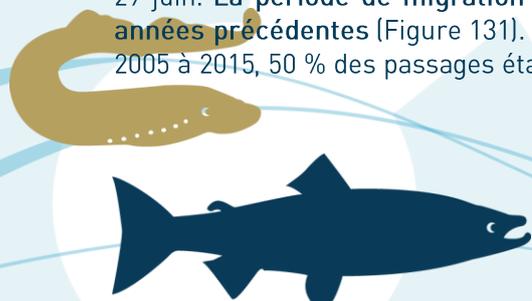


Figure 130 : Comparaison des périodes de passages des lamproies marines à Descartes depuis 2007

En 2016, sur la Vienne à Châtelleraut la première lamproie est observée le 9 février, la dernière le 29 juin. La période de migration est, comme sur la Creuse, un peu plus tardive que celle des années précédentes (Figure 131). La moitié des passages a eu lieu le 9 mai alors, qu'en moyenne de 2005 à 2015, 50 % des passages étaient effectués dès le 6 mai (± 6 jours). En 2016, 90 % des passages



ont été réalisés en 43 jours, cette durée de migration est similaire à celles des années antérieures (en moyenne 41 jours \pm 10).

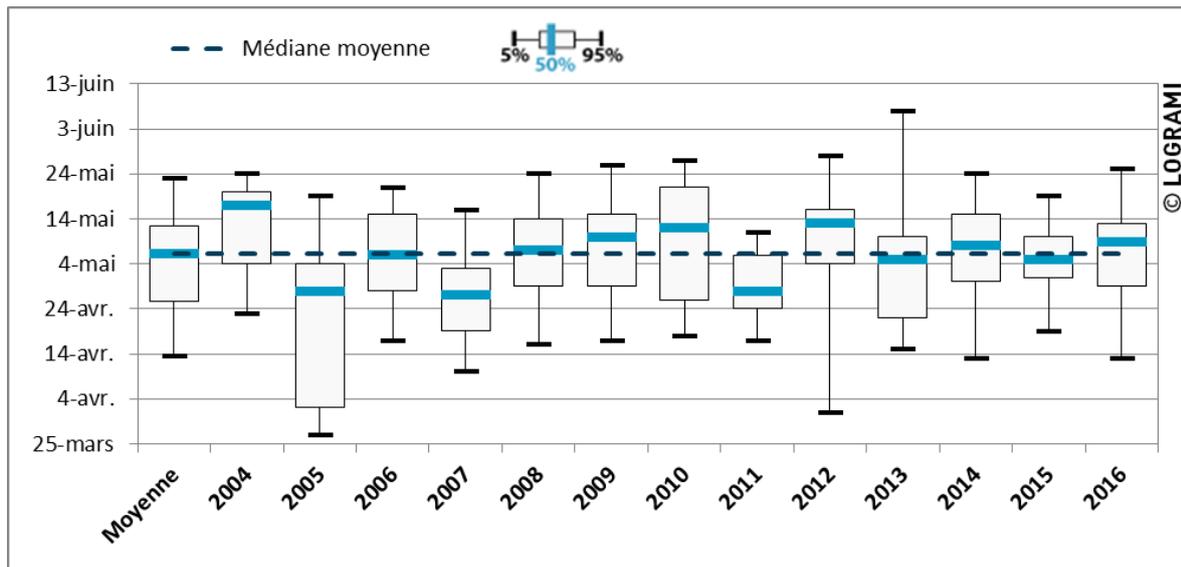


Figure 131 : Comparaison des périodes de passages des lamproies marines à Châtellerault depuis 2004

En 2016, à la station de comptage de Decize, le premier individu à franchir le barrage a été observé le 4 mai et le dernier le 10 juin, soit un total de 38 jours de migration. La période de migration est plus tardive que les années précédentes (Figure 132). La moitié des passages est enregistrée le 26 mai alors qu'en moyenne, de 1997 à 2015, 50% des passages étaient effectués le 21 mai (\pm 10 jours). L'amplitude de migration de l'année 2016 est la plus forte enregistrée depuis le début des suivis. En effet, 90% des passages ont été effectués en 36 jours en 2016 contre 16 jours (\pm 6 jours) pour les valeurs de référence (1998-2015).

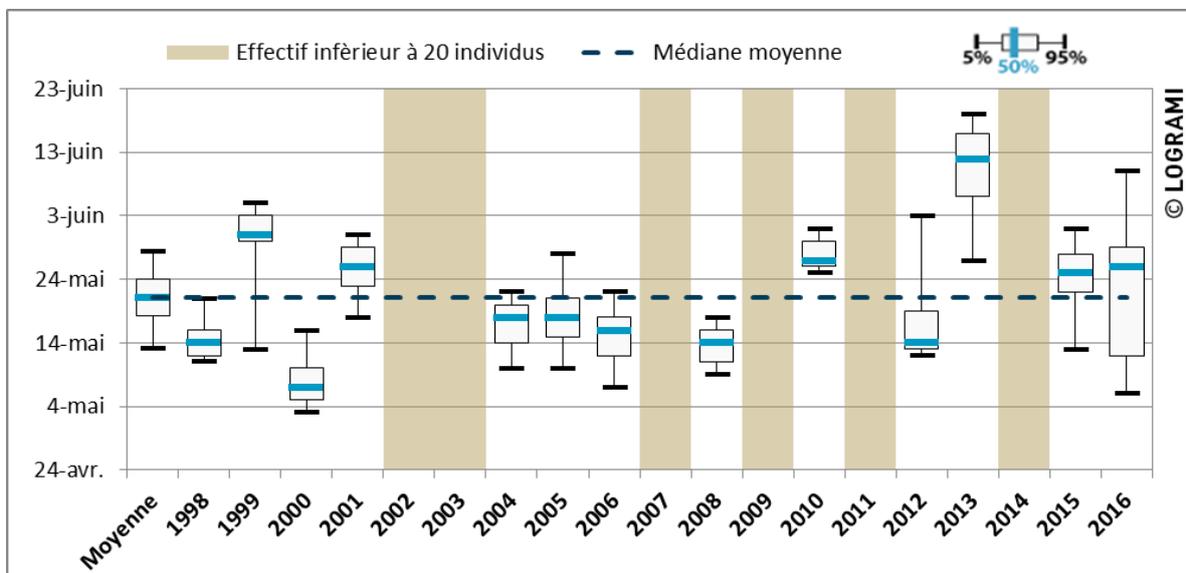
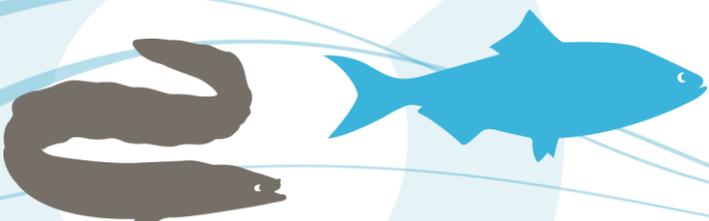


Figure 132 : Comparaison des périodes de passages des lamproies marines à Decize depuis 1998



Aucune lamproie n'a été observée à la station de Vichy cette année. Pour la station de comptage de Vichy, les années permettant cette analyse graphique (effectifs supérieurs à 20 individus) démontrent qu'en moyenne 50% des passages sont effectués le 25 mai (± 2 jours) (Figure 133). 90% des passages sont quant à eux effectués en 37 jours (± 10 jours) entre le 13 mai et le 18 juin.

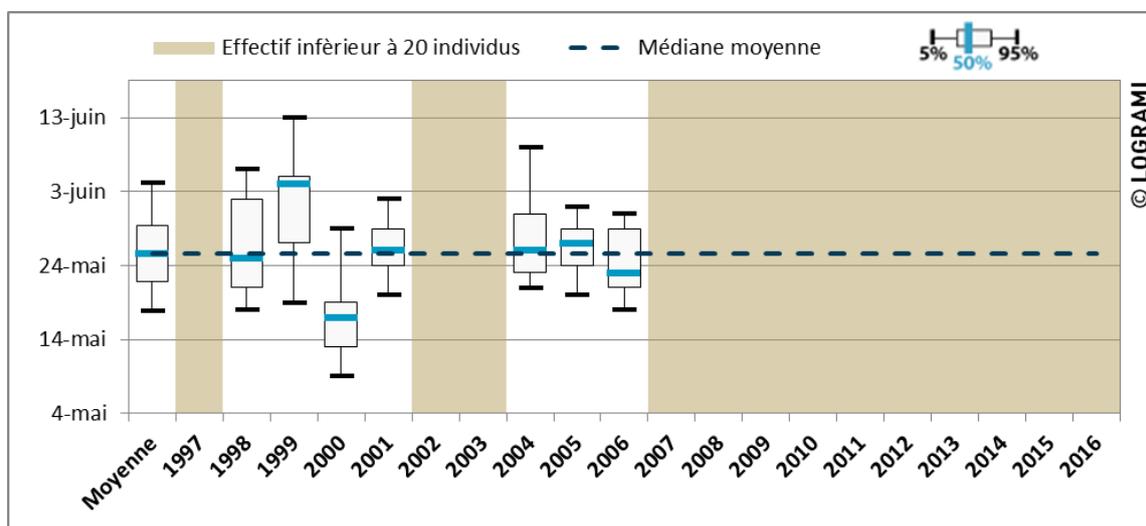


Figure 133 : Comparaison des périodes de passages des lamproies marines à Vichy depuis 1997

4.4.1.3 Amplitude de migration des saumons

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 analysée. 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.

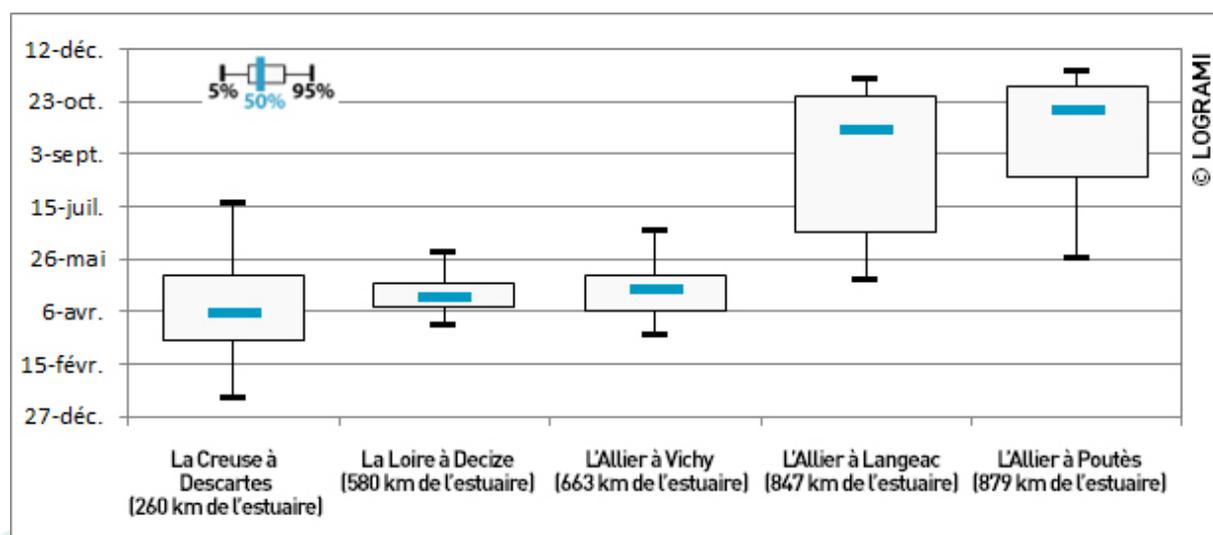
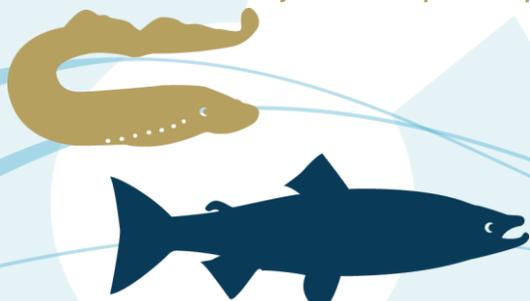


Figure 134 : Comparaison des périodes de passages des saumons atlantiques aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire en moyenne sur chaque site depuis la mise en place des stations



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 134). La moitié des passages ont lieu en moyenne avant le 4 avril (± 22 jours) alors que 50 % de la migration sont réalisés le 19 avril (± 9 jours) à Decize sur la Loire et le 26 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, explique 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 257 jours à Descartes (± 52), 89 jours à Decize (± 23) et 277 jours à Vichy (± 40).

Avec des amplitudes moyennes de 239 jours (± 8) et de 203 jours (± 34), les migrations respectives à Langeac et à Poutès sur le haut Allier sont elles aussi importantes. Elles sont cependant fractionnées 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 26 septembre (± 50 jours) à Langeac et après le 14 octobre (± 34 jours) à Poutès).

En 2016, 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 : 26 jours entre Descartes et Vichy et 169 jours entre Vichy et Poutès (Figure 135). Compte tenu de leurs proximités géographiques, les rythmes de migration à Langeac et à Poutès sont relativement proches. L'amplitude totale de migration fut de 308 jours pour Descartes, 273 jours pour Vichy, 241 jours pour Langeac et 189 jours pour Poutès.

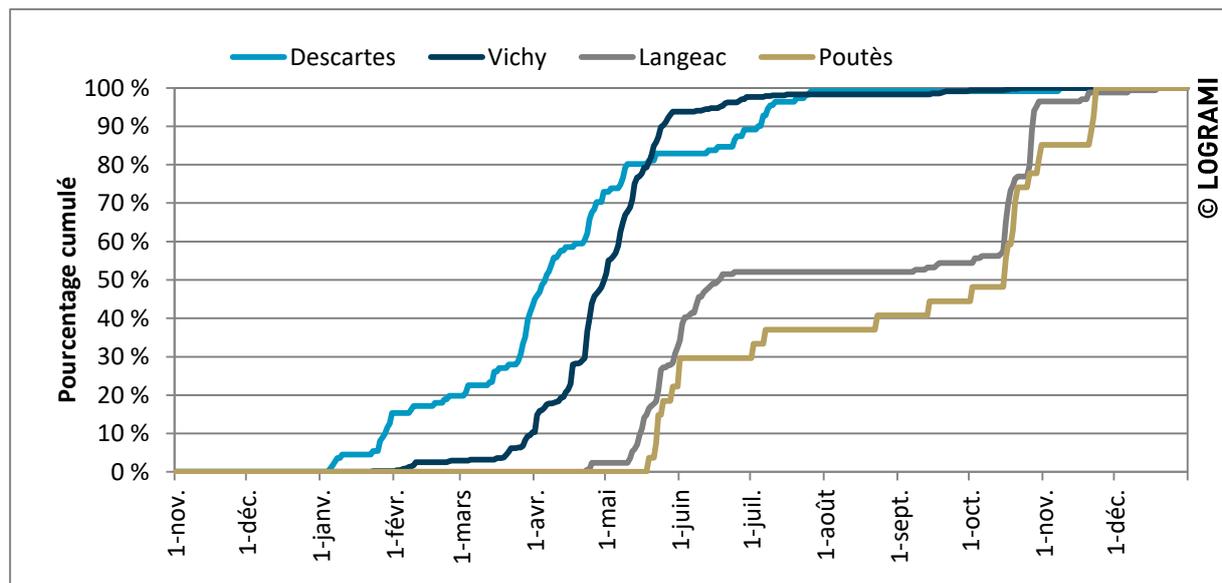


Figure 135 : Comparaison des rythmes de migration de saumons en 2016 aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire



Variations interannuelles par station de comptage

Sur la Creuse à Descartes, le premier saumon a franchi le barrage le 5 janvier 2016 et le dernier a été comptabilisé le 7 novembre 2016. La période de migration en 2016 est similaire à celles des années précédentes. 50 % des individus sont passés avant le 6 avril alors qu'en moyenne, de 2007 à 2015, ce chiffre est atteint le 4 avril (± 23 jours) (Figure 136). L'amplitude est proche de celles des années précédentes, 90 % des saumons sont passés en 168 jours contre 188 jours (± 37) de 2007 à 2015.

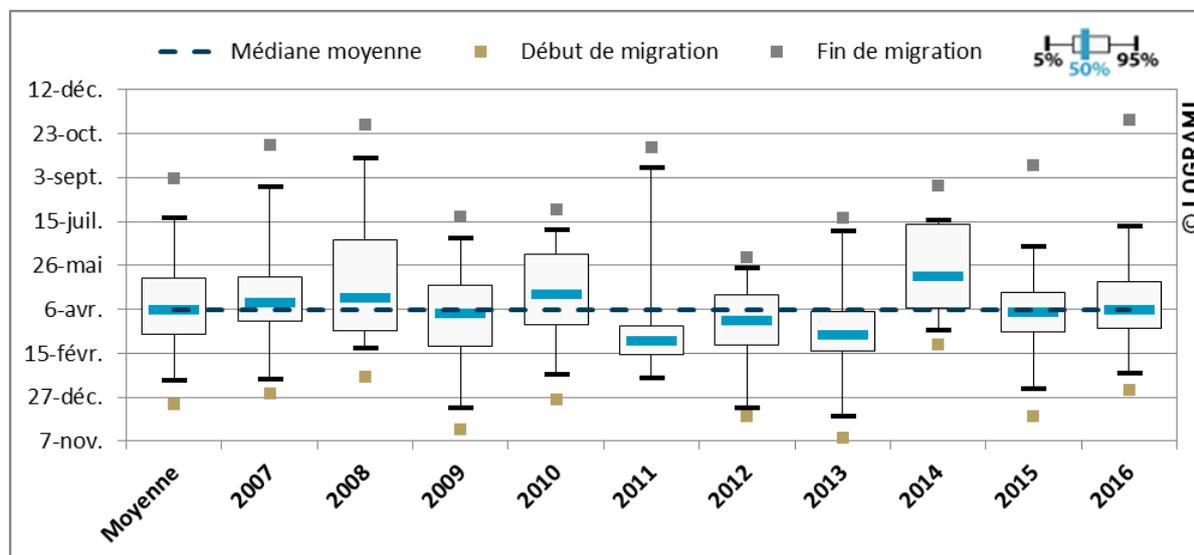


Figure 136 : Comparaison des périodes de passages de saumons à Descartes depuis 2007

En 2016, sur l'Allier à Vichy, le premier saumon a été observé aux passes à poissons le 23 janvier et le dernier le 21 novembre, ceci représente une période de migration de 273 jours. La période de migration est plus tardive que celle des années précédentes (Figure 137). La moitié des passages a eu lieu au 1^{er} mai alors qu'en moyenne de 1997 à 2015, 50 % des passages étaient effectués au 26 avril (± 6 jours). En 2016, 90 % des passages ont été réalisés en 90 jours. Cette durée de migration est légèrement plus courte que celle des années antérieures (en moyenne 101 jours ± 44).

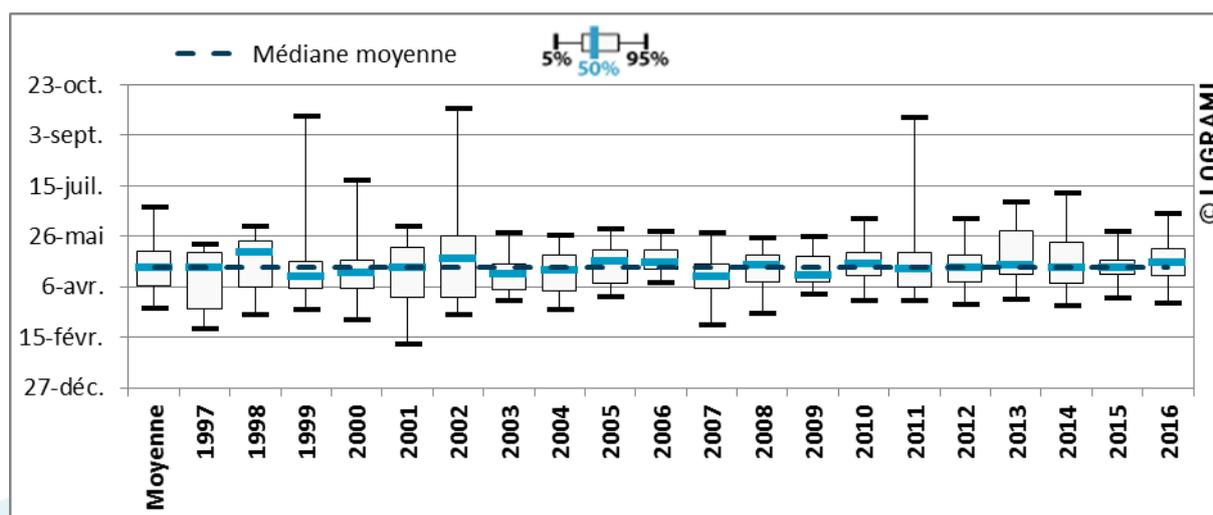


Figure 137 : Comparaison des périodes de passages de saumons à Vichy depuis 1997

A Langeac, en 2016, le premier saumon est noté le 22 avril et le dernier le 18 décembre. La période de migration s'étale donc sur 241 jours. L'amplitude est proche de celles des années précédentes, 90 %



des passages ont été réalisés en 171 jours. Cependant, le passage des 50 % est observé très précocement (18 juin) pour ce site (Figure 138). Cette date de passage très précoce des 50 % est très éloignée de la médiane moyenne qui est notée le 26 septembre, soit 100 jours plus tard.

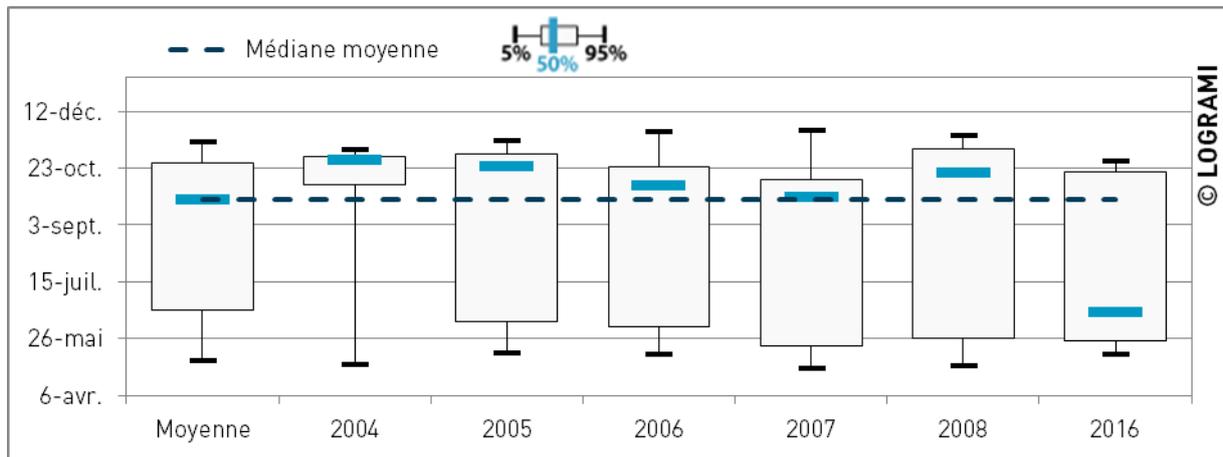


Figure 138 : Comparaison des périodes de passages de saumons à Langeac de 2004 à 2008 et en 2016

En 2016, à Poutès, 90 % des passages se sont étalés sur 185 jours (entre le 22 mai et le 23 novembre) (Figure 139). Cette durée de migration est légèrement supérieure à la moyenne des années antérieures (174 jours). 50 % des passages ont été réalisés au 16 octobre, ce qui est très proche de la médiane interannuelle (14 octobre).

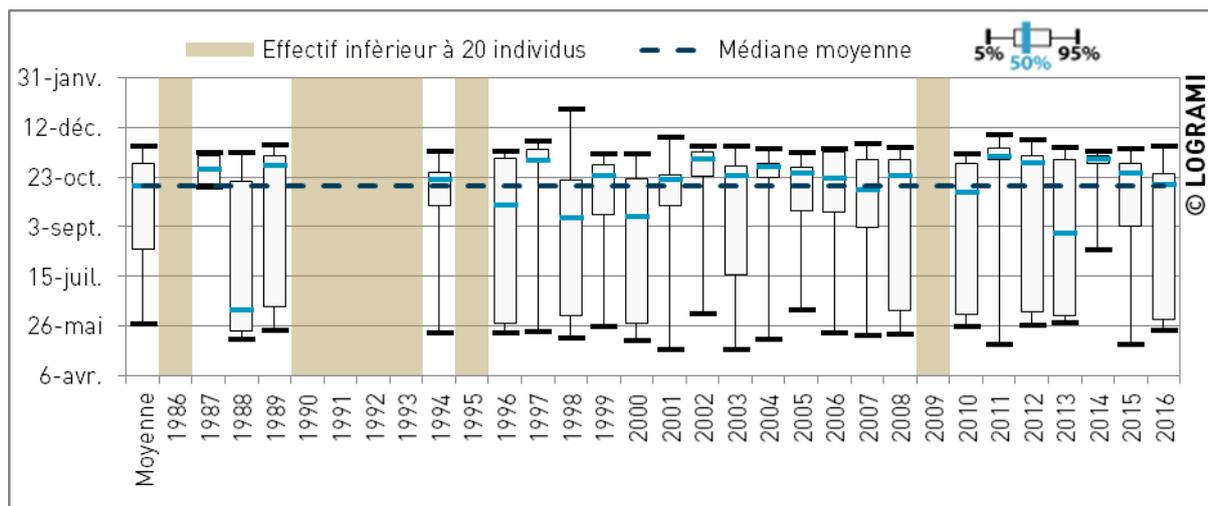
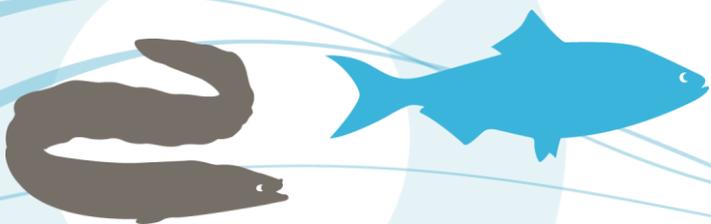


Figure 139 : Comparaison des périodes de passages de saumons à Poutès depuis 1986

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.

Sur la Loire à Decize le premier saumon a été observé le 8 février et le dernier le 25 juillet. La migration s'est donc déroulée sur une période totale de 169 jours. Sur la période 2009-2016, la moitié des passages a eu lieu le 19 avril (± 9 jours). 90 % des passages ont été réalisés en 71 jours (± 20).



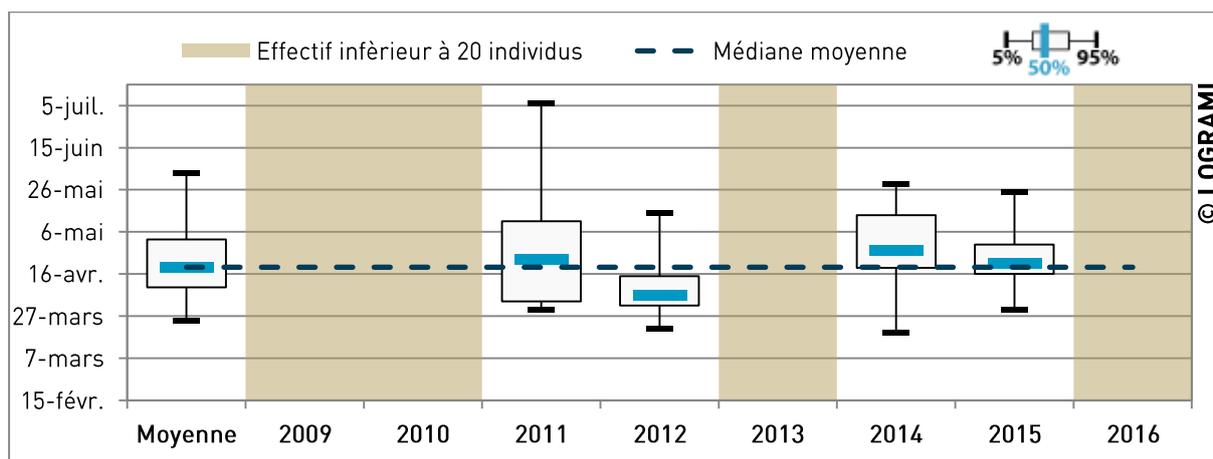


Figure 140 : Comparaison des périodes de passages de saumons à Decize depuis 2009

A la station de comptage de Gueugnon sur l'Arroux, 5 saumons ont été observés entre le 17 avril et le 9 mai soit sur une période de 83 jours.

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 141, 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 quasi-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.

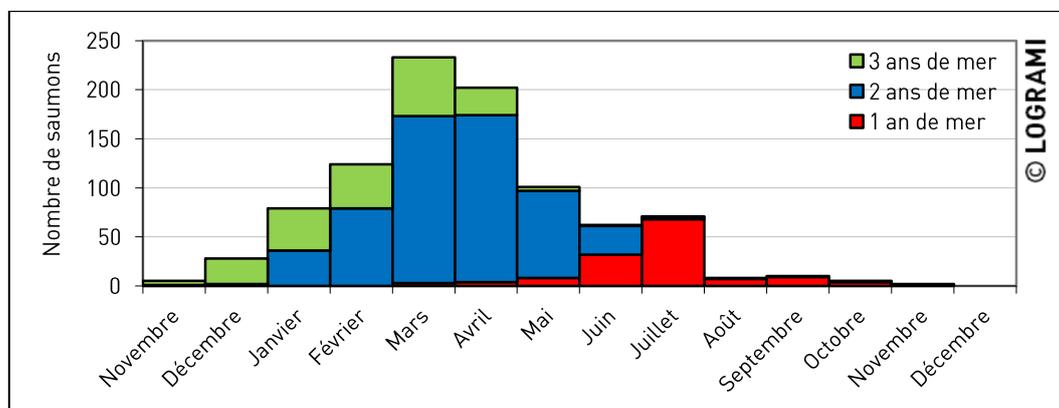


Figure 141 : Répartition des classes d'âge des saumons ayant franchi le barrage de Descartes depuis 2007 sur une année (n=930)

La Figure 142 reprend l'ensemble des saumons comptés depuis 1997 à Vichy avec leur répartition mensuelle par classe de taille.



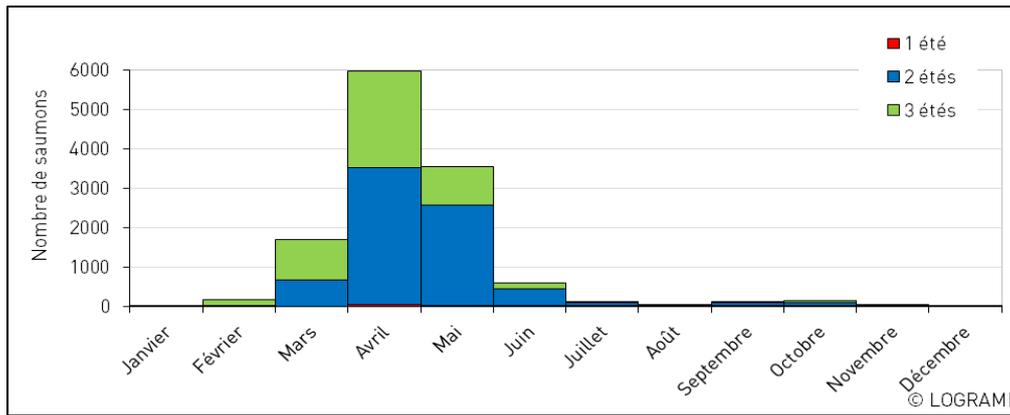


Figure 142 : Répartition mensuelle des classes d'âge des saumons ayant franchi le barrage de Vichy depuis 1997 (n=12439)

La période printanière (mars à juin) regroupe la quasi-totalité de la migration annuelle des saumons. Les individus de 3 ans de mer arrivent les premiers à la station de comptage. Ainsi, 74 % des trois ans de mer ont franchi le pont barrage de Vichy avant la fin du mois d'avril. 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 comptés avant fin mai. 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 (93 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 (159 individus sur 255 comptabilisés à cette période).

A Poutès, nous n'observons pas de passage plus précoce des poissons de 3 ans de mer comme à Vichy (Figure 143). L'absence de passage des gros saumons de 3ans de mer à Poutès au printemps est en partie constatée lorsqu'il n'y a pas de déversements printaniers, particulièrement lors des années avec des débits réservés dans le Vieil Allier de 0,5 ou 2,5 m³/s.

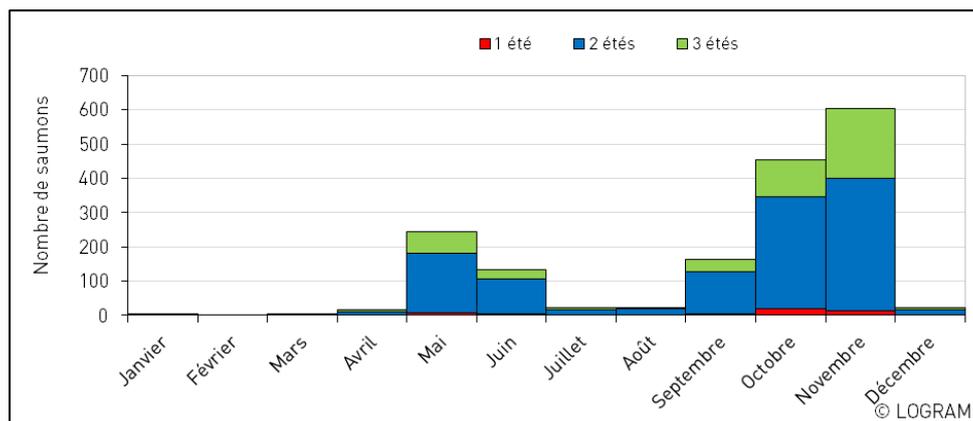


Figure 143 : Répartition mensuelle des classes d'âge des saumons ayant franchi le barrage de Poutès depuis 1986 (n=1 682)



4.4.1.4 Amplitude de migration des anguilles

L'amplitude et la période de migration de l'anguille jaune ne peuvent être décrites 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 première anguille a été comptabilisée le 5 mai, la dernière le 30 septembre. La période de migration de l'année 2016 est similaire à celle des années précédentes (Figure 144). La moitié des individus a franchi l'ouvrage de Châtelleraut au 8 juin, alors qu'en moyenne de 2004 à 2015, la moitié des individus est passée au 5 juin (± 19 jours). La durée de la période de migration est par contre beaucoup plus courte que celle des années antérieures. 90 % des individus sont en effet passés sur 30 jours, contre en moyenne 58 jours (± 20) de 2004 à 2015. Les trois quart des individus ont été comptés sur une période très concentrée de 3 jours.

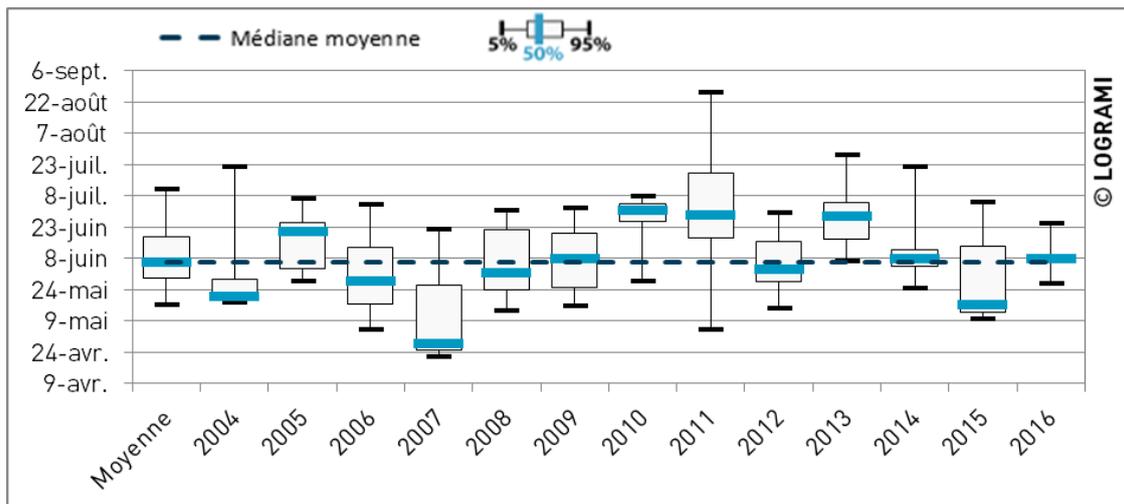
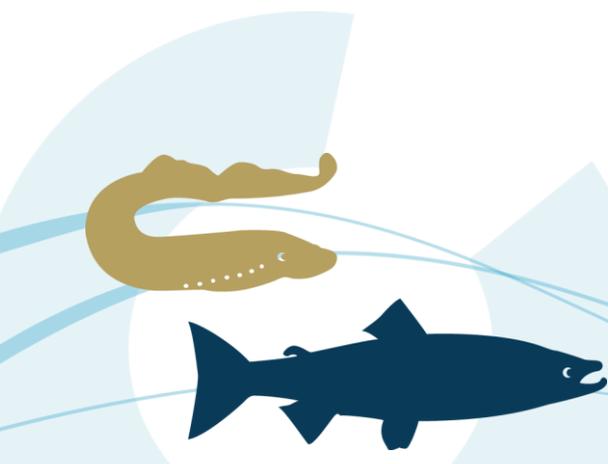


Figure 144 : Comparaison des périodes de passages des anguilles à Châtelleraut depuis 2004

4.4.2. Passages journaliers en 2016

4.4.2.1 Passages journaliers des aloses

Sur la Creuse à Descartes, la migration s'est intensifiée durant le mois d'avril. Une première augmentation du débit a eu pour effet de stopper la migration durant 5 jours (du 16 au 20 avril). Par la suite, deux pics de migration se distinguent le 22 avril et le 15 mai avec le comptage de 33 aloses pour chacune de ces deux journées (soit 12 % de l'effectif). Les passages restent faibles et discontinus durant tout le mois de mai. La migration est par la suite stoppée par la crue du 2 juin (Figure 145). Après cet événement, seulement 2 aloses seront observées. Les augmentations de débits associées à la diminution de température ont eu pour effet d'inhiber la migration des aloses.



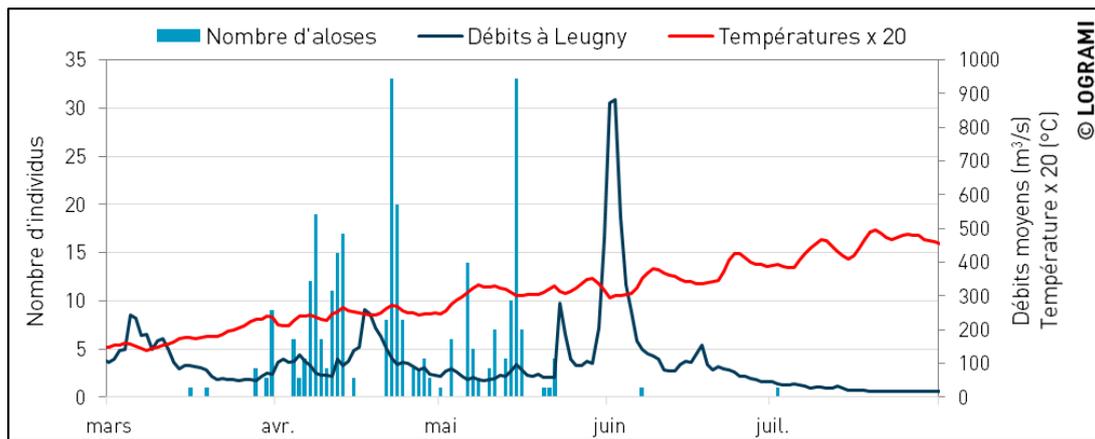


Figure 145 : Passages journaliers d'aloses à Descartes en relation avec la température de l'eau et les débits de la Creuse à Leugny en 2016 (n=294) (Source hydro : SPCVCA – Centre de Poitiers / Hydro – MEDD/DE)

Sur la Vienne à Châtellerault, avant le mois de mai, les passages d'aloses sont discontinus et faibles. La migration s'intensifie à partir du 23 mai, avec des effectifs journaliers supérieurs à 25 individus. Le pic de migration a lieu le 29 mai avec 79 aloses franchissant l'ouvrage (soit 19 % de l'effectif). La crue du 1^{er} juin a par la suite stoppé la migration durant 7 jours (Figure 146). Durant le mois de juin, les passages seront très faibles (inférieurs à 10 individus par jour).

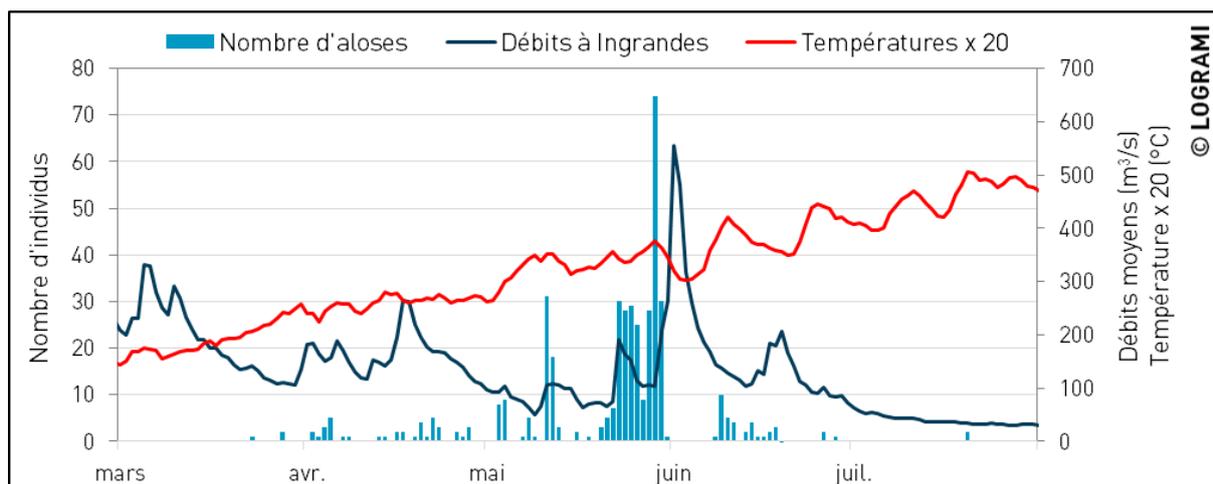


Figure 146 : Passages journaliers d'aloses à Châtellerault en relation avec la température de l'eau et les débits de la Vienne à Ingrandes-sur-Vienne en 2016 (n=427) (Source hydro : SPCVCA – Centre de Poitiers / Hydro – MEDD/DE)

A la station de Decize sur la Loire, nous constatons que l'activité migratoire s'intensifie nettement lorsque les températures de l'eau dépassent 16°C (Figure 147). La période de migration s'étale donc sur 73 jours.

Une première phase de migration a lieu entre le 14 et le 16 avril avec 13 individus comptabilisés (soit 1% 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 et permettant également aux aloses de pouvoir franchir le barrage sans passer pour la station de comptage.



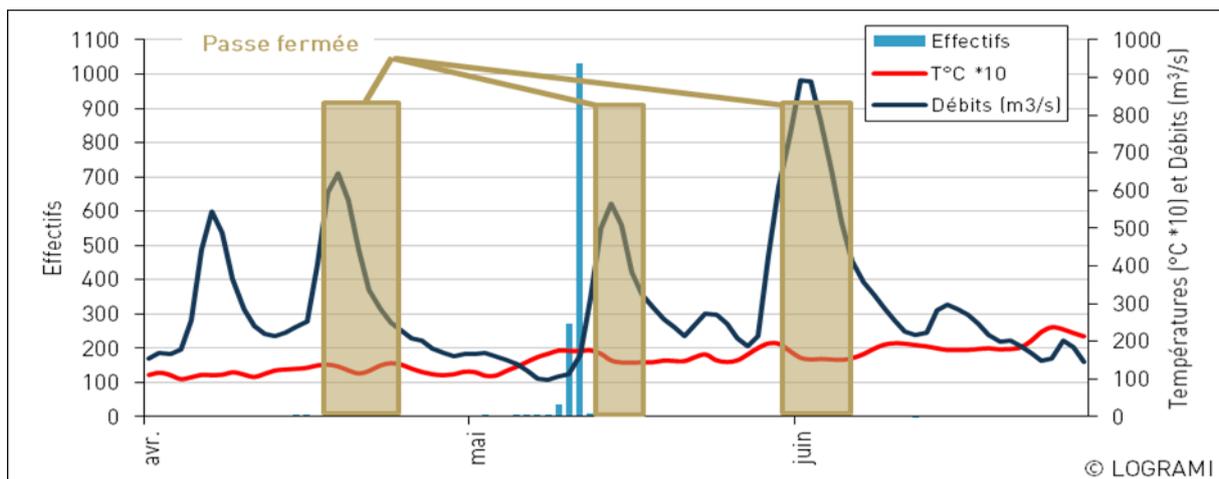


Figure 147 : Passages journaliers d'aloses à Decize en relation avec la température de l'eau et les débits de la Loire amont à Nevers en 2016

Les passages reprennent réellement à partir du 7 mai jusqu'au 13 mai, période durant laquelle 1372 aloses sont comptabilisées (soit 99%). Le pic journalier est atteint le 12 mai avec 1030 aloses comptabilisées. La crue survenue mi-mai (pic de 564 m³/s le 15 mai à Nevers) met fin à la migration des aloses au niveau du barrage de Decize.

A Vichy, les passages sont faibles et irréguliers ne dépassant pas 4 individus par jour (Figure 148). Nous constatons que la migration des premières aloses s'est faite pour des températures relativement fraîches avec des valeurs avoisinant les 12 °C. A l'échelle journalière, l'irrégularité des passages semble être fortement corrélée aux variations de températures, mais aussi due au faible nombre d'individus. La crue de l'Allier début juin a occasionné la fermeture des passes à poissons pendant plus de 6 jours. Des individus ont pu emprunter les vannes ouvertes du barrage pour franchir l'ouvrage durant cette période.

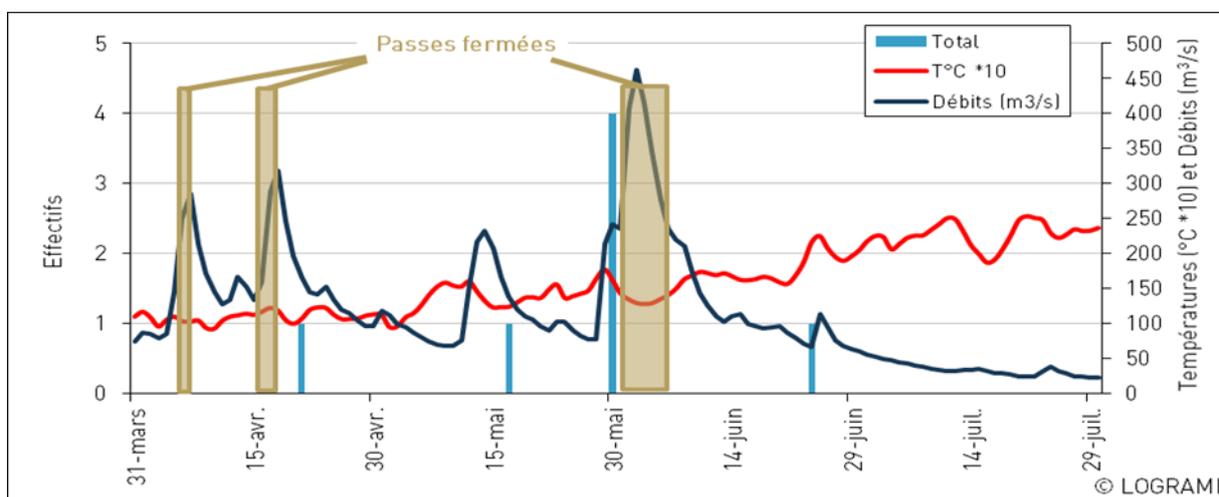


Figure 148 : Passages journaliers d'aloses à Vichy en relation avec la température de l'eau et les débits de l'Allier à St Yorre en 2016



4.4.2.2 Passages journaliers des lamproies marines

Sur la Creuse à Descartes, la migration est très faible et discontinue durant les mois de février et de mars. La migration s'accélère par la suite à partir de mi-avril. La majorité des passages a lieu durant le mois de mai durant lequel les débits et la température se stabilisent. 69 % des passages ont ainsi eu lieu entre le 6 et le 24 mai. Le pic de migration a lieu le 7 mai avec le passage de 968 lamproies dans la même journée (soit 10 % de l'effectif annuel). Après la crue du 2 juin, les passages deviennent faibles et rares (Figure 149).

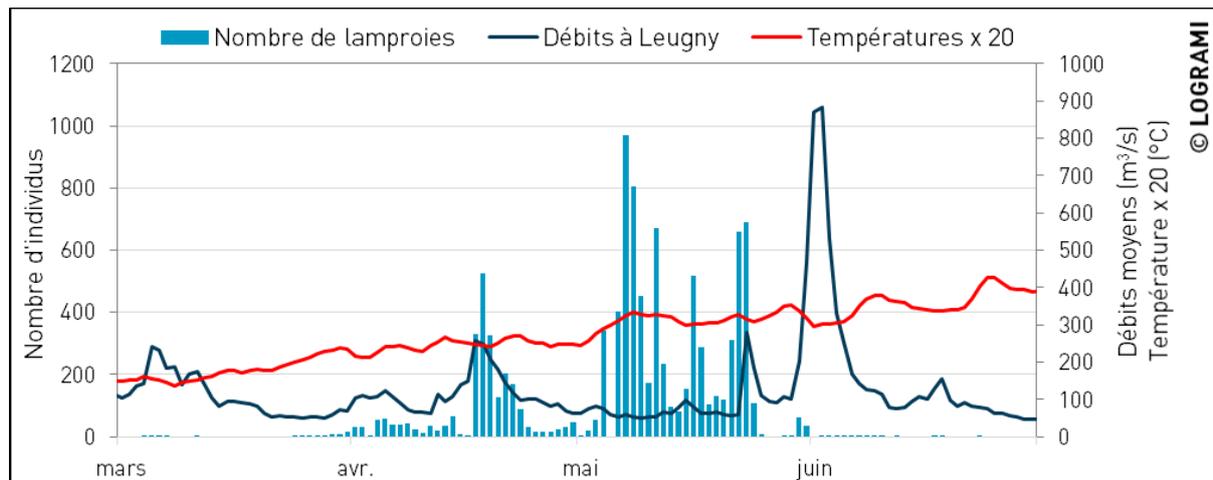


Figure 149 : Passages journaliers de lamproies marines à Descartes en relation avec la température de l'eau et les débits de la Creuse à Leugny en 2016 (n=10 048) (Source hydro : SPCVCA – Centre de Poitiers / Hydro – MEDD/DE)

Sur le barrage de Châtellerault sur la Vienne, les passages avant le mois d'avril sont très faibles et discontinus, ils représentent moins de 1 % de la migration annuelle. La migration s'intensifie réellement durant le mois de mai avec la diminution des débits et la stabilisation de la température de l'eau au-dessus des 15 °C. 55 % des passages ont eu lieu entre le 3 et le 13 mai. Le pic de migration est atteint le 10 mai avec le passage de 1 313 individus dans la journée (soit 9 % de l'effectif de l'année). Durant le mois de juin, les passages de lamproies marines deviennent rares et discontinus (Figure 150).

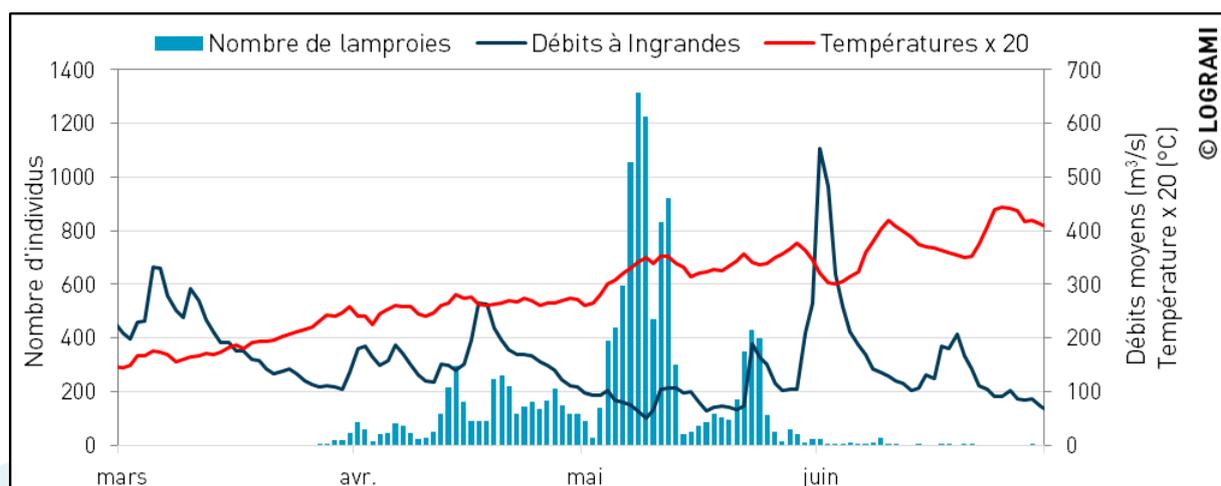


Figure 150 : Passages journaliers de lamproies marines à Châtellerault en relation avec la température de l'eau et les débits de la Vienne à Ingrandes-sur-Vienne en 2016 (n=13 857) (Source hydro : SPCVCA - Centre de Poitiers / Hydro - MEDD/DE)

L'analyse des flux migratoires permet de dégager trois périodes d'activité à **Decize sur la Loire** (Figure 151). Ce fractionnement de la migration est dû essentiellement à la gestion de la passe à poissons. En effet, pendant la période de migration des lamproies, le dispositif de franchissement a été fermé à trois reprises lors de crue de la Loire (supérieure à 500 m³/s) afin d'éviter le colmatage du dispositif. La première période de migration est observée du 4 au 13 mai (20 individus), la deuxième du 19 au 29 mai (35 individus) et la troisième du 8 au 10 juin (5 individus). Le pic de passages journaliers se produit le 28 mai avec 9 lamproies comptabilisées. Les remontées de lamproies se sont produites avec des températures comprises entre 13,5 °C et 19,5 °C. La migration s'intensifie réellement durant 3 jours du 27 au 29 mai (24 individus) avec la diminution des débits et la stabilisation de la température de l'eau au-dessus des 18 °C. A notre avis, des individus ont pu emprunter les clapets ouverts du barrage pour franchir l'ouvrage durant les différentes crues de la Loire.

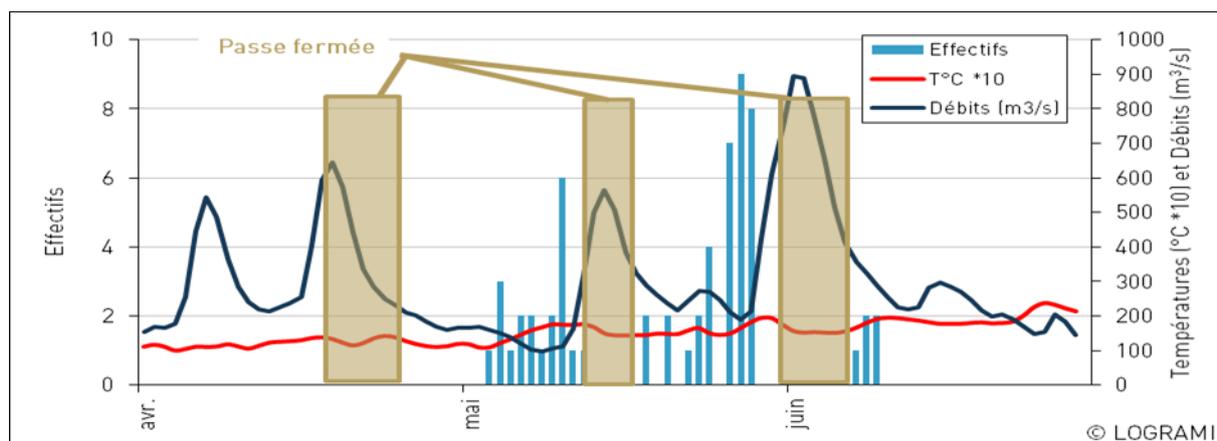


Figure 151 : Passages journaliers de lamproies à Decize en relation avec la température de l'eau et les débits de la Loire amont à Nevers en 2016

4.4.2.3 Passages journaliers des saumons atlantiques

Sur la **Creuse à Descartes**, des saumons sont observés régulièrement jusqu'au mois de juillet avec une intensification de la migration de mi-mars à mi-mai (58 % de l'effectif annuel durant ces deux mois).

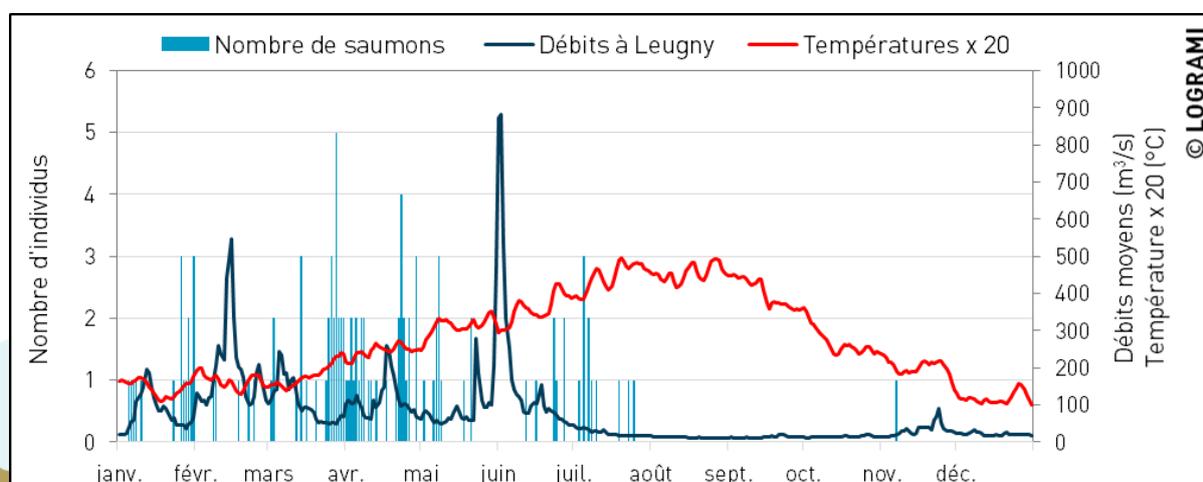


Figure 152 : Passages journaliers de saumons à Descartes en relation avec la température de l'eau et des débits de la Creuse à Leugny en 2016 (n=111) (Source hydro : SPCVCA – Centre de Poitiers / Hydro – MEDD/DE)

Les pics journaliers de migration sont de faibles intensités, le maximum de passages en un jour étant de 5 saumons (le 28 mars). Les augmentations de débits, couplées à une baisse de température ont eu un impact négatif sur la migration notamment lors de la crue du 1^{er} juin (Figure 152). Un seul saumon a été compté après la période estivale, ce passage est très tardif et résulte probablement d'une divagation.

Sur la Vienne à Châtellerault, le premier saumon a été observé le 4 janvier, le dernier le 19 juillet. Les passages sont diffus durant toute la période de migration. Un pic journalier de trois individus peut tout de même être noté le 31 janvier.

A Decize sur la Loire la migration s'est déroulée sur une période totale de 169 jours. L'intégralité des passages a eu lieu avec des températures de l'eau comprises entre 8°C et 23,6°C. La migration s'est vue coupée en quatre par l'augmentation des débits de la Loire mi-février, fin avril et mi-mai avec plus de 550 m³/s à la station de Nevers. Des individus ont pu emprunter les clapets ouverts du barrage pour franchir l'ouvrage durant les différentes crues de la Loire.

Une première période de forte migration se distingue réellement entre le 4 et le 15 avril, période durant laquelle 5 saumons franchissent le barrage de Decize soit 27 % de l'effectif total. Pendant la deuxième grosse phase de migration du 29 avril au 11 mai, 10 individus ont été comptabilisés représentant 55 % de la population migrante. Le pic de migration journalier est enregistré le 10 mai avec 3 individus comptabilisés (16 % du contingent migrant). Pendant la phase de migration automnale, aucun saumon n'a été comptabilisé à la station de Decize.

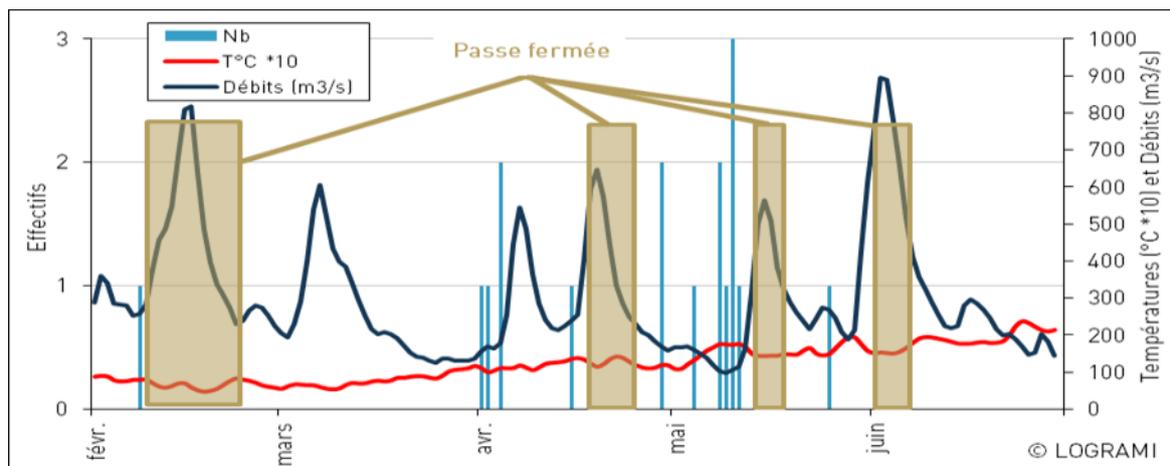
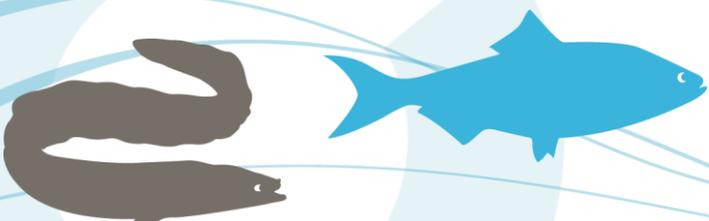


Figure 153 : Passages journaliers de saumons à Decize en relation avec la température de l'eau et les débits de la Loire amont à Nevers en 2016

A la station de comptage de Gueugnon sur l'Arroux, 5 saumons ont été observés entre le 17 avril et le 9 mai soit une période de 83 jours (Figure 154). Les remontées des saumons se sont déroulées avec des températures de l'eau comprises entre 5 °C et 17 °C. Le dysfonctionnement du dispositif de comptage pendant trois semaines (fin mai ; début juin) a pu laisser passer quelques individus sans qu'ils ne soient filmés.



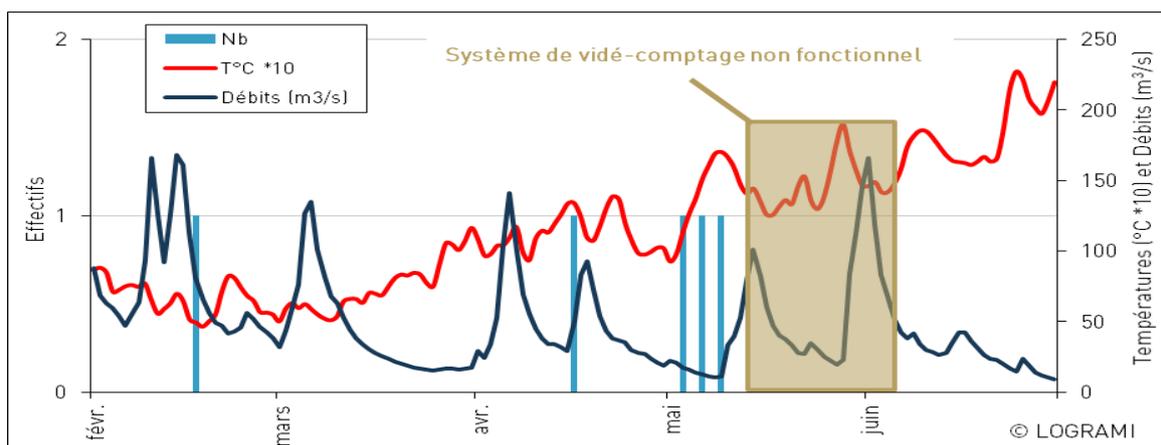


Figure 154 : Passages journaliers de saumons à Gueugnon en relation avec la température de l'eau et les débits de la Loire amont à Etang sur Arroux en 2016

A Vichy sur l'Allier, nous constatons très nettement que les passages de géniteurs s'intensifient lorsque la température de l'eau dépasse les 7 °C (Figure 155).

Pendant la phase de migration printanière l'analyse de l'évolution du flux migratoire permet de dégager quatre périodes de forte activité migratoire. Trois crues printanières supérieures à 250 m³/s (début avril, mi-avril et mi-mai) ont interrompu l'activité de migration pendant cette phase. De plus, lors des deux premières crues, les dispositifs de franchissement ont été fermés pendant plusieurs jours pour éviter leur encombrement, rendant impossible le franchissement de l'ouvrage par les poissons. Le pic journalier est atteint quelques jours plus tard (le 22 avril) avec 33 passages enregistrés. Les périodes de forts passages observés du 18 février au 6 avril (67 individus), du 8 au 17 avril (49 individus), du 20 avril au 16 mai (240 individus) et du 18 au 28 mai (69 individus) représentent 90 % de la cohorte.

Pendant la phase de migration automnale, seulement 8 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 sur la partie moyenne de la Loire. Les remontées des saumons durant cette période se sont déroulées avec une température de l'eau comprise entre 11,5 °C et 23 °C.

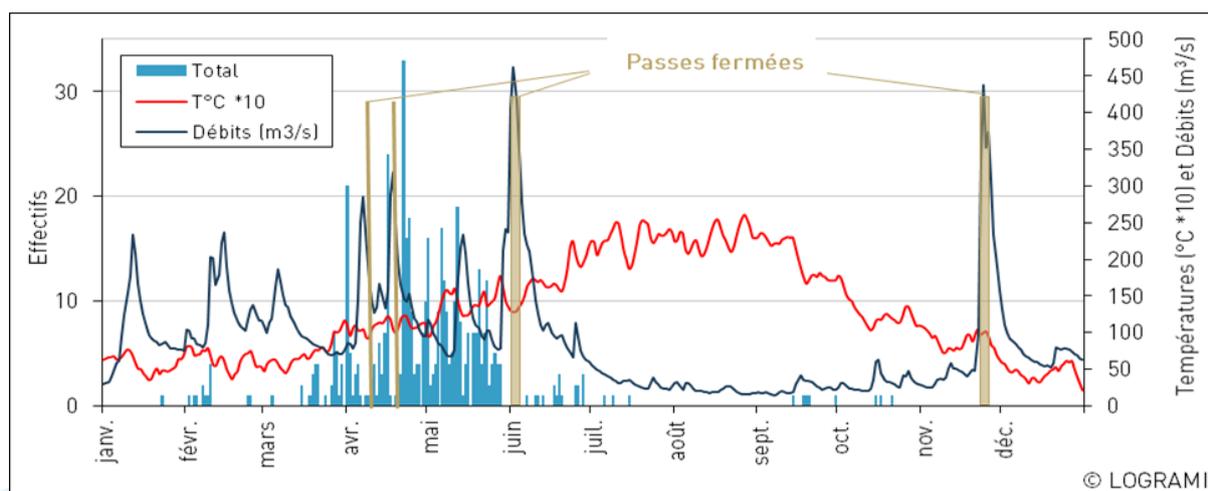


Figure 155 : Passages journaliers de saumons à Vichy en relation avec la température de l'eau et les débits de l'Allier à St Yorre en 2016

A Langeac, les 169 saumons dénombrés dans les passes à poissons du barrage et de l'usine, représentent 38,2 % des saumons comptabilisés à Vichy (déduction faite des 30 saumons transportés à la salmoniculture de Chanteuges). Les passages printaniers pour ce site sont particulièrement



importants cette année (Figure 156). Près de la moitié (83 saumons) sont dénombrés entre le 10 mai et le 18 juin. Notons que le premier saumon observé à Vichy situé 184 km plus en aval a lieu 3 mois plus tôt qu'à Langeac.

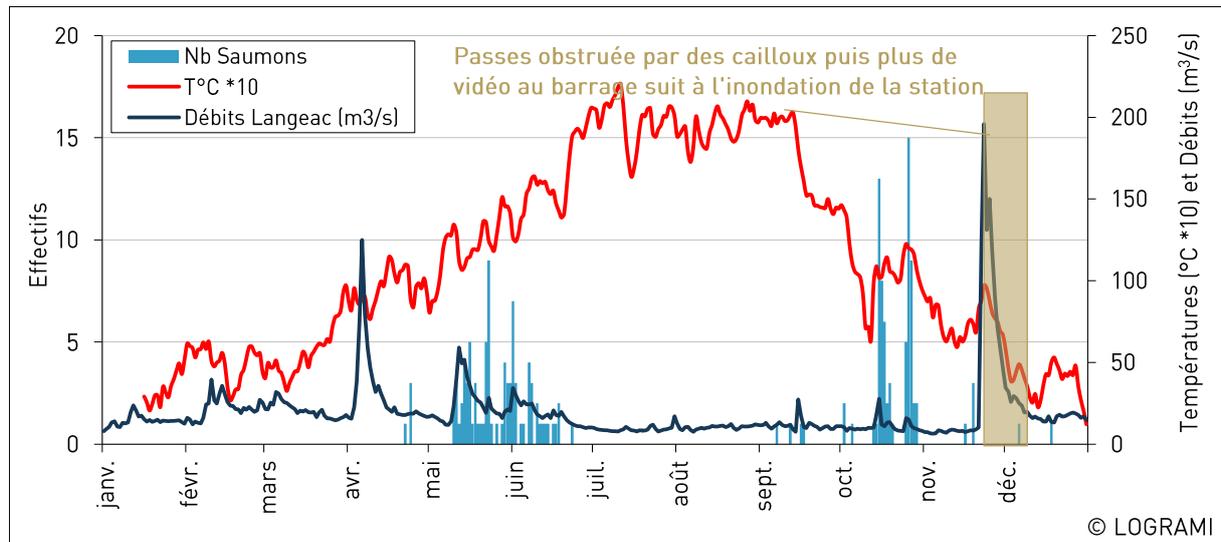


Figure 156 : Passages journaliers de saumons à Langeac en relation avec la température de l'eau et les débits de l'Allier à Langeac en 2016

Lors de la période de migration printanière, les saumons ont bénéficié de forts débits au cours du mois d'avril, avec un pic de crue de 125 m³/s. Pendant cette période de crue, il est possible que des saumons aient franchi le barrage en dehors des dispositifs spécifiques de franchissement, l'ouvrage devenant en partie franchissable notamment par la passe à canoës.

Les passages les plus abondants et groupés sont notés lors d'une augmentation de débit proche de 60 m³/s le 12 mai. Ce débit proche de 3 fois le module (22 m³/s), est très favorable à l'attrait des saumons vers le barrage.

Pendant la phase de migration automnale (qui inclut la totalité du mois de septembre), 81 individus ont été comptabilisés à la station de Langeac, principalement au barrage. Les faibles débits rencontrés pendant cette période n'incitaient pas la reprise de migration des saumons. Les remontées des saumons durant cette période se sont déroulées lors d'une très forte baisse de la température de l'eau qui en quelques jours passe de 14 °C à 6 °C.

Lors du pic de crue du 23 novembre (près de 200 m³/s), l'amont de la passe à poissons du barrage sera complètement obstruée par des cailloux transportés par la crue. La passe sera infranchissable jusqu'au 9 décembre, après l'intervention de la Mairie pour dégager ces matériaux. Après cette date, la passe à poissons sera fonctionnelle, mais la station de comptage sera elle non fonctionnelle suite à l'inondation des locaux du barrage, des dégâts subis par le matériel d'enregistrement et l'impossibilité technique d'installer de nouveaux dispositifs.

A Poutès, les 27 saumons observés dans l'ascenseur, ne représentent que 6,1 % des saumons comptabilisés à Vichy ; et 16 % des passages dénombrés à Langeac (déduction faite des 30 saumons transportés à la salmoniculture de Chanteuges). Ces chiffres sont très inférieurs aux données historiques avec en moyenne 12 % des passages de Vichy alors que davantage de poissons ont franchi en proportion l'ouvrage de Langeac (38,2 % contre 25 % pour la moyenne 2004-2008). Le premier



saumon est observé le 18 mai et le dernier le 22 novembre. La période de migration s'étale donc sur 189 jours (Figure 157).

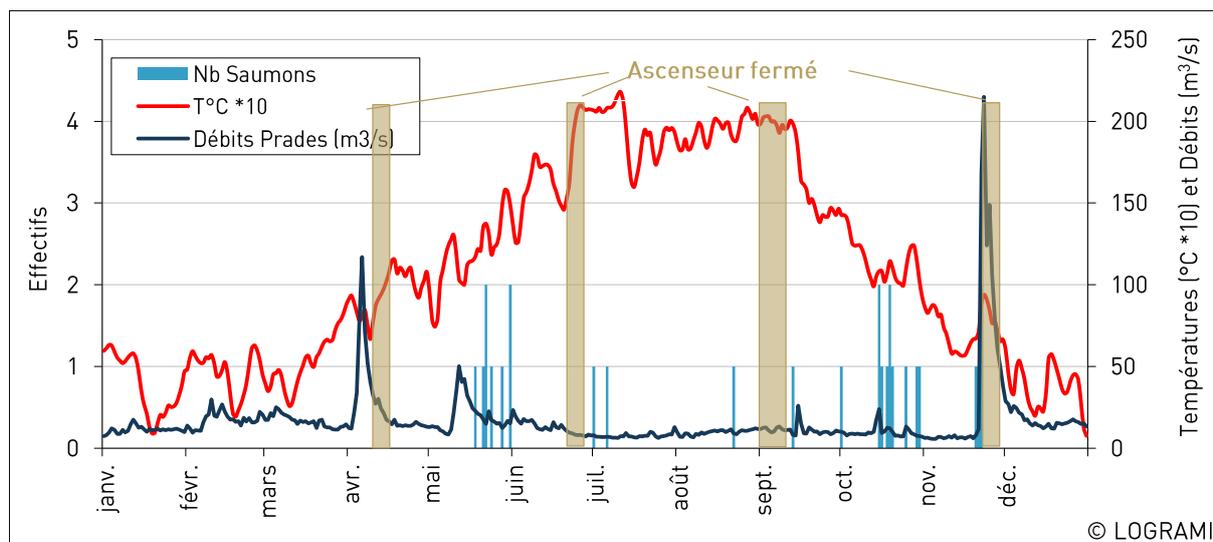


Figure 157 : Passages journaliers de saumons à Poutès en relation avec la température de l'eau et les débits de l'Allier à Prades en 2016

Les passages printaniers (jusqu'au 31 août) pour cette station sont proportionnellement importants par rapport aux années passées. 11 saumons sont dénombrés au cours de 9 journées entre le 18 mai et le 22 août, soit 41 % des passages de l'année. Alors que, depuis 1986, les passages au printemps ne représentent que 27,5 % des passages de l'année en moyenne. Notons que le premier saumon observé à Poutès a lieu 26 jours après le premier passage observé à Langeac situé 32,4 km plus en aval.

Pendant la phase de migration automnale (qui inclut la totalité du mois de septembre), 16 individus ont été comptabilisés à la station de Poutès au cours de 11 journées.

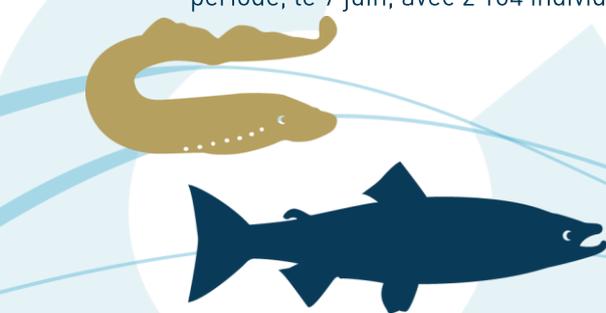
Au cours de l'année, aucun pic de passage journalier n'est observé, les passages étant très diffus sur 20 jours.

L'absence de déversement entre 9 avril et le 21 novembre pendant la période de présence des saumons à ce niveau de l'axe est probablement à l'origine du faible taux de transfert entre les barrages de Langeac et Poutès. La crue de novembre intervenant en pleine période de reproduction n'a pas été favorable au franchissement par les saumons, d'autant plus que l'ascenseur était arrêté du 22 au 28 novembre (fin de la période de reproduction).

Les remontées des saumons se sont déroulées lors de faibles débits, seul un saumon (le dernier de l'année) étant observé avec un déversement au barrage. La température de l'eau enregistrée lors des passages varie de 6,7 °C et 20,9 °C.

4.4.2.4 Passages journaliers des anguilles

Sur la Vienne à Châtellerault, la migration des anguilles s'est intensifiée à la fin du mois de mai lorsque les débits de la Vienne ont augmenté. La crue du 1^{er} juin a entraîné une diminution de l'attractivité de la passe et a donc stoppé la migration au niveau du barrage. Les passages ont fortement repris lorsque les débits sont redescendus en-dessous de 150 m³/s. 65 % d'anguilles ont ainsi été observées les trois jours suivant l'épisode de crue (du 7 au 9 juin). Le pic de migration journalier a eu lieu durant cette période, le 7 juin, avec 2 164 individus comptabilisés (soit 30 % de l'effectif annuel) (Figure 158).



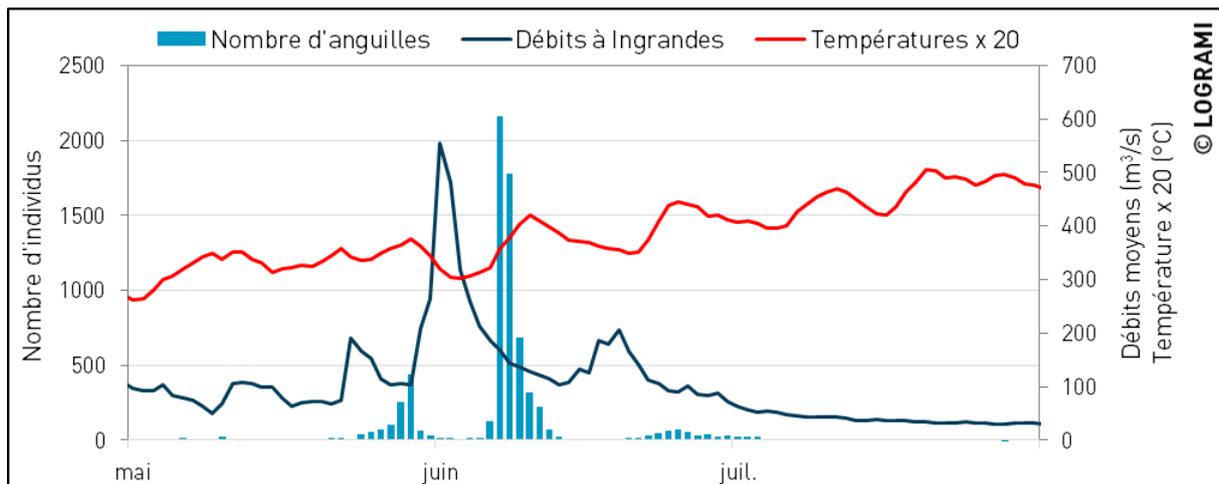


Figure 158 : Passages journaliers d'anguilles à Châtelleraut en relation avec la température de l'eau et les débits de la Vienne à Ingrandes-sur-Vienne en 2016 (n=7 156) (Source hydro : SPCVCA – Centre de Poitiers / Hydro – MEDD/DE)

4.4.3. Conclusion

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.

Alors que la période de migration 2016 fut plus précoce à Descartes que celles des années précédentes, elle est plus tardive sur Châtelleraut.

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 et 13 jours entre Châtelleraut et Decize. La logique d'une arrivée plus précoce aux stations situées sur l'aval du bassin de la Loire est respectée.

Chez la lamproie marine, un décalage important (entre 16 et 19 jours) 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 2016, les passages de lamproies à la station de comptage de Descartes ont été légèrement plus précoces qu'à Châtellerault. Cependant, 50% de la migration est atteint à la même date sur chacune des stations. Les passages de lamproies à Decize ont été beaucoup plus tardifs, la moitié de la migration ayant eu lieu 17 jours après celle de Châtellerault.

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. A Poutès, un très fort étalement de la plage de migration est observé. Le saumon le plus précoce est observé le 23 mars 2001, et deux années de saumons tardifs sont notées sur les années suivantes. L'observation de remontée la plus tardive est notée le 4 janvier 2014 pour la reproduction 2013-2014.

En 2016, les rythmes et amplitudes migratoires des saumons, 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 : 25 jours entre Descartes (6 avril) et Vichy (1^{er} mai), 48 jours entre Vichy et Langeac (18 juin) et 168 jours entre Vichy et Poutès (16 octobre).

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.

Pour le saumon, les études effectuées sur les processus migratoires ne font pas état des mêmes stimuli extrêmes. Même si la borne inférieure de 7° a été confirmée sur la Loire lors d'une manipulation de radiopistage (BARIL et GUENEAU, 1986), elle peut être abaissée dans certains cas, comme lors des derniers jours de migrations lorsque les saumons rejoignent les zones de frayères (FONTENELLE, 1975). Elle peut aussi varier selon 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 réduire de 7 à 3 °C (THIOULOUSE, 1972 ; TELLIER, 1987).



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.

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).

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.

4.5. Action 6 : Comportement nyctéméral de migration des poissons

Les rythmes horaires de migration sont dépendants du cycle biologique de l'espèce concernée. 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 nyctémérales de chaque espèce.

4.5.1. Rythme horaire de migration des aloses

Les migrations d'aloses sont essentiellement diurnes, 95 % des aloses ont en effet été comptées entre 05h et 20h UTC (*Coordinated Universal Time*). L'analyse des heures de passages 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 159).

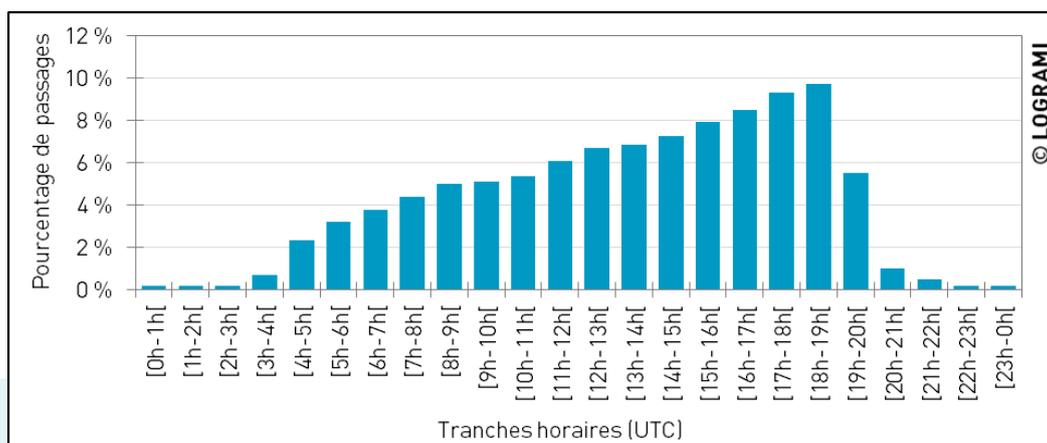


Figure 159 : Passages horaires des aloses aux stations de comptage du bassin de la Loire (n= 121 964)

4.5.2. Rythme horaire de migration des lamproies marines

La migration des lamproies est souvent décrite comme nocturne dans la littérature. Mais depuis le début des suivis, 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 160).

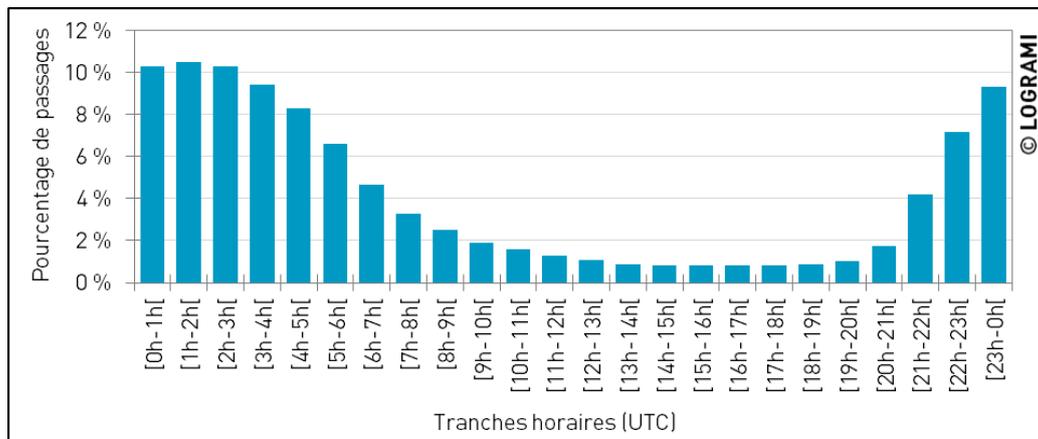
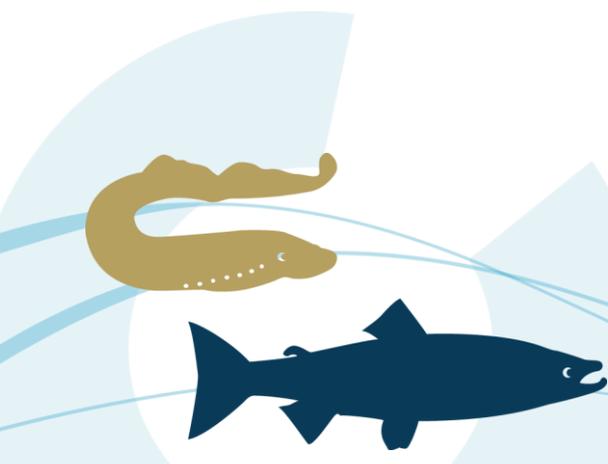


Figure 160 : Passages horaires des lamproies marines aux stations de comptage du bassin de la Loire (n=497 203)

4.5.3. Rythme horaire de migration des saumons

Les passages de saumons aux stations de comptage du bassin de la Loire sont essentiellement diurnes : 88 % ont été comptés entre 05h et 20h UTC (Figure 161). 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.



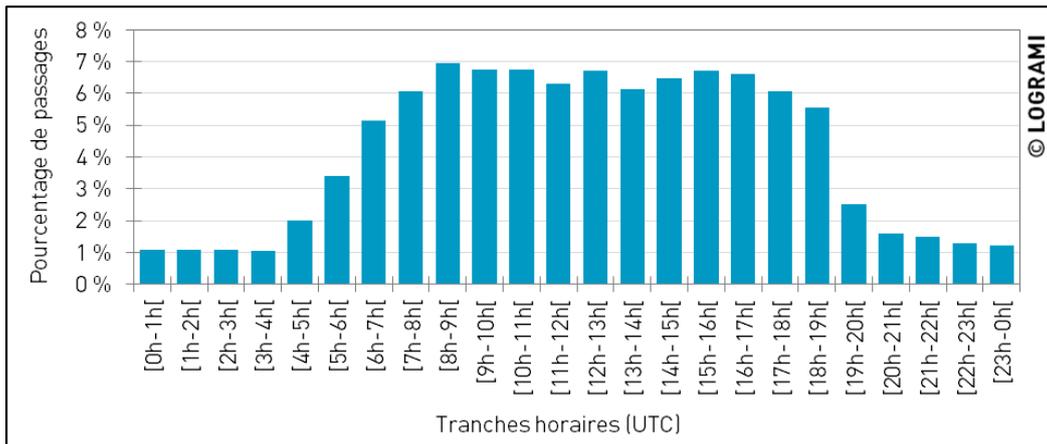


Figure 161 : Passages horaires des saumons aux stations de comptage du bassin de la Loire (n=13 440)

4.5.4. Rythme horaire de migration des anguilles

Seules les données de la station de comptage de Châtellerault sont exhaustives et donc utilisables pour décrire l'activité horaire des anguilles. La migration à Châtellerault est majoritairement nocturne : 55 % des passages ont eu lieu entre 20h et 5h UTC. Un pic horaire peut être établi, il est situé entre 2h et 3h UTC, période durant laquelle 11 % 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 162).

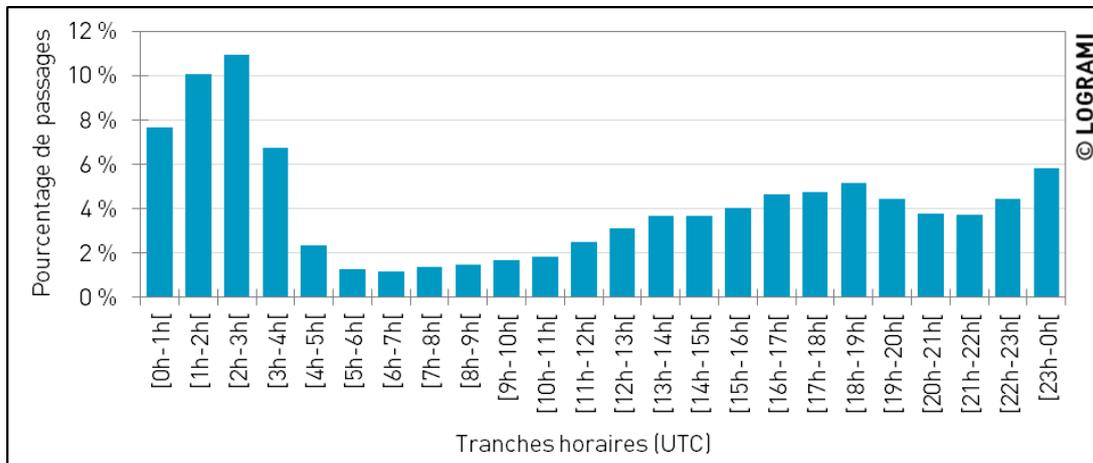
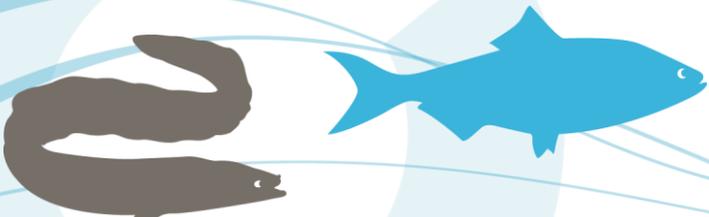


Figure 162 : Passages horaires des anguilles à la station de comptage de Châtellerault (n=27 297)



4.5.5. 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'aloise 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.



5. 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.

5.1. Action 7 : Relation entre le nombre de géniteurs migrants et les comptages d'actes de reproduction

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.

5.1.1. 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 à ses affluents. Pour le saumon, ces données alimentent le modèle de dynamique de population Loire-Allier.

5.1.1.1 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 vidéo 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 2016, la population d'aloses comptabilisée sur l'ensemble des stations de comptage totalise seulement 2 117 individus. Elle est proche de la moyenne des sept dernières années (1 558 +/- 735 aloses) mais beaucoup plus faible que celle de l'année 2007 (30 819 aloses). Ces très faibles effectifs ont été contrôlés majoritairement sur la Loire avec 66 % du contingent d'aloses dénombrés à la station de Decize. Le reste s'est réparti sur le bassin de la Vienne (14 % sur la Creuse à Descartes et 20 % sur la Vienne à Châtelleraut). Les effectifs comptabilisés à Vichy sur l'Allier sont très faibles, représentant seulement 0,3 % de la population (Figure 163). Aucune alose n'a par ailleurs été observée en 2016 à Roanne sur la Loire et à Gueugnon sur l'Arroux. Cette répartition est contraire à celles des années précédentes : depuis 2007 en moyenne seulement 24 % (+/- 15) des aloses sont comptabilisés sur la Loire à Decize.

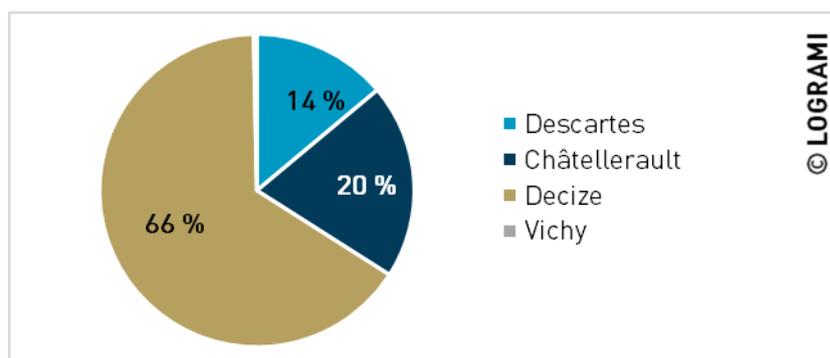


Figure 163 : Répartition des effectifs d'aloses aux stations de comptage du bassin de la Loire en 2016

Descartes

Au barrage de Descartes sur la Creuse, 294 aloses ont été comptabilisées en 2016. Cet effectif, est bien inférieur à la moyenne des sept dernières années (610 +/- 450 aloses). 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 164).

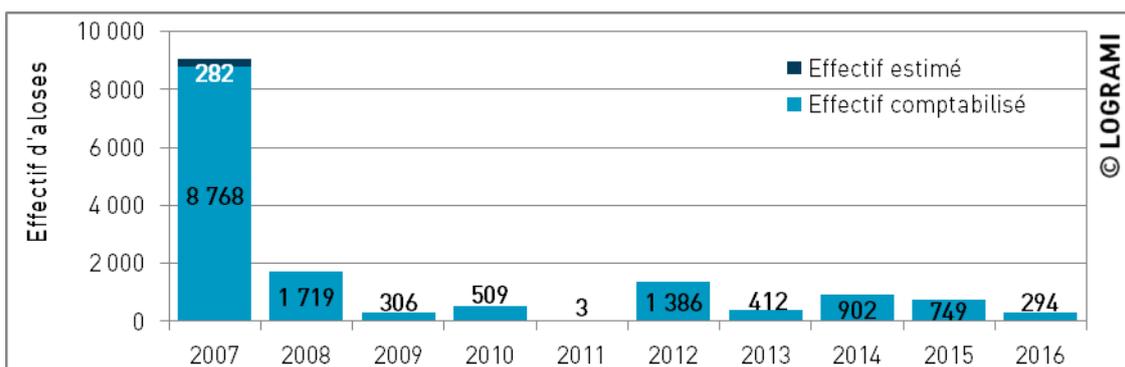


Figure 164 : Bilan des passages d'aloses à la station de comptage de Descartes depuis 2007

Châtelleraut

Sur la Vienne, 427 aloses ont franchi le barrage de Châtelleraut en 2016. Cet effectif est là encore inférieur à la moyenne des sept dernières années (480 +/- 238 aloses) et beaucoup plus faible que la moyenne historique depuis 2004 (2 427 +/- 2 974 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 165).

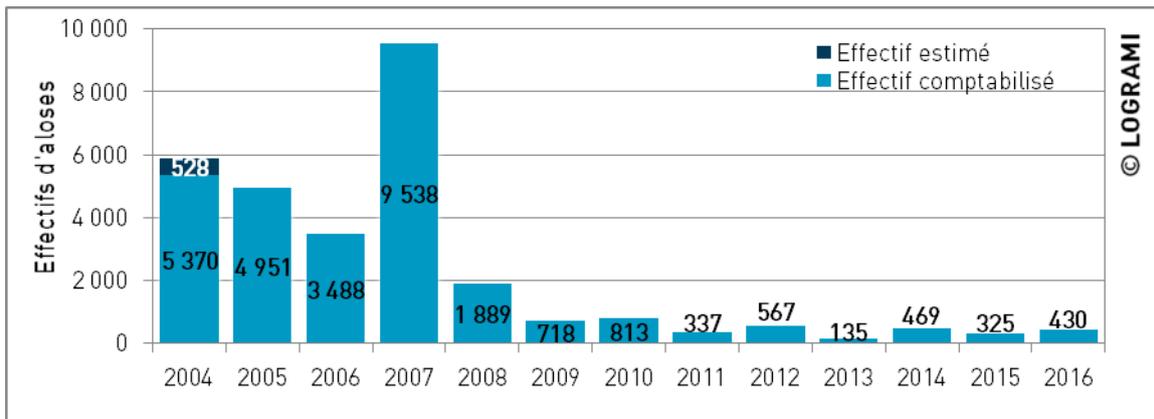
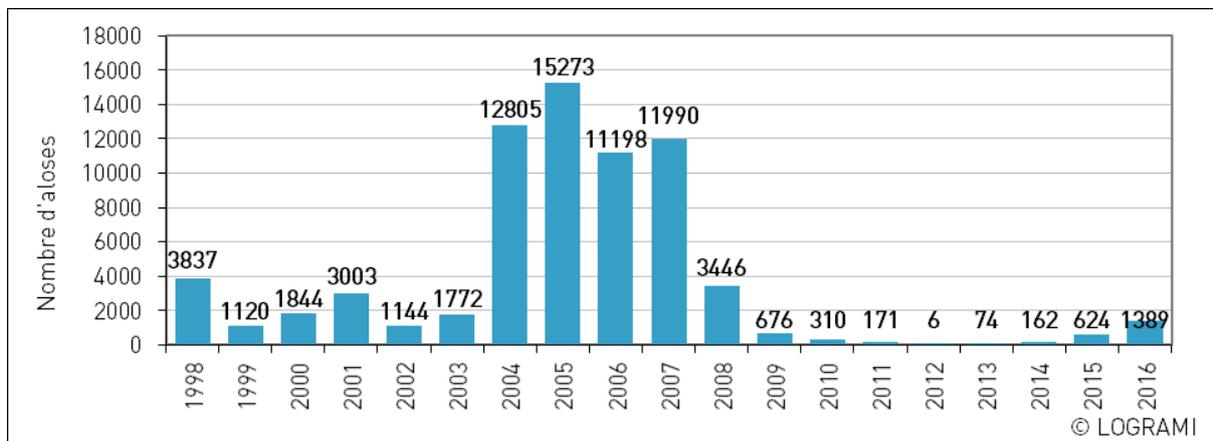


Figure 165 : Bilan des passages d'aloses à la station de comptage de Châtelleraut depuis 2004

Decize

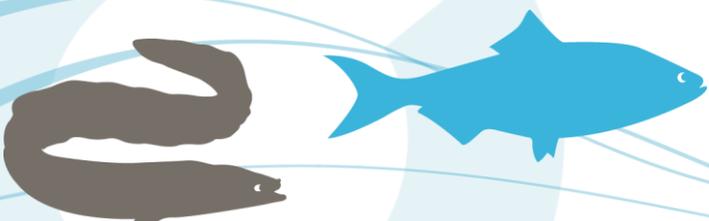
Au barrage de Decize sur la Loire amont, 1389 aloses ont été comptabilisées en 2016. Depuis le comptage exhaustif annuel des individus débuté en 2009, en moyenne 426 aloses ont été contrôlées (+/- 352 aloses) (Figure 166). Ces effectifs sont bien inférieurs à la moyenne interannuelle sur la période 1998-2008 (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 166 : Bilan des passages d'aloses à la station de comptage de Decize depuis 1998



Gueugnon

Aucune alose n'a été comptabilisée en 2016 à la station de comptage de Gueugnon (Figure 167). Cependant, le comptage des individus doit être considéré comme non exhaustif. En effet, une coupure électrique a occasionné une perte d'information de 23 jours pendant la période de migration.

Les résultats du suivi historique depuis 2006 laissent apparaître toutefois 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 75 km en aval.

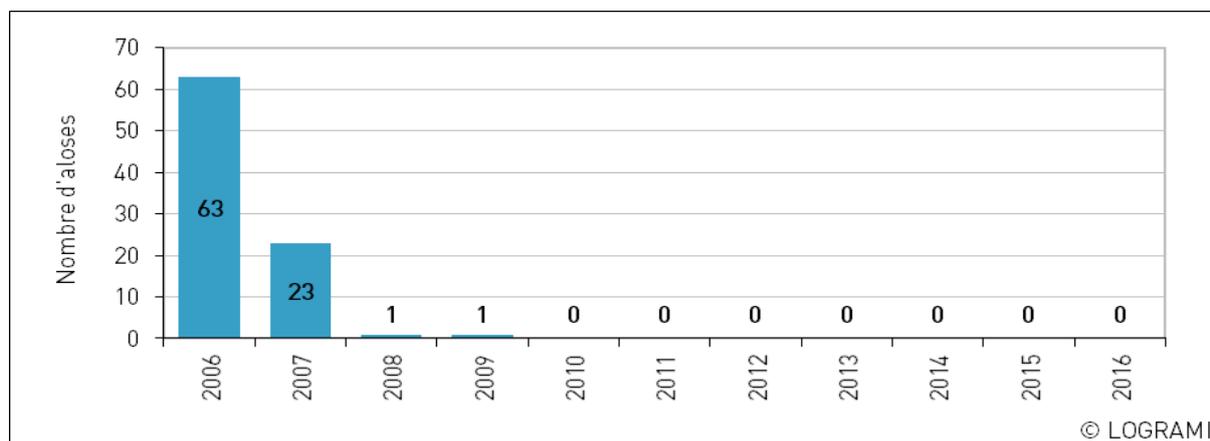


Figure 167 : Bilan des passages d'aloses à la station de comptage de Gueugnon depuis 2006

Vichy

A la station de comptage de Vichy sur l'Allier en 2016, 7 aloses ont été comptabilisées (Figure 168). Cet effectif est inférieur à la moyenne interannuelle calculée depuis l'ouverture de la passe de la station de comptage en 1997 (511 individus +/- 550). 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'aloses est constatée avec seulement une dizaine d'individus contrôlés depuis 2011.

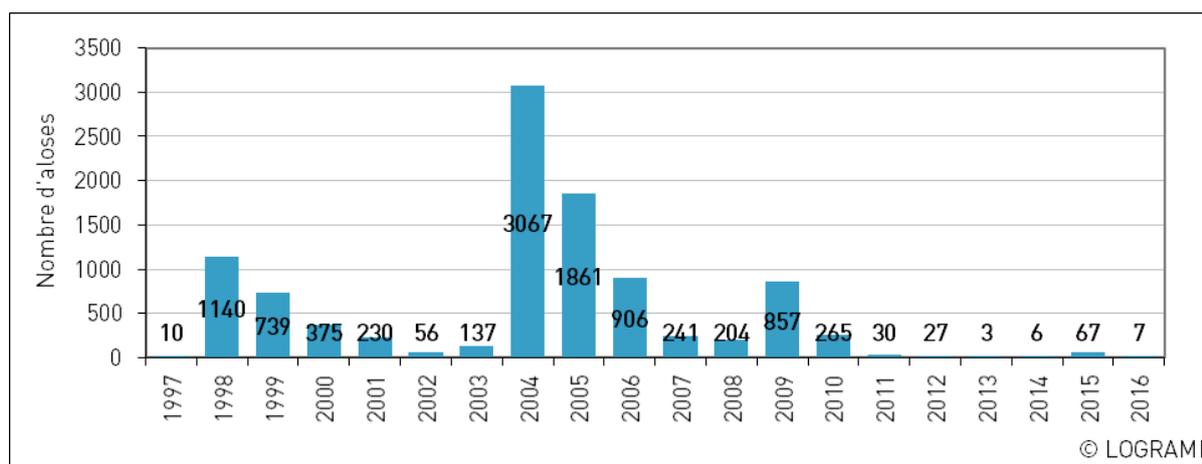


Figure 168 : Bilan des passages d'aloses à la station de comptage de Vichy depuis 1997

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 2016 à la station de comptage.

5.1.1.2 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 23 965 lamproies a été dénombré aux stations de comptage en 2016. L'espèce a été contrôlée quasi-exclusivement sur le bassin de la Vienne, avec 42 % des passages sur la Creuse à Descartes et 58 % sur la Vienne à Châtelleraut (Figure 169). Seulement 60 individus ont été comptés à Decize sur la Loire (soit 0,3 % de l'effectif dénombré). 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 % (+/- 1,2) des lamproies sont observées aux stations de comptage du bassin de la Vienne. L'affinité de la lamproie marine pour ce bassin peut s'expliquer par sa proximité 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.

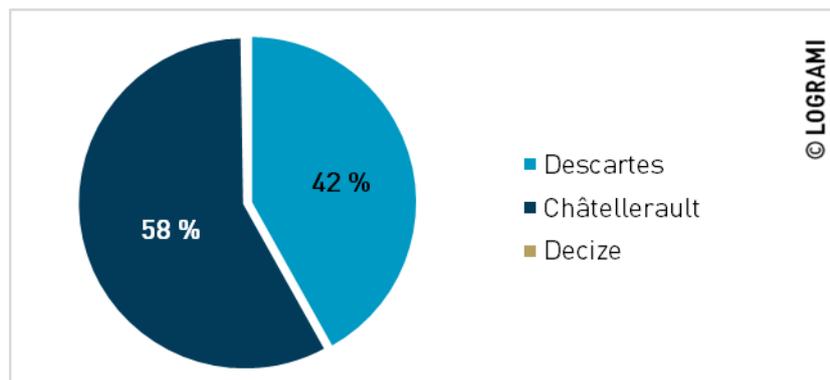


Figure 169 : Répartition des effectifs de lamproies marines aux stations de comptage du bassin de la Loire en 2016

Descartes

En 2016, 10 048 lamproies marines ont franchi le barrage de Descartes. Cet effectif est plus faible que la moyenne des années précédentes (21 896 +/- 13 591). La variabilité des effectifs d'une année à l'autre augmente l'écart-type de cette moyenne. L'absence de reconstitution d'année à très fort effectif est inquiétante quant au devenir à long terme de la population sur le bassin de la Vienne. (Figure 170). Le dernier pic de population date en effet de 2007.



Figure 170 : Bilan des passages de lamproies marines à la station de comptage de Descartes depuis 2007

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.

Châtelleraut

En 2016, 13 857 lamproies marines ont été comptabilisées à Châtelleraut. Cet effectif est beaucoup plus faible que la moyenne interannuelle historique (23 126 +/- 12 758).

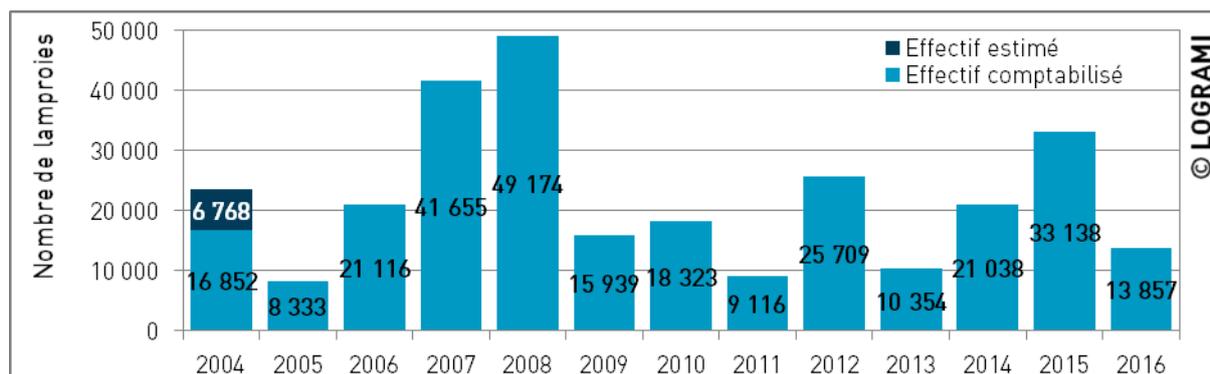
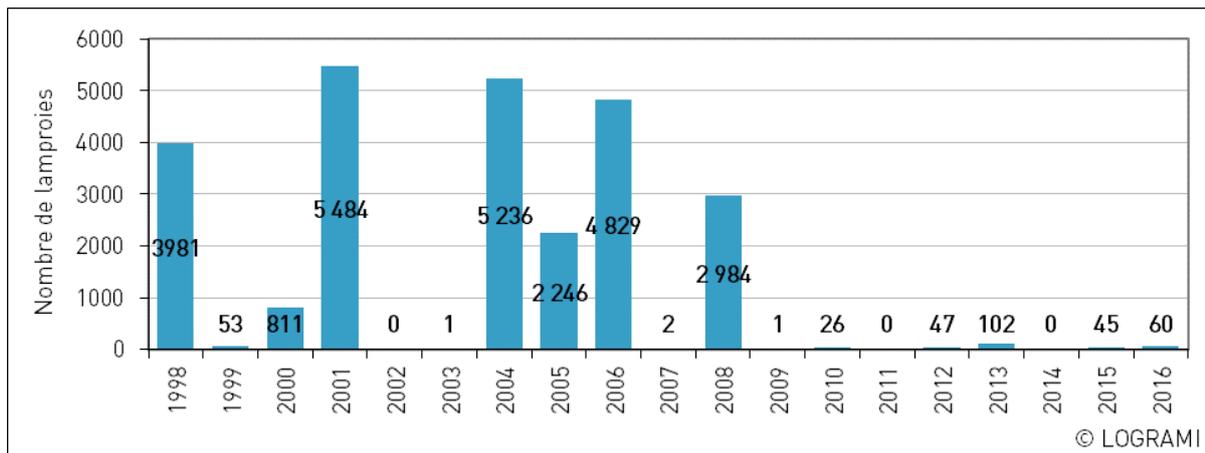


Figure 171 : Bilan des passages de lamproies marines à la station de comptage de Châtelleraut depuis 2004

Il s'agit d'un des effectifs les plus faibles rencontrés depuis le début du suivi en 2004 (Figure 171). Tout comme à Descartes, les variations interannuelles sont très importantes.

Decize

Depuis le début des comptages à la station de Decize en 1998, les effectifs varient de 0 à 5 484 individus (Figure 172). 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 peuvent être à l'origine d'une réorientation migratoire de l'espèce vers un axe privilégié. En 2016, 60 lamproies ont été comptabilisées au barrage de Decize.



* 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 172 : 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 2016 (Figure 173). 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. En effet, 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.

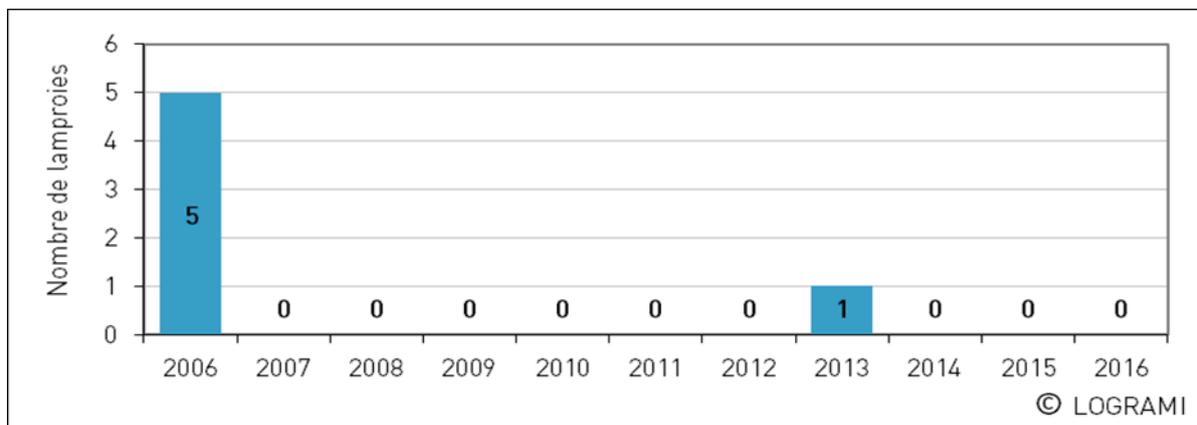


Figure 173 : Bilan des passages de lamproies marines à la station de comptage de Gueugnon depuis 2006



Vichy

Les effectifs contrôlés sur l'Allier à la station de Vichy depuis 1997 sont faibles et très variables (Figure 174). La moyenne interannuelle s'élève à 306 individus +/- 444. Les remontées de lamproies marines sont très irrégulières avec des années où plus de 3 000 géniteurs sont observés contre aucun individu certaines années. Depuis 9 ans, les passages moyens ne sont que de 3 individus (+/- 4 lamproies). En 2016, aucun individu n'a été contrôlé à la station de comptage de Vichy.

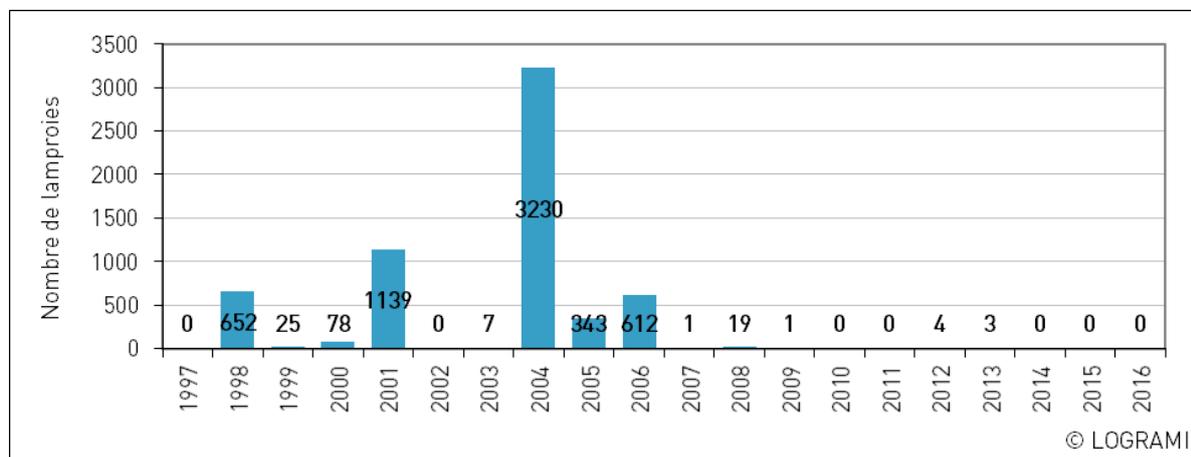


Figure 174 : Bilan des passages de lamproies marines à la station de comptage de Vichy depuis 1997

Roanne

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

5.1.1.3 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 2016, 1 431 saumons ont été contrôlés sur le bassin de la Loire. Avec 76 % des passages, l'essentiel du contingent s'est orienté sur l'Allier. L'axe de migration secondaire est la Creuse qui a accueilli 18 % des saumons du bassin (Figure 175). Enfin, quelques individus ont été observés sur la Loire à Decize (3 %) et sur la Vienne à Châtelleraut (4 %). Les saumons comptés à Decize sont très certainement issus du programme de réintroduction mené sur le bassin de l'Arroux. Bien que cette répartition soit globalement similaire à celle des années précédentes (en moyenne depuis 2007 avec 11 % (+/- 2) des saumons s'engagent sur le bassin Creuse-Gartempe, 86 % (+/- 3) sur l'Allier et 2 % (+/- 1) sur la Loire amont), la proportion de saumons sur l'axe Creuse a évolué au fil des années, passant de 8 à 18 % en 10 ans (Figure 174).

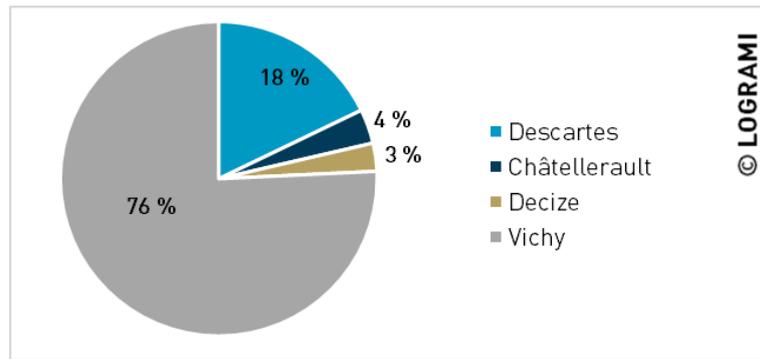


Figure 175 : Répartition des effectifs de saumons aux stations de comptage du bassin de la Loire en 2016

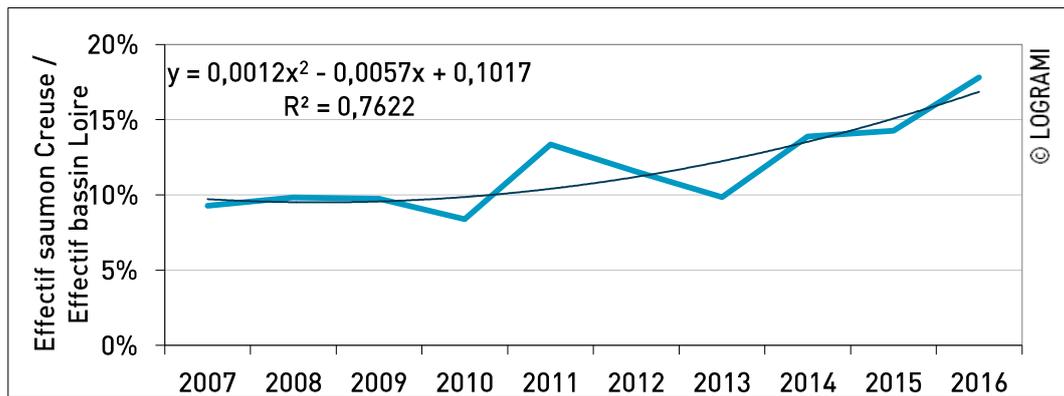


Figure 176 : Pourcentages des effectifs de saumon atlantique dénombrés sur le bassin Vienne-Creuse comparativement au bassin Loire depuis 2007

Descartes

Sur la Creuse, en moyenne 93 saumons (+/- 52) franchissent chaque année l'ouvrage de Descartes. Les effectifs ont fortement augmenté entre 2011 et 2015, avec une moyenne de 127 saumons comptabilisés (+/- 45). L'effectif de 2016 est proche de cette moyenne avec 111 individus observés (Figure 177).

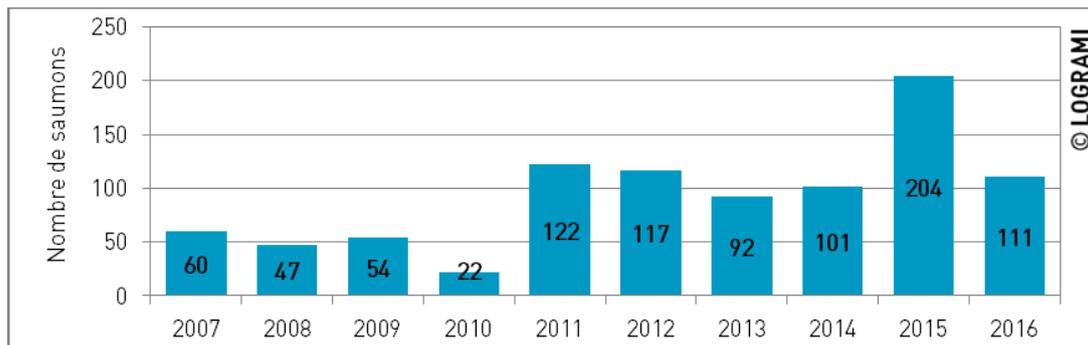


Figure 177 : Bilan des passages de saumons à la station de comptage de Descartes depuis 2007

Châteauponsac

Aucun saumon n'a été comptabilisé sur la Gartempe à Châteauponsac (période de fonctionnement du 1^{er} janvier au 20 juillet 2016), 140 km en amont du barrage de Descartes. Il est cependant possible que des saumons soient passés en amont à l'automne.

Châtelleraut

En 2016, 22 saumons ont franchi l'ouvrage de Châtelleraut. Cet effectif est le plus important de l'historique. Le nombre de saumons observés à Châtelleraut reste malgré tout très faible et relativement stable (Figure 178).

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 favorables à 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.

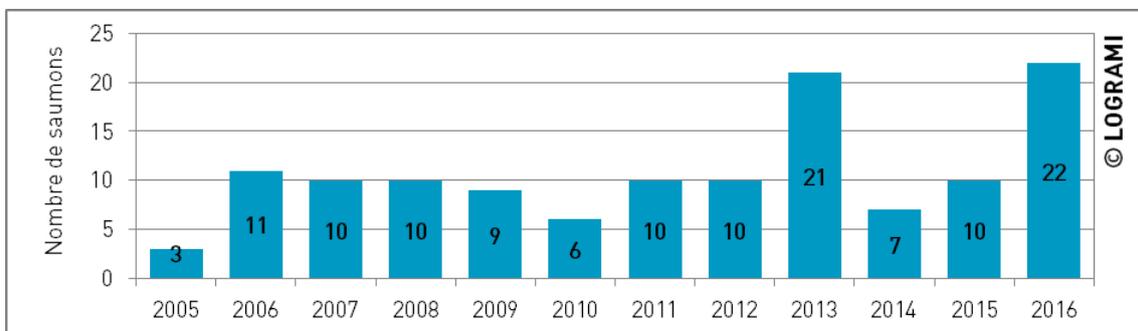
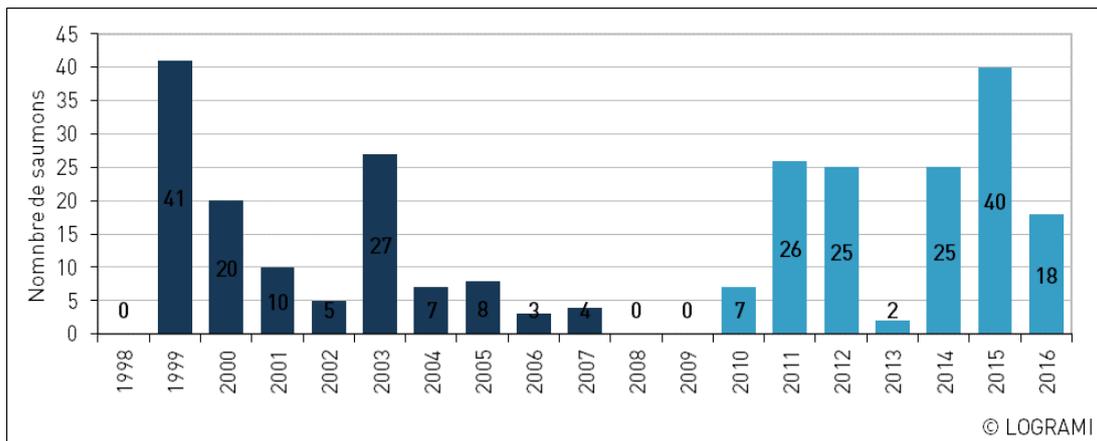


Figure 178 : Bilan des passages de saumons à la station de comptage de Châtelleraut depuis 2005

Decize

Sur la Loire amont, à la station de comptage de Decize, en moyenne 14 saumons (+/- 11) franchissent chaque année l'ouvrage (Figure 179). 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. 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, la moyenne interannuelle 2009-2015 est de 148 individus +/- 13 individus contrôlés. Avec un effectif de 18 individus, l'année 2016 constitue une année de migration moyenne.

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 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 179 : 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 2016, 35 individus ont franchi la station de comptage (moyenne de 3 poissons +/-3) (Figure 180).

En 2016, 5 saumons ont été comptabilisés à Gueugnon, ils représentent 28 % des effectifs totalisés à la station de comptage de Decize située à 74 km en aval. En moyenne depuis 2006, 22% des saumons contrôlés à Decize arrivent jusqu'au barrage de Gueugnon. Certaines années (2010 et 2014), une perte en ligne totale est constatée entre les deux stations. Ces observations attestent qu'une partie des individus remontant la Loire amont reste sur l'axe principal ou remonte d'autres affluents (Besbre, Aron...).

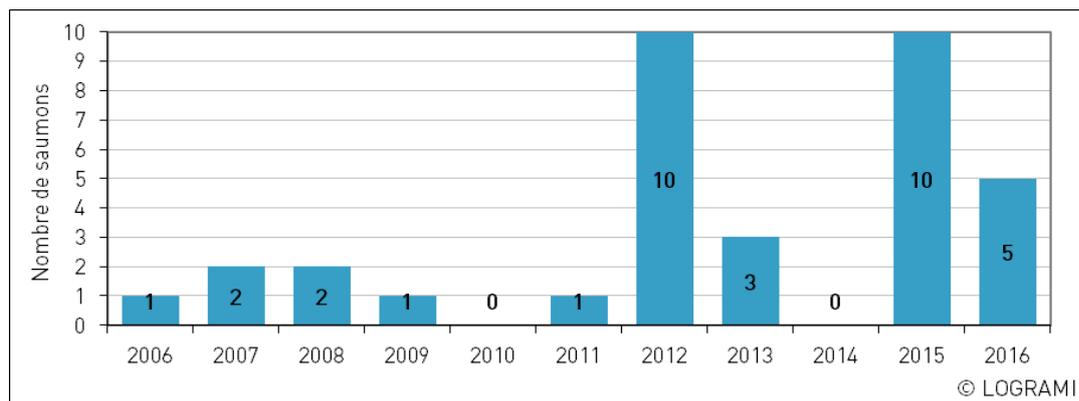
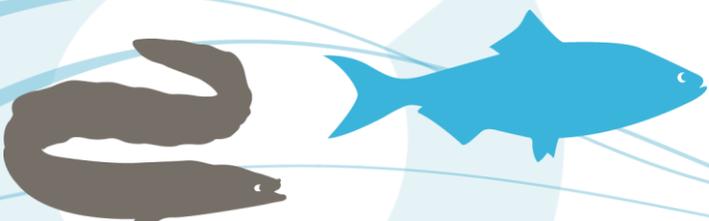


Figure 180 : Bilan des passages de saumons à la station de comptage de Gueugnon depuis 2006



2008, 2009 et 2013 ont été retirés de l'analyse car le nombre de saumons enregistrés à Gueugnon est supérieur à celui de Decize. Ces observations traduisent la possibilité qu'ont les individus de franchir le barrage de Decize par les vannes sans pour autant être comptabilisés à la station de comptage.

Ces faibles résultats obtenus depuis 2006 sont tout de même encourageants au regard des efforts faits pour la réintroduction du saumon sur ce bassin depuis 1998.

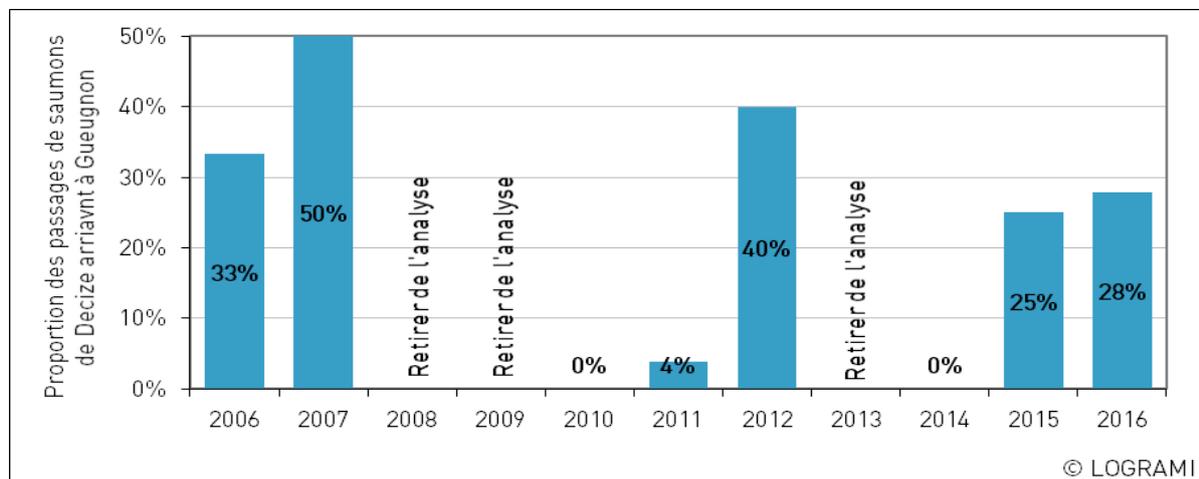


Figure 181: Proportion des saumons comptabilisés à la station de comptage de Decize arrivant à la station de comptage de Gueugnon depuis 2006

Vichy

Depuis le début de suivi de la station de comptage en 1997, la moyenne interannuelle s'élève à 576 individus \pm 203. La meilleure année est enregistrée 2003 avec 1 238 individus. A contrario, la plus faible année est 2010 avec 227 saumons. A noter que depuis 2011, la moyenne interannuelle est en nette augmentation avec 737 individus comptabilisés \pm 164. Cependant, seuls 472 saumons ont été recensés à la passe de Vichy au cours de l'année 2016 (Figure 182).

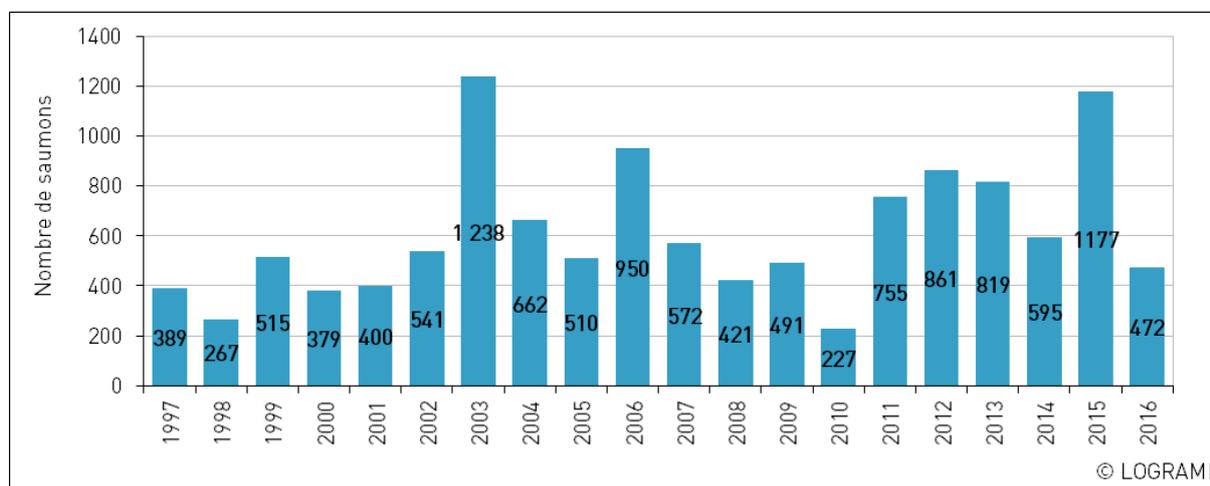


Figure 182 : Bilan des passages de saumons à la station de comptage de Vichy depuis 1997

Pour mener à bien le programme de déversement, des captures de saumons sont réalisées chaque année sur le bassin de l'Allier. Une partie des saumons est capturée au printemps au niveau du pont barrage de Vichy et à l'automne au niveau du barrage de La Bageasse (Veille Brioude). Depuis, 2010, les individus sont capturés uniquement au niveau de la station de piégeage de Vichy. L'opération de

piégeage des saumons est assurée par le CNSS depuis 2001. En moyenne, depuis 1997, 35 individus (+/- 18) par an sont extraits de la rivière pour participer au programme de soutien d'effectifs.

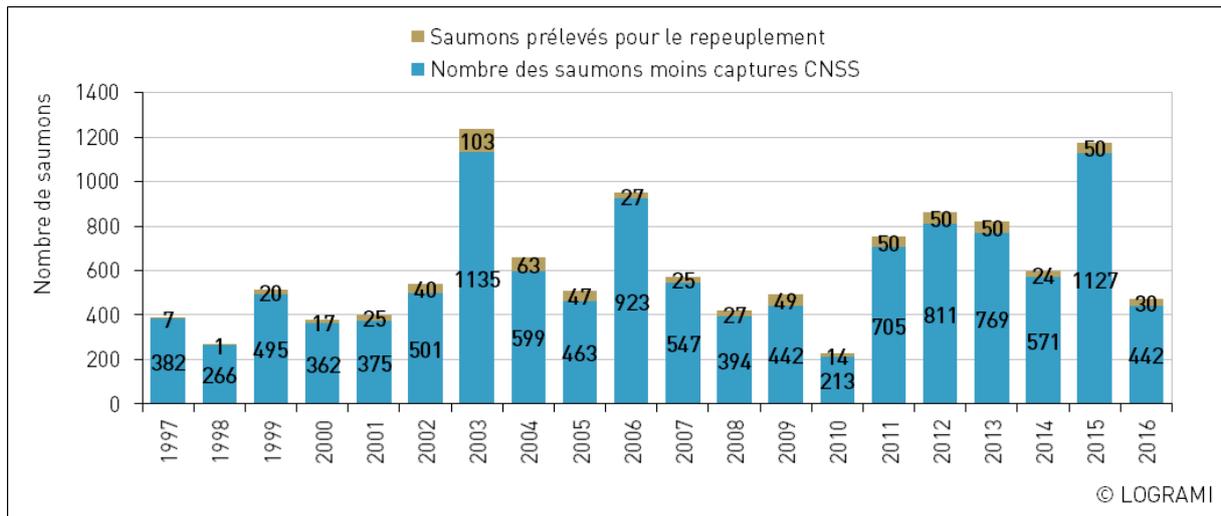


Figure 183 : Bilan des effectifs et des captures de saumons par le CNSS à la station de comptage de Vichy depuis 1997

Langeac

Les comptages à Langeac ont été menés de 2004 à 2008 puis stoppés pour des raisons de sécurité. Les comptages ont repris en 2016 et montrent, sur la période de suivi, des effectifs intéressants avec 169 saumons. Ils représentent 38,2% des effectifs contrôlés à Vichy, ce qui constitue une information positive au regard des 25% historiques. Ce chiffre aurait probablement été plus élevé s'il y avait eu une migration automnale.

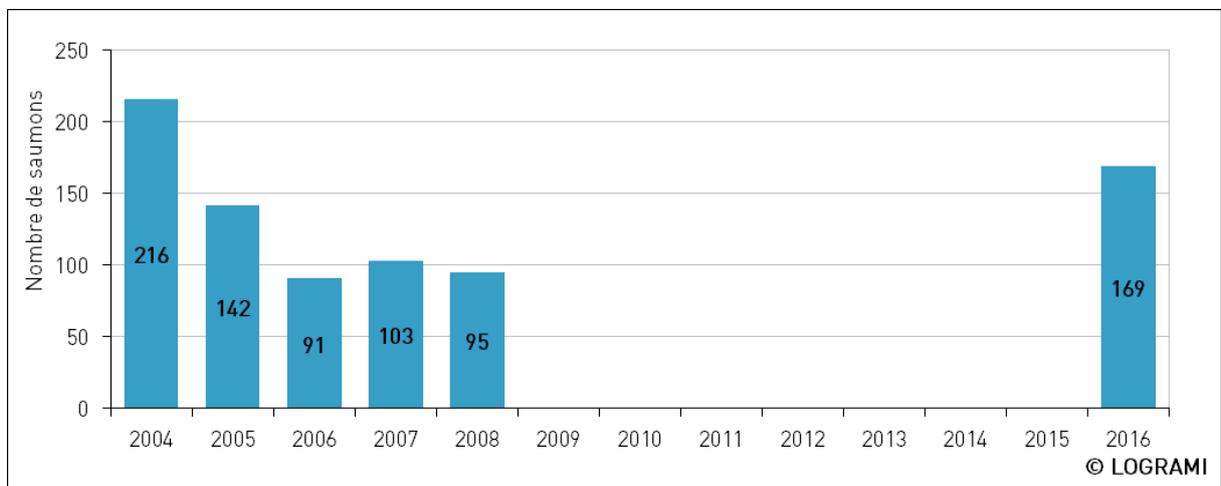
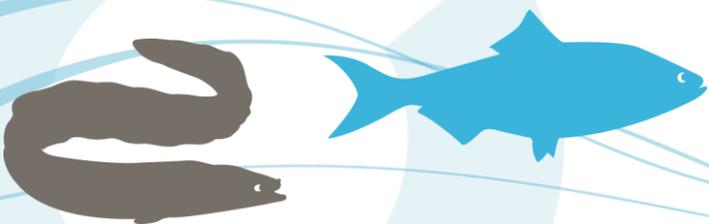


Figure 184 : Bilan des passages de saumons à la station de comptage de Langeac depuis 2004

Poutès

Depuis 1986, les effectifs comptabilisés à la station de Poutès ont oscillé entre 3 et 154 individus (Figure 185). La moyenne interannuelle calculée depuis 1986 est de 55 saumons (+/- 35 individus). En 2016, 27



saumons ont franchi le barrage. Ils représentent 6 % des individus comptabilisés à Vichy et 16% de ceux de Langeac pourtant tout proche.

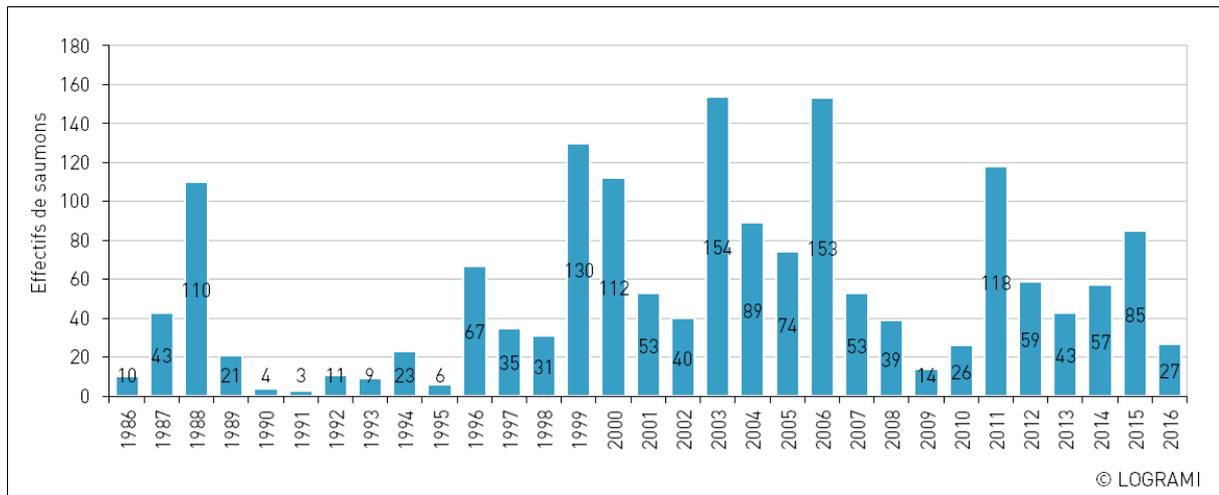


Figure 185 : Bilan des passages de saumons à la station de comptage de Poutès depuis 1986

Peu d'individus ont donc pu accéder aux zones de reproduction situées en amont du barrage de Poutès (déduction faite des poissons prélevés pour le repeuplement). Depuis 1997, en moyenne 13 % (+/- 5) des saumons comptabilisés à Vichy franchissent le barrage de Poutès.

En 2016, ce pourcentage de 6% est le troisième plus faible depuis 1997, date du début des comptages réalisés à Vichy. Il a été fortement influencé par 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.

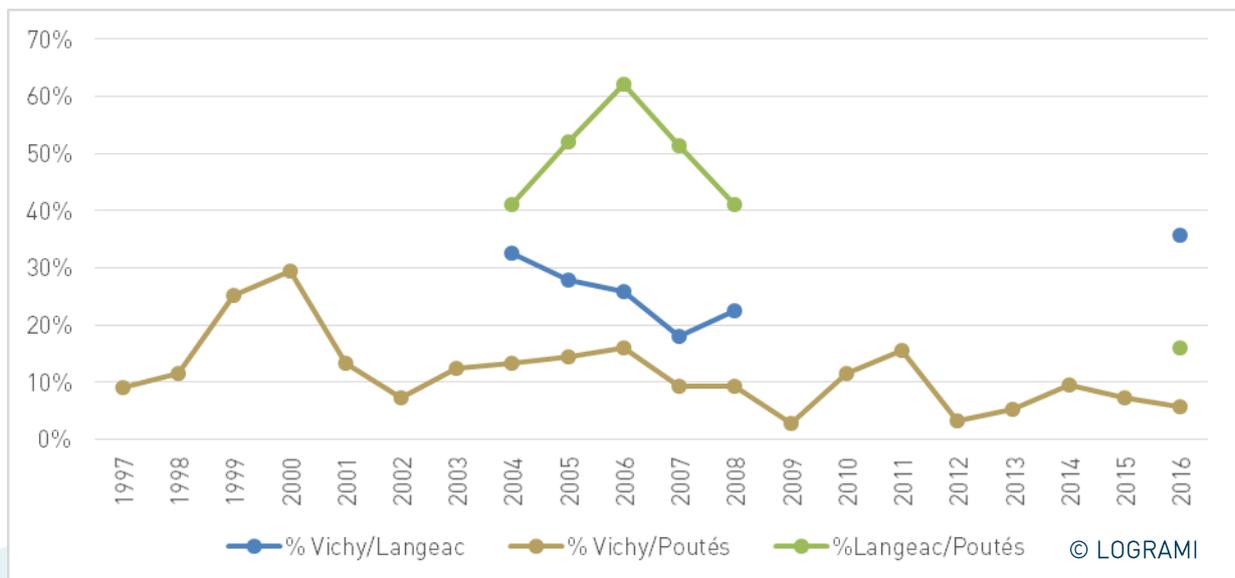


Figure 186 : Evolution des pourcentages de passages de saumons entre Vichy, Langeac Poutès depuis 1997

Roanne

Deux passages de saumons ont été observés sur cette station en 2012 (année d'ouverture de la passe) et 1 en 2015. Deux de ces saumons avaient 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. Aucun saumon n'a été observé en 2016 à la station de comptage.

5.1.1.4 Les effectifs de truite de mer

Depuis le début des suivis, seulement 136 truites de mer ont été dénombrées sur l'ensemble des stations de comptage (52 à Vichy depuis 1997, 56 à Châtellerault depuis 2004, 28 à Descartes depuis 2007 et 0 à Decize depuis 2009). En 2016, 3 truites de mer ont été comptabilisées sur la Vienne à Châtellerault, 1 sur la Creuse à Descartes et 4 sur l'Allier à Vichy. Ces effectifs sont extrêmement faibles et confirment l'absence de population installée sur les axes contrôlés.

5.1.1.5 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 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-stations (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, 177 anguilles en montaison et 14 anguilles en dévalaison ont emprunté la passe à bassins en 2016. 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 187). En 2007, 4 700 anguilles ont franchi l'ouvrage alors qu'en 2011 seulement 47 individus ont été comptabilisés. Avec 7 156 anguilles en montaison, l'effectif de l'année 2016 est le plus important de l'historique, il est 4 fois supérieur à la moyenne des années précédentes (1 707 anguilles +/- 1 376). Huit anguilles argentées ont par ailleurs emprunté la passe à poissons en dévalaison en 2016.



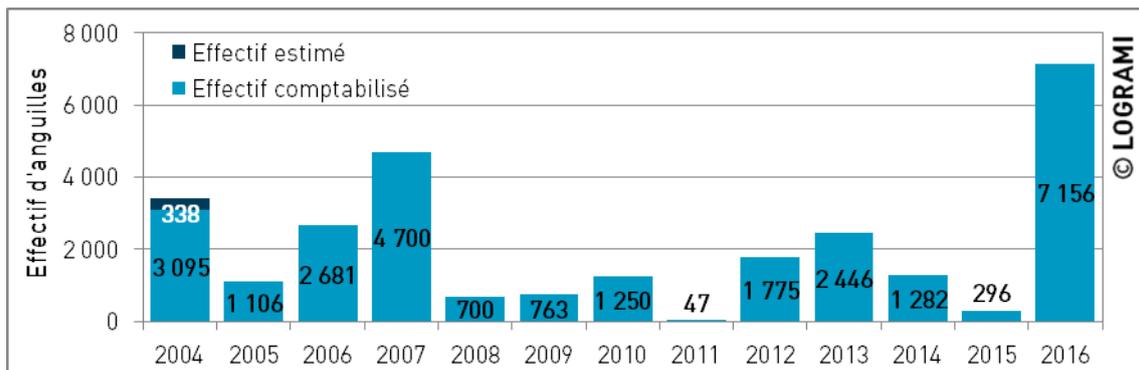


Figure 187 : Bilan des passages d'anguilles à la station de comptage de Châtelleraut depuis 2004

Decize

Depuis l'installation de la station de comptage permanente en 2009 à Decize, des anguilles montantes et dévalantes peuvent-être comptabilisées (Figure 188).

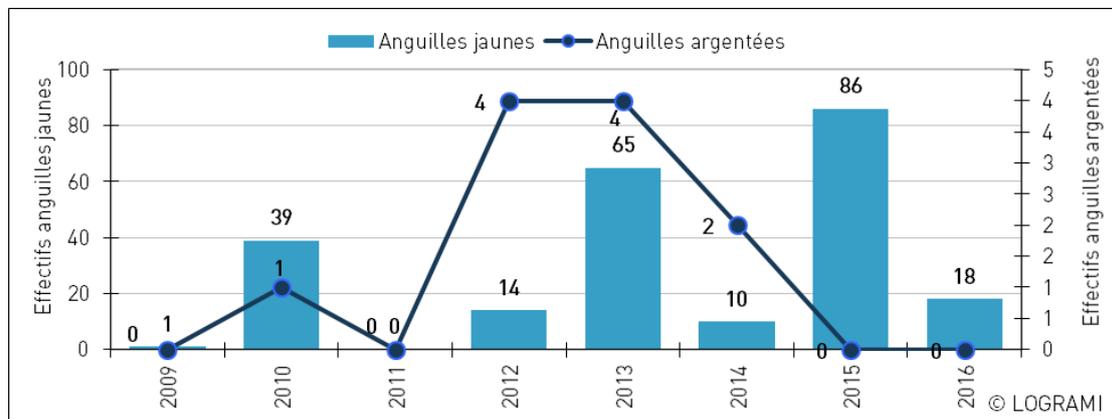


Figure 188 : Bilan des passages d'anguilles à la station de comptage de Decize depuis 2009

En 2016, pour les anguilles jaunes, 18 individus ont été totalisés. Les effectifs d'anguilles sont très variables et représentent en moyenne depuis 2009, 29 individus (+/- 25).

Concernant les anguilles argentées, aucun individu n'a été contrôlé. Les effectifs enregistrés depuis 2009 sont faibles et atteignent au maximum 4 individus en 2012 et 2013 (en moyenne 2 individus).

Gueugnon

Au cours de l'année 2016, 2 anguilles jaunes ont été comptabilisées à la station de comptage de Gueugnon (Figure 189). Une anguille argentée 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 2016 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.

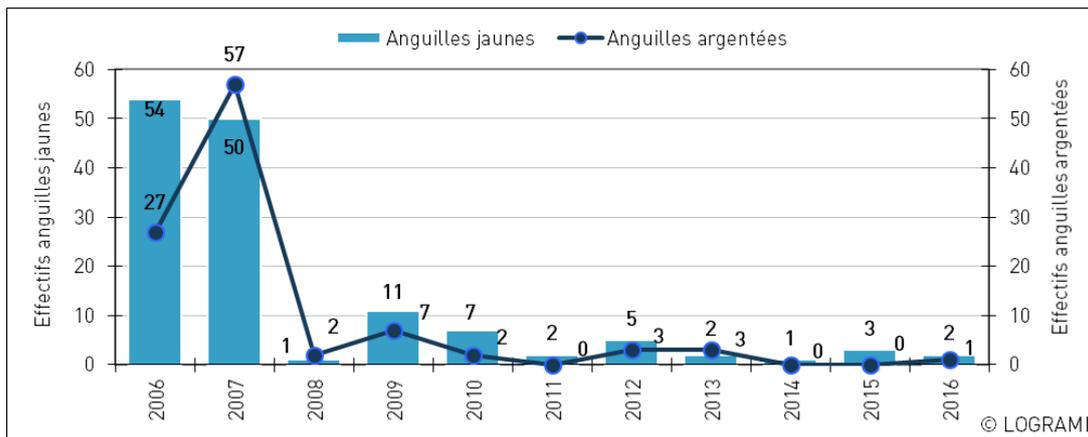


Figure 189 : Bilan des passages d'anguilles à la station de comptage de Gueugnon depuis 2006

Vichy

Au cours de l'année 2016, 21 anguilles jaunes ont été observées dans les passes à poissons de Vichy (Figure 190). Aucune anguille argentée n'a été comptabilisée. Ces effectifs sont 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 des anguillettes (anguilles de moins de 30 cm) qui est localisé à plusieurs centaines de kilomètres en aval de l'axe Loire (Saumur 49).



Figure 190 : 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, 4 anguilles jaunes sont remontées par l'ascenseur en amont du barrage de Poutès (Figure 191). 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, alors que 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 1er 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 passages d'anguilles sont susceptibles d'augmenter.

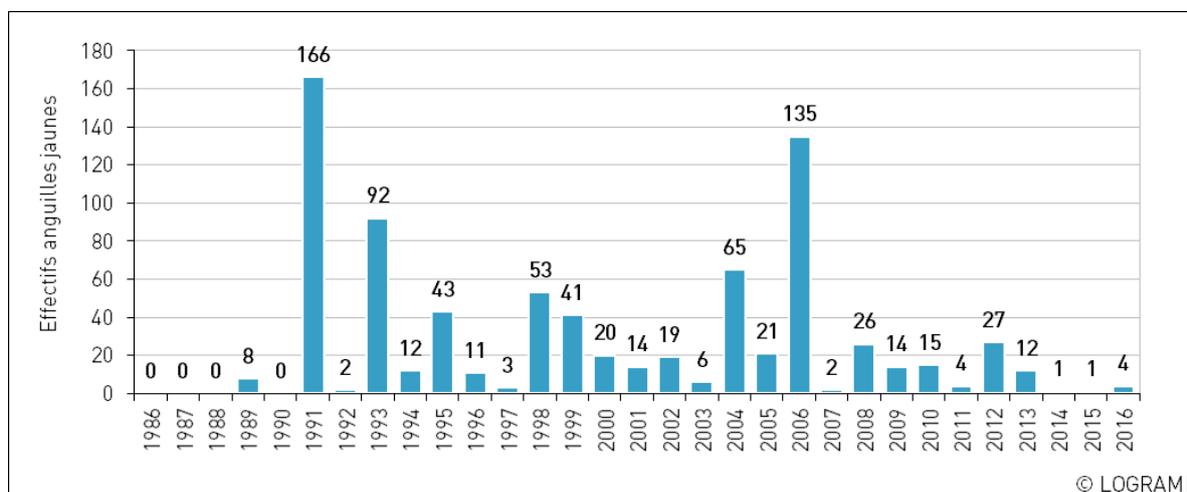


Figure 191 : Bilan des passages d'anguilles à la station de comptage de Poutès depuis 1986

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 poissons en rive gauche font l'objet d'un comptage.

Au cours de l'année 2016, 25 anguilles jaunes et 31 anguilles argentées ont été observées à la station de comptage de Roanne (Figure 192) (moyenne anguilles jaunes : 7 +/-9 ; moyenne anguilles argentées : 35 +/-8).

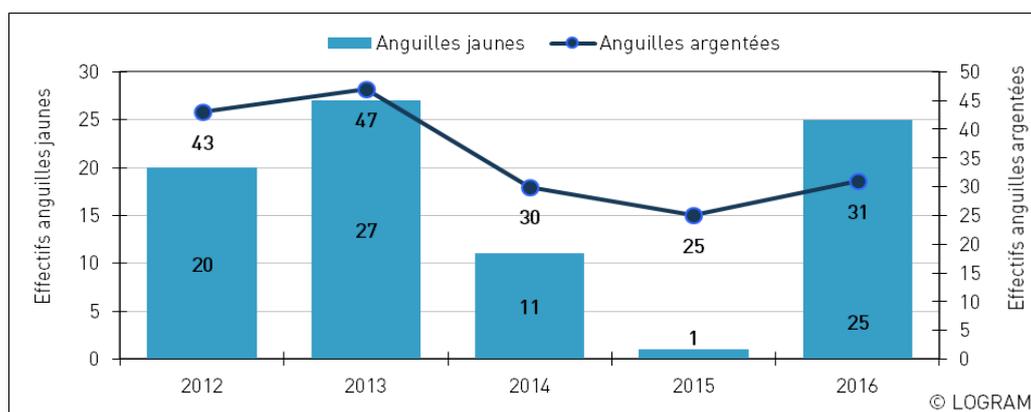


Figure 192 : Bilan des passages d'anguilles à la station de comptage de Roanne depuis 2012

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 (721 km de la mer).

5.1.2. Suivi de la reproduction des aloses et relation avec les géniteurs potentiels comptabilisés aux stations de comptage

5.1.2.1 Préambule

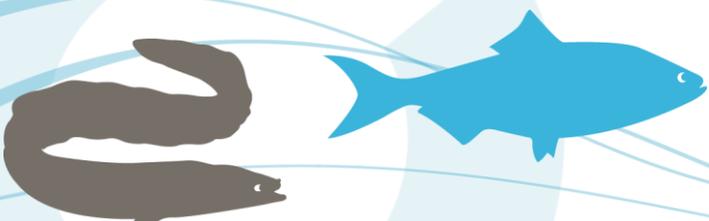
Intrinsèquement, le suivi de la reproduction est un indicateur de l'état des populations de poissons **migrateurs**. Les stations de comptage soulignent depuis plusieurs années une diminution notable de la population d'aloses. Ainsi, il apparaît depuis plusieurs années que les populations d'aloses se reproduisent majoritairement en aval 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, à la suite de conditions environnementales défavorables à leur migration, en raison de blocage migratoire et /ou pour des raisons de dynamique de population, les aloses se cantonnent aux zones aval du bassin. Ceci 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 chances d'observer de la reproduction.

5.1.2.2 Suivi de la reproduction des aloses sur la Loire en aval de Decize

En 2016, une seule nuit de suivi de la reproduction des aloses a été réalisée par LOGRAMI sur la Loire en aval de Decize. Seule la frayère d'Avril sur Loire a donc été suivie le 22 juin 2016 pour une durée d'observation de 5h30 (21h15 à 02h45). La température moyenne journalière de la Loire à Decize était de 20,1 °C pour un maximum horaire de 21,9°C (constant entre 20h et 0h). Le débit moyen journalier de la Loire mesuré à Nevers s'élevait à 203 m³/s (Figure 193).

392 bulls ont été entendus sur le point d'écoute central de la frayère. La frayère d'Avril sur Loire ayant une large étendue, 2 points d'écoute complémentaires, un en amont et un en aval, ont été suivis simultanément avec le point d'écoute central. Ces écoutes complémentaires ont permis d'évaluer la proportion de leur activité par rapport à l'activité du point d'écoute central de la frayère et **d'estimer à 577 le nombre total de bulls réalisés durant la nuit du 22 juin 2016**.



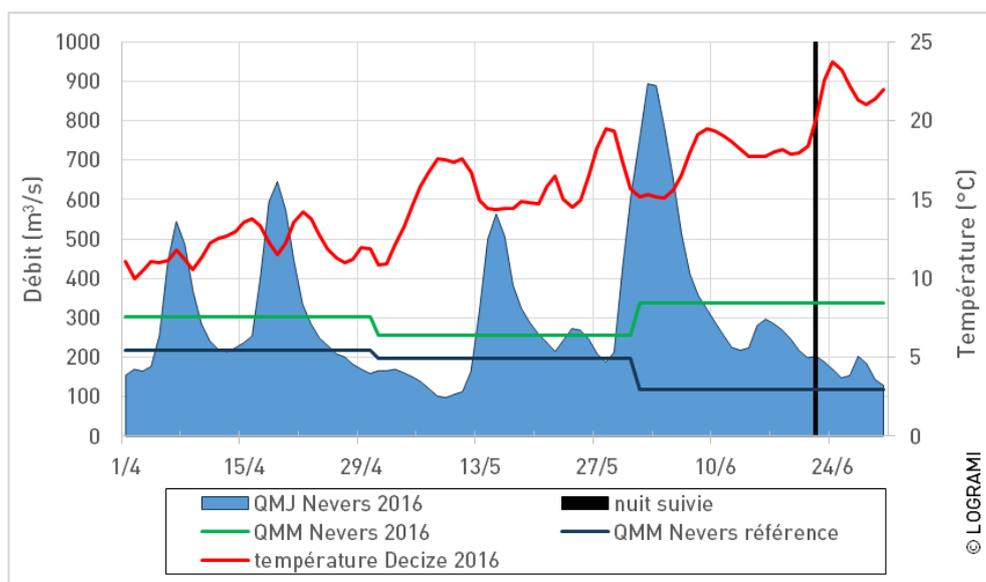


Figure 193 : Température de la Loire à Decize et débit de la Loire à Nevers pendant le suivi de la reproduction de l'alose sur le secteur aval Decize en 2016 (Source © LOGRAMI et <http://www.hydro.eaufrance.fr/>)

Depuis le début des suivis sur cette frayère, cette seule prospection de 2016 a permis de comptabiliser un nombre de bulls record qui dépasse les deux pics d'activité journaliers de 387 et 390 bulls observés respectivement en 2013 et 2012 lors de suivis exhaustifs. Il est donc fort probable que la frayère d'Avril sur Loire ait accueilli une reproduction conséquente d'aloses en 2016.

Par ailleurs, le nombre de géniteurs enregistrés à la station de Decize en 2016 est le plus important depuis 2012. La migration des aloses à Decize s'étant principalement déroulée en 3 jours (1 jour à plus de 1 000 individus) entre le 9 et le 12 mai, soit plus d'un mois avant la nuit de reproduction suivie, ces résultats laissent présager qu'une partie importante de la population d'aloses de la Loire amont s'est reproduit en aval.

Tableau 38 : 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	2701	984	74
2014 *	62	12	2	162
2015	2	274		624
2016	1	577		1389

*Suivi exhaustif de l'activité de reproduction des aloses sur la frayère

5.1.3. Relation géniteurs en migrations - frayères pour le saumon

5.1.3.1 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 comparativement aux années précédentes.

Compte tenu de l'absence de suivi de la reproduction des saumons sur l'Allier et l'Alagnon en 2016, seule une analyse concernant le Béal de l'Alagnon a été réalisée. Ce bras est un repli pour les géniteurs n'ayant pas réussi à franchir le barrage de Chambezou.

Seulement 14 frayères de saumon ont été comptabilisées le Béal de l'Alagnon en 2016 (Figure 194). Cette diminution du nombre de frayères observées en 2016 comparée au 4 années précédentes semble liée à l'effectif moins important de géniteurs potentiels comptabilisés à Vichy plutôt qu'à une amélioration de la franchissabilité du barrage de Chambezou (aucun aménagement à notre connaissance).

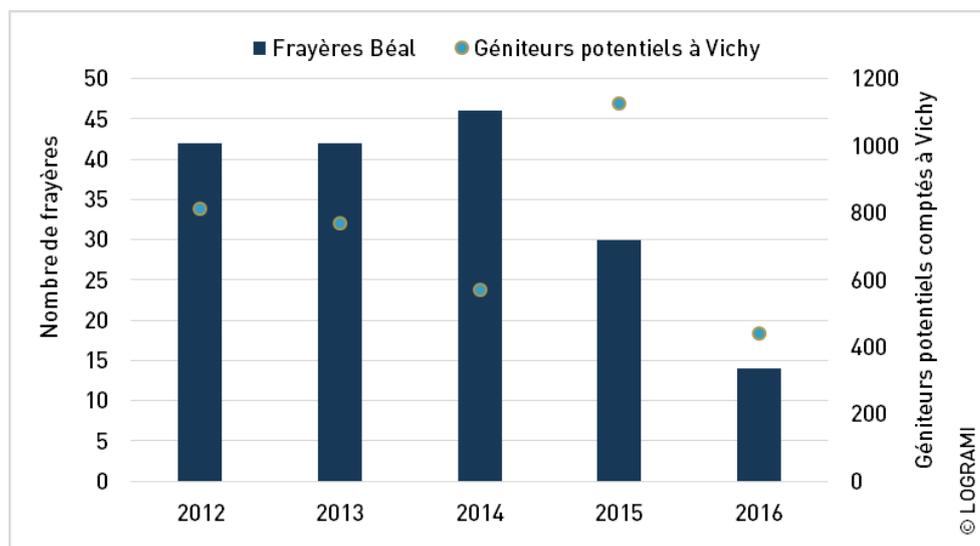


Figure 194 : Evolution interannuelle du nombre de frayères de saumon comptabilisées dans le Béal de l'Alagnon

Le ratio nombre de frayères Béal/effectifs de géniteurs potentiels à Vichy paraît lié à la température journalière moyenne de l'Allier à Vichy sur la période juin-août (Figure 195). Ce ratio, au regard des données acquises depuis 2012, semble constituer un bon indicateur de la survie estivale des géniteurs.



En 2016, ce ratio est de 0,03 pour une température moyenne journalière sur la période juin-août de 21,01 °C. Ce résultat semble révéler une année de mortalité relativement importante à contrario de 2014 où le ratio était de 0,08 pour une température de 19,7 °C.

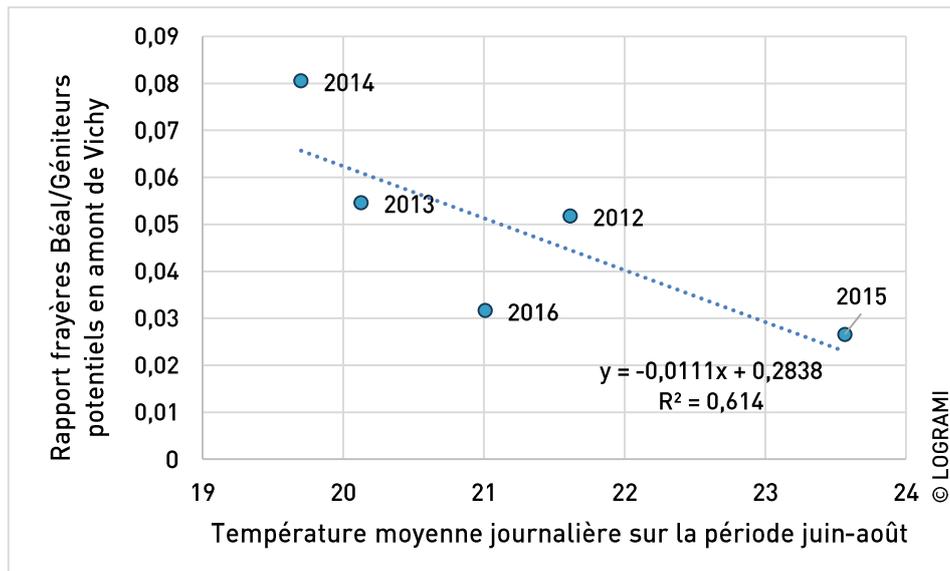


Figure 195 : Relation entre le rapport « fraières de saumons comptabilisées dans le Béal/Géniteurs potentiels comptabilisés à Vichy » (indicateur de la mortalité estivale) et la température moyenne journalière de l'Allier à Vichy sur la période juin-août.

5.2. Action 8 : Relation entre le nombre de nids et l'abondance et la distribution des juvéniles

5.2.1. Recherche au printemps d'alevins issus de la reproduction naturelle de saumons sur le bassin de la Gartempe

5.2.1.1 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 2015 (BACH J.M. et al., 2016). Les pêches programmées initialement sur sept stations de la Gartempe, de l'Anglin et de la Couze ont finalement eu lieu sur cinq d'entre elles.



En effet, les pêches prévues sur l'Anglin à Remerle (86) et sur la Gartempe à l'aval du moulin Le Verger (87) ont dû être annulées en raison des niveaux d'eau trop élevés. Les habitats pour les alevins de saumons n'étant plus marqués, le protocole de pêche n'aurait pas été efficace sur ces secteurs.

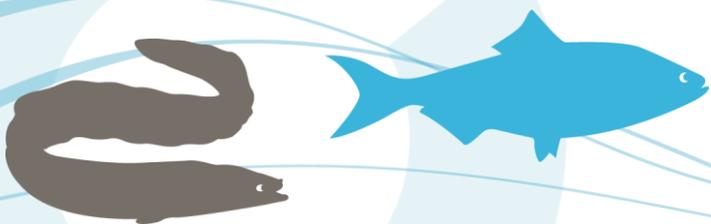
Sur les cinq autres stations de pêche, les débits étaient là aussi importants : 14 m³/s à Saint Bonnet de Bellac et 6 m³/s à Folles sur la Gartempe (Tableau 39, Sources : DREAL LIMOUSIN/HYDRO-MEDD/DE). Sur la Couze aval, il n'existe pas de station hydrométrique permettant de connaître les conditions de débit. L'objectif de la pêche étant la recherche d'alevins issus de la reproduction naturelle (avant les déversements prévus les 30 et 31 mai) et non un indice en 5 mn, il a été décidé de maintenir les opérations de pêche en prospectant les zones pêchables de chacun des secteurs.

Tableau 39 : Débits journaliers (27 mai 2015) et débits moyens du mois de mai sur la Gartempe (Source : DREAL LIMOUSIN/HYDRO-MEDD/DE)

Station	Débit moyen interannuel mai 2016 (m ³ /s)	Débit le 27/05/2016 (m ³ /s)
La Gartempe à Saint-Bonnet-de-Bellac	19,50	14,2
La Gartempe à Folles	8,230	5,6

Ainsi, 5 stations ont été prospectées dont 3 sur le cours principal de la Gartempe et 2 sur la Couze (Figure 196). Parmi elles, 3 stations ont déjà été pêchées au printemps : Moulin d'Ardent et Lavaugrasse sur la Gartempe, Moulin de l'Île sur la Couze. Des alevins natifs y ont été observés les années précédentes, en particulier à Lavaugrasse (2014 et 2015) et à Moulin d'Ardent (2014).

Les déversements initialement prévus les 30 et 31 mai ainsi que les conditions hydrologiques ont contraint à réaliser les pêches le 27 mai 2016. Finalement, étant donné les conditions de débit, les déversements réalisés par le CNSS ont eu lieu les 6 et 7 juin sur la Gartempe.



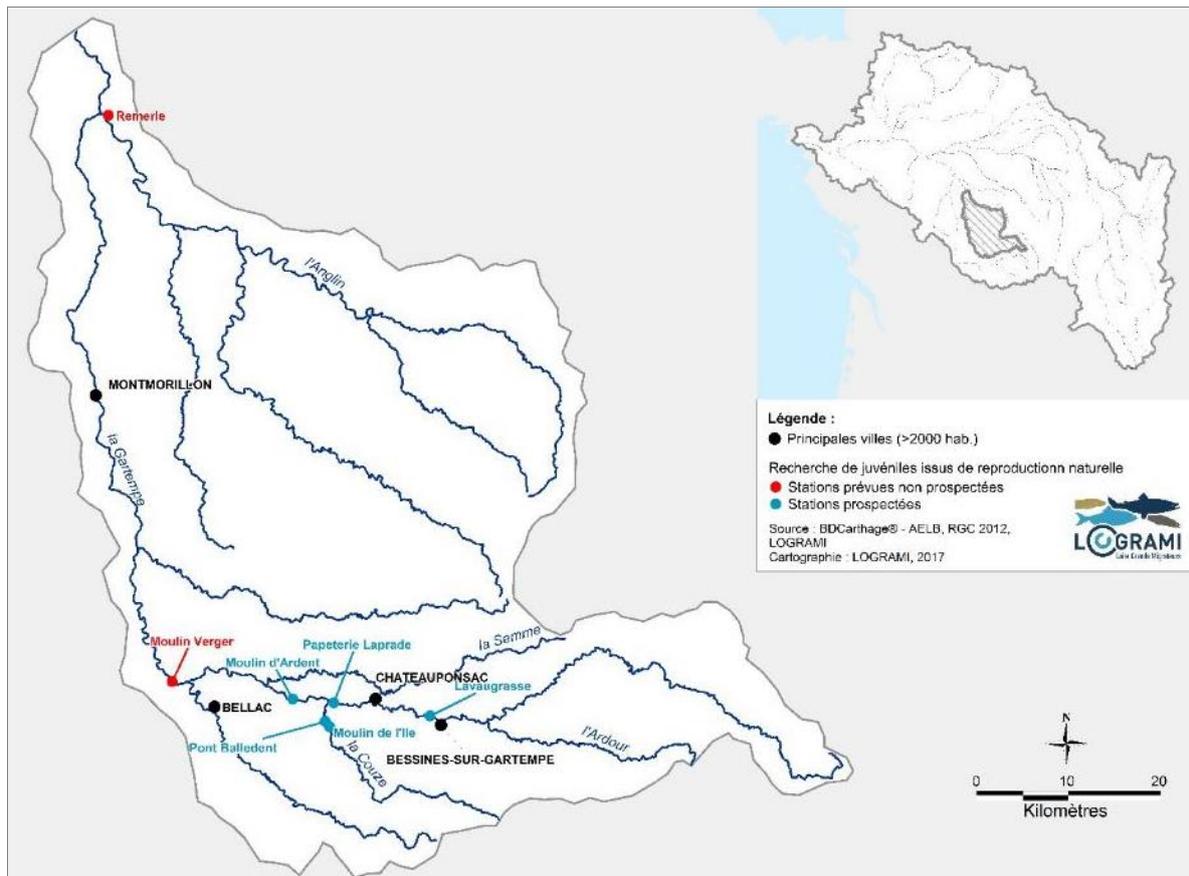


Figure 196 : Localisation des stations échantillonnées par pêches électriques pour la recherche de juvéniles de saumon sur le bassin de la Gartempe en mai 2016

5.2.1.2 Résultats

Une seule station a fait l'objet de captures d'alevins de saumons : 3 individus à Lavaugrasse. Les pêches ayant eu lieu avant les déversements, **les alevins de saumon capturés sont obligatoirement issus de la reproduction naturelle de l'hiver précédent.**

Les conditions particulières de pêche permettent difficilement de conclure sur l'absence de reproduction naturelle sur les autres stations. En effet, les radiers étant peu marqués et les niveaux d'eau élevés, les alevins ont pu se répartir sur une surface bien plus importante que celle pouvant être prospectée par la méthode utilisée.

Néanmoins, une fois de plus, la présence d'alevins issus de reproduction naturelle sur le site de Lavaugrasse sur la commune de Bessines-sur-Gartempe est avérée. Cette station, formée de deux radiers séparés par un îlot permettant une répartition des débits, est plus facilement pêchable que les sites prospectés plus en aval sur la Gartempe.

A Châteauponsac, en aval de Bessines-sur-Gartempe, le compteur n'avait enregistré aucun passage de saumon en montaison en 2015. Cependant, une panne connectique avait empêché le fonctionnement du compteur du 1^{er} janvier au 10 avril 2015. Ensuite, plusieurs semaines de forte turbidité ont entraîné l'obstruction des capteurs (BACH et al., 2016). Il est donc fort probable que des géniteurs en montaison aient emprunté la passe à poissons de la Roche Etrangleloup et atteint la zone de frayère de Lavaugrasse pendant les périodes de dysfonctionnement du compteur.

Un tacon d'un an ou plus a été capturé à Lavaugrasse. Celui-ci est certainement issu de la reproduction naturelle des années précédentes, des alevins ayant été capturés les deux années précédentes (2014 et 2015) sur ce même site.

Tableau 40 : Nombre de juvéniles de saumon atlantique capturés lors des pêches d'échantillonnage de printemps sur le bassin de la Gartempe en mai 2016 (Source : LOGRAMI)

Cours d'eau	Lieu-dit	Nbre d'alevins	Nbre de tacons d'1 an ou +
Gartempe	Les Prades	0	0
Gartempe	Moulin d'Ardent	0	0
Gartempe	Lavaugrasse	3	1
Couze	Pont Balledent	0	0
Couze	Moulin de l'île	0	0

5.2.2. Relation frayères/abondance de juvéniles natifs sur le bassin de l'Allier

Sur l'Allier aval au printemps avant les déversements du CNSS

Pour les 6 stations échantillonnées sur l'Allier en 2016 et présentant des frayères lors de la reproduction 2015, les indices d'abondance printaniers semblent liés positivement aux nombres de frayères qui y ont été comptabilisées (Figure 197). Aucune relation n'existe entre les indices d'abondance et le nombre de frayères comptabilisées en amont des stations, que ce soit sur 1 km ou 5 km. (à priori pas de diffusion de la production).

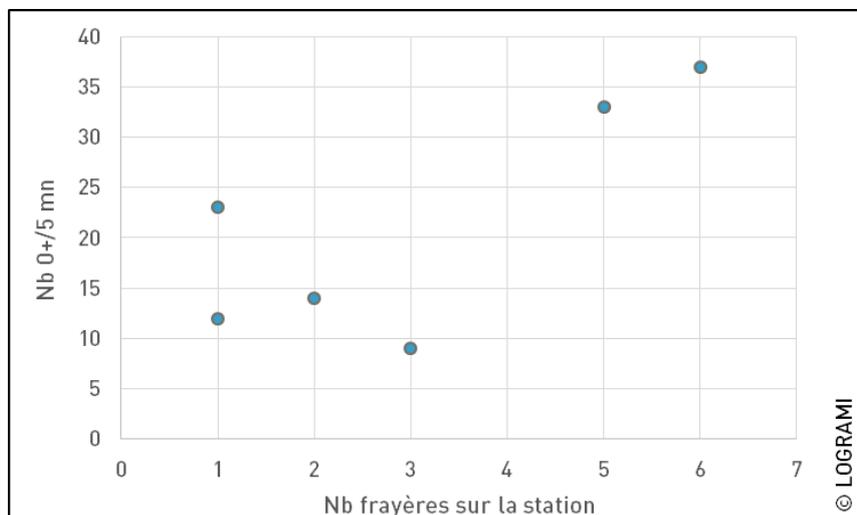


Figure 197 : Relation entre les indices d'abondance tacons au printemps et le nombre de frayères observées directement sur les stations de l'Allier

Pour les 4 stations échantillonnées ne présentant pas de frayère lors de la reproduction 2015 (Maison Blanche, Les Granges, La Vialette-camping et aval Pont d'Orbeil), les indices d'abondance printaniers



semblent corrélés négativement à la distance les séparant des frayères les plus proches en amont (Figure 198).

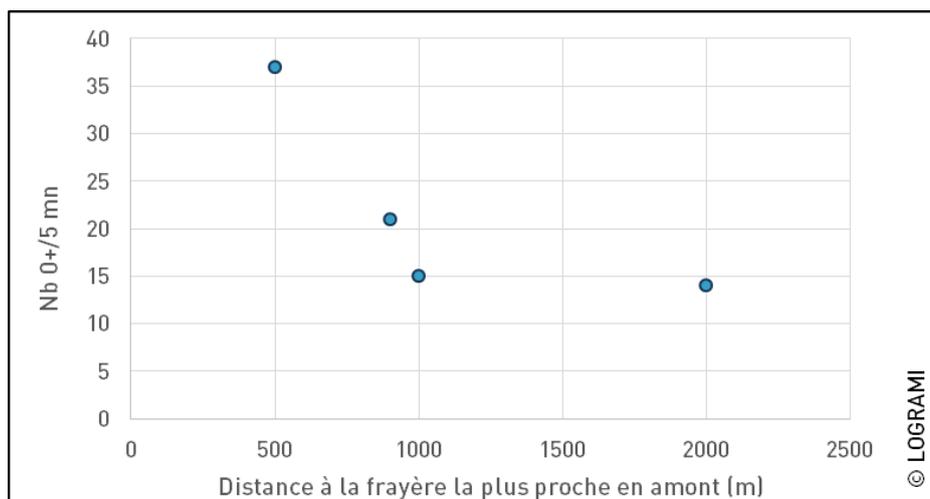


Figure 198 : Relation entre le nombre de juvéniles 0+ et la distance à la frayère la plus proche en amont sur l'Allier.

Dans la zone refuge de l'Allier après l'été

Pour les 20 frayères échantillonnées dans la zone refuge de l'Allier en septembre 2016, les indices d'abondance en tacons 0+ obtenus sont plus fortement liés au nombre de frayères comptabilisées sur les 5 km en amont des stations qu'au nombre de frayères directement observées sur les stations (R^2 : 0,8537 vs 0,7608) (Figure 199 et Figure 200).

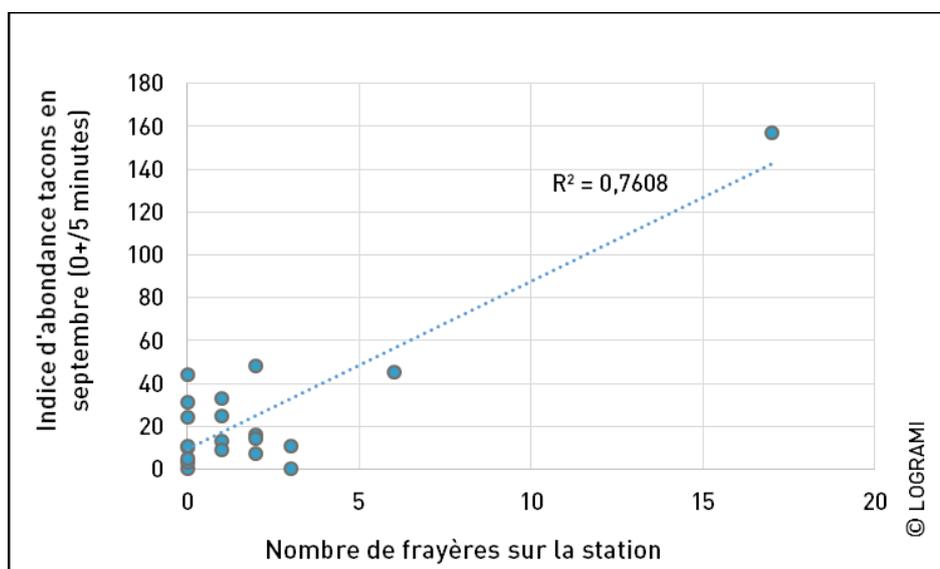
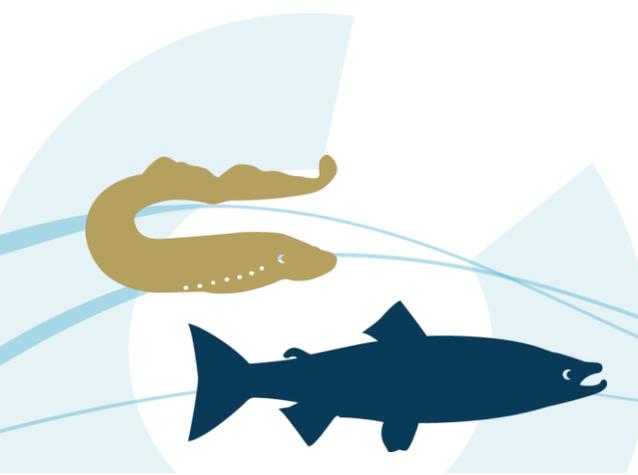


Figure 199 : Relation entre les indices d'abondance tacons et le nombre de frayères observées sur les stations sur la zone refuge de l'Allier en 2016



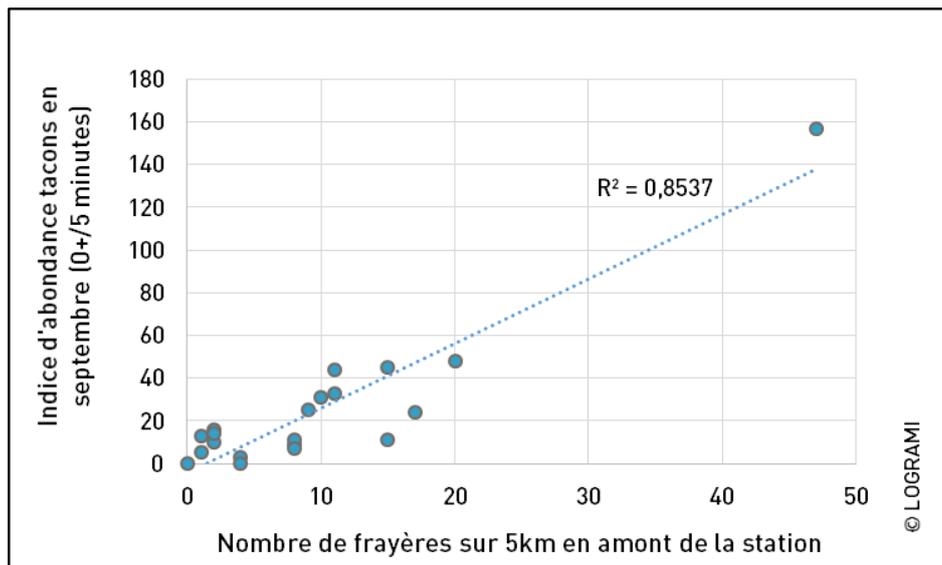


Figure 200 : Relation entre les indices d'abondance tacons et le nombre de frayères observées sur les 5 km en amont des stations sur la zone refuge de l'Allier en 2016

Sur le Béal de l'Alagnon

Il n'apparaît aucune relation entre la distance séparant la station d'échantillonnage aux frayères les plus proches et l'abondance de juvéniles au printemps. La variation de l'abondance pourrait s'expliquer par la variation de la qualité et de la quantité des habitats favorables présents sur les stations. Cette hypothèse serait à vérifier. Un recensement des habitats favorables au développement des juvéniles de saumon est à envisager sur ce bras dérivé de l'Alagnon.

Ces résultats printaniers sont cohérents avec ce qui est observé depuis 2013 à l'automne. Ils confirment la colonisation, dès le printemps, des habitats favorables depuis les frayères vers l'aval sur des distances pouvant aller jusqu'à 5 km.

Tableau 41 : Distance séparant les stations d'échantillonnage du Béal aux frayères observées les plus proches et abondance de juvéniles au printemps 2016

Station	Distance frayère amont	IA printemps
Béal - Lempdes amont pont routier	19 frayères sur station	31
Béal - Lempdes aval pont routier	4 frayères sur station	6
Béal - La Ribeyre	300 m	11
Béal - aval moulin de Pressat	2200 m	10
Béal - Dardelin	3600 m	65
Béal - aval l'Aristo	5000 m	14

Sur la Sioule

Sur la Sioule en septembre 2016, 3 stations exemptes d'alevinage permettent d'appréhender la relation entre la production de juvéniles natifs et la présence de frayères en 2015. Malgré l'observation de frayères en 2015 sur 2 de ces 3 stations, les indices obtenus sont soit nuls soit très faibles. Une nouvelle



fois, ces résultats mettent en évidence des problèmes de survie entre l'œuf et le tacon d'automne sur la Sioule.

Tableau 42 : Distance séparant les stations d'échantillonnage de la Sioule aux frayères observées les plus proches et abondance de juvéniles en septembre 2016

Station	Distance frayère amont	IA septembre
Le Bout du Monde - Aval	1 frayère sur station	1
Amont pont de Chambon	300 m	1
Châteauneuf - Le Bordas	7 frayères sur station	0

5.3. Action 9 : Abondance des alevins de saumons sur le bassin de l'Allier

5.3.1.1 Préambule

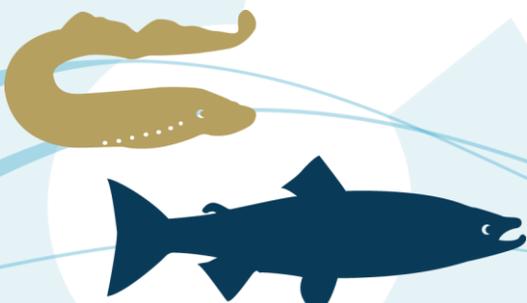
Sur le bassin de l'Allier, la campagne de pêche 2016 évalue la production de juvéniles issue :

- de la reproduction naturelle de 2015, année où 1 127 géniteurs potentiels ont été contrôlés à Vichy (1 177 – 50 géniteurs capturés par le CNSS) dont 85 franchirent le barrage de Poutès ;
- des 613 500 alevins déversés sur l'ensemble du bassin de l'Allier.

5.3.1.2 Caractéristiques des sites d'échantillonnage

Localisation des sites d'échantillonnages

En 2016, 61 stations ont été échantillonnées sur le bassin de l'Allier (Figure 201). Cette échantillonnage est important au regard de l'historique depuis 2000 (Figure 202).



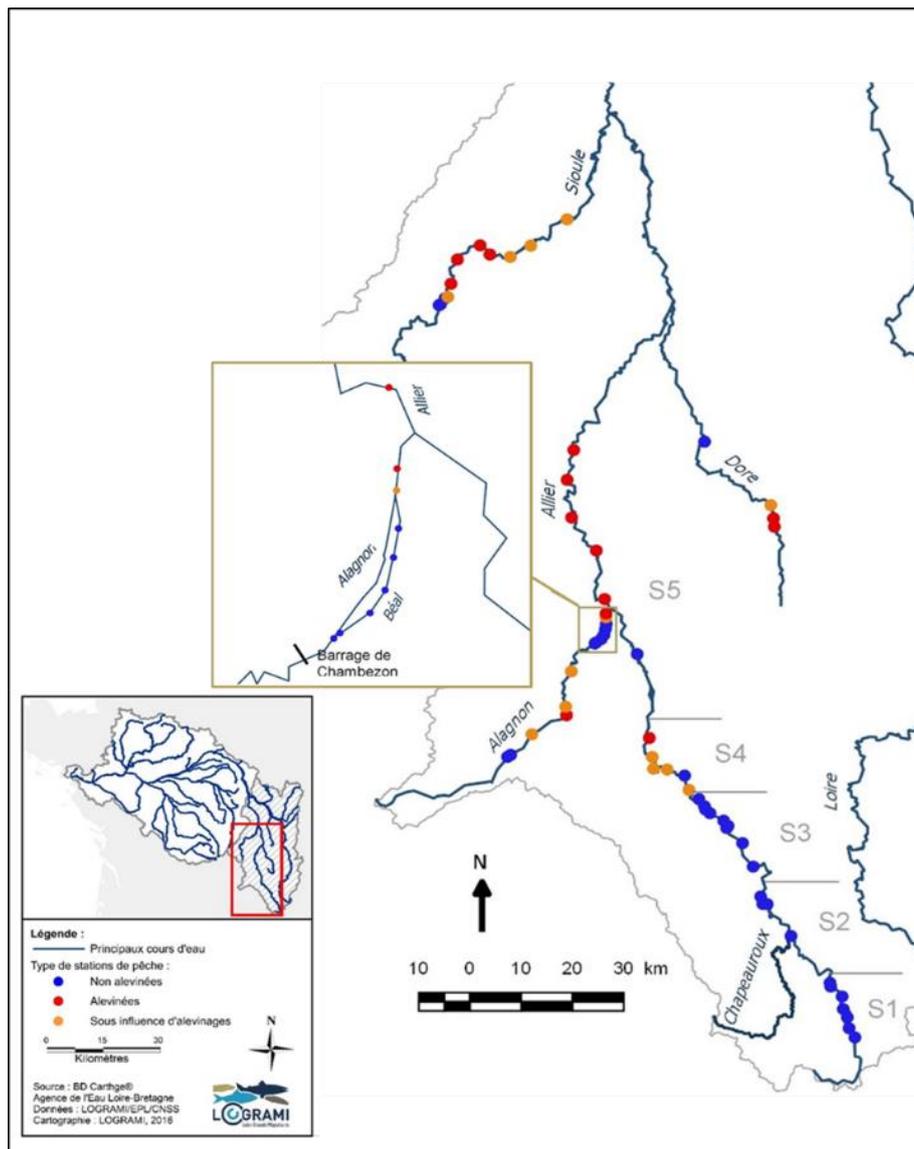


Figure 201 : Localisation des stations de pêche électrique de suivi d'abondance de juvéniles de saumon atlantique sur le bassin de l'Allier en 2016

Les stations se répartissent de la manière suivante :

- 🌀 32 sur l'Allier entre Cournon (63) et Luc (48) (208 km) ;
- 🌀 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) dont 3 nouvelles (Amont pont Ferrières St Mary, amont restitution Min Notre Dame et Tendrot - confluence béal) ;
- 🌀 4 sur la Dore entre Courpière (63) et Job (63) (38 km) ;
- 🌀 11 sur la Sioule entre Saint Germain de Salles (03) et l'aval du barrage de Queuille (63) (48 km).



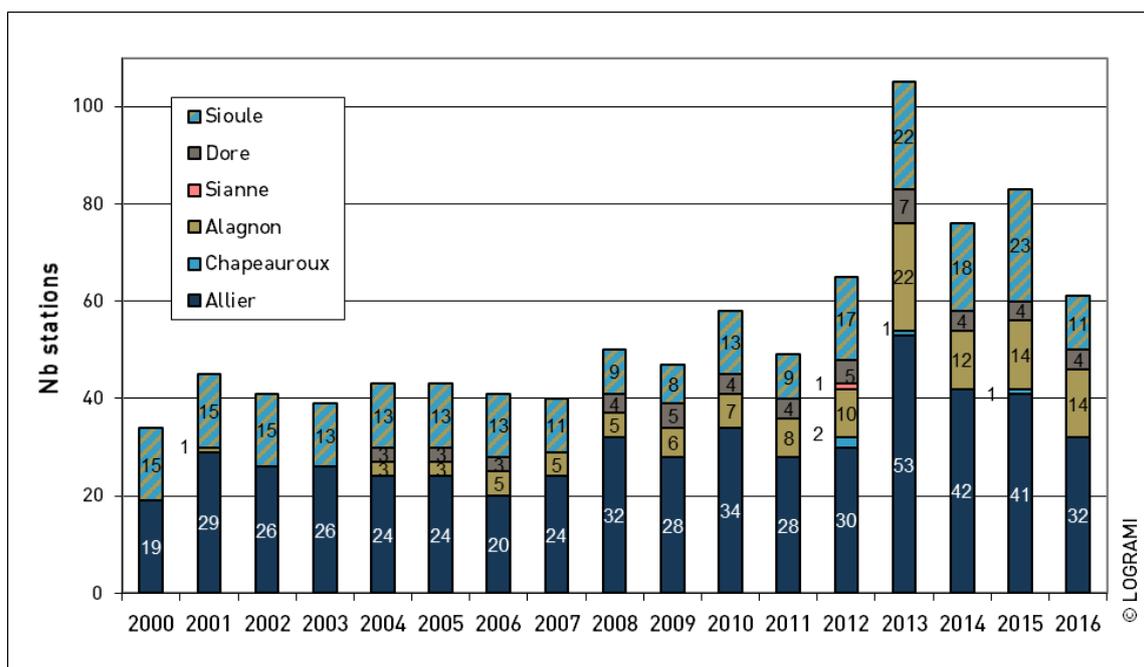


Figure 202 : Evolution du nombre de stations échantillonnées par pêche à l'électricité selon le protocole des indices d'abondance sur les différents cours d'eau du bassin de l'Allier depuis 2000

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 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 43).

Tableau 43 : Secteurs de l'Allier et nombre de stations imparties en 2016

Secteur	Limites	Linéaire (km)	Nb stations 2016	Densité stations
Zone refuge	S1 Amont Laveyrune -Langogne	18	20	0,39
	S2 Langogne - Barrage de Poutès	45		0,09
	S3 Barrage de Poutès - Langeac	34		0,26
Aval zone refuge	S4 Langeac - Brioude	39	12	0,15
	S5 Brioude - Pont du Château	83		0,07

Déroulement des pêches et conditions hydrologiques

11 jours d'échantillonnage répartis du 5 au 27 septembre ont été nécessaires pour 61 stations.

Sur l'Allier, excepté les stations lozériennes qui ont été échantillonnées avec des débits soutenus suite à des pluies d'orage, les autres stations ont été échantillonnées dans des conditions classiques d'étiage de mois de novembre.

La Dore et l'Alagnon ont été échantillonnés dans des conditions d'étiage prononcé (QMJ<QMM de référence).

Sur la Sioule, une partie des stations ont été échantillonnées dans les conditions de débits réservés du barrage EDF de Queuille et les autres avec un débit supérieur au débit mensuel de référence.

Tableau 44 : Conditions hydrologiques lors des échantillonnages « Indice d'abondance tacons » sur le bassin de l'Allier en 2016

Cours d'eau	Date	QJM (m3/s)	QMsept réf	Station mesure
Allier	15/09/2016	0,51	0,704	Laveyrune
	15/09/2016	6,51	3,17	Langogne
	14/09/2016	3,45	3,17	Langogne
	14/09/2016	12	8,41	Nouveau Monde
	13/09/2016	10,3	8,41	Nouveau Monde
	13/09/2016	8,06	10	Prades
	27/09/2016	8,56	10	Prades
	12/09/2016	11,3	10	Prades
	12/09/2016	12	12,1	Langeac
	05/09/2016	10,5	9,73	Vieille-Brioude
	05/09/2016	10,7	14,3	Pont d'Auzon
	05/09/2016	14,4	18,5	Coudes
Alagnon	16/09/2016	1,06	2,39	Joursac
	15/09/2016	2	3,44	Lempdes
	16/09/2016	1,63	3,44	Lempdes
	20/09/2016	1,6	3,44	Lempdes
Dore	06/09/2016	0,323	1,4	Ambert
	06/09/2016	0,583	4,28	Giroux
Sioule	26/09/2016	12,7	10,3	Châteauneuf les Bains
	19/09/2016	7,76	10,3	Châteauneuf les Bains
	19/09/2016	6,16	9,72	Ebreuil

5.3.1.3 Indice d'abondance à l'échelle du bassin de l'Allier

Toutes stations confondues, l'indice d'abondance moyen du bassin s'élève en 2016 à 25,8 individus 0+/5 mn +/-29,4 (Figure 203). Au regard du barème existant, celui-ci correspond à une abondance de tacons 0+ considérée comme faible. Les indices varient de 0 à 157 ind. 0+/5 mn.

La Sioule est la plus densément peuplée devant l'Alagnon, l'Allier et la Dore (Tableau 45). Les abondances moyennes par cours d'eau peuvent être considérées comme moyennes pour la Sioule, et faibles pour l'Alagnon, l'Allier et la Dore.

Tableau 45 : Indices d'abondance tacons 0+moyens et médians des cours d'eau échantillonnées en 2016 sur le bassin de l'Allier

Cours d'eau	Alagnon	Allier	Dore	Sioule
Indice d'abondance moyen	28,9 +/- 29,4	24,3 +/- 28,9	15,8 +/- 11,1	30,2 +/- 36,7
Indice d'abondance médian	24	15	18,5	18



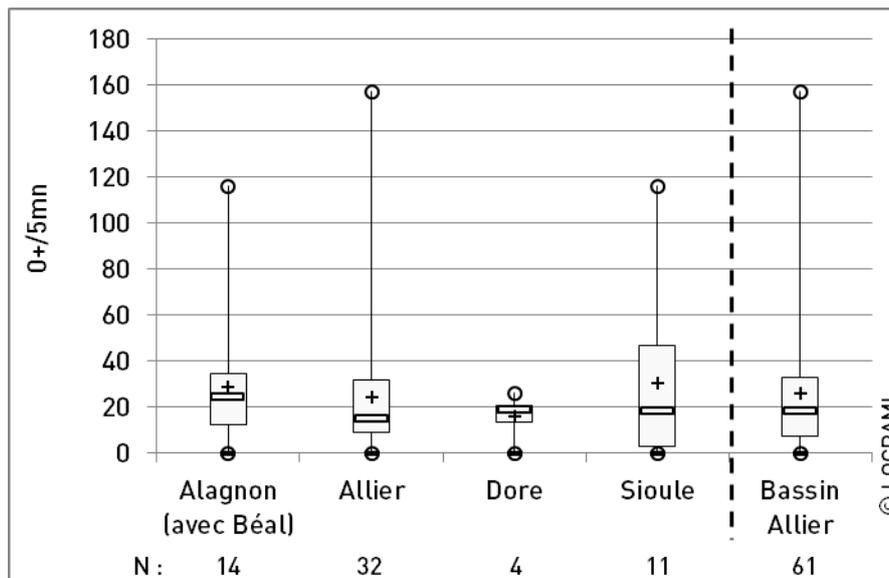


Figure 203 : Indices d'abondance tacons 0+ sur l'Alagnon, l'Allier, la Dore, la Sioule et sur l'ensemble du bassin de l'Allier en 2016 (61 stations)

5.3.1.4 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).

2 des 8 stations du cours principal de l'Alagnon sont directement alevinées, « Gymnase Massiac » et « La Combelle ». Les deux stations les plus amont, « amont pont Ferrières Saint-Mary » et « Ferrières Saint-Mary » ne sont pas alevinées. Elles se trouvent à 8 km en amont du premier point de déversement. Les autres stations se trouvent sous influence d'alevinage.

Les 6 stations du Béal sont considérées comme non alevinées.

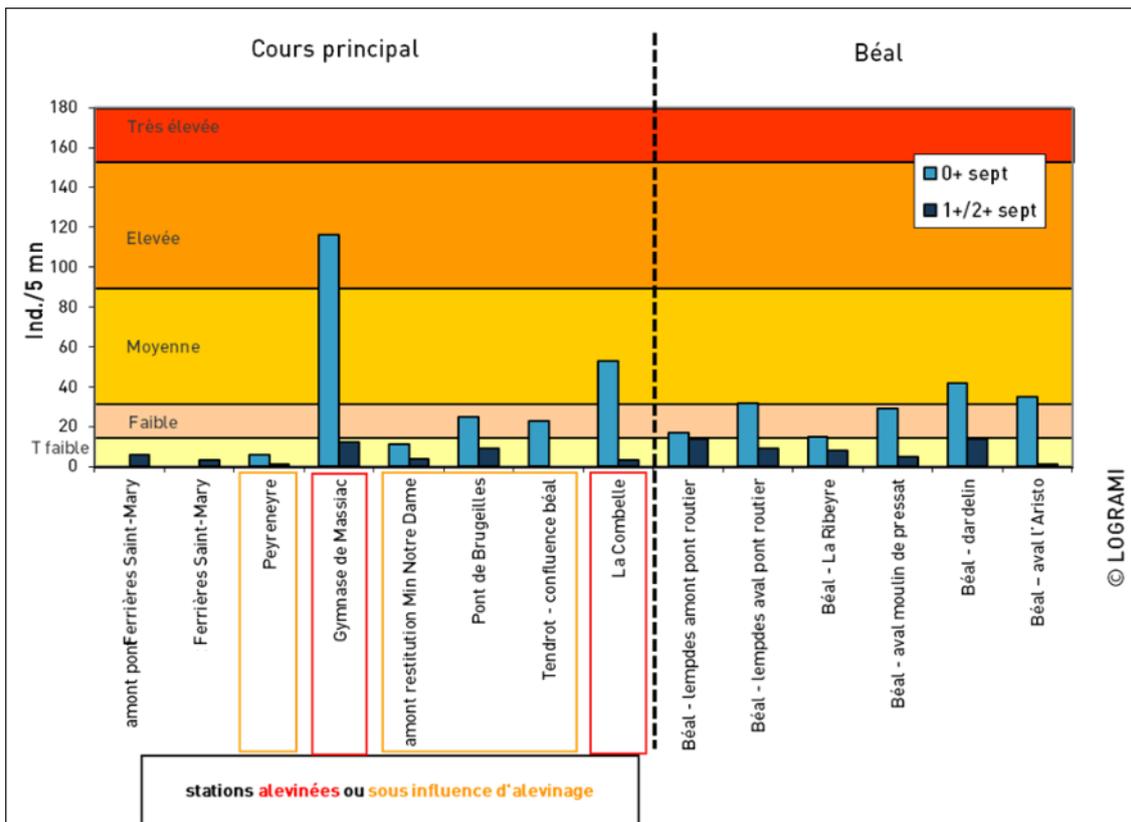


Figure 204 : Indices d'abondance tacons des stations échantillonnées sur l'Alagnon et le Béal en 2016 selon leur succession amont/aval et correspondance avec leur classe d'abondance

Sur l'Alagnon, les indices d'abondance varient de 0 à 116 ind. 0+/5 mn (Figure 204). L'indice d'abondance moyen, toutes stations confondues, s'élève à 28,9 ind. 0+/5 mn +/- 29,4, ce qui peut être considéré comme une abondance faible.

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 sur la station la plus aval (« La Combelle »).

Sur le cours principal de l'Alagnon :

- les deux stations non alevinées situées en amont ne présentent pas de tacons 0+,
- les stations alevinées présentent des abondances de tacons 0+ moyenne et élevée,
- les stations sous influence d'alevinage présentent des classes d'abondance très faibles et faibles.

Sur le Béal, les stations présentent toutes des tacons 0+ natifs (issus de frayères observées en 2015) en abondance très faible à moyenne.

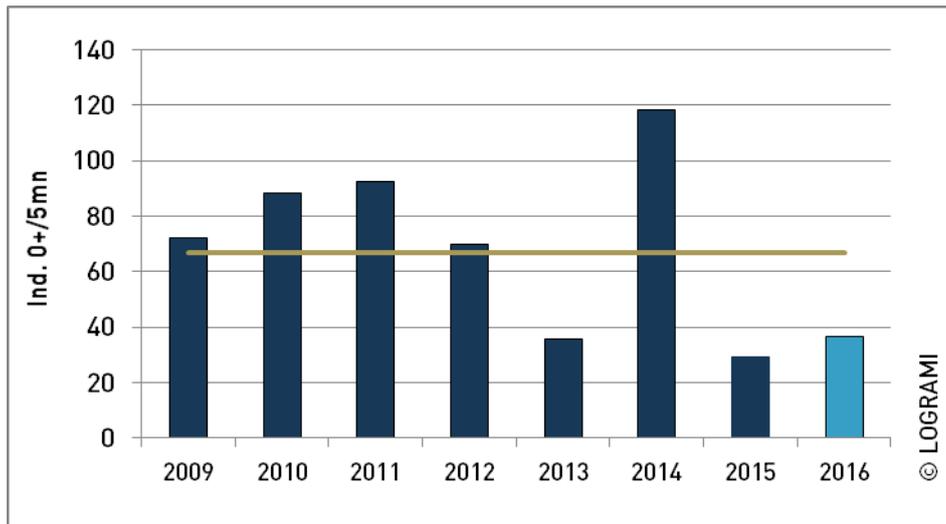


Figure 205 : Evolution sur la période 2009-2016 de l'indice d'abondance moyen des 4 stations historiques sur du cours principal de l'Alagnon

Avec une valeur de 36,8 ind. 0+/5 mn +/- 53,9 contre 73,6 ind. 0+/5 mn +/- 50,2, l'indice moyen obtenu en 2016 est inférieur à la moyenne observée sur la période 2009-2015. Il constitue le 3^e plus faible indice d'abondance moyen obtenu pour les 4 stations échantillonnées depuis 2009 (Figure 205).

En 2016, sur le cours principal de l'Alagnon, les déversements d'alevins de pisciculture semblent contribuer de manière importante à une production globale de tacons relativement faible par rapport à la moyenne historique.

5.3.1.5 Indice d'abondance sur l'Allier

Résultats globaux 2016

32 stations ont été échantillonnées sur l'Allier. Des tacons 0+ ont été capturés depuis Luc (48) jusqu'à Cournon (63) (Figure 201). Les indices varient de 0 à 157 ind. 0+/5 mn. L'indice d'abondance moyen, toutes stations confondues, s'élève à 24,3 +/- 28,9 (Figure 207) ce qui peut être considéré comme une abondance **faible**. 2 stations, situées en amont du barrage de Poutès ne présentent pas de tacons 0+. Seules 9 stations, soit 28,1 %, 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 et entre S2 et S1. L'indice d'abondance moyen le plus important est observé sur le secteur S3 (44,4 +/- 44,6) (Figure 206 et Figure 207).

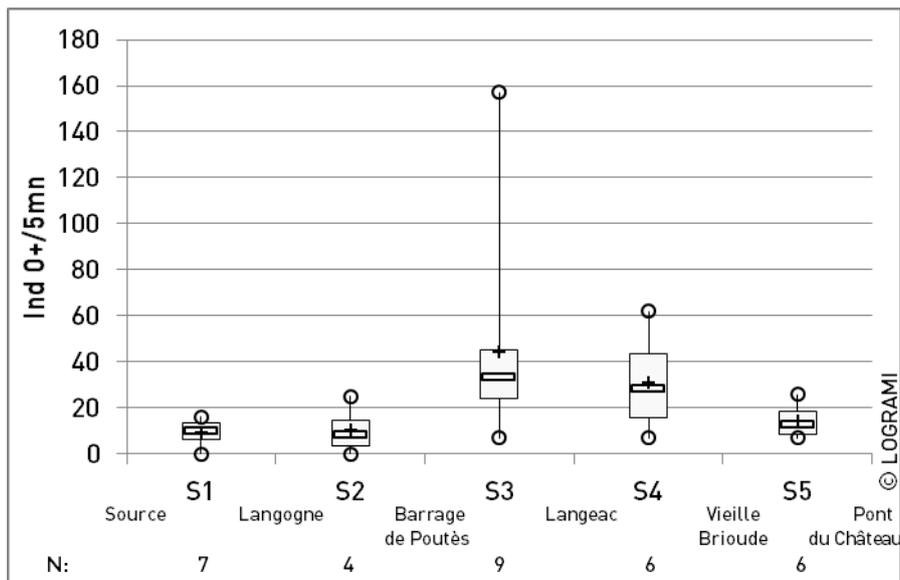


Figure 206 : Indices d'abondance tacons 0+ sur l'Allier en 2016 selon la localisation des stations dans les différents secteurs.

Des tacons 0+ ont été capturés sur 9 des 11 stations échantillonnées sur les secteurs situés en amont du barrage de Poutès (S1 et S2) où potentiellement 85 géniteurs pouvaient se reproduire (BACH et al., 2016). 7 de ces 9 stations présentent des indices très faibles et 2 présentent des indices faibles. La production des secteurs S1 et S2 semble limitée en 2016.

Sur le secteur situé en aval du barrage de Poutès (S3), 6 des 9 stations échantillonnées présentaient des tacons 0+ en quantités moyennes à très élevées. **Les indices d'abondance révèlent une production naturelle conséquente sur ce secteur, notamment dans les 10 km en aval du barrage de Poutès.**

Sur le secteur S4, malgré la présence de frayères constatée en 2015 et les alevinages réalisés, les indices obtenus y sont très faibles à moyens. 3 stations sur 6 présentent des abondances moyennes.

Sur le secteur S5, les 6 échantillonnées présentent des tacons 0+ en quantité très faible à faible malgré une majorité stations alevinées (5). **Malgré les déversements d'alevins qui y sont réalisés, la production de tacons 0+ du secteur S5 en 2016 reste très limitée.**

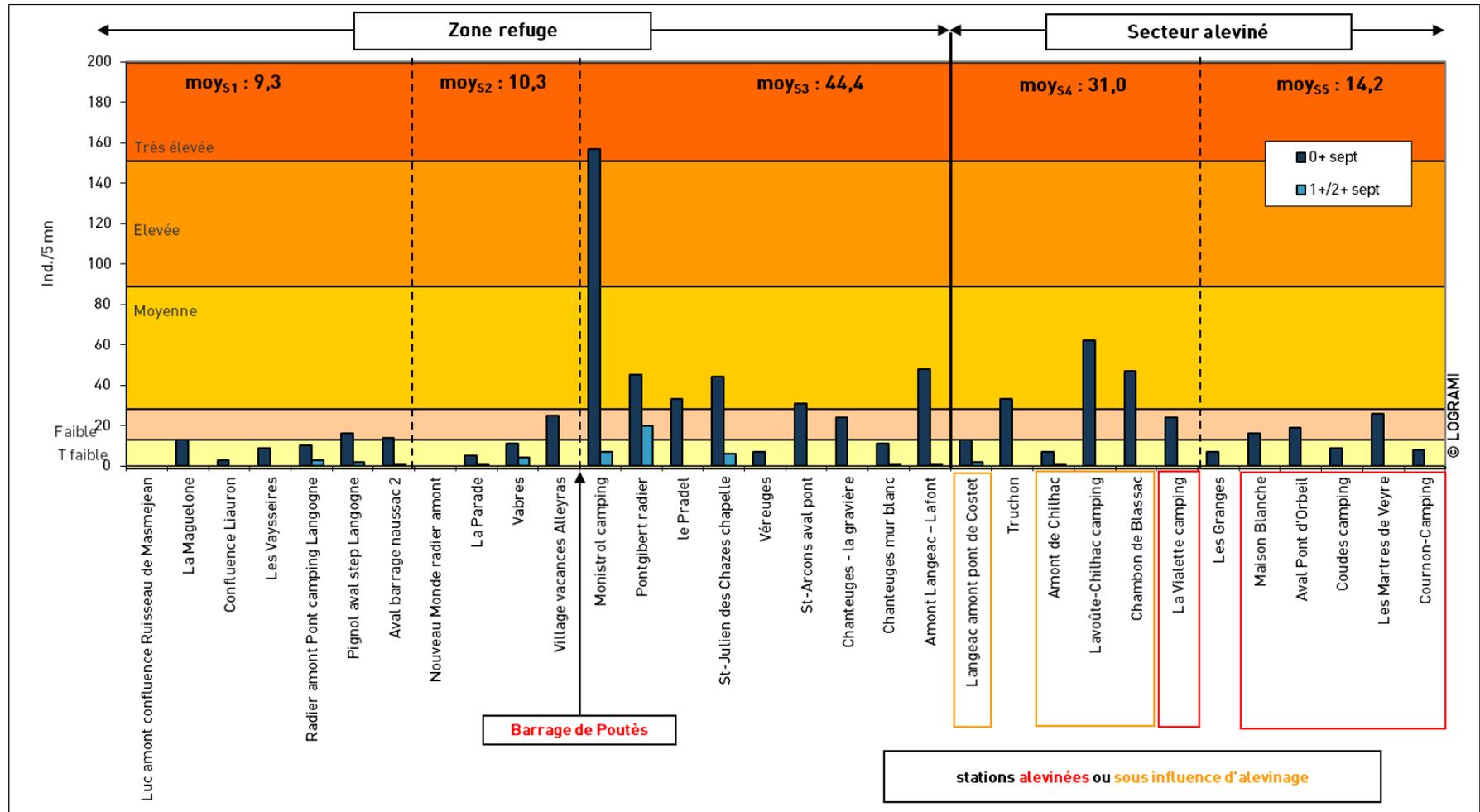
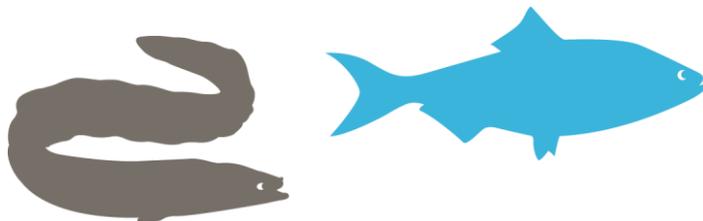


Figure 207 : Indices d'abondance tacons des stations échantillonnées sur l'Allier en 2016 selon leur succession amont/aval



Comparaison avec les données historiques

La comparaison est basée sur les résultats observés sur 20 stations échantillonnées au moins 10 fois sur la période 2000-2016 (17 ans). L'indice moyen obtenu en 2016 sur l'Allier est très nettement inférieur à la moyenne observée sur la période 2000-2015 (Figure 208). Il constitue le 3^e moins bon indice d'abondance moyen depuis 17 ans.

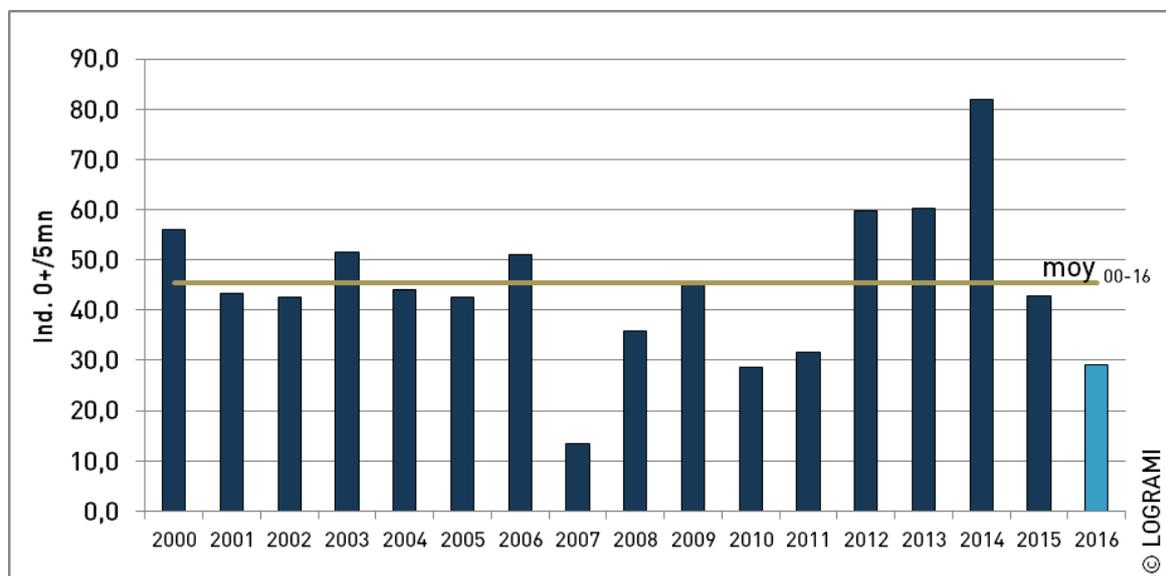


Figure 208 : Evolution sur la période 2000-2015 de l'indice d'abondance moyen calculé pour 20 stations échantillonnées sur l'Allier

Afin d'affiner l'échelle d'analyse, la comparaison peut être réalisée à l'échelle des secteurs de l'Allier historiquement définis (Figure 209) mais aussi en fonction des deux périodes aux stratégies d'alevinages bien distinctes (Figure 210). 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 2016 :

- pour les secteurs S1 et S2 (amont Poutès), les abondances moyennes de tacons 0+ sont très nettement inférieures aux moyennes 2000-2006 et dans une moindre mesure inférieures aux moyennes observées entre 2007 et 2015 ;
- pour le secteur S3, l'indice moyen est inférieur aux moyennes 2000-2006, 2007 et 2008-2015 ;
- pour le secteur S4 et S5, les indices moyens sont supérieurs aux moyennes historiques 2000-2006 et 2007 mais inférieurs aux moyennes 2008-2015. L'indice moyen du secteur S5 constitue le moins bon niveau d'abondance depuis 2008.

Globalement, l'année 2016 se caractérise par une production d'alevins natifs dans la zone refuge principalement limitée à l'aval du barrage de Poutès (S3) alors que la production des secteurs alevinés S4 et S5 est très réduite.



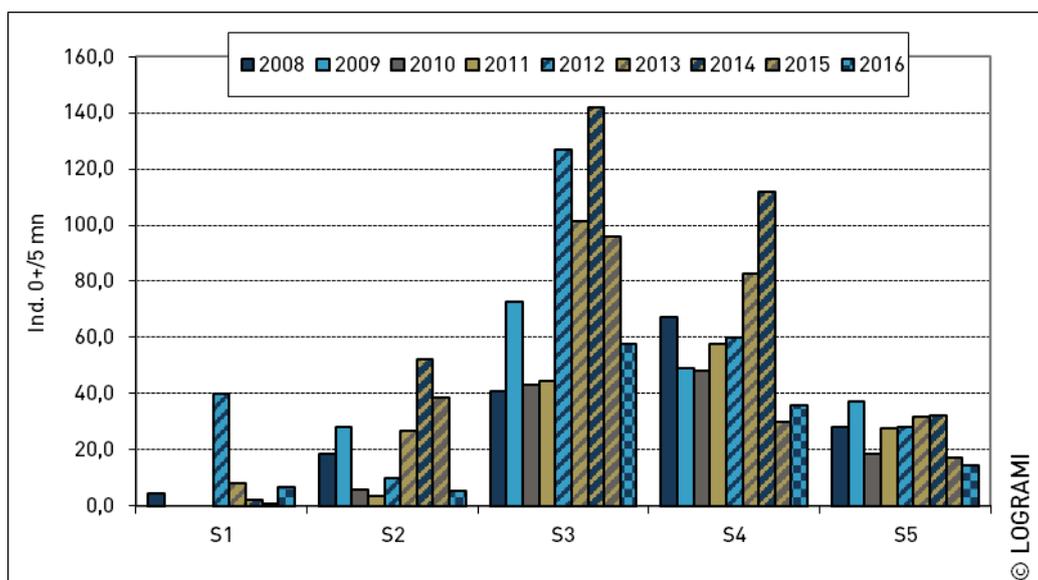


Figure 209 : Evolution de l'indice d'abondance tacons 0+ moyen pour chaque secteur de l'Allier depuis le changement de stratégie d'alevinage en 2008 (20 stations)

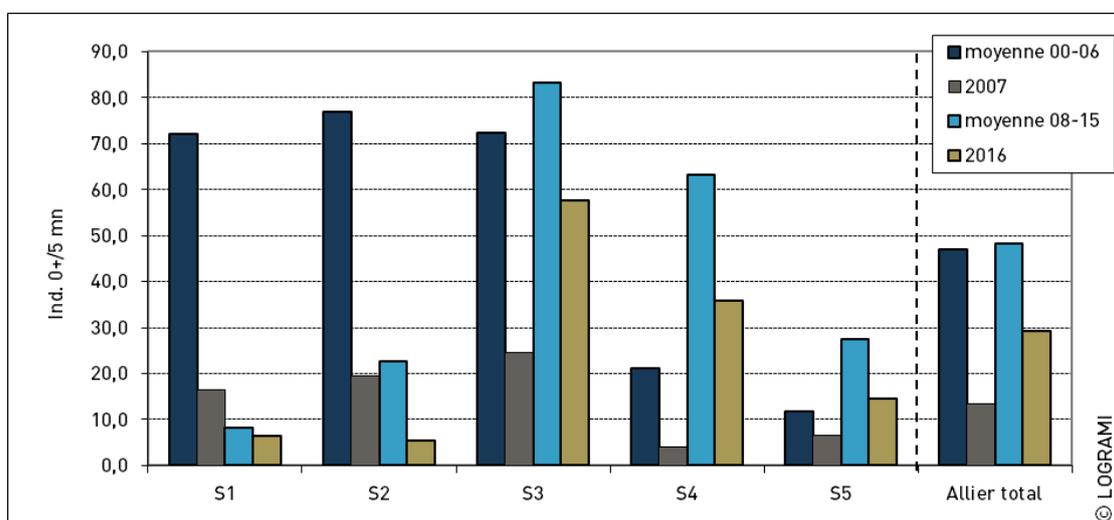


Figure 210 : Comparaison de l'indice d'abondance moyen observé en 2016 pour chaque secteur de l'Allier avec les indices moyens observés pour les périodes 2000-2006, 2007 et 2008-2014 (20 stations)

5.3.1.6 Indice d'abondance sur la Dore

4 stations ont été échantillonnées sur la Dore en 2016 (2 alevinées, 1 sous influence d'alevinage et 1 non alevinée). Les indices varient de 0 à 26 ind. 0+/5 mn (Figure 211). L'indice d'abondance moyen, toutes stations confondues, s'élève à 15,8 +/- 11,1 ce qui peut être considéré comme une abondance faible.

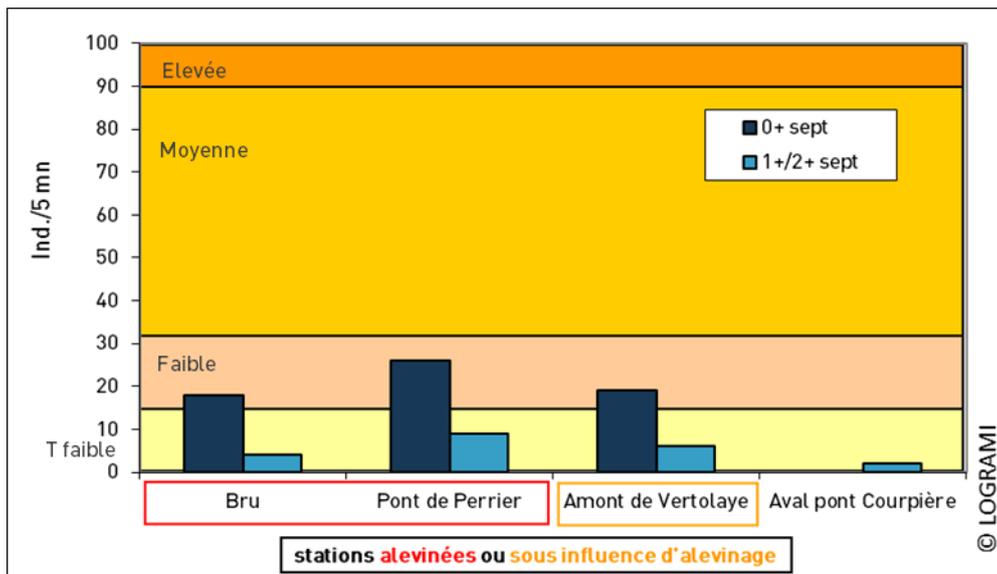


Figure 211 : Indices d'abondance tacons des stations échantillonnées sur la Dore en 2016 selon leur succession amont/aval

Calculé sur les résultats des 3 stations échantillonnées depuis 2009, l'indice abondance moyen 2016 est inférieur à la moyenne historique (Figure 212).

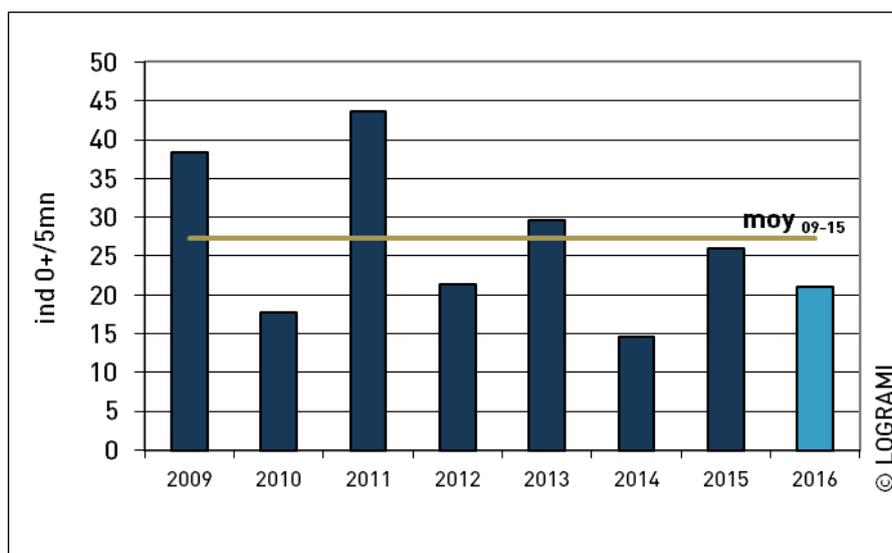


Figure 212 : Evolution sur la période 2009-2016 de l'indice d'abondance moyen de 3 stations échantillonnées sur la Dore

5.3.1.7 Indice d'abondance sur la Sioule

Résultats globaux 2015

11 stations ont été échantillonnées sur la Sioule :

- 3 « non alevinées » ;
- 4 « sous influence d'alevinage » ;



4 directement « alevinées ».

Les indices varient de 0 à 116 ind. 0+/5 mn (Figure 213). L'indice d'abondance moyen, toutes stations confondues, s'élève à 30,2 +/- 36,7 ce qui peut être considéré comme une abondance moyenne.

Les stations non alevinées, situées en amont de l'axe colonisable par les géniteurs, ne présentent au mieux qu'un seul tacon 0+.

Les stations « sous influence d'alevinage » présentent des indices très faibles à moyens.

Les stations directement alevinées présentent quant à elles des indices d'abondance faibles à élevés.

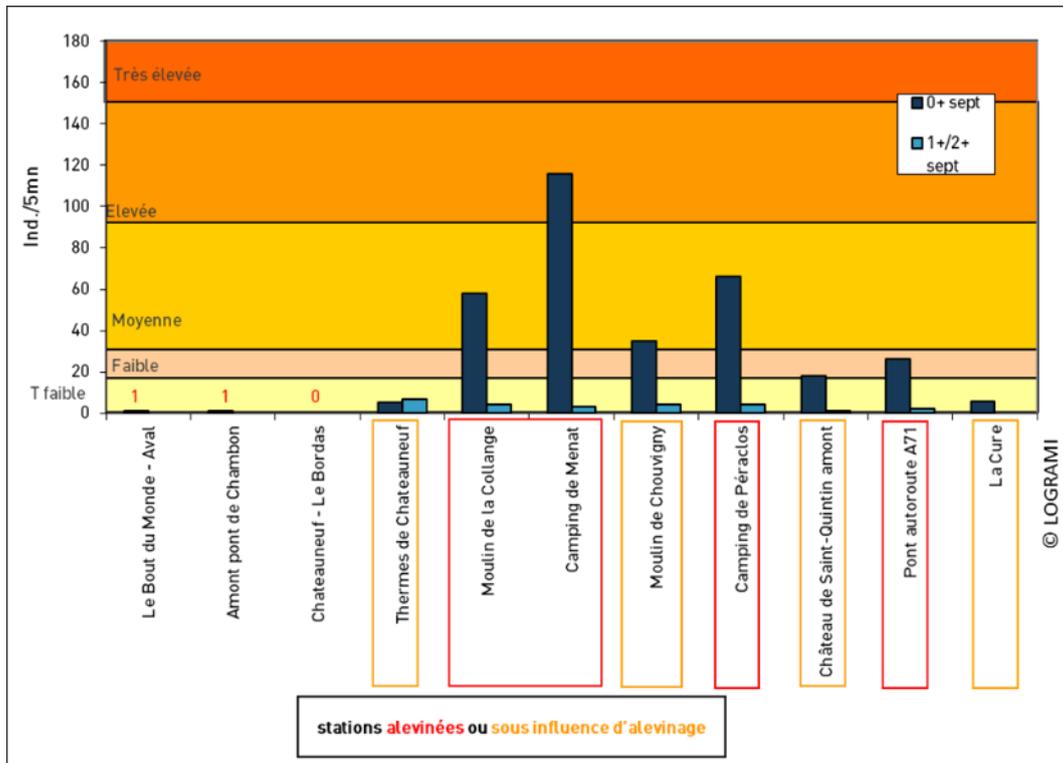


Figure 213 : Indices d'abondance tacons des stations échantillonnées sur la Sioule en 2016 selon leur succession amont/aval

Comparaison avec les données historiques

La comparaison est basée sur les résultats observés sur 6 stations échantillonnées au moins 16 fois sur la période 2000-2016. Sur ces 6 stations, 4 ont été alevinées en 2016. L'indice moyen obtenu sur la Sioule en 2016 est inférieur à la moyenne observée sur la période 2000-2015 (Figure 214).

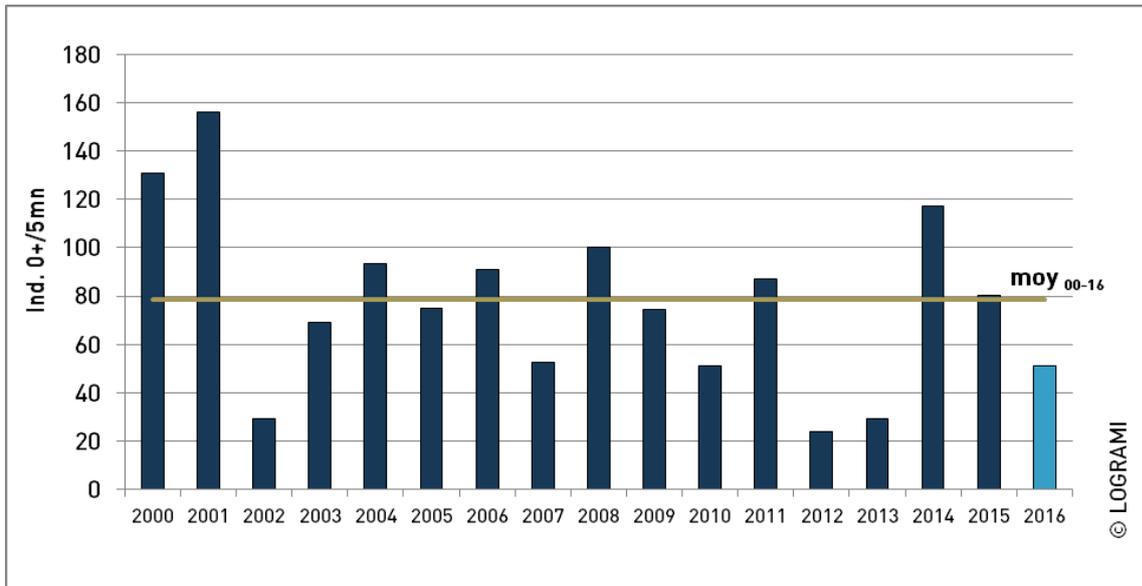


Figure 214 : Evolution sur la période 2000-2016 de l'indice d'abondance moyen de 6 stations échantillonnées sur la Sioule

5.3.1.8 Conclusion

Les suivis menés sur le Béal (Alagnon) soulignent la variabilité annuelle de production. Cette approche permet de qualifier l'année en terme de succès de cette phase du cycle de vie.

En 2016, il apparaît que les survies entre les frayères et les alevins soient inférieures aux années précédentes.

La relation entre les frayères et les indices d'abondance tacons confirme la colonisation, dès le printemps, des habitats favorables depuis les frayères vers l'aval sur des distances pouvant aller jusqu'à 5 km.

Les faibles valeurs observées sur la Sioule attestent d'un problème de survie dès le printemps.

5.4. Action 10 : Incrémentation annuelle du modèle de dynamique de population du saumon Loire Allier

5.4.1. 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 (UMR Ecobiop). 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.

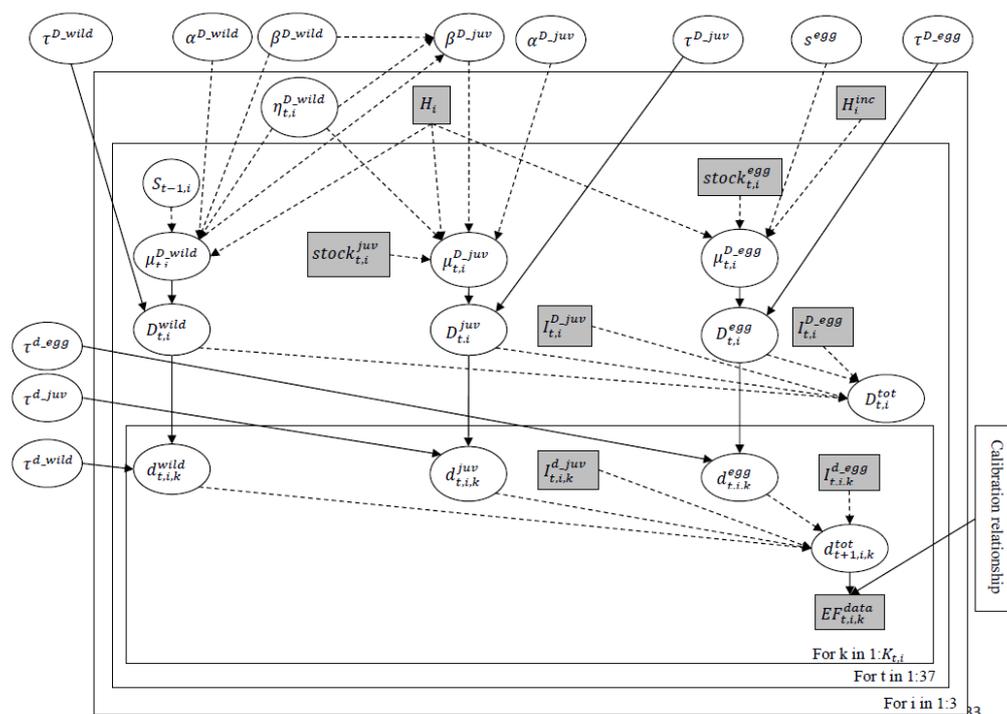


Figure 215 : Graphique Acyclique Dirigé (DAG) du modèle utilisé pour l'estimation des densités moyennes annuelles des juvéniles 0+ à l'échelle macro et micro. Les carrés représentent les quantités fixes. Toutes les quantités observées sont en gris. Les flèches représentent les liens de dépendance entre les différents nœuds : les flèches pleines représentent les relations probabilistes entre les nœuds parents et enfants, les flèches en pointillées indiquent les relations déterministes. Les cadres représentent une répétition de la structure à travers le temps, les sections de rivières et les sites. Les nœuds en dehors des cadres sont des paramètres inconnus constants entre les sites. (Source : DAUPHIN et PREVOST, 2013).

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 UMR-Ecobiop a proposé un transfert du modèle vers le Tableau de bord Saumon Aloses Lamproie Truite de mer (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 s'est poursuivi sous la supervision scientifique d'Etienne Prévost (LEGRAND et PREVOST, 2015 ; LEGRAND et PREVOST, 2016). 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),
- comptage des frayères qui permet la calibration de la relation géniteurs/nids,
- 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 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 le bassin versant 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 216).

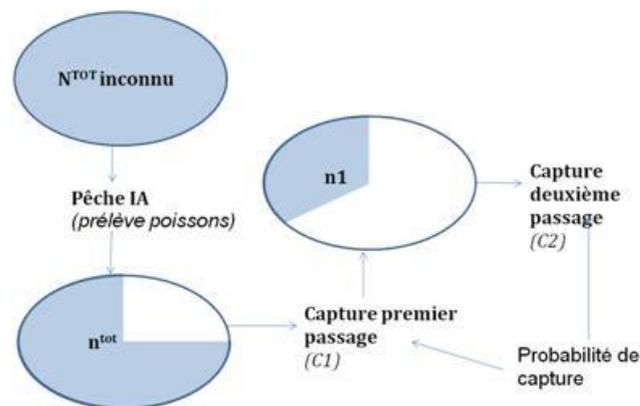


Figure 216 : Analyse de la relation entre la pêche par échantillonnage ponctuel et la pêche par déplétion (Sources LOGRAMI)

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. Le modèle dans sa version telle que produite par DAUPHIN et PREVOST (2013) ne reposait que sur une relation de calibration à 9 points réalisés par le CSP entre 1997 et 2001 exclusivement sur la rivière Allier. Cependant, 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. LOGRAMI a donc programmé une première campagne de pêche en 2015 pour ajouter 4 points supplémentaires à cette relation (dont 1 sur l'Alagnon) et une seconde en 2016 qui a permis d'ajouter 2 nouveaux points sur l'Allier et 2 autres sur l'Alagnon

L'ajout des nouveaux points a permis de renforcer cette relation de calibration. Nous avons observé que lors de l'ajout des 4 premiers points (campagne LOGRAMI 2015), la relation a été modifiée en faveur d'une vision un peu plus optimiste (densité de tacons 0+ supérieure pour un même indice d'abondance) (Figure 217).

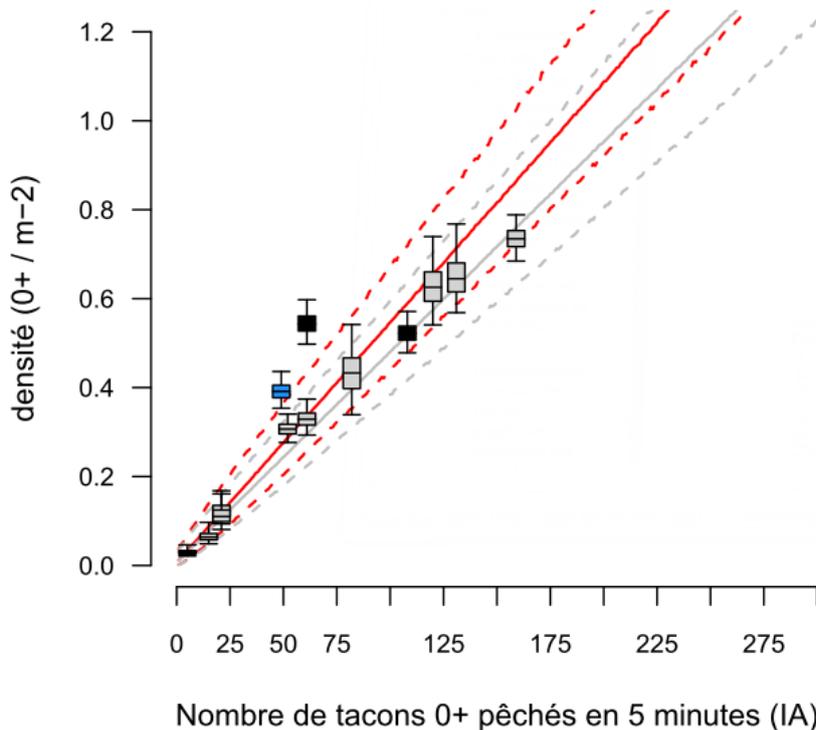


Figure 217 : Relation entre le nombre d'individus capturés en 5 min (IA) et la densité de tacons 0+ actualisée en 2015. Les boxplots indiquent les quantiles à 2.5, 25, médiane, 75 et 97.5 : en gris les 9 points historiques (rivière Allier), en noir les 3 nouveaux points réalisés dans la rivière Allier 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 des densités prédites pour les indices d'abondance en 5 minutes : 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 (Source : LOGRAMI, CSP – Réalisation :LEGRAND et PREVOST, 2016).

5.4.2. 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 (+/- 1m), le nombre maximum d'anodes est de 2.

5.4.3. Résultats

Les 04 et 05 octobre 2016, grâce à la mobilisation de 29 personnes sur les 2 jours, 4 nouveaux points sont venus enrichir la relation de calibration du modèle (Figure 218).

Ces points ont été choisis après la réalisation d'une première pêche « Indice d'Abondance » de façon à avoir pour l'Allier et l'Alagnon : 1 site avec une abondance très élevée et 1 site avec une abondance faible. Les points réalisés sur l'Alagnon sont programmés afin de vérifier la validité de l'utilisation de cette relation de calibration sur d'autres axes inclus dans le modèle.

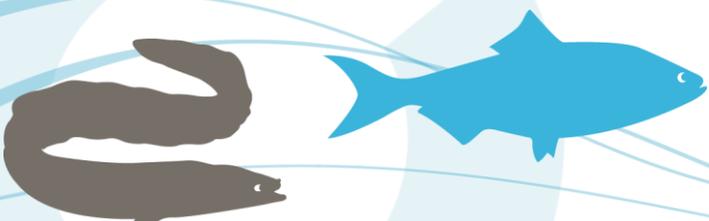




Figure 218 : Photographie de la mise en œuvre opérationnelle de la pêche par déplétion (Source : LOGRAMI)

Par rapport aux abondances visées, le site de forte abondance a pu être réalisé sur l'Allier (179 ind./5 mn), ce qui est important pour pouvoir utiliser cette relation de calibration sur les sites où plus de 170 tacons 0+ par 5 minutes sont capturés. Le point faible de l'Allier (26 ind./5 mn) l'est un peu trop car les valeurs de tacons 0+ par 5 min recherchées étaient comprises entre 25 et 50. Le site se situe donc dans la fourchette basse de cet intervalle. Le point fort de l'Alagnon (66 ind./5 mn) n'est pas aussi fort que la valeur que nous recherchions mais présente l'intérêt d'être très proche de valeurs observées sur l'Allier. Ceci permet de dire que pour l'instant il n'y a pas de raison de penser que cette relation de calibration ne soit pas adaptée à l'Alagnon (étant donné que pour un même nombre de tacons 0+ par 5 minutes nous observons des densités équivalentes sur les 2 cours d'eau). Le point faible de l'Alagnon correspond aux valeurs recherchées (24 ind./5 mn). Ce point est également conforme aux résultats observés sur l'Allier pour cette gamme d'abondance.

L'ajout des 4 nouveaux points en 2016 n'a pas modifié la relation obtenue en 2015. (Figure 219).

Relation IA vs densité de 0+

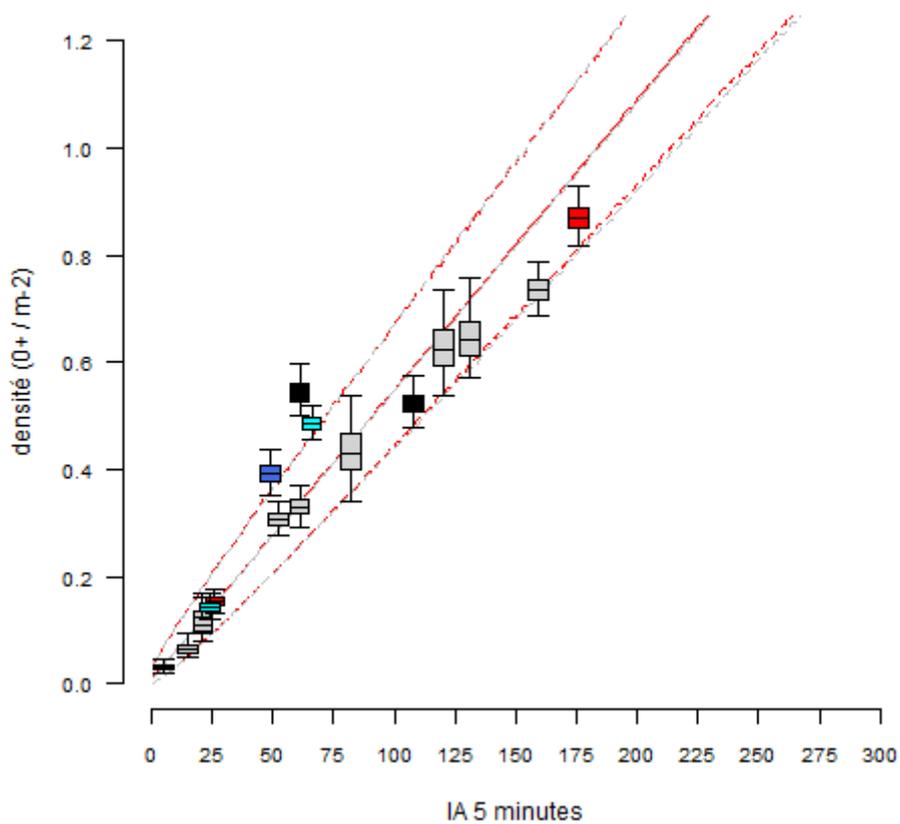
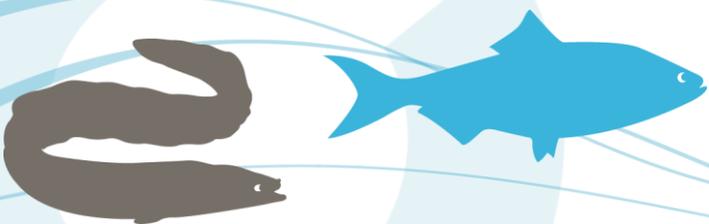


Figure 219 : Relation de calibration entre nombre de tacons 0+ pêchés en 5 minutes et la densité par m² actualisée en 2016. Les boxplot gris représentent les points de pêche réalisés par le CSP entre 1997 et 2001. Les 3 points noirs correspondent aux points réalisés en 2015 sur l'Allier par LOGRAMI (et toutes les structures ayant participé au bon déroulement de l'opération). Le point bleu foncé correspond au point sur l'Alagnon réalisé en 2015. Les 2 points rouges représentent les 2 sites réalisés cette année sur l'Allier et les 2 points bleus clairs ceux réalisés cette année sur l'Alagnon. Les traits pleins et pointillés représentent respectivement la médiane et les quantiles 2.5 et 97.5 des densités prédites pour les indices d'abondance en 5 minutes : en rouge pour la relation prenant en compte les anciens points plus les 8 points réalisés lors des 2 campagnes 2015 et 2016 menées par LOGRAMI (soit 17 points) et en gris la relation qui ne prend en compte que les 9 points historiques et les 4 points de la campagnes 2015 menée par LOGRAMI (Source : LOGRAMI, CSP – Réalisation : LEGRAND & PREVOST, 2017 – en cours de rédaction).



6. Les traits de vie

6.1. 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 (preferendum 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.

6.2. Action 21 : 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).

6.2.1. Sur le bassin Creuse-Gartempe

Les 111 saumons comptabilisés à Descartes en 2016 ont pu être mesurés individuellement (+/- 1 cm). Leurs tailles s'échelonnent de 48 à 103 cm pour une moyenne de 79 cm (+/- 11 cm).

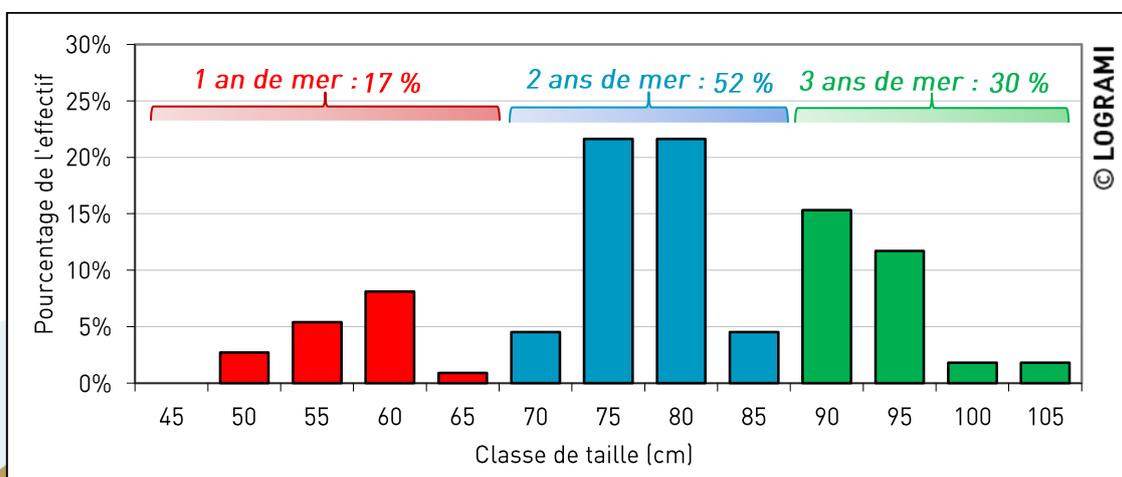


Figure 220 : Distribution en classes de taille des effectifs de saumon atlantique comptabilisés dans la passe à poissons de Descartes sur la Creuse en 2016 (n=111)

Les classes de tailles les plus représentées sont celles de 75 et 80 cm totalisant 24 individus chacune, soit 22 % de la population migrante (Figure 220). A partir d'un abaques, 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 (19 individus soit 17 % de l'effectif), de deux ans de mer (58 individus soit 52 % de l'effectif) et de trois ans de mer (34 individus soit 30 % de l'effectif).

La population migrante de l'année 2016 est donc en majorité composée de poissons de deux ans de mer. Les années précédentes cette classe d'âge était aussi majoritairement représentée (Figure 221). De 2007 à 2015, en moyenne 62 % (+/- 14 %) des individus ont été considérés comme des individus ayant séjourné deux ans en mer. **Les nombres de saumons de trois ans et de un an de mer sont aussi assez proches de ceux de l'historique.** En effet, en moyenne de 2007 à 2015, 20 (+/- 20) saumons de trois ans de mer et 13 (+/- 10) d'un an de mer franchissent chaque année le barrage de Descartes, alors que respectivement en 2016, 34 et 19 individus ont été comptabilisés.

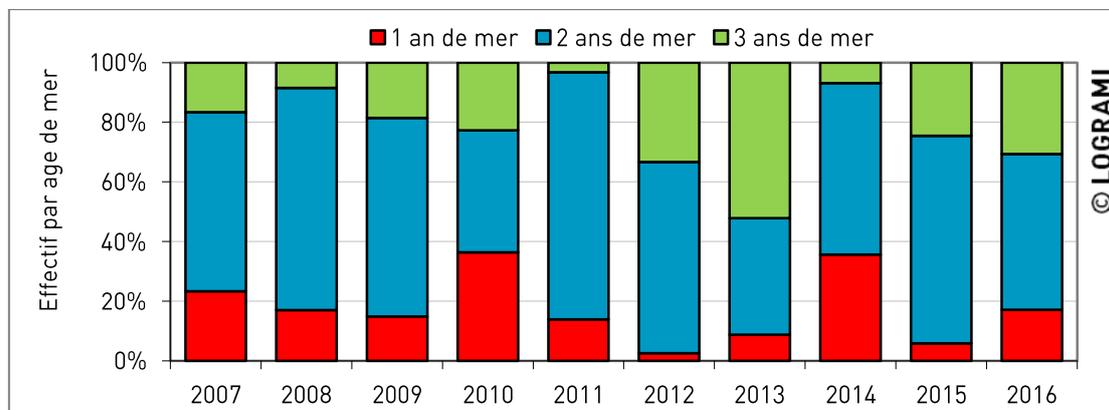


Figure 221 : Evolution de la répartition des classes d'âges de saumons à la station de comptage Descartes depuis 2007

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 222). Les retours des poissons issus de la dévalaison de 2014 sont incomplets. En effet, les trois ans de mer de cette cohorte migreront à Descartes en 2017. Les retours de l'année 2013 sont les plus importants de l'historique avec 211 saumons passés à Descartes, une à trois années après leur dévalaison. 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.



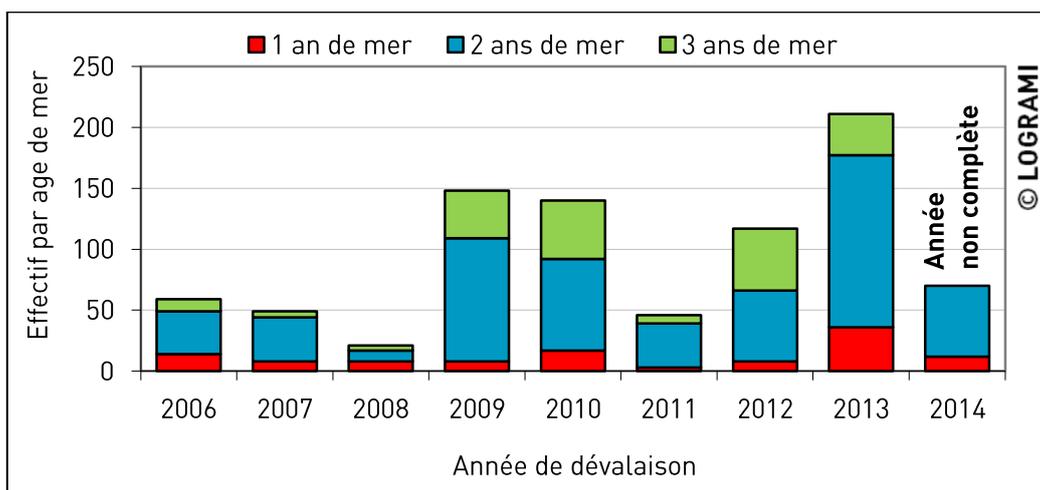


Figure 222 : Effectifs des retours de saumons par classe d'âge suivant leur année de dévalaison à Descartes (n=861)

Les proportions de chaque classe d'âge de retour à Descartes diffèrent suivant les années de dévalaison. Ainsi la classe de deux ans de mer représente 78 % de l'effectif de retour pour l'année 2011 alors qu'elle est de 43 % pour l'année 2008. Ces différences peuvent s'expliquer par des survies et des migrations en milieu marin variables mais aussi par des conditions hydrométriques limitantes certaines années pour la montaison des castillons (période de juin à juillet).

6.2.2. Sur le bassin de la Loire amont-Allier

6.2.2.1 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 2016, le contingent migrant à la station de comptage de Decize est constitué de 6 % de saumons de 1 été (1 individu) ; 72 % de saumons de 2 étés (13 individus) et 22 % de saumons de 3 étés (4 individus). Depuis 2009, la classe de saumons de 2 étés est aussi majoritaire avec en moyenne 80 % des passages (Figure 223).

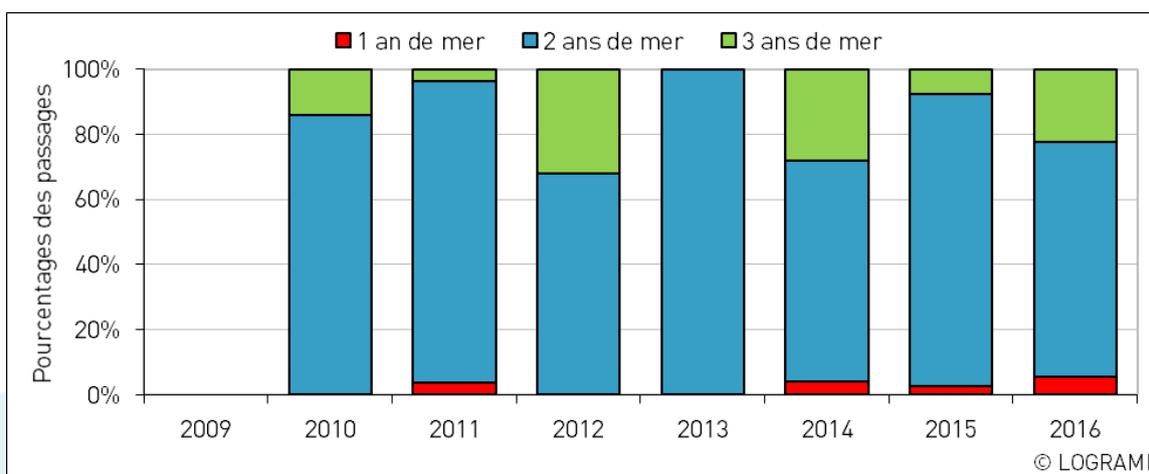


Figure 223 : Evolution de la répartition des classes d'âges de saumons à la station de comptage de Decize depuis 2009

Ces classes d'âge permettent de reconstituer le nombre de saumons de retour sur la Loire amont selon leur année de dévalaison (Figure 224). Les retours des poissons issus de la dévalaison de 2014 sont incomplets. En effet, les trois ans de mer de cette cohorte migreront à Decize en 2017. La moyenne interannuelle des retours de saumons par année de dévalaison à la station de comptage de Decize entre en 2008 et 2013 s'élève à 21 individus (+/- 10). Les retours de l'année 2013 sont les plus importants de l'historique avec 41 saumons passés à Decize. Les faibles retours de la dévalaison 2008 (n=7) peuvent en partie être liés à une pollution de l'estuaire de la Loire aux hydrocarbures. De même, les faibles retours de l'année 2011 (n=11) peuvent être expliqués par les conditions hydrométriques très défavorables rencontrées lors de la dévalaison.

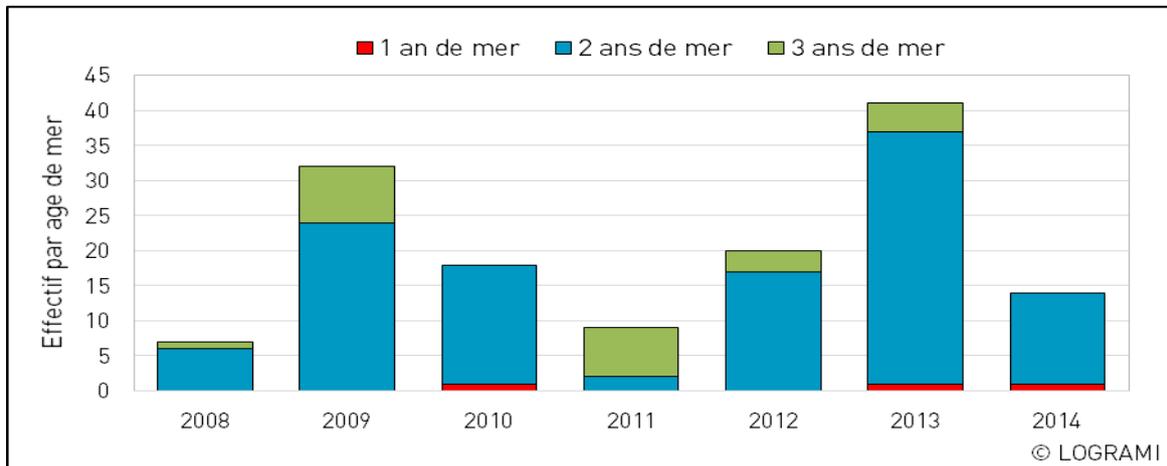


Figure 224 : Effectifs des retours de saumons par classe d'âge suivant leur année de dévalaison à Decize

6.2.2.2 Station de comptage de Gueugnon

Pour la deuxième fois depuis le suivi de la passe de la station de comptage de Gueugnon en 2006, des individus de 3 étés ont été contrôlés en 2016 sur le bassin de l'Arroux (Figure 225). Ils représentent 40 % du contingent migrant de l'année (soit 2 individus sur 5).

Au total, sur les 35 individus contrôlés sur la période 2006-2016, 31 saumons étaient des individus de 2 étés de mer. Les saumons de grande taille semble avoir du mal à regagner les zones amont du bassin de l'Arroux. En effet, certaines années (de 2010 à 2014), aucun des individus de 3 étés observés à la station de Decize n'est comptabilisé à la station de Gueugnon.



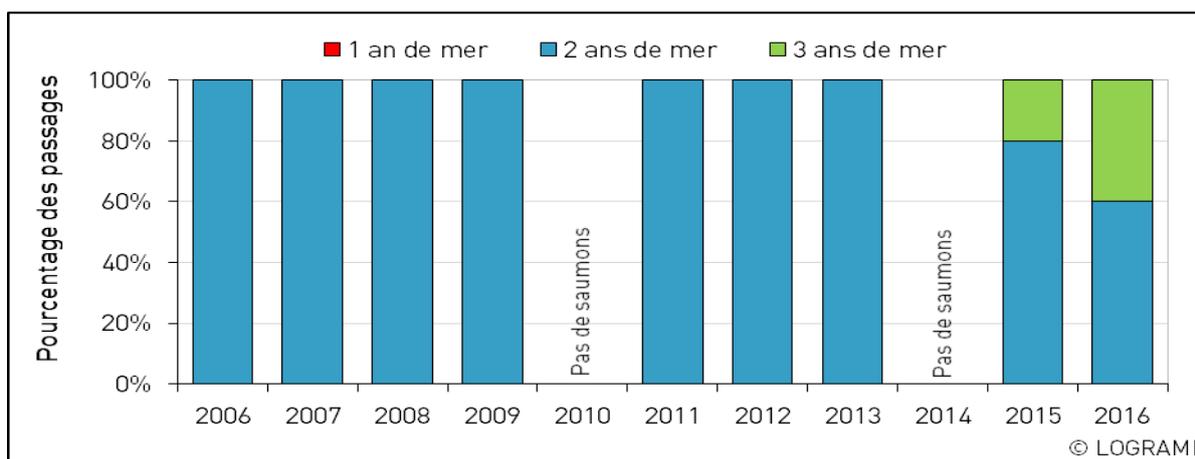


Figure 225 : Evolution de la répartition des classes d'âges de saumons à la station de comptage de Gueugnon depuis 2006

6.2.3. Sur le bassin de l'Allier

6.2.3.1 Station de comptage de Vichy

Les classes de tailles les plus représentées cette année en 2016 à la station de comptage de Vichy sont celles de 90 cm (95 individus) et 95 cm (109 individus) (Figure 226). Ces classes représentent 43 % du total des passages. Les classes les moins représentées sont celles de 60 cm et 65 cm avec respectivement 3 individus contrôlés pour chaque classe.

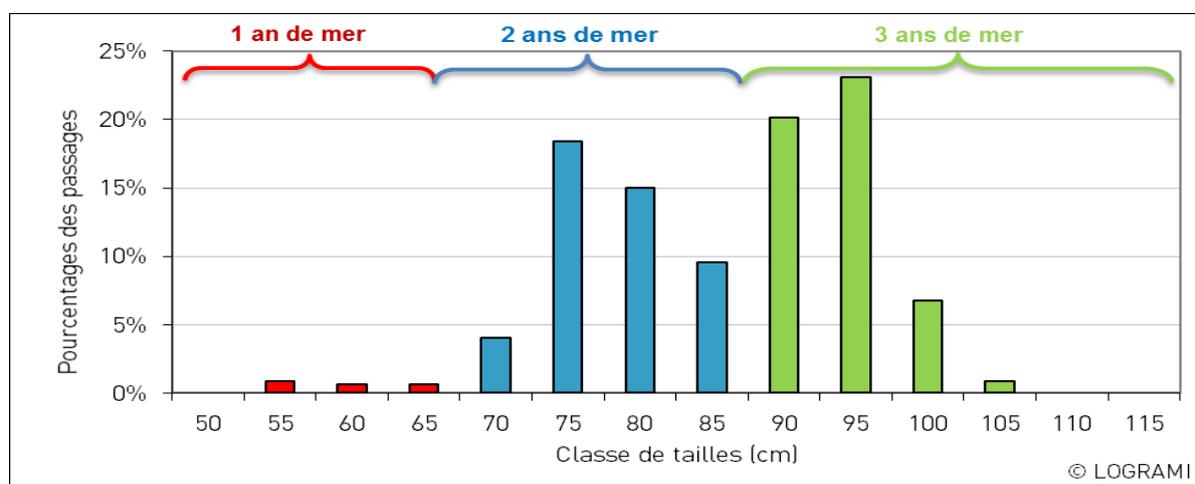


Figure 226 : Répartition des classes de taille de saumons à la station de comptage de Vichy en 2016

En 2016, le contingent de saumons contrôlés à la station de comptage de Vichy, est composé de 2 % de saumons de 1 été (10 individus), 47 % de saumons de 2 étés (222 individus) et 51 % de saumons de 3 étés (240 individus) (Figure 227).

Depuis 1997, la proportion d'individus de 2 étés représente la classe majoritaire avec 58 % des individus. L'année 2016 est donc **atypique** puis la majorité des individus contrôlés sont des saumons de 3 étés (51 %).

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%.

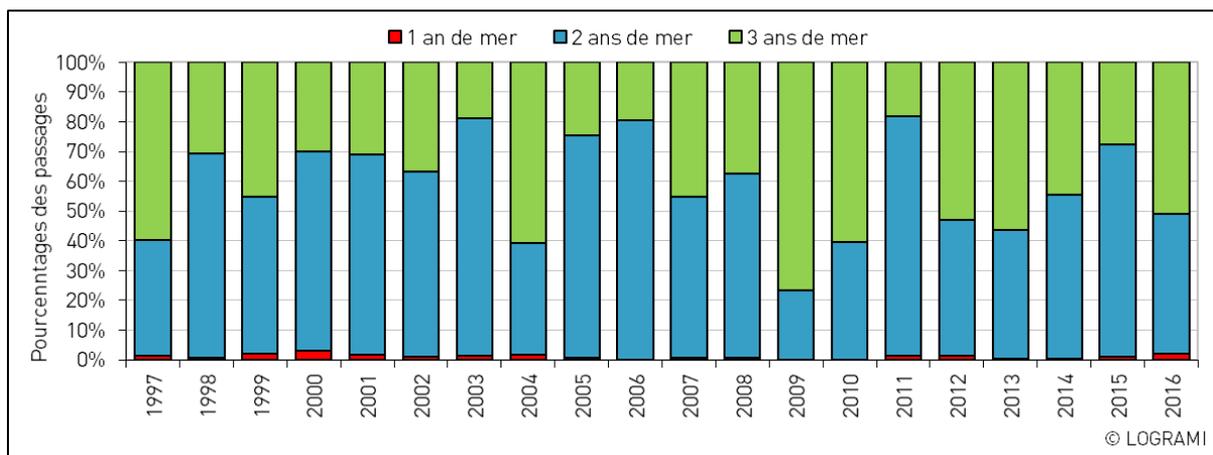


Figure 227 : Evolution de la répartition des classes d'âges de saumons à la station de comptage de Vichy depuis 1997

La moyenne interannuelle des retours de saumons par année de dévalaison à la station de comptage de Vichy entre en 1994 et 2013 s'élève à 621 individus (+/- 254) (Figure 228). Sur la période 1995-2016, la composition des retours de saumons par année de dévalaison en fonction des âges de mer des individus est la suivante : moyenne 1 été : 1,5 % ; moyenne 2 étés : 60,9 % ; moyenne 3 étés : 37,6 %. Depuis 2006, la part des 3 ans de mer a augmenté de 16,8 % [période 1995-2005 = 34,8 % ; période 2006-2013 = 51,6 %]. Cependant, ce constat peut être lié non pas à une augmentation des passages de poissons de 3 ans de mer, mais plus à une baisse des poissons de 2 ans de mer qui arrivent plus tardivement que les 3 ans et ne sont pas encore arrivés à Vichy lors de l'arrêt estival. En effet, les mortalités estivales sur la partie basse de l'Allier sont très importantes, comme en aval du Saut du Loup (confluence Allier-Alagnon) (BACH et al., 2011).

Les retours les plus importants sont issus de la dévalaison des juvéniles de 2001 : 1 398 saumons de retour à Vichy (Figure 228). 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 de dévalaison 2013, le retour des géniteurs de 2 étés de mer s'élève à 840 géniteurs et représente le deuxième meilleur retour après 2001 pour cette classe d'âge.

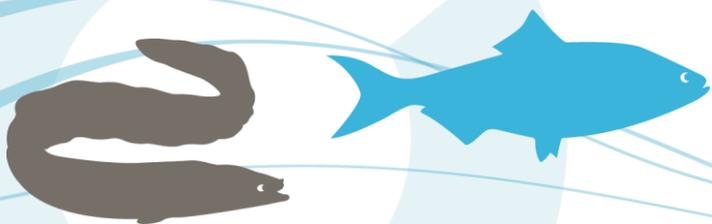
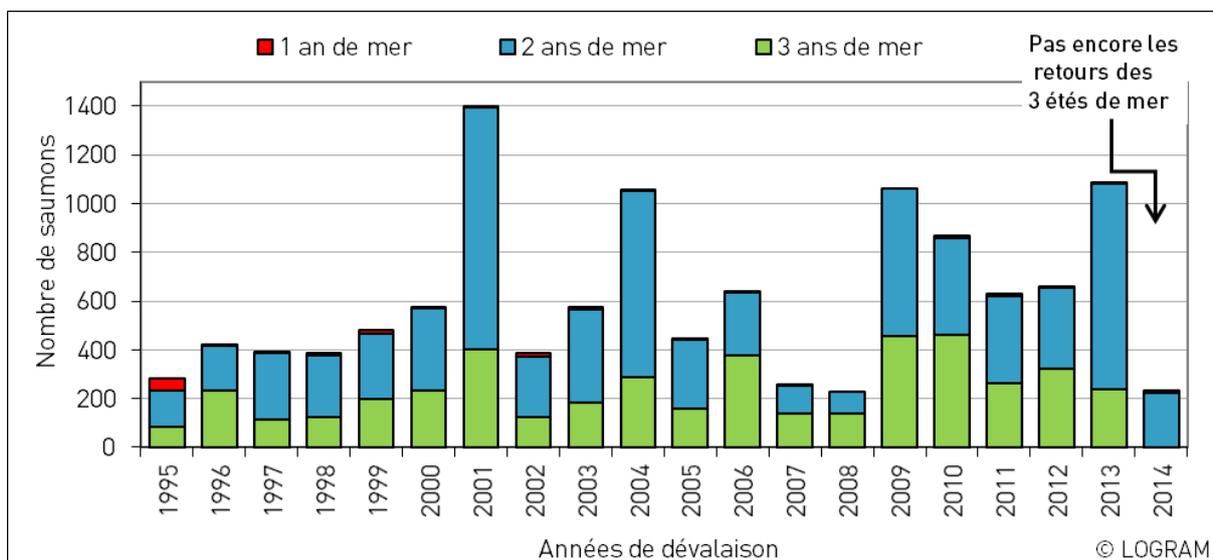


Figure 228 : Effectifs de retours de saumons par classe d'âge suivant leur année de dévalaison à Vichy depuis 1995

1.1.2.1 Station de comptage de Langeac

A Langeac, pour l'année 2016, la proportion de saumons de 3 ans de mer (40,8 %) est plus faible qu'à Vichy (51 %) alors que ces saumons passent plus précocement à Vichy que les saumons de 2 étés et 1 été de mer.

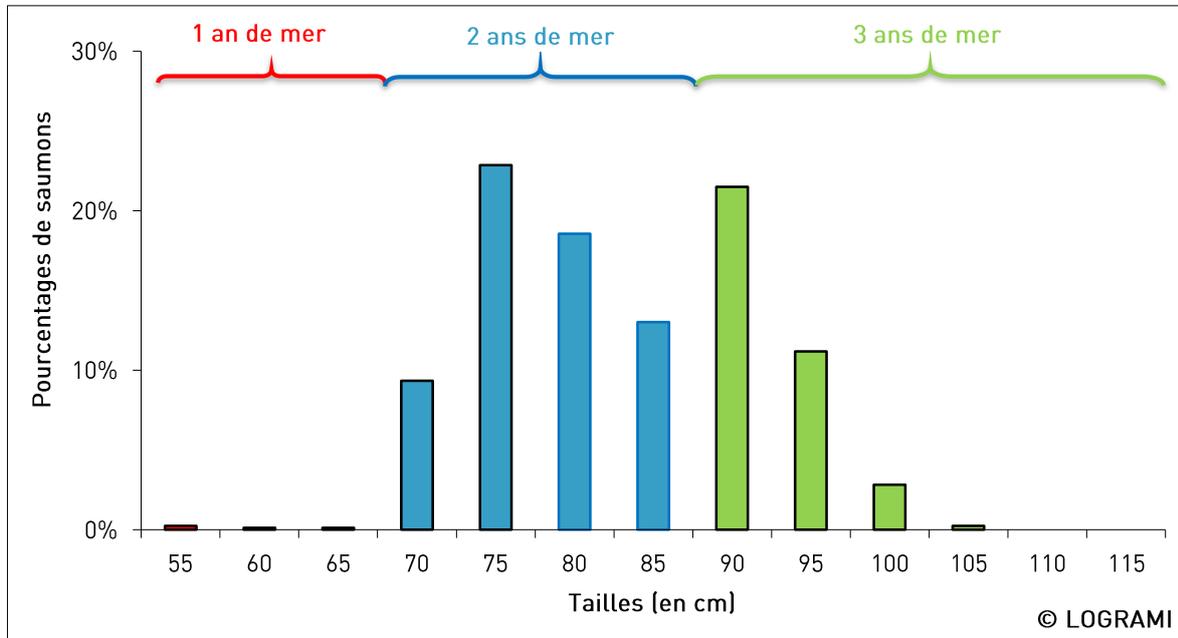


Figure 229 : Distribution en classes de taille des effectifs de saumon atlantique comptabilisés dans les passes à poissons de Langeac sur l'Allier en 2016 (n=169)

6.2.3.2 Station de comptage de Poutès

Proportionnellement aux passages de Langeac, les passages à Poutès sont très faibles (6,1 %). Cependant, la proportion de saumons de 3 ans de mer est légèrement plus importante qu'à Langeac.

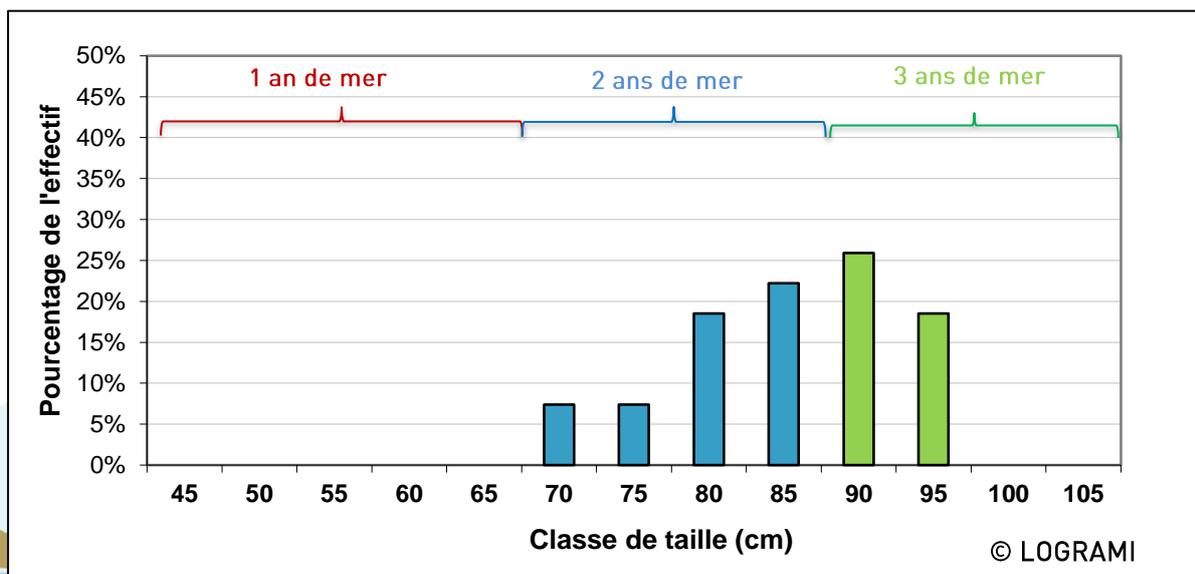


Figure 230 : Distribution en classes de taille des effectifs de saumon atlantique comptabilisés dans l'ascenseur de Poutès sur l'Allier en 2016 (n=27)

La moyenne interannuelle des retours de saumons par année de dévalaison à la station de comptage de Poutès de 1984 à 2013 s'élève à 56 individus (+/- 50) (Figure 231). Les variations annuelles sont très importantes, seulement 2 saumons issus de la dévalaison de 1988 ayant franchi le barrage de Poutès contre 222 en 2001. Ces retours record de 2001 sont également notés à Vichy.

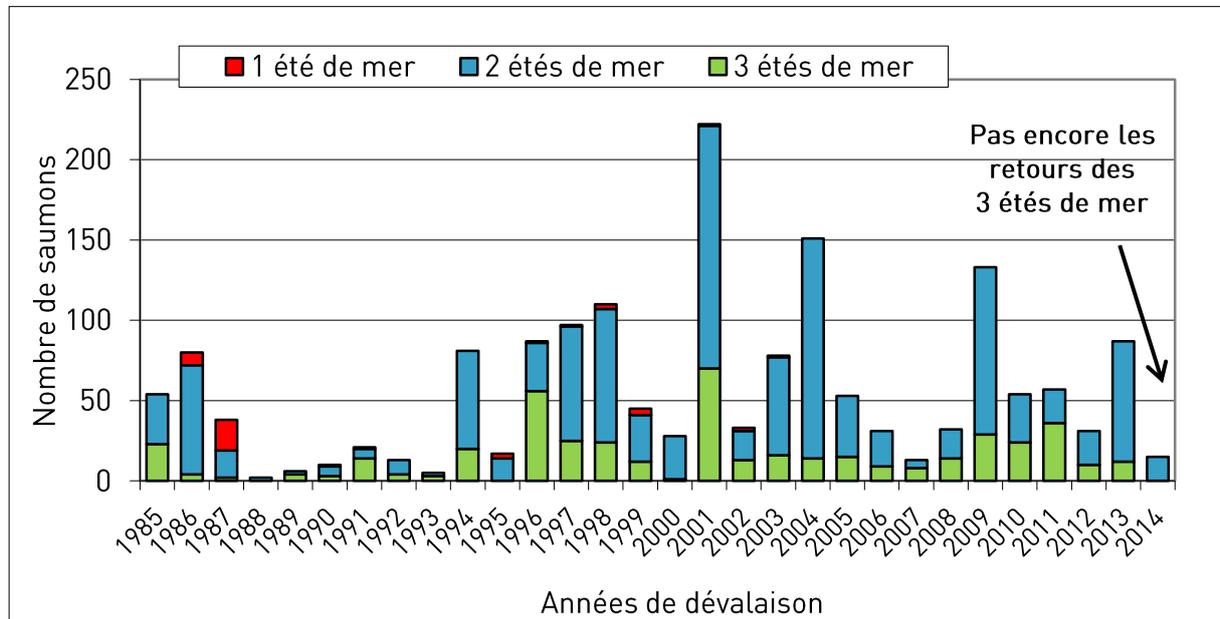


Figure 231 : Effectifs de retours de saumons par classe d'âge suivant leur année de dévalaison à Poutès depuis 1984

6.2.4. 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. En 2016, ils représentent 17 % de l'effectif à Descartes. Sur le site de Châtelleraut, ces individus sont les plus représentés (50 % de l'effectif annuel). 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 n'est 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.

La classe d'âge des deux ans de mer est la plus importante sur la Creuse, la Loire amont et l'Allier. Ces individus constituent l'essentiel de la population de la Loire amont.



L'axe Allier se particularise avec une proportion plus importante de saumons de 3 ans de mer. Sur la période 1997 à 2016, 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 les retours les plus 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 et Loire amont.

L'analyse des structures d'âge permet de mettre à jour des fonctionnements de population différentiels selon 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.

6.3. Action 32 : Dimorphisme sexuel et détermination du sexe chez le saumon atlantique sur le bassin de l'Allier

Cette action consiste à étudier le dimorphisme sexuel chez le saumon atlantique : il s'agirait ici de proposer un abaque permettant de connaître le sexe d'un individu 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.

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

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.

6.3.1. Matériel et Méthodes

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.

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 (BACH et al., 2015). 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.

En utilisant l'équation moyenne (ou droite de séparation) des deux droites de régression, il est alors possible, avec la mesure de sa mâchoire supérieure, de déterminer la taille d'un individu (longueur fourche : LF) au-dessus ou en-dessous de laquelle un poisson sera classé en mâle ou en femelle. Un abaque a pu être établi avec un taux de succès proche de 86 %.

6.3.2. 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 chaque saison de migration.

Les saumons capturés par notre Association depuis 2014 ont pu faire l'objet d'un sexage en utilisant l'abaque. Les résultats par année de piégeage sont exposés dans le Tableau 46. En moyenne depuis 2014, 53% de mâles ont été capturés par l'association LOGRAMI.

Tableau 46 : Sexage des saumons capturés par LOGRAMI depuis 2014 avec l'utilisation de l'abaque

Année	Nb Saumons Capturés	Sexage saumon	
		Mâle	Femelle
2014	48	27	21
2015	52	28	24
2016	43*	21	22

*En 2016, un saumon présentant un museau trop abimé n'a pas pu être sexé



Les saumons capturés au printemps chaque année par le CNSS pour le programme de déversement font l'objet d'un sexage à l'automne. Les résultats par année de piégeage sont exposés dans le Tableau 47. Contrairement aux captures faites par LOGRAMI, une part plus importante de femelles est capturée par le CNSS (60 % en moyenne entre 2014 et 2016). Depuis 2011, le sexe ratio des poissons capturés à Vichy calculé par le CNSS est relativement constant (32 à 44 % de mâles) (CNSS, 2016).

Tableau 47 : Sexe des saumons capturés par le CNSS depuis 2014 (Sources CNSS)

Année	Nb Saumons Capturés	Sexage saumon CNSS	
		Mâle	Femelle
2014	24	9	15
2015	50	Données manquantes	
2016	30	13	17

Les 197 saumons capturés depuis 2014 à la station de Vichy (Captures CNSS et LOGRAMI) permettent d'évaluer le sexe ratio moyen de la population à 1,01 (Tableau 48). En 2016, un sexe ratio de 1,1 en faveur des femelles est constaté.

Tableau 48 : Sex-ratio de la population de saumons à Vichy depuis 2014

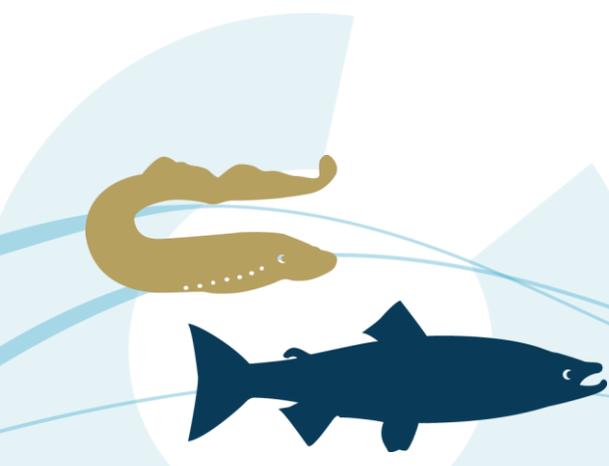
Année	Nb Saumons Capturés (CNSS+LOGRAMI)	Sexe saumon		Sexe-Ratio
		Mâle	Femelle	
2014	72	36	36	1,0
2015*	52	28	24	0,9
2016	73	34	39	1,1
Total	197	98	99	1,0

*Le sexage des saumons capturés par le CNSS en 2015 n'est pas communiqué (50 individus)

La population migrante totalisée au barrage de Vichy est composée majoritairement de mâles de 2 ans de mer (moyenne 37 %) et de femelles de 3 ans de mer (moyenne 30 %) (Tableau 49).

Tableau 49 : Composition de la population de saumons à Vichy en fonction du sexe des individus depuis 2014

Années de mer	% Age de mer	
	Femelles (n= 99)	Mâle (n=98)
1 an	0%	0%
2 ans	20%	37%
3 ans	30%	13%



Il est possible de déterminer le sexe des individus migrants à Vichy en utilisant la taille de la mâchoire supérieure.

Cette approche met en évidence un sex-ratio moyen de la population de saumons à Vichy entre 2014 et 2016 de 1. La précision de cet indicateur pourra être affinée par de nouvelles campagnes de captures.

La composition de la population est équilibrée en termes de rapport des sexes et déséquilibrée en termes de classes d'âge de mer.

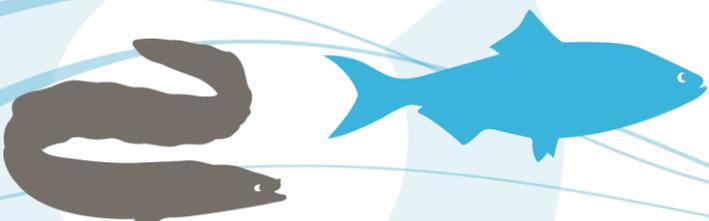
Nous observons de fortes proportions de mâles parmi les saumons de 2 ans de mer et de femelles de 3 ans de mer. Cette majorité de femelles de grande taille est intéressante en termes de potentiel reproducteur. En effet, ces individus ont une fécondité absolue plus élevée (PREVOST et al, 1992).

Depuis 2011, le CNSS effectue le sexage des poissons capturés pour la pisciculture. Il semble que le sexe ratio des poissons capturés à Vichy est relativement constant avec une part moins importante de mâles (32 à 44% de mâles) (CNSS, 2016).

6.4. Action 4 : Structure démographique des anguilles européennes sur la Vienne

Les anguilles européennes observées à la station de comptage de Châtellerault sur la Vienne sont mesurées individuellement. Pour rappel, cette station est la seule du bassin de la Loire où le comptage d'anguilles est quasi-exhaustif. L'outil de mesure ne permet pas de mesurer précisément les individus, leurs tailles seront donc exprimées en centimètres. Par ailleurs, la difficulté de déterminer la position des anguilles par rapport à la vitre de vidéo comptage et la petite taille des individus rendent parfois ces mesures encore plus imprécises. Leur analyse par classes de tailles permet toutefois de caractériser la population migrante.

En 2016, 7 092 anguilles ont pu être mesurées, soit 99 % de l'effectif annuel. **La taille médiane de l'effectif de l'année est de 28 cm. Il s'agit de la taille médiane la plus faible de l'historique.** Les classes de tailles [15-30 cm[et [30-45 cm[comprennent la quasi-totalité de l'effectif, avec respectivement 63 % et 35 % des anguilles mesurées. La première classe correspond aux anguilles en phase de croissance (2 à 6 étés continentaux suivant les individus), alors que la seconde correspond à des individus mâles pouvant s'argenter ou à des individus femelles encore en croissance (BRIAND et al, 2006).



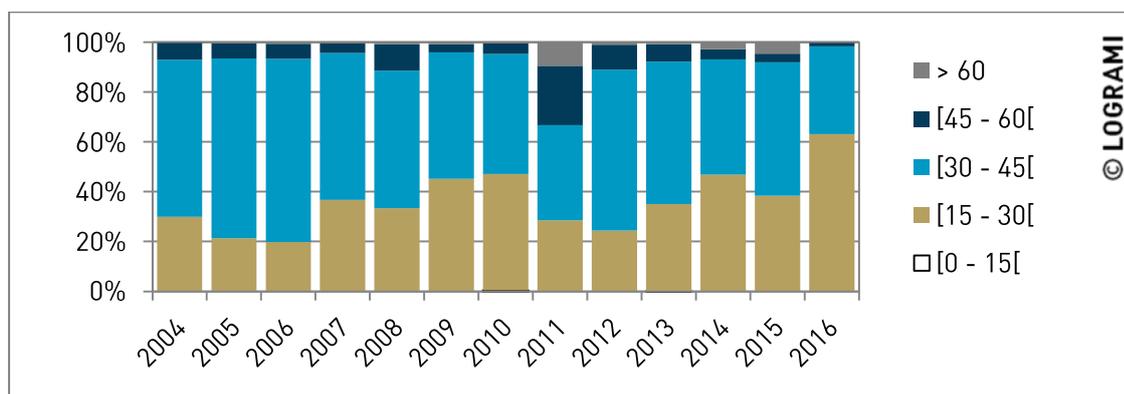


Figure 232 : Distribution en classes de taille (cm) des anguilles à Châtellerault depuis 2004 (n=23 366)

Par rapport aux années précédentes, la proportion d'anguilles comprises entre 15 et 30 cm est bien plus importante en 2016 (Figure 232). En moyenne de 2004 à 2015, cette classe de taille comprend 34 % (+/- 9) de l'effectif annuel contre 63 % en 2016. Ce résultat peut s'expliquer par des conditions hydrologiques très favorables à la migration des anguilles vers les têtes de bassin mais aussi par le bon recrutement des années antérieures sur la Loire notamment en 2013.

6.5. Action 5 : Structure en âge des juvéniles de lamproie marine sur le bassin de la Vienne

Depuis la réouverture du bassin de la Vienne, suite à l'arasement du barrage de Maisons-Rouges, la lamproie marine a recolonisé ce bassin au point d'être actuellement une des plus grandes populations européennes. Actuellement, les données de suivi de la lamproie marine sur le bassin de la Vienne proviennent des stations de contrôle et des suivis de la reproduction. Globalement peu connue, la phase juvénile de la lamproie marine n'y était jusqu'ici pas étudiée.

Après une phase embryonnaire de 40 jours au sein de la frayère, les larves quittent le nid. Elles poursuivent leur croissance, enfouies dans les sédiments sablo-limoneux. Généralement de 5 à 7 ans en Europe, la durée de vie larvaire, qui semble dépendre de l'abondance de nourriture, de la température de l'eau et de la latitude, est encore méconnue. Elle peut varier au sein d'un bassin versant (DUCASSE et LEPRINCE, 1980). Les ammocètes effectuent leur phase de grossissement sur des secteurs à substrats meubles et à faible courant situés, le plus souvent, à l'aval immédiat de zones de frayères (TAVERNY et ELIE, 2010). L'évaluation de la phase juvénile de la lamproie marine consiste à échantillonner par pêche électrique ces habitats. Cette étude a pour objectif de s'assurer du bon état du recrutement par la présence des ammocètes de l'année (0+) et d'établir un suivi de la structure démographique de la population.

Cette action a déjà été réalisée en 2014 et 2015 dans le cadre d'un appel à projet soutenu par la Fondation LISEA Biodiversité (PORTAFAIX et al., 2015). L'année 2016 constitue la troisième année de suivi et s'inscrit dans le cadre du programme de recherches appliquées en faveur des poissons migrateurs.

6.5.1. Matériel et Méthodes

6.5.1.1 Choix des sites échantillonnés

Les sites sont choisis le jour de l'échantillonnage. Ils correspondent à des habitats optimaux (type I) à sub-optimaux (type II) pour les larves de lamproies (Figure 233). La localisation des sites a été choisie

en fonction de trois paramètres : la proximité d'une frayère de lamproie, une répartition homogène des sites sur le réseau hydrographique concerné par l'étude et la faisabilité du protocole.

Type I	Type II	Type III
Substrat doux	Substrat ferme	Substrat dur
mélange de sable et de matières organiques, végétaux aquatiques, zones de dépôt	sable remanié, avec parfois des particules grossières présentes et peu de matières organiques	particules grossières tassées, couche argileuse, roche

Figure 233 : Classification des habitats larvaires selon Slade et al. (2003) (Taverny et al., 2005)

Pour chaque site échantillonné, une description détaillée des habitats est réalisée. Les faciès rencontrés sont caractérisés à partir de la clé de détermination proposée par Malavoi et Souchon en 2002. L'ambiance générale est elle aussi notifiée à partir d'une classification basée sur des critères granulométriques, organiques et morphodynamiques (Figure 234).

D'autres critères tels que la vitesse du courant, la profondeur moyenne, la nature et l'épaisseur du substrat sont renseignés. La surface de la zone échantillonnée est par ailleurs précisément mesurée de manière à pouvoir calculer une densité d'individus.

Code	Définition synthétique	Observations complémentaires
SS	Sables stables	sables fins en surface, mélangé parfois avec des débris de bois grossiers en surface ou en profondeur
SC	Sables changeant	sables grossiers, sables dominants en surface et graviers dessous
LO	Litière organique	tapis de feuilles mortes plus ou moins décomposées, de petits débris de bois, d'algues en aval d'obstacles tels que les embâcles et dans les zones de contre-courant (bordures, anses)
SVA	sables et végétaux aquatiques	végétaux aquatiques poussant sur fond sablonneux de manière assez clairsemée pour que la nature du fond se voit
BVA	boue et végétaux aquatiques	en zone lenticque Exemples avec les zones à nénuphars en bordure de lit et dans les zones d'étalement
ESM	embâcles et sédiments meubles	Débris de bois grossiers avec du limon, de la vase
MVA	substrat grossier colonisé par des massifs de végétaux aquatiques compacts	en zone ± lenticque substrat graveleux à caillouteux *
GVA	substrat grossier colonisé par des pieds disséminés de végétaux aquatiques	en zone ± lotique substrat graveleux à caillouteux
SD	Substrat grossier pur	substrat graveleux, caillouteux, roche mère

* : non visible depuis la surface au dessus du massif lui-même

Figure 234 : Classification des méso-habitats (TAVERNY et al., 2005)



6.5.1.2 Échantillonnage

L'échantillonnage est réalisé en fin de d'été, début d'automne, dans le but de capturer les individus nés dans l'année (0+). Cette période normalement de basses eaux permet aussi de réaliser la capture dans des conditions hydrologiques optimales.

Ces pêches électriques sont réalisées à l'aide du matériel Hans Grassl EL 64 II délivrant un courant continu. Ce matériel est composé d'un générateur fonctionnant sur moteur thermique et d'une unité de contrôle (Figure 235). Les déplacements ont été effectués en bateau dans le but de faciliter l'accès aux habitats.



Figure 235 : Illustrations d'une pêche électrique à Antran sur la Vienne en 2014

La zone est échantillonnée par un déplacement lent de l'anode sur l'ensemble de la surface. Cette dernière ne doit pas être placée directement sur le substrat, des mouvements de haut en bas sont réalisés de manière à faire ressortir les ammocètes. Pour éviter la tétanisation des individus dans le sédiment, une alternance de phases avec courant (entre 15 et 20 secondes) et de phases sans courant (5 secondes) est réalisée. Ce procédé de marche/arrêt permet de faire sortir les ammocètes dans la colonne d'eau. Les individus remontant ainsi à la surface sont capturés à l'aide d'épuisettes à mailles fines (1 mm) par deux opérateurs se trouvant de part et d'autre du porteur de l'anode. Elles sont ensuite placées dans un seau pour réaliser la biométrie.

Si des ammocètes ont été capturées lors du premier passage, un second passage est réalisé. Si le nombre d'individus lors de ce second passage est supérieur à celui du précédent, d'autres passages seront réalisés jusqu'à obtenir un nombre inférieur de captures à celui du passage précédent. Un laps de temps de plusieurs minutes entre chaque passage est parfois nécessaire pour permettre aux matières mises en suspension de se redéposer. Cette technique de passages successifs permet d'éviter de réaliser une pêche jusqu'à épuisement tout en obtenant une densité minimale d'individus présents sur l'habitat échantillonné. Une estimation de la densité totale sera ensuite réalisée par la méthode du maximum de vraisemblance pondérée (CARLE et STRUB, 1978).

6.5.1.3 Biométrie

Les lamproies échantillonnées sont anesthésiées à l'aide d'une solution d'eugénol. Cette anesthésie a pour but d'éviter d'induire un stress supplémentaire aux individus et ainsi de réduire le risque de traumatisme physique.

Les ammocètes sont ensuite identifiées à l'aide de pigmentations sombres situées au niveau du capuchon oral et de la nageoire caudale (Figure 236). Ce critère ne permet cependant pas de distinguer

entre elles les larves de *Lampetra fluviatilis* et *Lampetra planeri*. L'identification portera donc sur les seuls genres *Petromyzon* et *Lampetra*.

Chez les larves de *Petromyzon marinus* des mélanophores sont présents sur toute la surface du capuchon oral jusqu'à la bordure des lèvres. Ils descendent latéralement jusqu'au-dessus du sillon branchial. Une large pigmentation est par ailleurs présente à l'extrémité postérieure de la caudale. Chez les larves de *Lampetra*, les mélanophores descendent peu latéralement et n'atteignent pas la bordure du capuchon oral. La pigmentation de la caudale n'est pas marquée (Gardiner, 2003).

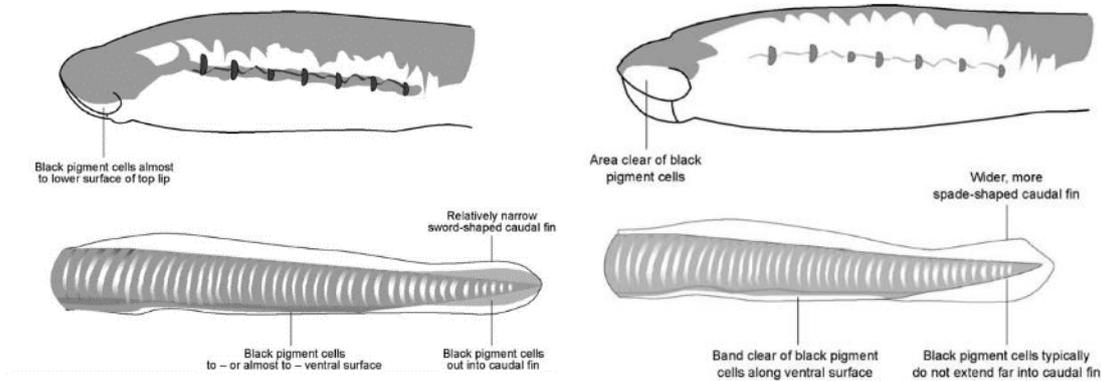


Figure 236 : Critères d'identification des genres *Petromyzon* (à Gauche) et *Lampetra* (à Droite) (illustration : Keith Mutch, Gardiner, 2003)

Cette technique d'identification n'est pas toujours fiable notamment pour les individus en dessous de 60 mm qui peuvent posséder des pigmentations atypiques (TAVERNY et ELIE, 2010). Un test génotypique pourrait confirmer l'appartenance à l'un des deux groupes (Urdaci et al., 2013). Ce test n'a cependant pas été utilisé dans cette étude, toutes les ammocètes présentant une pigmentation ont été considérées comme des lamproies marines.

Les ammocètes identifiées sont ensuite mesurées et pesées individuellement. L'appareil de mesure est une balance Ohaus Valor 3000 Xtreme W de précision 0,2 g. Des informations sur l'avancement de leur métamorphose sont aussi notées (apparition de l'œil, développement du disque buccal...)

6.5.2. Résultats

6.5.2.1 Effort de prospection

L'étude porte sur les cours d'eau de la Vienne à l'aval de Châtelleraut et de la Creuse à l'aval de La Roche Posay (Figure 237). En 2016, 43 habitats ont été échantillonnés, 14 se situent sur la Creuse et 29 sur la Vienne (dont 10 en aval de la confluence avec la Creuse). La surface des zones échantillonnées représente un total de 84,6 m², soit en moyenne 2,3 m² (+/- 0,7) par habitat.

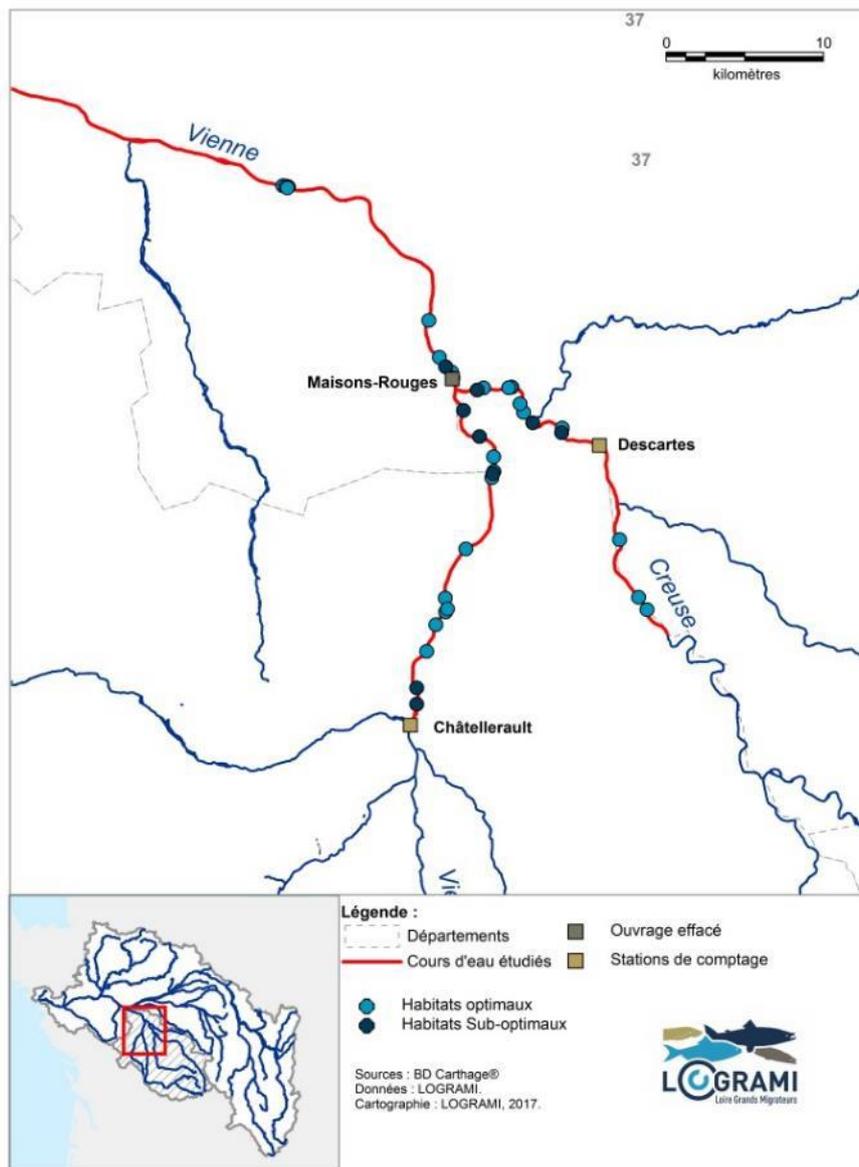


Figure 237 : Carte de répartition des habitats à juvéniles de lamproie marine échantillonnés en 2016 sur le bassin de la Vienne

La campagne de pêche électrique s’est déroulée sur 9 jours répartis du 12 au 23 septembre. Les conditions hydrométriques durant cette période furent relativement stables. Le débit moyen rencontré à Nouâtre sur la Vienne était en effet de $47 \text{ m}^3/\text{s}$ (+/- 2). Ce débit est bien inférieur à celui de référence du mois de septembre ($69 \text{ m}^3/\text{s}$, données calculées sur 60 ans). (Origine des données : SPC VCA - Centre de Poitiers / HYDRO-MEDDE/DE).

Les 43 sites échantillonnés sont répartis de manière homogène sur l’ensemble du réseau hydrographique suivi (Figure 237). Les habitats pêchés présentent des caractéristiques de faciès et d’ambiance différentes. Ces critères ont permis de déterminer si ces habitats sont optimaux pour les ammocètes : 27 sites échantillonnés correspondent à des habitats de type I (optimaux) et 12 à des habitats de type II (sub-optimaux). En l’absence d’ammocètes, six autres sites n’ont pas été décrits.

6.5.2.2 Biométrie des ammocètes

Identification

Un total de 721 lamproies a été échantillonné, dont 713 *Petromyzon marinus* et 8 *Lampetra sp* (Figure 238). Ces dernières ont été capturées pour la plupart sur la station la plus aval de l'axe Vienne sur la commune de L'Île Bouchard. La lamproie de Planer vivant dans les ruisseaux et les têtes de bassin, il est fort probable que les individus de *Lampetra* observés soient des lamproies fluviatiles. Néanmoins, afin de confirmer cette hypothèse, il serait intéressant de réaliser des investigations complémentaires si d'autres individus du genre *Lampetra* sont capturés dans les années à venir. L'aire de répartition de cette dernière étant très peu connue sur la Vienne et plus généralement sur le bassin de la Loire.

L'étude portant sur les lamproies marines, les individus du genre *Lampetra* ne sont pas pris en compte dans les résultats suivants.



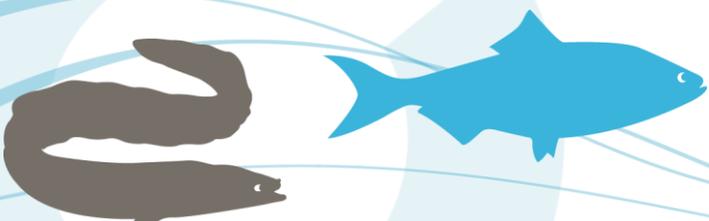
Figure 238 : Illustration de la différenciation *Lampetra* (haut) et *Petromyzon* (bas) par la pigmentation de la caudale

Parmi les 721 ammocètes de lamproie marine échantillonnées, 34 présentent des critères de début de métamorphose (apparition des yeux, développement du disque buccal...).

Densité

A partir des surfaces des habitats échantillonnés et du nombre d'ammocètes capturées lors des différents passages, une estimation de la densité totale d'individus de lamproie marine peut être réalisée avec la méthode Carle et Strub. Cette estimation est trop imprécise pour douze des stations échantillonnées (probabilité de captures entre les différents passages inférieure à 25 %). Pour ces dernières une densité minimale, sans estimation, a été retenue. Les résultats de densité sont variables, ils sont compris entre 0 et 35 ind/m².

La densité sur les habitats de type I dits optimaux est proche (9,6 +/- 7,6 ind/m²) de celle sur les habitats de type II dits sub-optimaux (10,6 +/- 8,7 ind/m²). Ce constat est contraire aux résultats rencontrés dans la bibliographie (Harvey et Cowx, 2003) qui montre en général un préférendum des ammocètes pour les habitats optimaux. Le nombre réduit d'habitats sub-optimaux et leurs faibles surfaces expliquent en partie ce résultat. Ces sites ont en effet été échantillonnés par défaut sur des secteurs pauvres en habitats propices, ils sont bien souvent de taille plus réduite et leur nombre est limité sur la rivière. Les



concentrations en ammocètes sont alors plus importantes. Sur le seul axe Vienne, la différence de densité est bien marquée entre les deux types d'habitats (Tableau 50).

Tableau 50 : Récapitulatif des résultats d'échantillonnage par rivière et type d'habitats en 2016 (Sources : LOGRAMI)

Rivière	Vienne		Creuse	
Type d'habitat	Optimaux	Sub-Optimaux	Optimaux	Sub-Optimaux
Nombre de stations	17	7	10	3
Nombre moyen d'ammocètes	20 +/- 16	14 +/- 12	18 +/- 12	37 +/- 22
Densité moyenne (ind/m ²)	9,8 +/- 8,4	7,3 +/- 6,7	9,3 +/- 6,2	17,3 +/- 9,4

Structure démographique

Les tailles des ammocètes varient de 17 à 155 mm. La taille moyenne des individus est de 79 mm (+/- 35). Les lamproies présentant déjà des caractéristiques de métamorphose ont une taille moyenne de 133 mm (+/- 9). Ces ammocètes appartiennent toutes à la dernière classe d'âge (4+) et doivent donc rejoindre l'océan l'année après l'échantillonnage (Tableau 51). Plusieurs classes d'âge ayant été capturées, la distribution ne suit pas une loi normale (Figure 239).

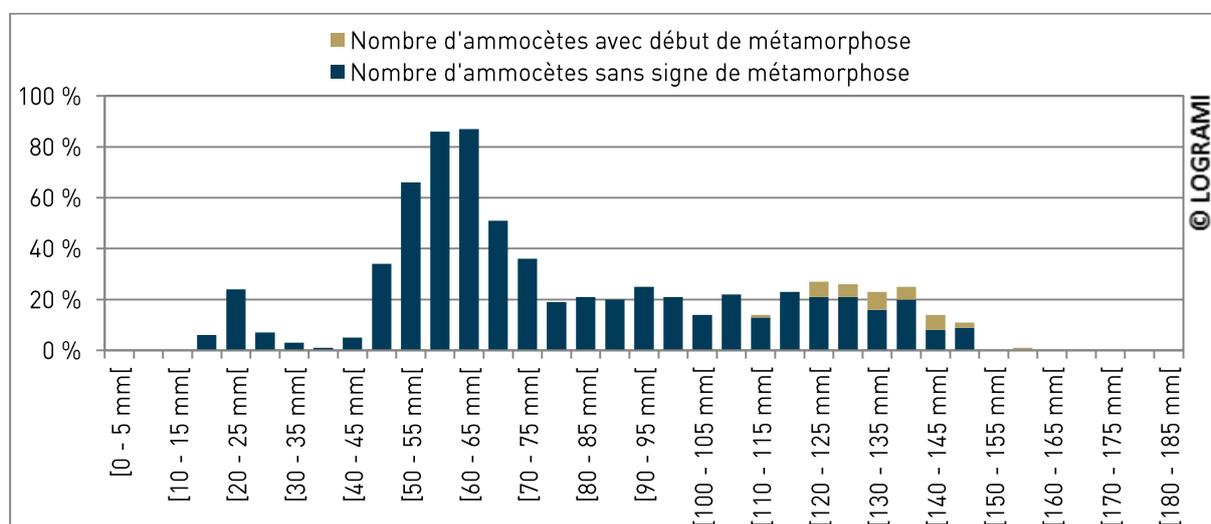


Figure 239 : Distribution par classes de taille des larves de lamproies marines échantillonnées en 2016 (n=712)

En dehors des classes de taille [20 - 25 mm[et [60 - 65 mm[, il est difficile de faire ressortir un pic, correspondant aux dernières classes d'âge. Une estimation peut cependant être réalisée à partir de la méthode de Bhattacharya (1967). Cette méthode permet de scinder une distribution composée de plusieurs classes d'âge en sous distributions normales distinctes. A l'aide du logiciel FISAT II, la distribution annuelle peut ainsi être découpée (Figure 240).

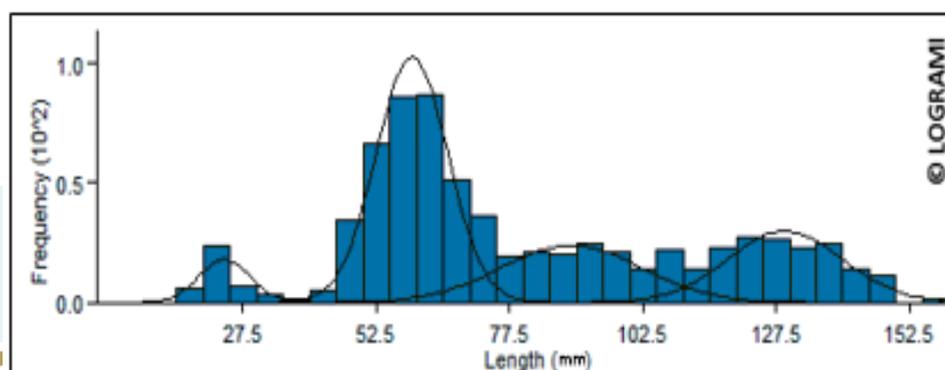


Figure 240 : Décomposition de la distribution de classes de tailles des ammocètes échantillonnées en 2016 suivant la méthode de Bhattacharya (1967) (n=712) (Sources : LOGRAMI et FiSATII)

En 2016, seulement quatre classes d'âges ressortent avec cette méthode. Les années précédentes, cinq classes d'âges avaient pu être identifiées. Compte tenu de l'absence de pic sur le graphique, et de l'incertitude de cette méthode, les ammocètes de la classe d'âge 3+ ont probablement été incluses avec celles des classes 2+ et 4+.

34 individus nés dans l'année (0+) ont été échantillonnés (soit 6 % de l'effectif). La cohorte de 1+ est la plus représentée avec 49 % de l'effectif échantillonné. Ces ammocètes sont issues respectivement des reproductions des années 2016 et 2015. Les classes d'âges suivantes représentent 45 % de l'effectif, elles semblent correspondre aux reproductions des années 2012 à 2014.

6.5.2.3 Comparaison interannuelle

Les deux années précédentes, un total de 418 lamproies marines a été échantillonné (279 en 2014 et 139 en 2015). Cinq classes d'âges ont pu être identifiées pour chaque année d'étude (Tableau 51) :

- En 2014, cinq classes d'âge composent la population d'ammocètes. Seulement 14 individus nés dans l'année (0+) ont été pêchés (soit 5 % de l'effectif). Les cohortes de 2 et 3 ans ont été majoritairement échantillonnées, représentant respectivement 37 % et 30 % de l'effectif total. Ces ammocètes sont issues des reproductions des années 2011 et 2012.
- En 2015, cinq classes d'âge peuvent aussi se distinguer. Avec 37 individus, les 0+ représentent 26 % de l'effectif capturé. Les ammocètes âgées de 4 ans sont les plus nombreuses avec 46 individus échantillonnés (soit 33 % de l'effectif annuel).

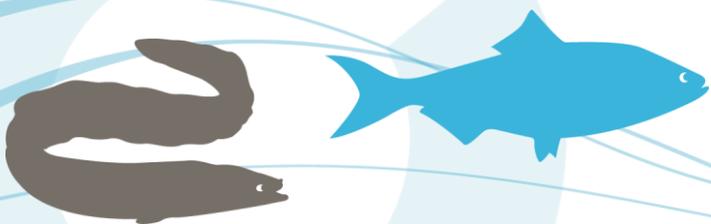
Tableau 51 : Nombre d'ammocètes échantillonnées de 2014 à 2016 par année de naissance (estimation par la méthode de Bhattacharya (1967)) (Sources : LOGRAMI et FiSATII)

Année de naissance	2016	2015	2014	2013	2012	2011	2010
Nombre d'individus en 2014			14 (5 %)	29 (10 %)	103 (37 %)	84 (30 %)	49 (18 %)
Taille moyenne en 2014 (mm)			25 (+/- 4)	63 (+/- 8)	86 (+/- 11)	116 (+/- 9)	135 (+/- 7)
Nombre d'individus en 2015		37 (26 %)	6 (5 %)	33 (24 %)	17 (13 %)	46 (33 %)	
Taille moyenne en 2015 (mm)		28 (+/- 4)	55 (+/- 6)	82 (+/- 10)	111 (+/- 6)	130 (+/- 10)	
Nombre d'individus en 2016	34 (6%)	277 (49 %)	126 (22 %)		129 (23 %)		
Taille moyenne en 2016 (mm)	24 (+/- 5)	59 (+/- 7)	89 (+/- 13)		129 (+/- 10)		

Les ammocètes issues de la reproduction de 2014 sont peu nombreuses (5 % de l'échantillon annuel de 2014 et de 2015). La méthode de discrimination des classes d'âge n'a pas permis de distinguer cette cohorte en 2016, probablement par manque d'individus échantillonnés. A l'inverse les résultats de la reproduction de 2015 semble plutôt positif (26 % de l'effectif de 2015 et 49 % de celui de 2016).

Ce constat ne peut pas être mis en relation avec la fréquentation annuelle des frayères à proximité des zones échantillonnées. Cette dernière n'est pas connue à l'aval du bassin. De même aucun lien n'a pu être montré avec les effectifs de géniteurs comptabilisés aux stations de comptage de Châtellerault et de Descartes.

Les différences de proportions d'ammocètes issues d'une même reproduction montrent en partie que l'échantillonnage n'est pas totalement représentatif de la population présente en rivière (Tableau 51).



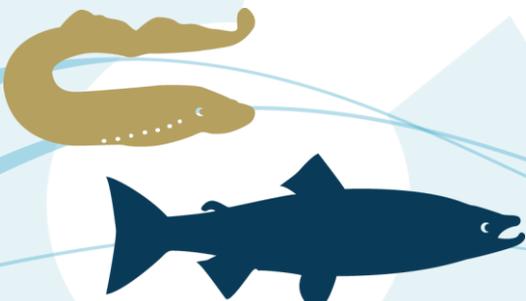
Le faible nombre de stations échantillonnées vis-à-vis du linéaire de l'étude, l'éloignement des points de pêche entre eux ainsi que le manque de diversité des habitats peuvent expliquer entre autres cette sous représentativité.

6.5.3. Conclusion

Cette troisième année d'étude a permis d'échantillonner plus de 700 ammocètes de lamproies marines sur le bassin de la Vienne. Ces individus ont été capturés sur des habitats diversifiés. Les densités présentent une grande variabilité d'un habitat à l'autre. Elles restent toutefois assez faibles au regard du nombre de géniteurs fréquentant le bassin de la Vienne. L'étendue et le nombre important d'habitats présents sur le bassin de la Vienne laissent penser que les ammocètes se dispersent, réduisant ainsi fortement la densité.

La décomposition des distributions de tailles a permis de montrer la présence de seulement quatre classes d'âges, contrairement aux années précédentes où cinq classes étaient décrites. Les individus issus de la reproduction de 2014 et 2013 semblent être sous représentés. A l'inverse, un bon recrutement est à noter pour l'année 2015. Par ailleurs, la présence d'individus nés dans l'année (0+) montre que la reproduction a une nouvelle fois été efficace sur plusieurs secteurs du bassin de la Vienne.

La durée du cycle de la lamproie pouvant atteindre huit ans, l'acquisition de données pluriannuelles est primordiale pour appréhender au mieux la dynamique de la population. La poursuite de l'étude dans les années à venir devrait permettre d'acquérir de nouvelles données permettant de suivre l'évolution des cohortes d'une année à l'autre.



6.6. Action 6 : Amplitude de la période de reproduction

Cette action est une analyse ciblée de l'**amplitude de la période de reproduction des différentes espèces de poissons migrateurs**. Il s'agit d'étudier, 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.

6.7. Amplitude horaire de la reproduction des aloses

Lors de la seule nuit suivie sur la frayère d'aloses d'Avril sur Loire le 22 juin 2016, la reproduction observée a été suffisamment importante pour permettre une analyse de sa distribution par quart d'heure.

Les premiers bulls ont été constatés à partir de 21h15 et les derniers à 02h45 (Figure 241). Le pic d'activité de reproduction est observé entre 23h30 et 23h45. La diminution de l'activité est concomitante à une diminution de la température de l'eau de la Loire (mesurée à Decize au pas de temps horaire) (Figure 242) de même qu'à la levée de la Lune (23h12 gibbeuse décroissante, très visible cette nuit-là).

L'activité de reproduction des aloses observée à Avril sur Loire le 22 juin 2016 paraît plus précoce (début, fin et pic) que celle observée de manière exhaustive en 2015 sur la Vienne à Châtellerault (Figure 243) mais correspond à la tendance constatée lors du suivi exhaustif mené en 2013 sur cette même frayère (Figure 244).



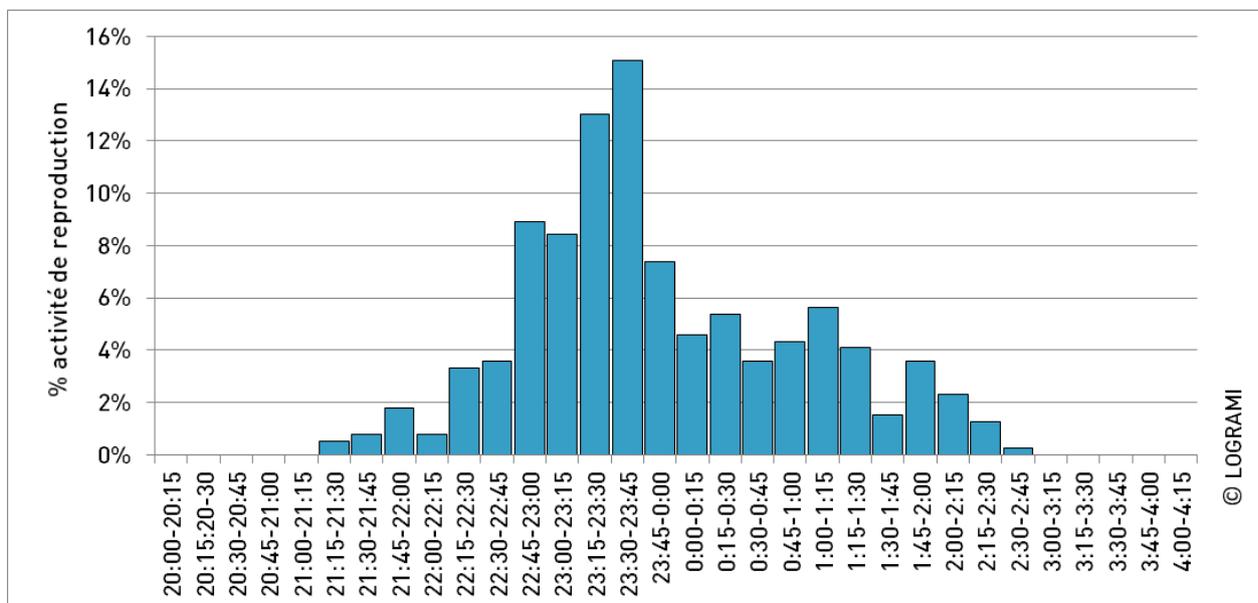


Figure 241 : Répartition par quart d'heure de l'activité de reproduction des aloses sur la frayère d'Avril sur Loire le 22 juin 2016 (n=392)

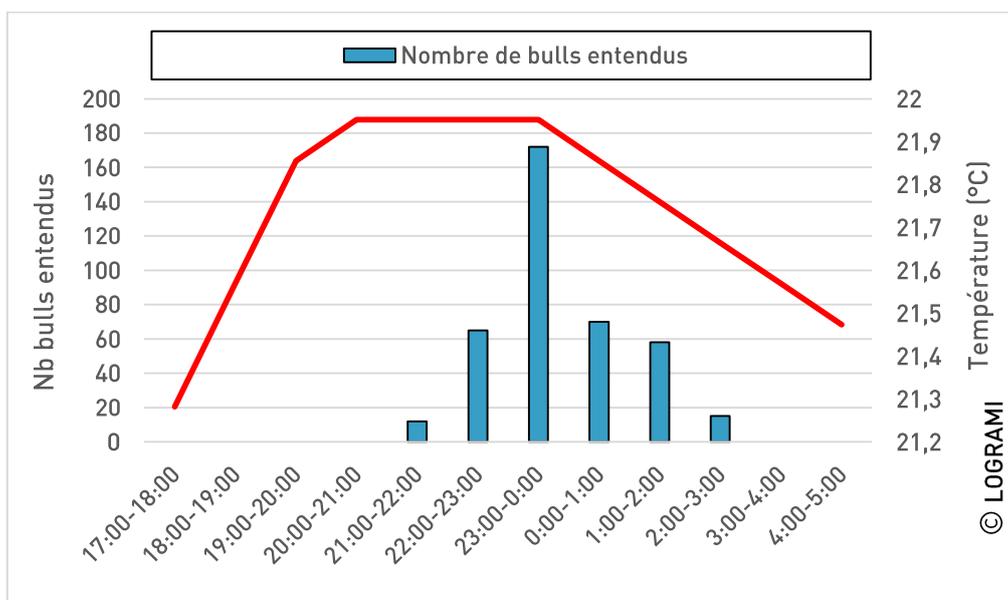
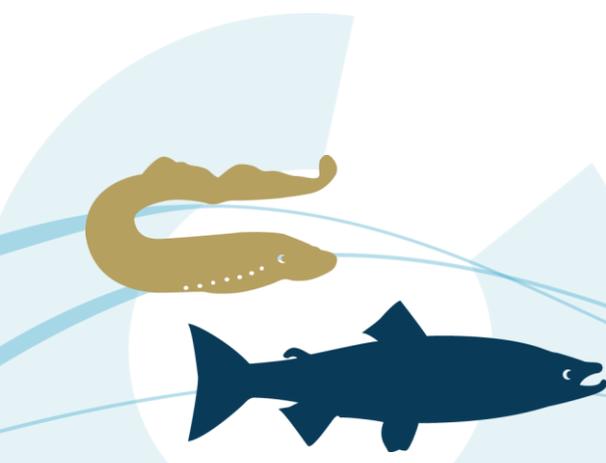


Figure 242 : Distribution horaire de l'activité de reproduction des aloses à la frayère d'Avril sur Loire et température horaire de la Loire à Decize (©LOGRAMI)



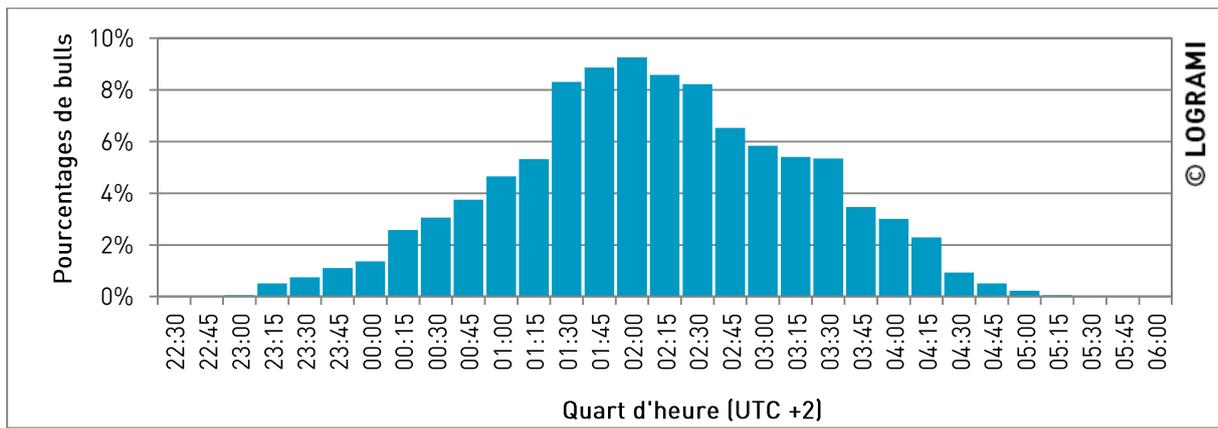


Figure 243 : Répartition par quart d'heure de l'activité de reproduction sur la frayère de Châtelleraut en 2015 (n=3891)

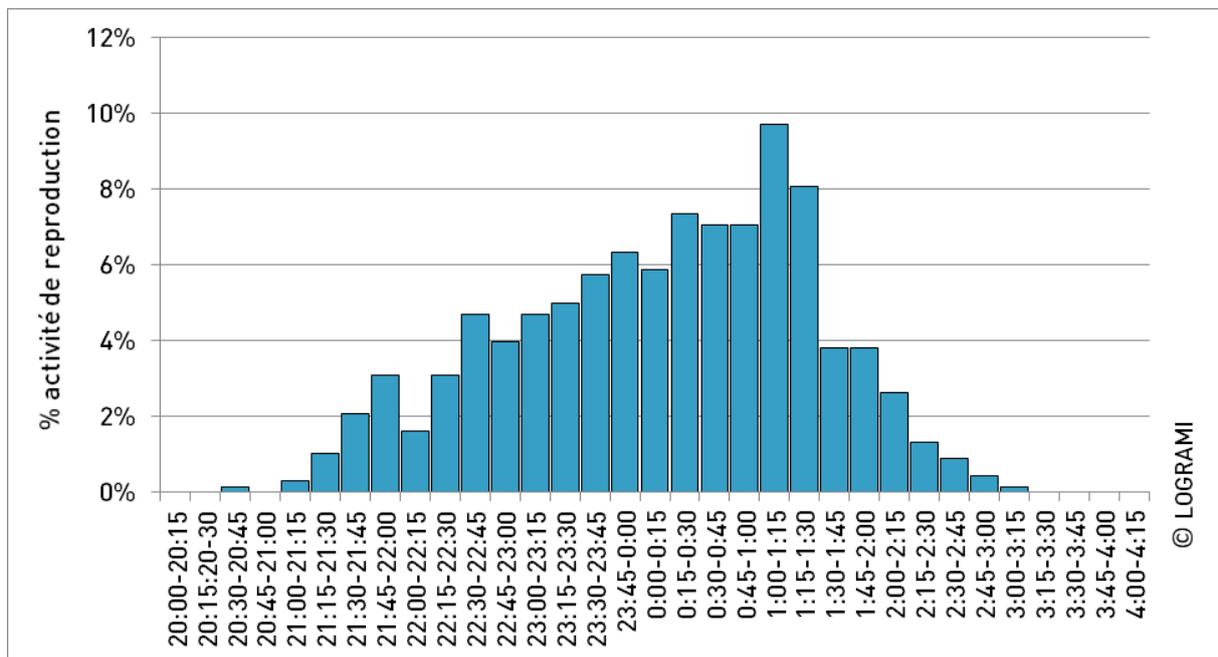
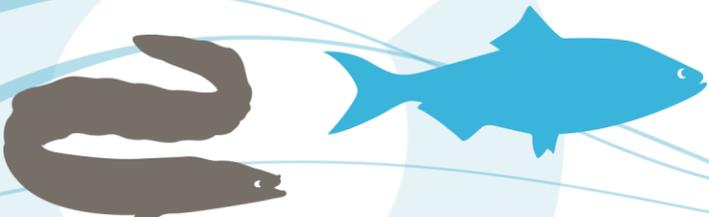


Figure 244 : Répartition par quart d'heure de l'activité de reproduction des aloses sur la frayère d'Avril sur Loire en 2013 (n=680)

6.8. Période de reproduction des saumons atlantiques

Pour la 5^{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.

Après une reproduction particulièrement tardive en 2015, la reproduction de 2016 s'inscrit plus dans la « normale » observée depuis 2012 (Figure 245).



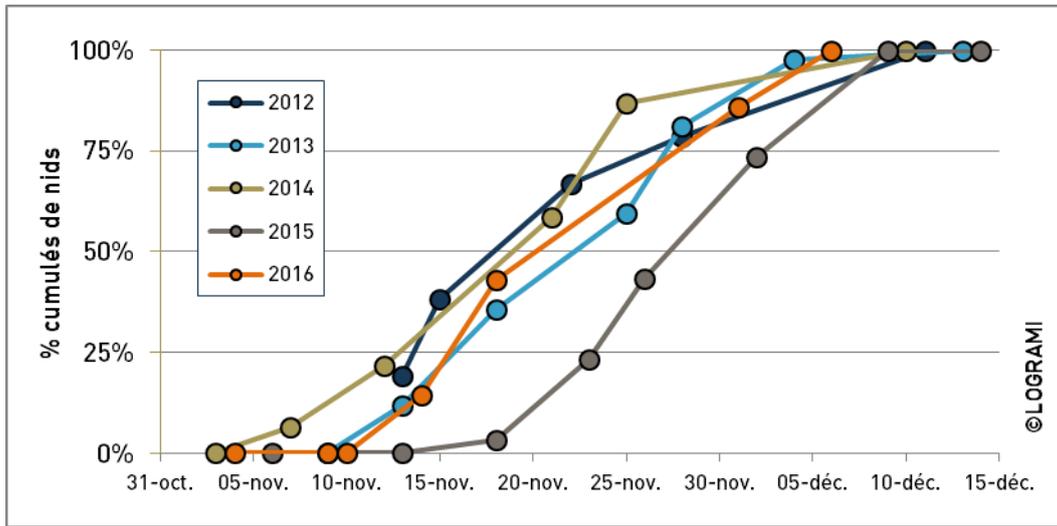


Figure 245 : Dynamique de la reproduction des saumons atlantiques dans le Béal à Lempdes sur Alagnon (Source LOGRAMI)

7. La prévention de la pêche illégale

7.1. 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 246 : 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.

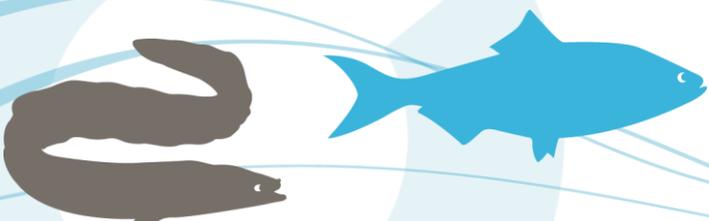
7.2. Information sur le site web de Logrami

L'année 2015 a vu une migration importante de saumons conjointement à des conditions hydro-climatiques particulières qui ont favorisé les captures accidentelles. Face à ces éléments, nous avons diffusé le 3 juillet 2015, 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 stressez 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 ! »

Depuis, nous avons également mis en place une fiche de déclaration des mortalités sur le site web de LOGRAMI.

En 2015, 55 fiches ont été téléchargées et 57 en 2016.

Figure 247 : Extrait du site web de LOGRAMI

La possibilité est également donnée de remplir directement un formulaire en ligne.

SIGNEZ LES MORTALITÉS DE SAUMONS, VOUS NOUS AIDEREZ À LE PRÉSERVER !

Posté le 3 juillet 2015 Général

Avec environ 1200 saumons à Vichy sur l'Allier et 200 à Descartes sur la Creuse, l'année 2015 est une bonne année pour les remontées de saumons sur le bassin de la Loire, au regard des effectifs habituellement observés depuis les mises en place des stations de comptage. Mais la longue migration du saumon ne s'arrête pas là... En effet, il a besoin de zones courantes et d'une eau fraîche et oxygénée pour se reproduire et assurer la survie de sa progéniture. Il doit donc encore parcourir de longs kilomètres parfois jalonnés de nombreux obstacles avant les zones de reproduction.

À la période estivale, le saumon se replie pour marquer un temps de repos avant d'arriver sur les frayères et se reproduire. Si à cette période, il n'a pas atteint des eaux suffisamment fraîches et oxygénées, une mortalité importante peut avoir lieu. En effet, le saumon ne supporte pas une température supérieure à 25 °C, souvent synonyme de mortalité. Le cumul de ses efforts de migration avec des températures supérieures à 20° et le manque d'oxygène peut aussi lui être fatal.

Ainsi, chaque année des informations concernant la découverte de saumons morts nous parviennent à cette période. Ces informations sont importantes car elles nous apportent des éléments sur les mortalités mais aussi sur la migration des individus.

Si vous trouvez un saumon mort, signalez-le nous ou signalez-le à votre Association ou Fédération de pêche et de protection du milieu aquatique en notant quelques renseignements à l'aide du formulaire en ligne

[Remplir le formulaire en ligne](#)

ou de la fiche retour à télécharger :

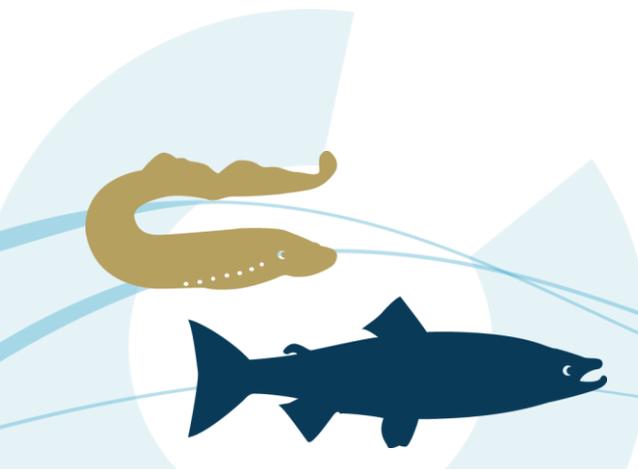
	Fiche retour mortalité de saumon LOGRAMI. Fiche retour destinée à recueillir des informations sur la découverte de saumons morts	Publié le 3 juillet 2015 423,5 KB	
--	--	--------------------------------------	--

Merci !

Pour tous renseignements, n'hésitez pas à nous contacter :

- logrami@logrami.fr
- Antenne Allier : allier@logrami.fr / 04 70 45 73 41
- Antenne Vienne : vienne@logrami.fr / 05 49 38 73 23

Partager :



Si vous trouvez un saumon mort, signalez-le nous ou signalez-le à votre Association ou Fédération de pêche et de protection du milieu aquatique en notant quelques renseignements à l'aide du formulaire en ligne

[Remplir le formulaire en ligne](#)



VOTRE OBSERVATION

Date de l'observation

• Jour: [] Mois: [] Année: []

Espèce concernée

- Alouette
- Anguille
- Bar
- Carpes
- Chabot
- Saumon
- Truite de mer
- Autre: []

Type d'observation

- Migration
- Reproduction
- Pêche
- Précaution
- Obstacle à la migration
- Pollution
- Suid volontaire
- Autre: []

Détails

Décrivez brièvement l'observation en détail []

LOCALISATION

Merci de bien vouloir préciser le lieu de l'observation (autant que possible)

Cours d'eau []

Commune []

Département []

Autres précisions sur le lieu []

Latitude (°N) []

Longitude (°E) []

Système de coordonnées

- WGS84 (GPS)
- Lambert II étendu
- Lambert 93
- Autre: []

Où indiquez la position de l'observation sur la carte ci-dessous



Address: []

Latitude: []

Longitude: []

Province: []

Country: []

DOCUMENTS JOINTS

Photos, vidéos, documents, rapports, données... [Ajouter un fichier](#)

CONTACT

Observateur

Prénom: [] Nom de famille: []

Organisme

Si cas échéant: []

E-mail

ex: myname@example.com []

Numéro de téléphone

[]

Adresse

Adresse: []

Ville: []

Code postal: []

[Soumettre](#)

Si vous avez des questions, contactez-nous :

- logrami@logrami.fr
- Antenne Allier: logrami.allier@logrami.fr / 04 70 45 73 41
- Antenne Vienne: logrami.vienne@logrami.fr / 05 49 38 73 23

Figure 248 : Formulaire de saisie en ligne d'observation de mortalité de poissons grands migrateurs sur le site web de LOGRAMI

7.3. Action 7 : Panneaux de sensibilisation

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.

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.

A partir du travail réalisé en 2011, deux types de panneaux ont été réalisés en 2013 et réactualisés en 2014 :

- 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 la différence entre les deux espèces au stade juvénile.

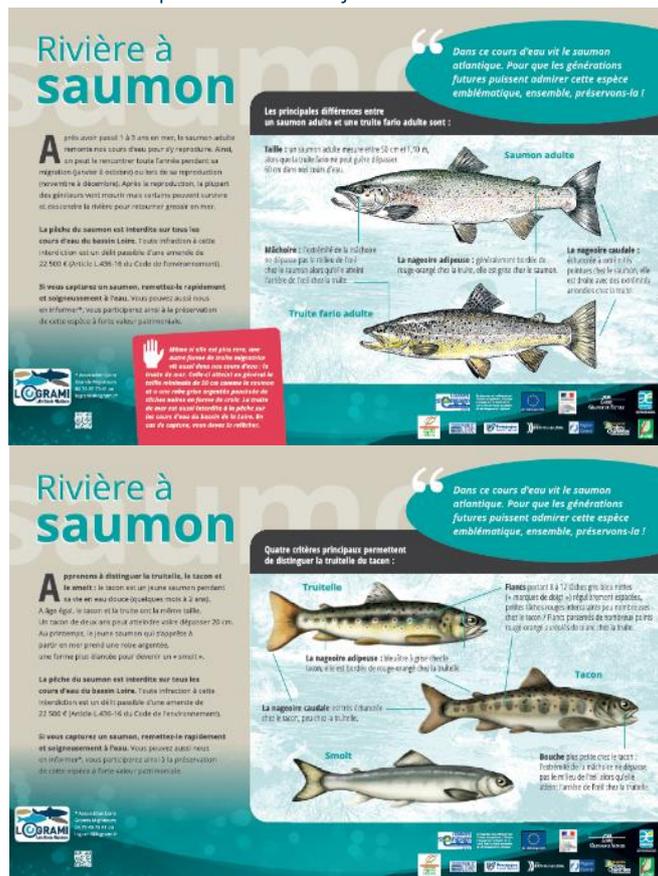


Figure 249 : Panneaux d'information sur la différenciation des truites et des saumons mis en place sur le bassin de la Loire (Source LOGRAMI)

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.

Depuis leur création, nous avons œuvré pour la distribution et l'implantation de 200 panneaux par Les Fédérations de Pêche et de Protection du Milieu Aquatique concernées.

Cette action a mobilisé 16 Fédérations pour la pêche et la protection du milieu aquatique du bassin de la Loire qui en assurent 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.

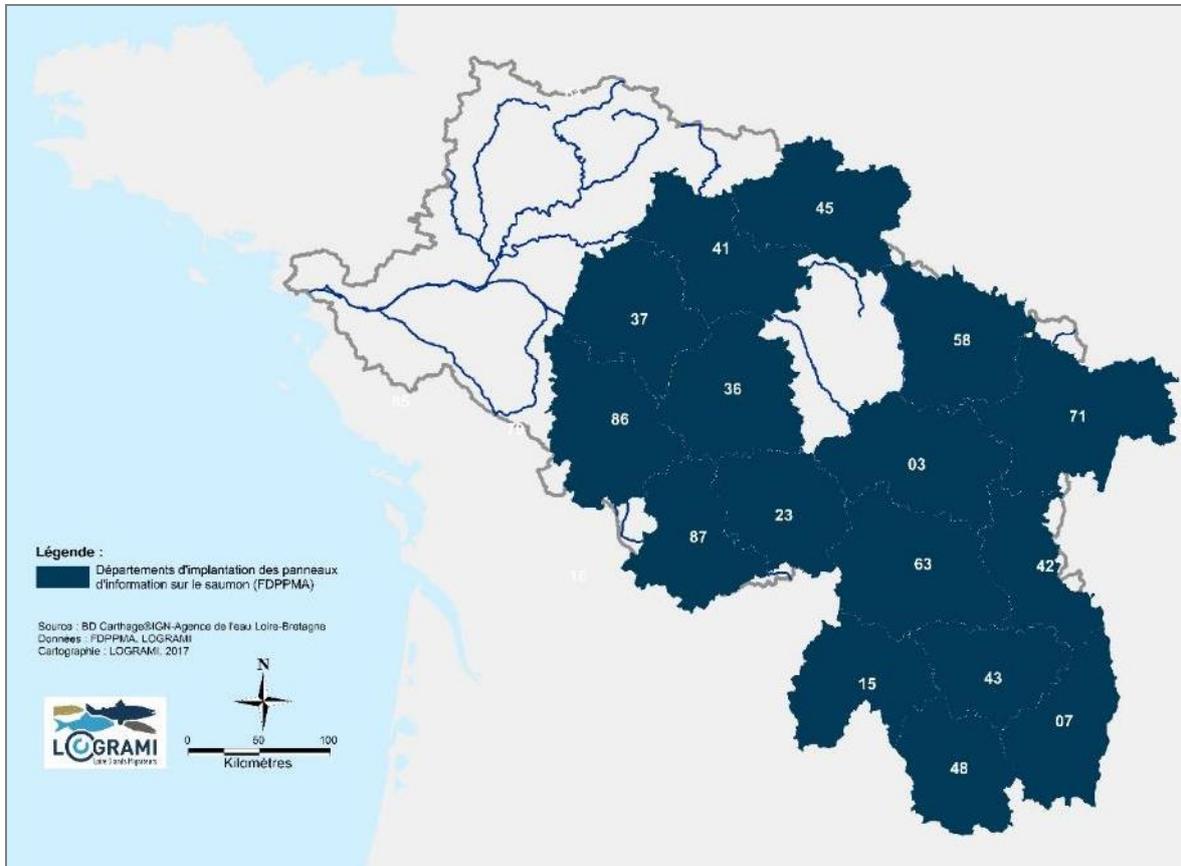


Figure 250 : Départements d'implantation des panneaux d'information et de sensibilisation au saumon sur la période 2014-2016

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 scellés sur les rives.



Figure 251 : Exemples d'implantation de panneaux d'information sur la différenciation des truites et des saumons sur la Sioule (à gauche) et la Gartempe à Gartempe (23) (à droite) (Source LOGRAMI)

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 en 2016 sur l'axe Loire notamment dans les départements du **Loir et Cher** et du **Loiret** où aucun panneau n'avait été implanté jusqu'alors.

En 2016, 10 départements ont reçu des panneaux augmentant la visibilité de l'information sur le bassin.

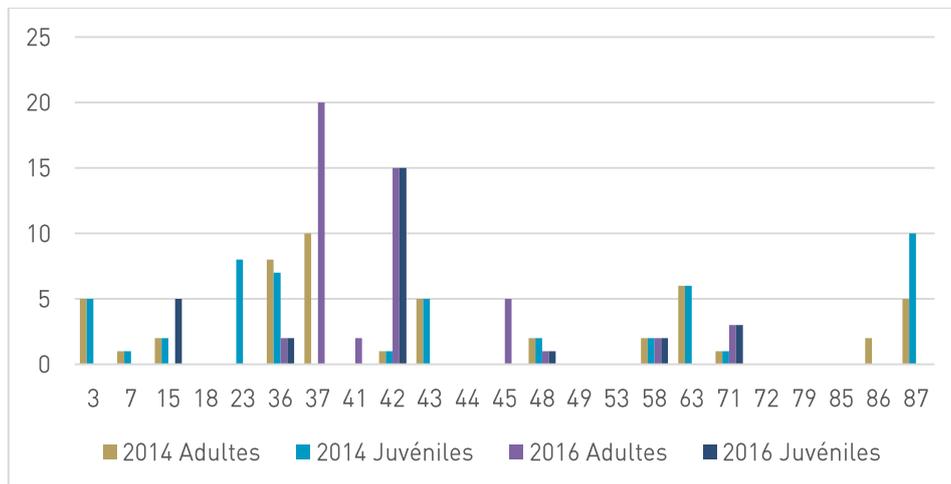
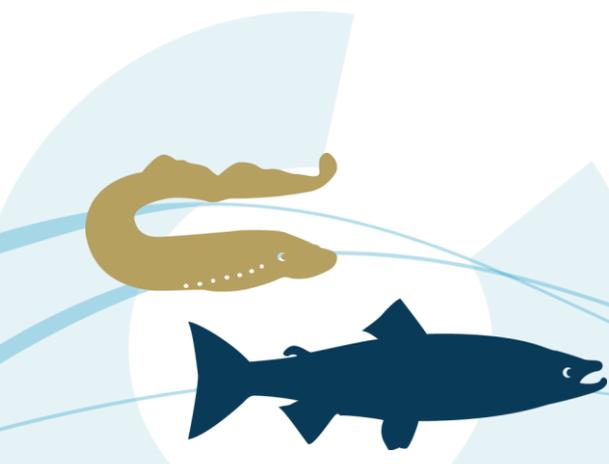


Figure 252 : Départements d'implantation des panneaux d'information et de sensibilisation au saumon sur la période 2014-2016

Devant l'impossibilité d'augmenter le nombre de panneaux fabriqués et devant les demandes réalisées par les Fédérations de pêches et AAPPMA, LOGRAMI met à disposition les PDF HD directement sur le site web. Ainsi, quelle que soit la structure la possibilité est donnée à une implantation de panneaux.



LES PANNEAUX « TRUITE-SAUMON »

Des panneaux de sensibilisation à la protection du saumon atlantique et de la truite de mer sur les cours d'eau

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. Depuis, des observations lors d'études de suivi par radiopistage ont malheureusement conduit à de fortes suspicions de braconnage sur des saumons adultes. Chaque année, de nombreux témoignages et annonces sur des blogs font état de **captures volontaires ou accidentelles de saumon**. Par ailleurs, la confusion, au stade juvénile, entre le saumon et la truite fario peut entraîner un prélèvement involontaire mais impactant de jeunes saumons.

Afin d'informer les pêcheurs, LOGRAMI a réalisé **des panneaux sur la différenciation entre le saumon et la truite aux stades adulte et juvénile** et l'interdiction de pêche du saumon sur le bassin de la Loire. Rappelons que la Truite de mer est, elle aussi, interdite à la pêche. Ces panneaux sont implantés grâce à la participation des Fédérations de Pêche et de Protection du Milieu Aquatique sur certains cours d'eau fréquentés par le saumon du bassin de la Loire. Ils ont aussi pour objectif la sensibilisation de la population à la présence du saumon atlantique sur nos cours d'eau.



Ces panneaux sont mis à disposition en format imprimable pour les structures (Fédérations de Pêche, Syndicats de Rivière, ...) qui souhaiteraient en implanter sur des parcours non encore équipés. **Vous pouvez les télécharger ici :**

	Panneau truite-saumon adultes LOGRAMI. Panneau différenciation truite et saumon adultes en version "imprimeur" (version 2016).	28,8 MB	
	Panneau truite-saumon juvéniles LOGRAMI. Panneau de différenciation truite-saumon juvéniles en version "imprimeur" (version 2016)	38,6 MB	

Figure 253 : Extrait du site web de LOGRAMI

8. L'évaluation de l'efficacité des programmes de soutien d'effectifs (saumon atlantique)

8.1. 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.

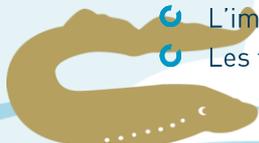
Cependant, le modèle de dynamique de population développé sur la population de l'Allier par l'INRA et actuellement porté par le Tableau de Bord SALT (Marion Legrand) nous apprend que si le déversement permet de maintenir la population en dehors du risque d'extinction, il ne participe pas à la dynamique 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.

8.2. 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

8.3. Action 8 : 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 réalisé au niveau de la station de comptage de Vichy située quelques mètres en aval du piège.

Sur la période 2009-2016 (Figure 254), les journées sans piégeage, 53 % des saumons passent en amont de la vitre de comptage sans aller-retour contre seulement 26 % les jours de piégeage. Ainsi, l'opération de piégeage augmente de 27 % les allers-retours avant le passage des individus.

La part des saumons se présentant devant la vitre qui ne passent pas le jour même augmente très sensiblement de 8 % à 36 % des lors qu'il y a du piégeage. Les 8 % de refus de passage le jour même lors des journées sans piégeage peuvent être imputés à des individus se présentant à la vitre de comptage tard dans la journée dans des conditions de luminosité faible engendrant un contraste perturbant entre la luminosité artificielle de rétro-éclairage et l'obscurité de la retenue ayant pour conséquence un refus de passage.

Les opérations de piégeage ont provoqué également une augmentation de 23 minutes du retard moyen de franchissement de l'ouvrage.

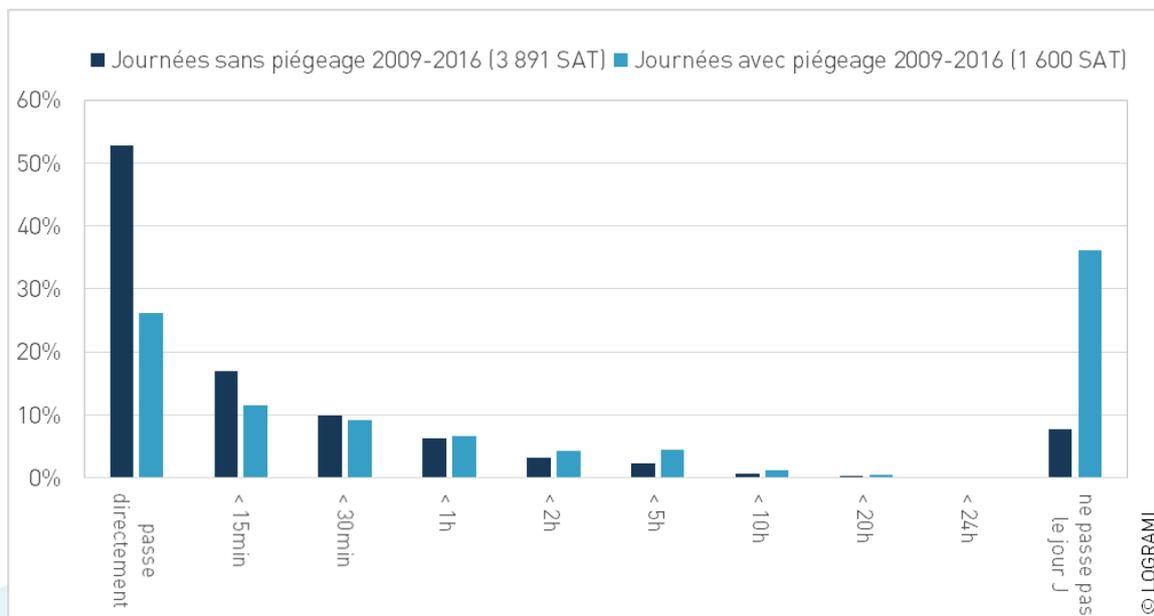


Figure 254 : Comportement des saumons après leur première visualisation à la station de comptage rive droite de Vichy en fonction de la mise en œuvre ou non du piège sur la période 2009-2016 (Source LOGRAMI)

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).

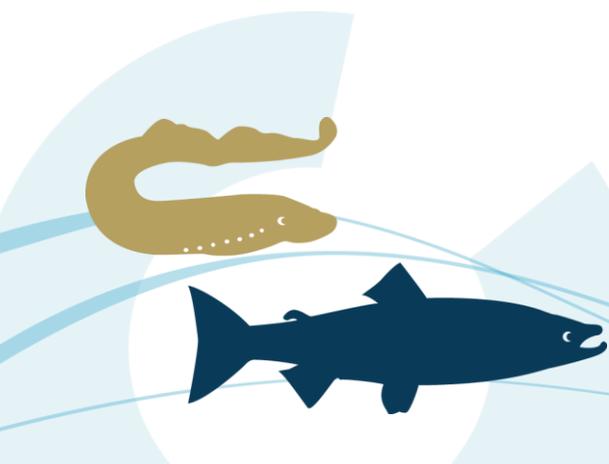
8.4. Action 9 : La production de juvéniles à partir d'incubateur

8.4.1.1 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 10 000 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).

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 ». 2 stations au printemps et 3 à l'automne avaient été échantillonnées en 2015 afin de suivre l'évolution de la production de l'incubateur au cours de la saison de développement des juvéniles.

En 2016, une quatrième station a été ajoutée dans le plan d'échantillonnage (Figure 255 et Figure 256). Cette station, « Skatepark », qui se situe le plus en aval du tronçon étudié, permet d'affiner les modalités de diffusion vers l'aval des alevins issus de l'incubateur. Cette station, correspond à un tronçon de 315 m linéaire situé entre 1450 m et 1775 m en aval de l'incubateur présentant une surface de 2499 m² pour 1513 m² d'équivalents Radier-Rapide (Tableau 52).



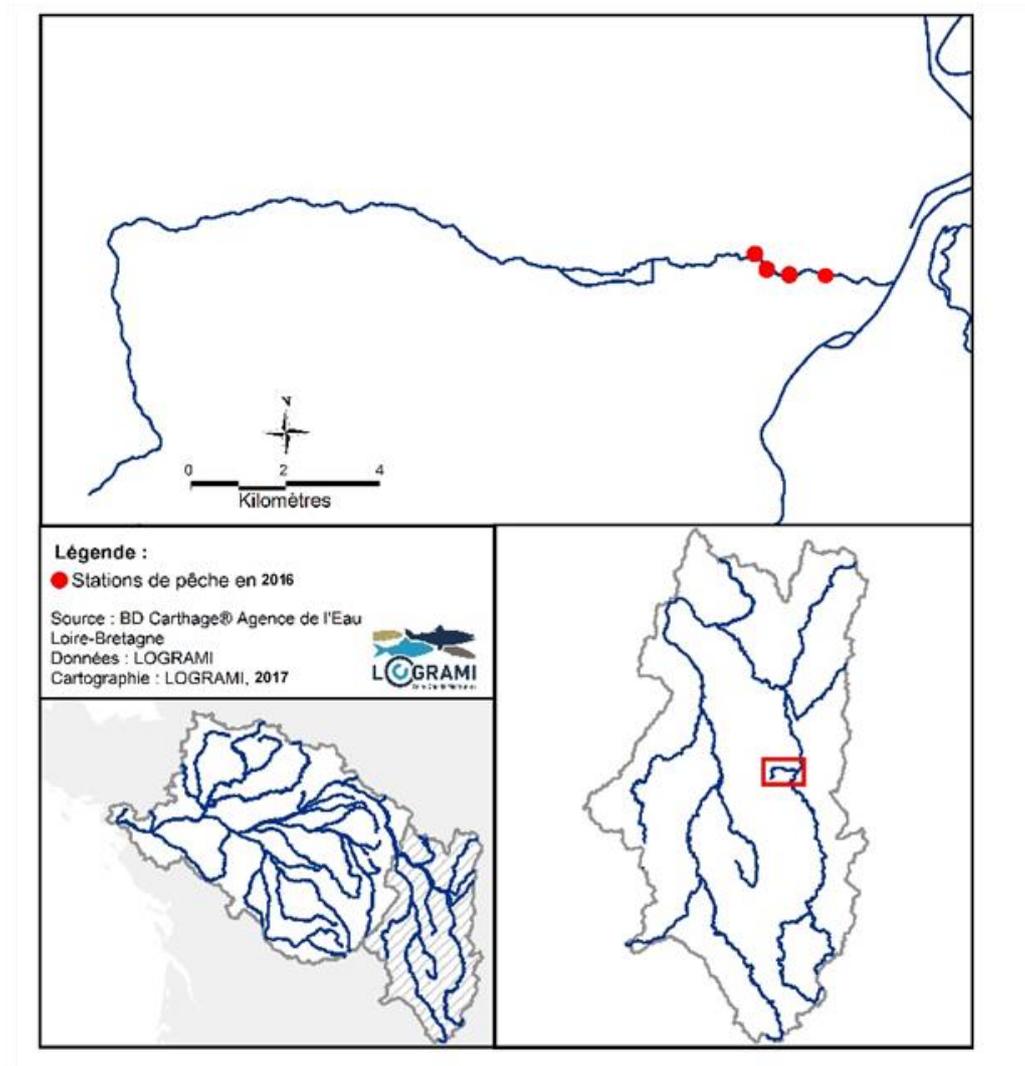
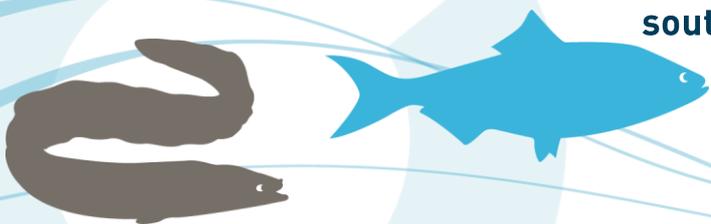


Figure 255 : Localisation des 4 stations de pêche à l'électricité échantillonnées sur le Renaison en 2016

Tableau 52 : Caractérisation des stations de pêche de juvéniles de saumon échantillonnées sur le Renaison en 2016

Station	Distance incubateur (m) (amont-aval)	Longueur station (m)	Surface totale (m2)	Surface d'Equivalents-Radier-Rapide (m2)
Amont parc Beaulieu	-225 - -555	330	1951	792
Aval barrage Beaulieu	0-315	315	1775	831
Aval patinoire	485-825	340	2657	1136
Skate-park	1450-1775	315	2499	1513



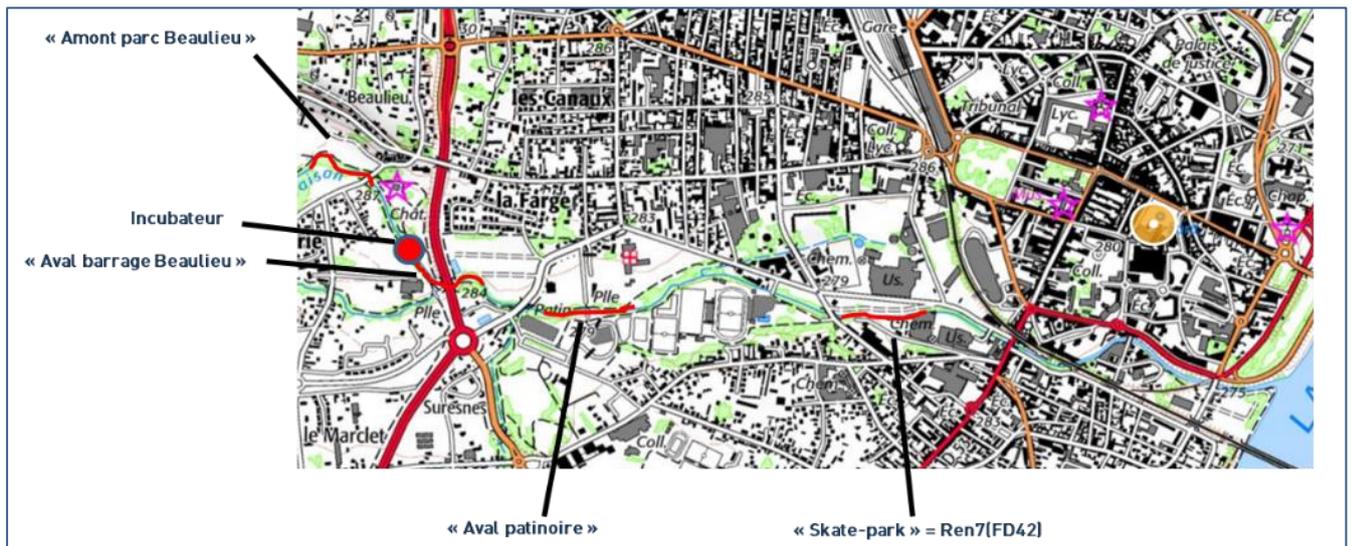


Figure 256 : Localisation précise de l'incubateur à saumon de Riorges (42) et des 4 stations de pêche à l'électricité échantillonnées en 2016 sur le Renaison

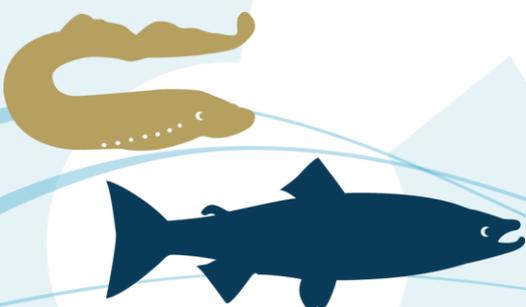
8.4.1.2 Résultats 2016

Tableau 53 : Bilan des captures de tacons sur le Renaison en 2016 et rappel des captures de 2015

	Nb tacons 0+ / 5 minutes				Nb tacons 1+/5 minutes	
	01/06/2015	09/10/2015	20/06/2016	06/10/2016	20/06/2016	06/10/2016
Amont parc Beaulieu		0	0	0	0	1
Aval barrage Beaulieu	126	82	0	0	3	7
Aval patinoire	2	46	1	5	4	9
Skate-park			5	6	0	0

En 2016, le suivi de la production de l'incubateur sur le Renaison met en évidence (Tableau 53):

- ⦿ Une absence de tacons 0+ en aval immédiat de l'incubateur. Le premier tacon 0+ est capturé sur la station « Aval patinoire » (500m aval incubateur) ;
- ⦿ Une très faible abondance sur les 2 stations les plus aval ;
- ⦿ La présence d'un individu 1+ capturé à l'automne en amont du seuil du parc Beaulieu qui a donc franchi l'ouvrage par la passe à poissons (à moins qu'il n'ait été capturé à la ligne puis relâché en amont du seuil) ;
- ⦿ L'absence de 0+ en amont du seuil du parc Beaulieu ;
- ⦿ La présence de quelques individus 1+ qui n'ont pas dévalé après leur première année en rivière.



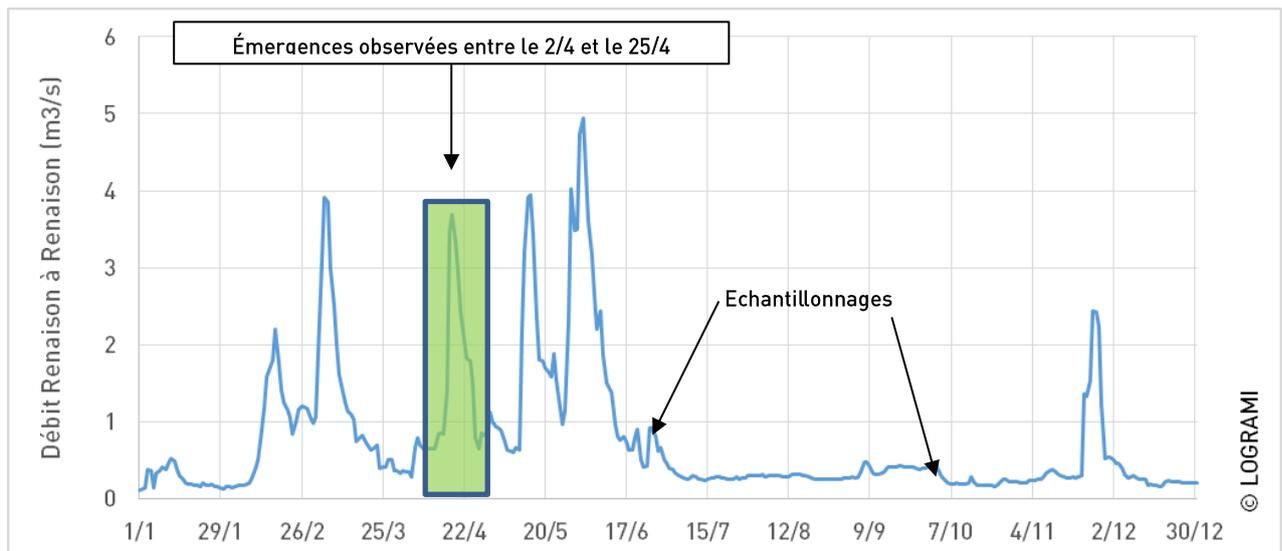


Figure 257 : Evolution du débit du Renaison à Renaison durant l'année 2016 (source : <http://www.hydro.eaufrance.fr>).

En termes de production de tacons 0+ implantés dans le Renaison, les résultats de l'année 2016 sont décevants et contrastent nettement avec ceux de 2015. Les forts débits observés au printemps 2016 pendant et après l'émergence des alevins, n'ont malheureusement pas permis à la bonne production avérée de l'incubateur (Raignoux Sylvain, com. pers.) de s'implanter dans le Renaison (Figure 257). Des modifications ou adaptations du dispositif sont peut-être à développer afin d'éviter le départ d'alevins vers le milieu extérieur en cas de forts débits.

8.5. Action 10 : Production des tacons d'automne à partir des déversements au stade alevin

Le **taux d'implantation** est obtenu grâce au suivi, par pêches électriques, des juvéniles de saumon. Il a pour objectifs de connaître la survie des juvéniles déversés au stade alevin et de vérifier la fonctionnalité des zones favorables à leur croissance.

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 :

- La densité tacons pêchée est égale à : $a * IA$ (ind. 0+/5 mn) avec :
 - pour le bassin de la Gartempe, $a = 0,358^1$.
 - pour le bassin de l'Allier, $a = 0,542$. Il est estimé d'après un modèle historique renforcé par de nouvelles pêches de calibration réalisées en 2015 et 2016
- La 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 (EPL, 2016). 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 post-déversements chaque année pour chaque radier.

Sur la Gartempe, **deux méthodes distinctes ont été utilisées** et comparées pour calculer les surfaces d'habitats favorables au droit de chaque station de pêche et donc pour calculer la densité d'alevins déversés :

- La surface d'habitats favorables de la station est la surface inscrite à l'annexe 3 du marché de repeuplement courant de 2014 à 2016 et établi par l'Etablissement Public Loire, maître

¹ La relation de conversion de l'abondance en 5 mn en densités de saumons pour 100m² retenue pour le bassin de la Gartempe est : $D=0,358*I$ avec D : densité (ind/100m²) et I : indice d'abondance (ind./5 mn) (BACH et al, 2010). Ce coefficient, considéré comme fiable, a été obtenu à partir de 11 couples de résultats de pêches sondage -inventaire réalisés sur la Gartempe sur la période 2003-2005.



d'ouvrage des opérations de repeuplement en saumon sur le bassin de la Loire en coordination avec la DREAL Centre. Ce sont les données sur lesquelles doivent se baser les déversements, moyennant quelques ajustements après remarques des organismes consultés sur le plan de déversement annuel.

- La surface d'habitats favorables de la station correspond à la somme des surfaces de radiers et rapides productifs² augmentée d'1/5^e des surfaces de plats courants productifs³ contigus au niveau de la station de pêche, soit $\Sigma ((\text{Surf RAD} + \text{RAP}) + 1/5^{\text{e}} \text{PC})$ contigus sur la station.

8.5.1. Implantation des juvéniles déversés sur la Gartempe

8.5.1.1 Taux d'implantation en 2016

Sur la Gartempe, le taux d'implantation était calculé jusqu'en 2012 en se basant sur les anciennes données de surfaces de production (BACH et al., 2013). Ces taux d'implantation sont mis à jour avec les données de la cartographie des habitats actualisée sur la Gartempe limousine en 2012 par LOGRAMI (BACH et al., 2013).

Les pêches électriques ont été réalisées selon la méthode des indices d'abondance (PREVOST et BAGLINIERE, 1995) les 30 août, 1^{er}, 5 et 6 septembre 2016. Les pêches se sont déroulées dans des conditions de débit faible avec 1,19 à 1,53 m³/s à la station de Folles (pk 138) (contre des débits moyens de référence de 2,88 m³/s (août) à 3,16 m³/s (septembre) et 0,169 m³/s à Saint-Victor-en-Marche (pk 184) (contre des débits moyens de référence de 0,441 m³/s (août) et 0,407 m³/s (septembre)). Ces valeurs de débits sont présentées en Annexe 8.

Le tableau présente les surfaces d'habitats favorables considérées pour les stations déversées et pêchées de la Gartempe en 2016 selon les deux modes de calcul.

Tableau 54 : Surfaces d'habitats productives en juvéniles de saumon selon deux méthodes de calcul sur les stations alevinées et pêchées de la Gartempe

Station de déversement et pêche	Surface productive selon annexe 3 (m2)	Surface productive habitats contigus (m2)
Mlin d'Auzillac	30500	Sans valeur
Aval Pont D44	3000	2538
La Couture	Sans valeur	3280
Mlin de Fraisse	6000	3446
Mlin Coulerolles	6000	1945
Gaucharaud	2000	2696
Pont Mazéras	500	1192

² Ici, n'ont pas été considérés tous les radiers, rapides et plats courants mais seulement les habitats courants disposant d'une granulométrie favorable aux juvéniles de saumon soit graviers, cailloux ou pierres.



Station de déversement et pêche	Surface productive selon annexe 3 (m ²)	Surface productive habitats contigus (m ²)
Anc. Papeterie	2000	1793
Moulin Neuf	2000	821
Pont D4	1000	1023
Mlin Masvignier	1000	261
Mlin Ribbes	2000	1143
Pont de Gartempe	1000	275
Pont St Sylvain	2000	249
Les Petits Bois	1500	508
Pont de Roubeau	4000	292

En 2016, 16 stations ont été déversées puis pêchées selon la méthode des indices d'abondance sur la Gartempe. Le taux d'implantation à partir des surfaces inscrites à l'annexe 3 du marché a pu être calculé pour 15 d'entre elles (Figure 258). En effet, la station *La Couture* n'étant pas référencée dans cet annexe, elle n'a pas pu faire l'objet de ce calcul.

Les densités déversées sur les 15 stations varie de 0,7 à 7,3 ind./m² (moyenne : 1,5 ind./m² ; médiane : 1,1 ind./m²). A partir de ces densités, le taux d'implantation calculé pour ces 15 stations varie entre 0,2 et 9 % avec une moyenne de 3,7 % (médiane : 3,3 ; écart-type : 2,6) (Figure 258).

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. Sur 7 des 15 stations pêchées, nous pouvons donc considérer que **les taux d'implantation obtenus lors de ces pêches sont, bien que très variables, moyens à bons** (*Aval Pont D44, Anc. Papeterie, Mlin Masvignier, Mlin Ribbes, Pont de Gartempe, Pont Saint Sylvain et Pont de Roubeau*). Ces stations présentent un taux d'implantation minimum de 4 %.

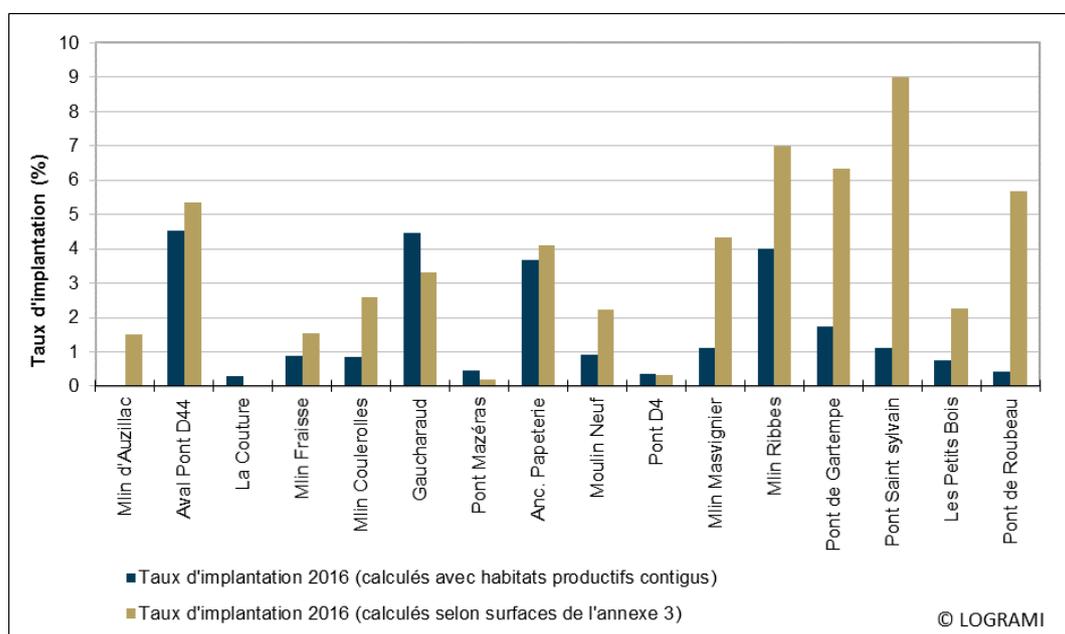


Figure 258 : Taux d'implantation des juvéniles de saumon sur les stations alevinées de la Gartempe en 2016 selon deux calculs

La seconde méthode de calcul ($\sum ((\text{Surf RAD} + \text{RAP}) + 1/5^{\text{e}} \text{ PC})$ contigus sur la station) a été appliquée à 15 stations de la Gartempe sur les 16 stations déversées et pêchées en 2016. La cartographie des faciès d'écoulement ne fait pas état d'habitats courants ayant une granulométrie dominante favorable aux



juvéniles de saumon sur la station *Mlin d'Auzillac*. Elle a donc été écartée du calcul. En revanche, la station « la Couture » ne figurant pas dans l'annexe 3 du marché de repeuplement a pu être intégrée à ce calcul, la cartographie faisant état de faciès d'écoulement potentiellement productifs sur cette station.

Avec ce mode de calcul, les densités au déversement varient de 1 à 14,7 Ind./m² pour une moyenne de 3,6 Ind./m² (médiane : 2 ; écart-type : 3,6). La variabilité des densités au déversement est donc plus importante si l'on prend ce mode de calcul. Ceci semble logique puisque les surfaces d'habitats favorables considérées ici sont calculées au plus près de la réalité des habitats se trouvant à proximité de la station d'après la cartographie des habitats actualisée en 2012 (COSYNS et al., 2013).

Les taux d'implantation obtenus sont de **0,3 à 4,5 % selon les stations avec une moyenne de 1,7 et une médiane de 0,9 (écart-type : 1,59)**. Ces taux sont faibles à très faibles comparativement aux taux de références. Ces résultats sont dus au mode de calcul des surfaces de production donnant des surfaces productives moindres et par là même des densités au déversement plus élevées et donc des taux d'implantation plus faibles.

Nous pouvons supposer que ces taux sont des minima. En effet, il est probable que la dispersion des juvéniles soit effective au-delà des habitats favorables contigus au 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 2016, les densités au déversement calculées par rapport aux surfaces d'habitats potentiellement productifs autour du point de déversement atteignent jusqu'à près de 15 fois la préconisation. Cet écart est dû d'une part à un déversement supérieur à la préconisation en suivant les données de l'annexe 3, d'autre part à la différence parfois importante entre les données de cette annexe et le calcul réalisé à partir des habitats potentiellement favorables contigus au point de déversement.

8.5.1.2 Evolution des taux d'implantation sur la période 1999-2016

L'évolution des taux d'implantation sur la période 1999-2016 est étudiée sur **9 stations de références**. Ces stations ont été alevinées et pêchées, pour 8 d'entre elles, entre 15 à 18 années (sur 18) depuis 1999. Une station a été pêchée durant 10 années.



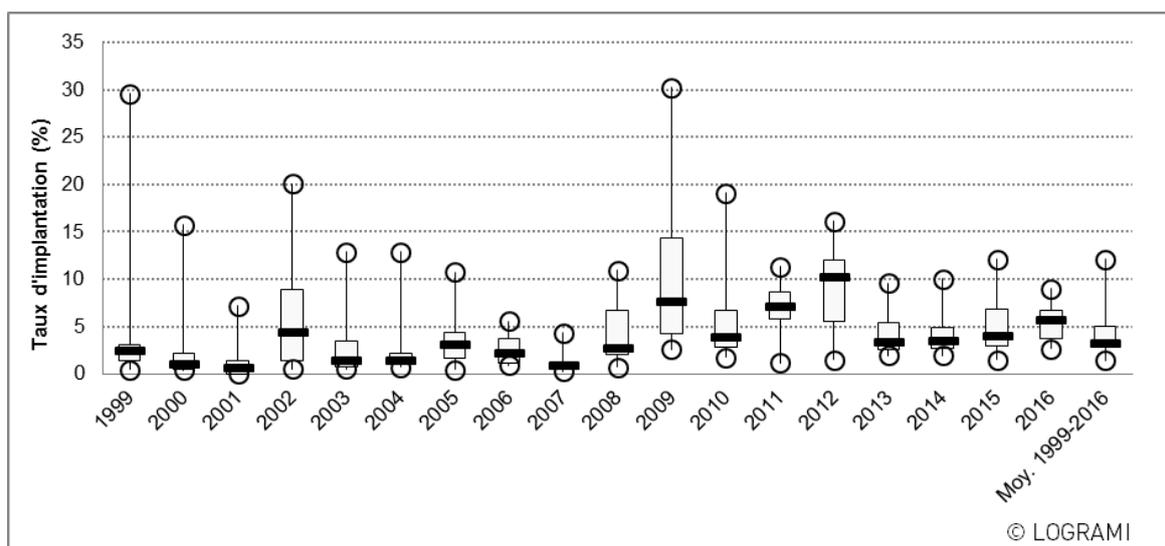


Figure 259 : Boxplot des taux d'implantation moyens des juvéniles de saumon 0+ (basés sur les surfaces de production indiquées à l'annexe 3 du marché de repeuplement) sur les stations de références alevinées du bassin de la Gartempe de 1999 à 2016 (Source : LOGRAMI – ONEMA)

L'objectif étant essentiellement de voir s'il existe des différences interannuelles, le choix a été fait d'utiliser la méthode de calcul reprenant les surfaces d'habitats disponibles inscrites à l'annexe 3 du marché de repeuplement. Depuis 1999, la moyenne interannuelle **des taux d'implantation sur ces stations de référence s'élève à 4,7 %** (médiane : 3,1 ; écart-type : 5,1). Les taux d'implantation annuels fluctuent entre 1,4 % et 11 %. En comparaison, **le taux d'implantation moyen de 2016 sur les 9 stations de référence s'élève à 5,4 %** (médiane : 5,7 % ; écart-type : 2,2), il est donc supérieur à la moyenne interannuelle. Globalement, ces taux correspondent à une implantation moyenne des juvéniles de saumon déversés sur la Gartempe.

La Figure 259 semble montrer une légère augmentation de ces taux sur la période 2008-2016 par rapport à la période précédente. Afin de vérifier cette hypothèse, nous avons effectué un Test de Mann-Whitney pour deux échantillons indépendants.

Tableau 55 : Résultats du test de Mann-Whitney de comparaison des taux d'implantation moyen sur 9 stations de référence de la Gartempe entre les périodes 1999 à 2007 et 2008 à 2016

Test de Mann-Whitney / Test bilatéral	
U	6,000
Espérance	40,500
Variance (U)	128,118
p-value (bilatérale)	0,003
alpha	0,05

Variable	Observations	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart-type
1999 à 2007	9	0,716	4,475	1,988	1,236
2008 à 2016	9	2,730	10,239	5,378	2,503

Avec une plus-value $p < 0,01$, la différence entre les deux échantillons est significative (Tableau 55). Les variables minimum, maximum et moyenne de la période 2008 à 2016 par rapport à la période précédente montrent des taux d'implantation sur les stations de référence plus élevés sur cette seconde période. Le changement de stratégie d'élevage semble avoir eu un impact positif sur les taux



d'implantation des juvéniles de saumon déversés sur la Gartempe. Avant 2008, les alevins provenaient de deux piscicultures du bassin de la Vienne, l'une est sur un affluent de la Gartempe. La seconde, située sur un affluent de la Vienne, semblait poser problème en termes de conditions de température d'élevage. A partir de 2008, tous les œufs sont issus de la pisciculture du CNSS et grossissent à la pisciculture du Verger située sur le bassin de la Gartempe.

En 2016, les taux d'implantation des juvéniles déversés sur la Gartempe et repris par pêches électriques sont faibles à moyens. Considérant la période 1999-2016, sur 9 stations de référence, les taux d'implantation 2016 sont supérieurs à ceux des trois précédentes années et supérieurs à la moyenne interannuelle.

8.5.1.3 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 facteurs de condition sur la Gartempe

La **taille moyenne** des 173 juvéniles repris par pêche électrique sur les 16 stations alevinées de la Gartempe est de 86,3 mm longueur fourche (médiane : 87 ; minimum : 55 ; maximum : 109) contre 82,5 mm en 2014 (Figure 260). En 2015, les pêches d'indices d'abondance avaient été réalisées en deux temps, l'un fin août, l'autre début octobre. La moyenne des tailles des tacons pris en août était de 82 mm (médiane : 82 ; minimum : 61 ; maximum : 110). En 2016, les juvéniles de saumon repris par pêche électrique sur les stations déversées étaient donc, en moyenne, plus grands que ceux de 2014 et 2015.

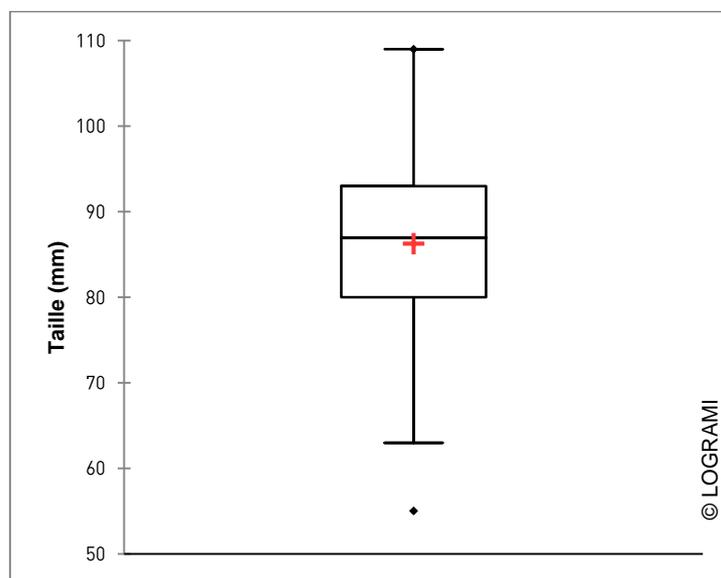


Figure 260 : Boxplot des tailles des tacons 0+ pêchés sur les stations alevinées du bassin de la Gartempe en août-septembre 2016



Comme chaque année, 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) :

$$FC = P/(L^3)*100 \text{ avec } P = \text{poids en gramme et } L = \text{longueur fourche en centimètre.}$$

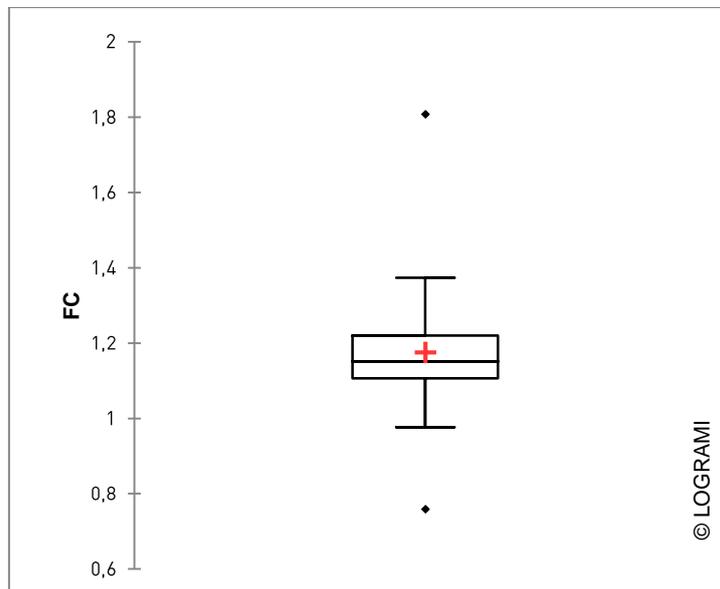


Figure 261 : Boxplot des facteurs de condition des tacons 0+ pêchés sur les stations alevinées du bassin de la Gartempe en août-septembre 2016

Les coefficients de facteurs de condition des tacons 0+ pêchés sur la Gartempe en 2016 variaient de 0,76 à 1,8 avec une moyenne de 1,17 (médiane : 1,15 ; écart-type : 0,12) contre 1,18 en 2015 et 1,16 en 2014 (BACH et al., 2015 et BACH et al., 2014).

Il est intéressant de calculer le coefficient d'allométrie (b), issu de la relation taille (L)-poids (P) du type $P = a.L^b$, qui traduit aussi l'embonpoint d'un poisson. Sur la Gartempe, le coefficient d'allométrie obtenu en 2016 est de 2,88 traduisant un embonpoint inférieur à celui de 2014 (2,93) et 2015 (2,95). (BACH et al., 2015).

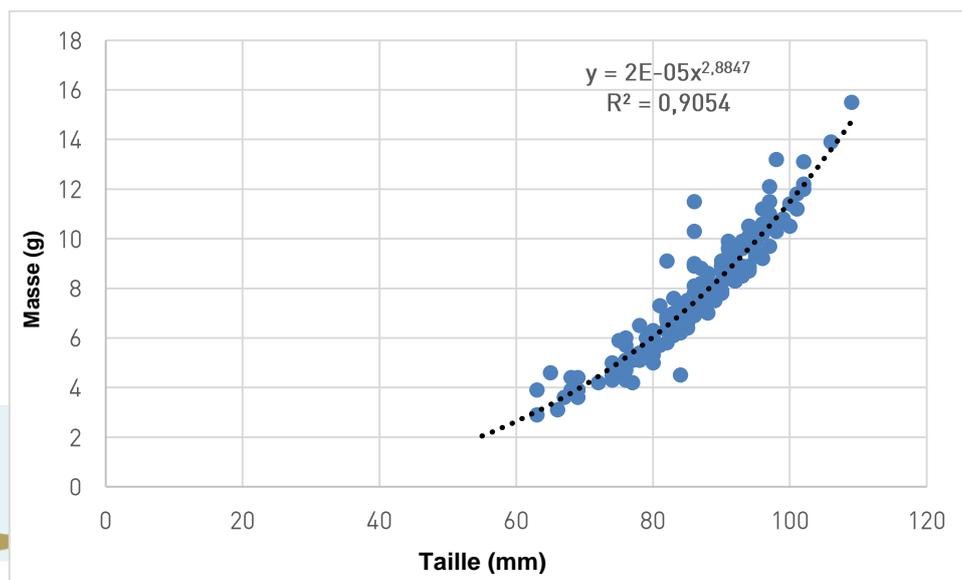


Figure 262 : Relation taille-poids des tacons 0+ pêchés sur les stations déversées de la Gartempe en 2016

Développement des alevins déversés jusqu'au stade tacon d'automne

Afin d'analyser la croissance 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, la mesure de la taille n'étant pas possible à ce stade et sur un grand nombre d'individus. Les poids au déversement des différents lots d'alevins déversés sur la Gartempe en 2016 sont donnés dans le Tableau 56.

Tableau 56 : Poids moyens par lots des alevins 0+ déversés sur la Gartempe en 2016 (Source : EPL, 2016)

Secteur déversement de la Gartempe	Limites	Poids moyen (g)
Zone aval	De Moulin d'Auzillac à Moulin de la Ville (Châteauponsac - 87)	0,26
Zone intermédiaire	De Moulin à Foulon (Châteauponsac - 87) à Moulin de Chatelus (Saint-Priest-la-Feuille - 23)	0,29
Zone amont	De Moulin Neuf (Saint-Priest-la-Feuille - 23) à Passerelle Bussière (Saint-Victor-en-marche -23)	0,31

Afin de calculer leur croissance chaque individu pêché sur une station s'est vue affecté, *a posteriori*, le poids au déversement du lot déversé sur le secteur auquel la station appartient. Ce poids est ensuite comparé au poids individuel relevé lors des pêches électriques.

La prise de poids moyenne des juvéniles 0+ repris par pêches électriques sur les stations déversées est de 7,5 g \pm 0,2 g (minimum : 2,6 ; maximum : 15,2 ; médiane : 7,5 ; écart-type : 2,4). La prise de poids moyenne par station varie de 5 à 11 g (moyenne : 7,3 g ; médiane : 7 g ; écart-type : 1,4 g).

En moyenne, la prise de poids des juvéniles de saumon a donc été plus élevée qu'en 2015 (6,9 g \pm 0,2 g).

Tableau 57 : Comparaison des taille moyenne et facteur de condition moyen des juvéniles de saumon repris par pêche électrique sur les années 2014, 2015 et 2016

Année	Taille moyenne (mm)	Facteur de condition moyen
2014	82,5	1,16
2015	83,8	1,18
2016	86,3	1,17



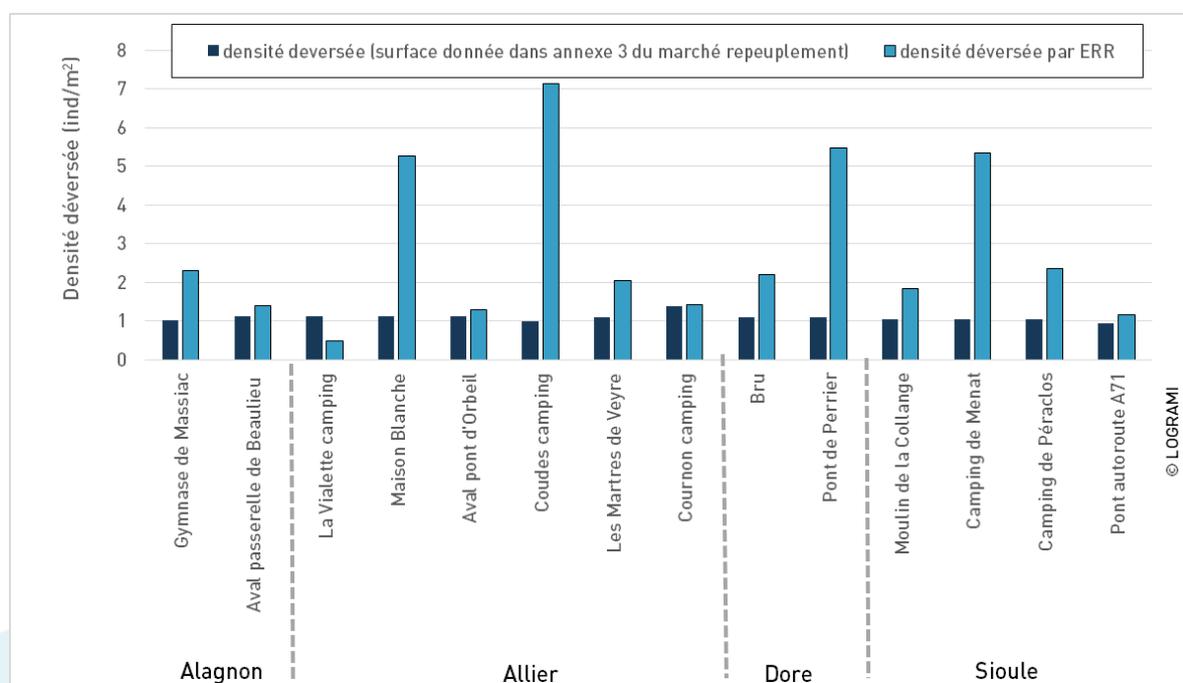
Les juvéniles de saumon repris par pêche électrique sur les stations déversées de la Gartempe en 2016 mesuraient en moyenne 86,3 mm. Le coefficient d'allométrie montre un embonpoint satisfaisant bien qu'inférieur à celui de 2014 et 2015. Sur les 16 stations pêchées, la prise de poids des alevins déversés jusqu'au stade tacons d'automne-fin d'été est en moyenne de 7,5 g \pm 0,2 g avec un maximum à 15,2 g. Globalement, les juvéniles de saumon pêchés sur les stations déversées sont plus grands qu'en 2014 et 2015 et leur facteur de condition est similaire aux deux dernières années. Par contre, la prise de poids entre les déversements et les pêches est légèrement supérieure à celle de 2015.

8.5.2. Implantation des juvéniles déversés sur le bassin de l'Allier

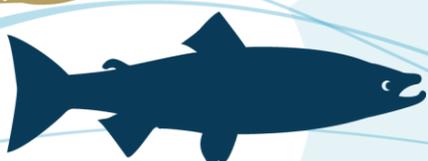
Pour le calcul de ces taux d'implantation, l'apport de tacons natifs dans les échantillons obtenus sur les stations alevinées est une hypothèse exclue.

En 2016, 14 stations alevinées du bassin de l'Allier (2 sur l'Alagnon, 6 sur l'Allier, 2 sur la Dore et 4 sur la Sioule) ont fait l'objet d'échantillonnage par pêche à l'électricité selon le protocole des « Indices d'abondance tacons 0+ ».

Au regard des surfaces précisées dans l'annexe 3 du marché de repeuplement, excepté à « Coudes camping », toutes les densités déversées dépassent légèrement la recommandation 1 alevin/m² (moyenne de 1,09 ind./m² +/- 0,10) (Figure 263). Si seules les surfaces d'Equivalents Radier-Rapide contiguës au point de déversement (limite 400m aval) sont considérées alors les densités varient de 0,48 ind./m² à 7,14 ind./m² pour une moyenne de 2,83 ind./m² +/- 2,05 (médiane : 2,12) (Figure 263).



Densités déversées sur les stations alevinées du bassin de l'Allier en 2016 selon les surfaces productives considérées



Pour les surfaces précisées dans l'annexe 3 du marché de repeuplement, le taux d'implantation moyen calculé pour les 14 stations alevinées sur le bassin de l'Allier est de 22 % +/- 19 contre 12 % +/- 9 pour les surfaces d'Equivalents Radier-Rapide. A l'échelle des cours d'eau, l'Alagnon et la Sioule présentent de meilleurs taux que l'Allier aval et la Dore (Figure 264). Cette tendance semble s'observer depuis 2009 (Figure 265).

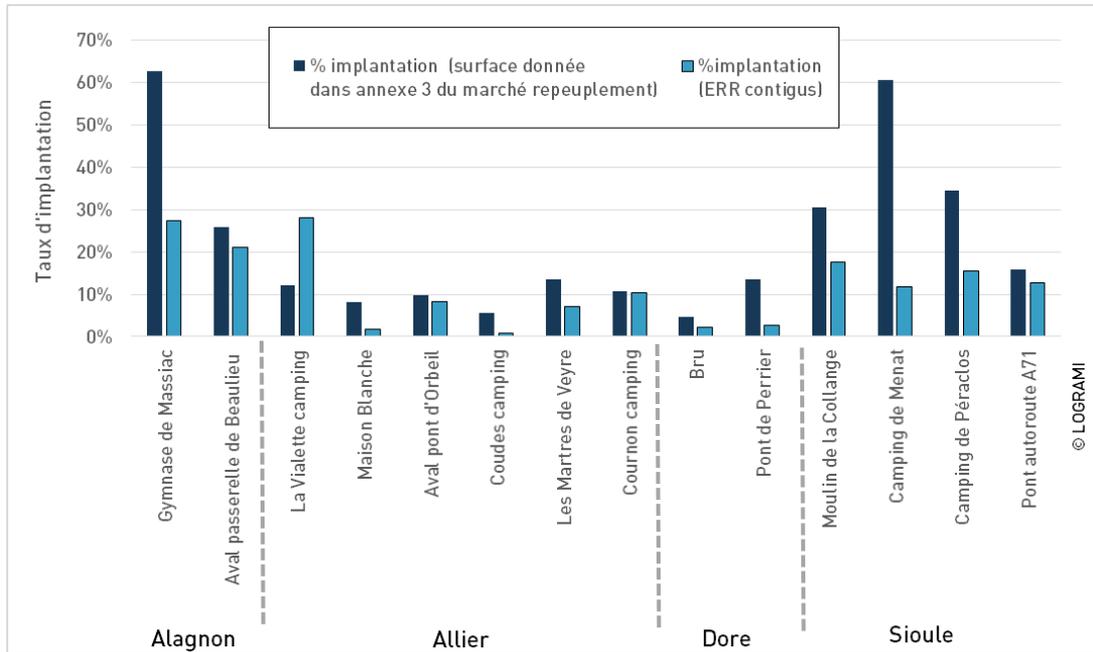


Figure 264 : Taux d'implantation des juvéniles de saumon sur les stations alevinées du bassin de l'Allier en 2016 selon les surfaces productives considérées

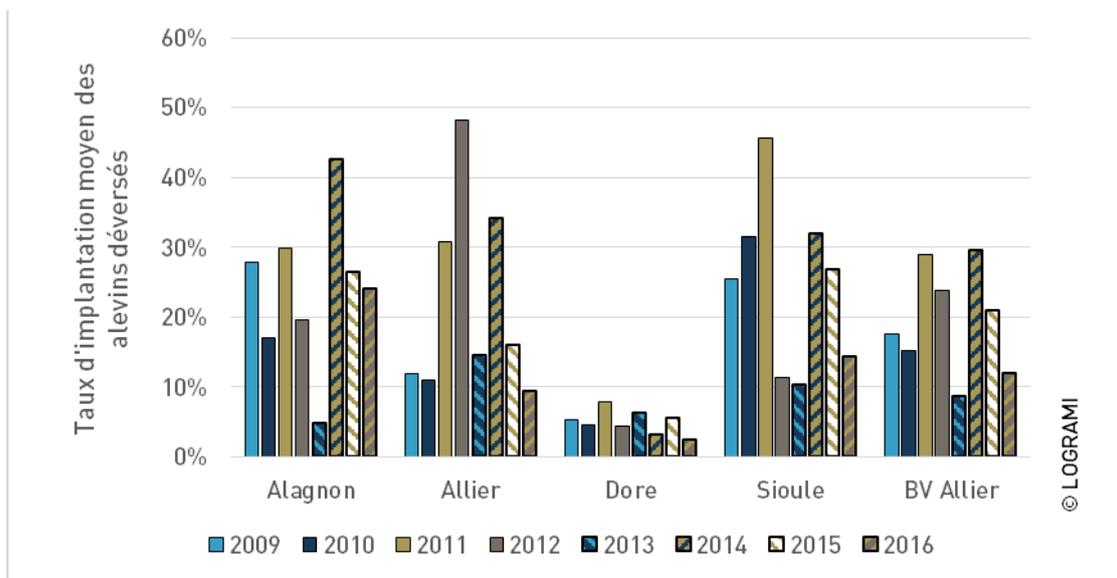


Figure 265 : Taux d'implantation moyens des juvéniles de saumon sur le bassin de l'Allier depuis 2009 (calculés à partir des surfaces ERR contigües aux stations d'échantillonnage)



En 2016, l'implantation des juvéniles déversés sur le bassin de l'Allier est hétérogène selon les cours d'eau et les stations. Au regard des données acquises depuis 2009, l'implantation moyenne de l'année 2016 peut être considérée comme faible.

Depuis 2009, la Dore présente des taux d'implantation plus faibles que les autres cours d'eau du bassin de l'Allier.

8.6. Action 11 : 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 (Figure 266). 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.**

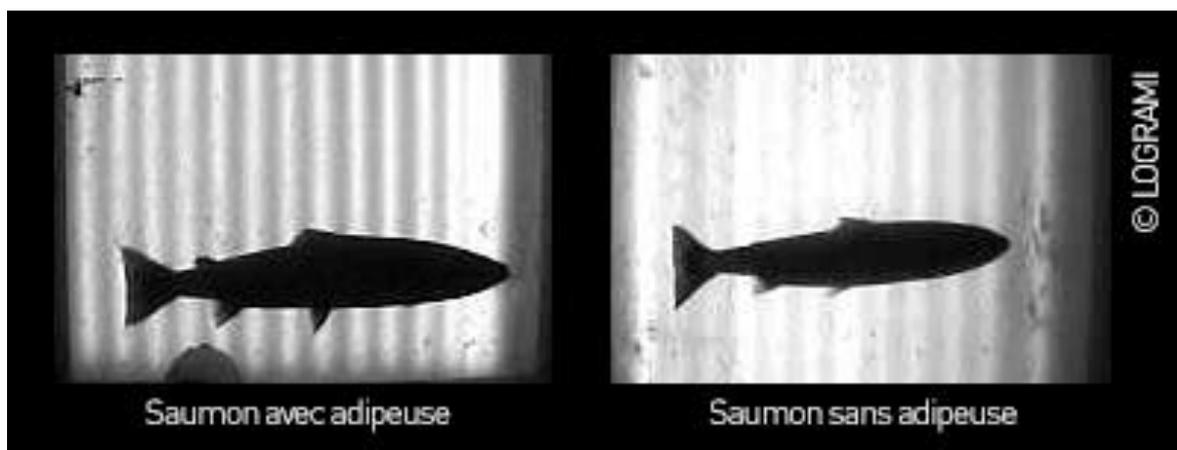


Figure 266 : Différence des profils de saumons au vidéo-comptage en fonction de la présence ou non de nageoire adipeuse

En 2016, un total de 623 saumons a été dénombré aux stations de comptage du bassin de la Loire. 82 d'entre eux n'avaient pas d'adipeuse (soit 13 % de l'effectif annuel). Ces poissons sans adipeuse ont été dénombrés à Vichy sur l'Allier (38 individus), à Descartes sur la Creuse (41 individus) et à Châtelleraut sur la Vienne (3 individus). Aucun individu marqué n'a été observé à Decize sur la Loire.

Selon les axes, les proportions de saumons issus des déversements au stade smolt sont variables (Figure 267). Sur la Creuse, le nombre de saumons sans adipeuse représente ainsi 37 % de l'effectif annuel alors que sur l'Allier il ne représente que 8 %. 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.

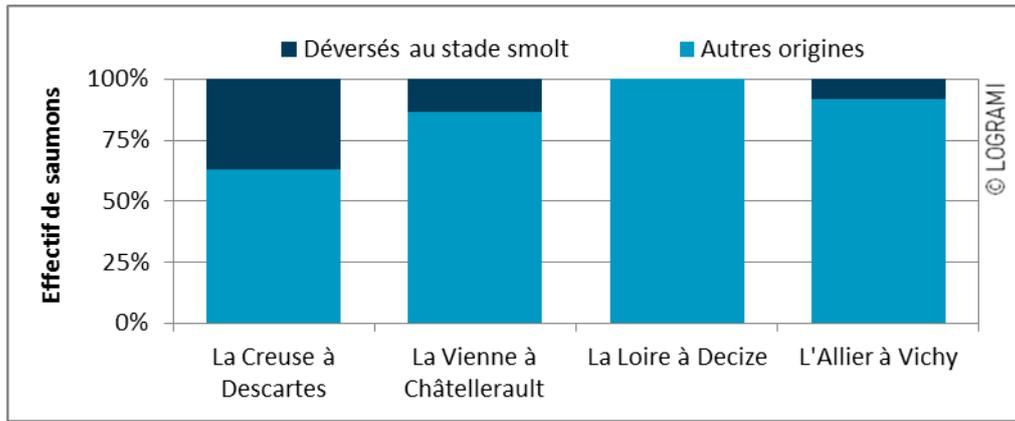


Figure 267 : Origines des saumons comptabilisés sur le bassin de la Loire en 2016

Il est par ailleurs à noter que 169 saumons ont été dénombrés à Langeac sur l'Allier, dont 11 sans adipeuse (soit 19 % des individus marqués passés à Vichy).

8.6.1. Sur le bassin Creuse-Gartempe

8.6.1.1 Bilan des déversements depuis 2009

En 2009 et 2010, les smolts déversés sur la Gartempe sont issus des piscicultures locales du Talbat et du 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 utilisés pour le programme de déversement de la Gartempe. Les déversements de mode haut sont toutefois majoritaires et exclusifs depuis 2012 (Figure 268).

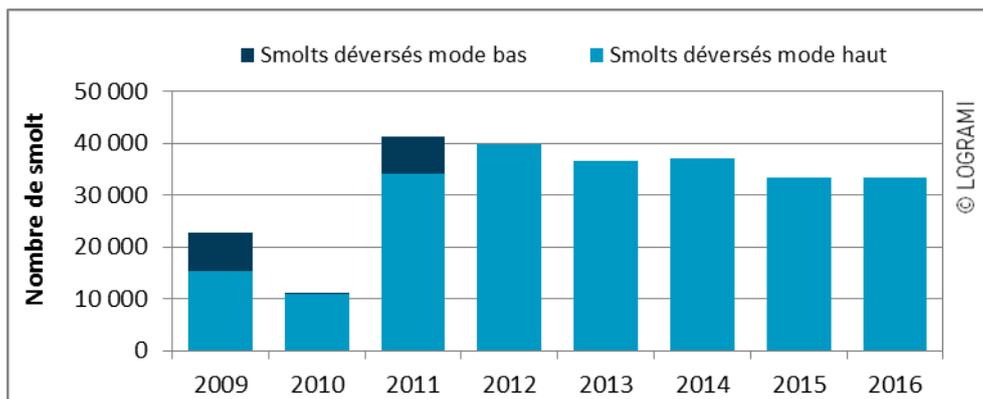


Figure 268 : Evolution des déversements de smolts marqués sur la Gartempe depuis 2009 (Données : EPL / CNSS)

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 (Figure 269).

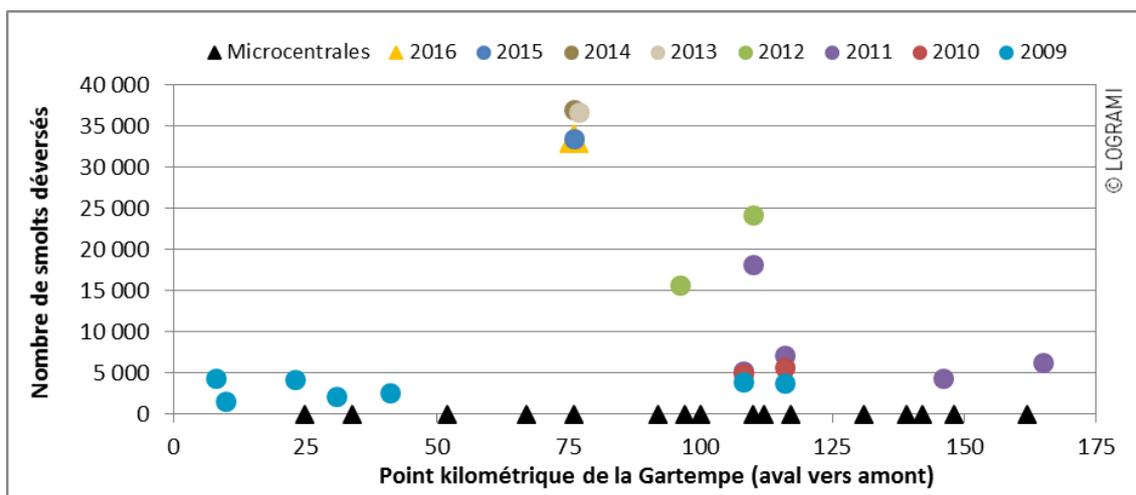


Figure 269 : Localisation des déversements de smolts (de 2009 à 2016) et des microcentrales en activité (en 2016) sur la Gartempe (Données : EPL / CNSS et LOGRAMI)

En 2011, une partie des smolts a ainsi été déversée 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.

8.6.1.2 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 270).

L'année 2016 est caractérisée par un indice hydrologique de 1,2 (débit moyen sur la période de 30,7 ± 20,6 m³/s). Les conditions ont donc été plutôt favorables à la dévalaison des smolts.

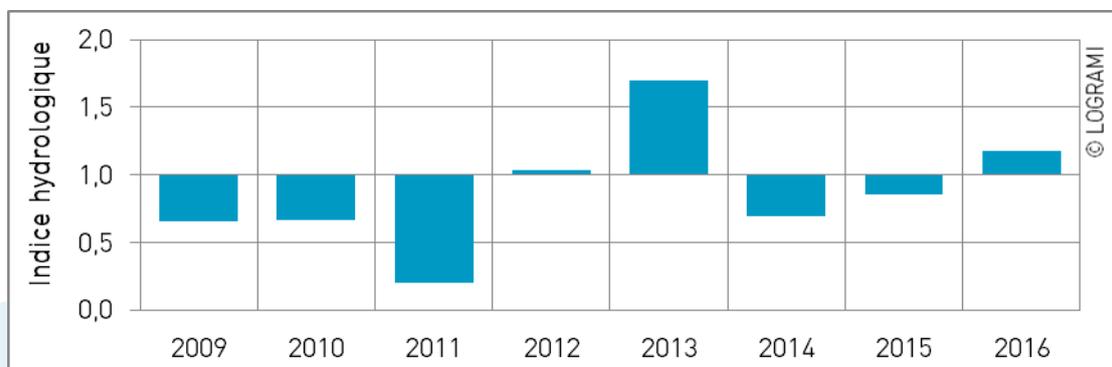


Figure 270 : Indice hydrologique de 2009 à 2016 durant la période de dévalaison des smolts à Montmorillon sur la Gartempe (Données hydro : SPC VCA- Centre de Poitiers/Hydro – MEDD/DE)

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 hydrométriques sont donc très favorables pour le franchissement en surverse des nombreux seuils de la Gartempe.

8.6.1.3 Origine des saumons de retours

En 2016, 41 saumons sans adipeuse ont été observés à Descartes, soit 37 % de l'effectif annuel. Ces saumons issus des déversements au stade smolt sont représentés dans les trois classes d'âge (2 % ont 1 an de mer, 59 % 2 ans de mer et 39 % 3 ans de mer) (Figure 271). En moyenne de 2012 à 2016, les saumons sans adipeuse représentent 25 % ($\pm 16\%$) de l'effectif annuel.

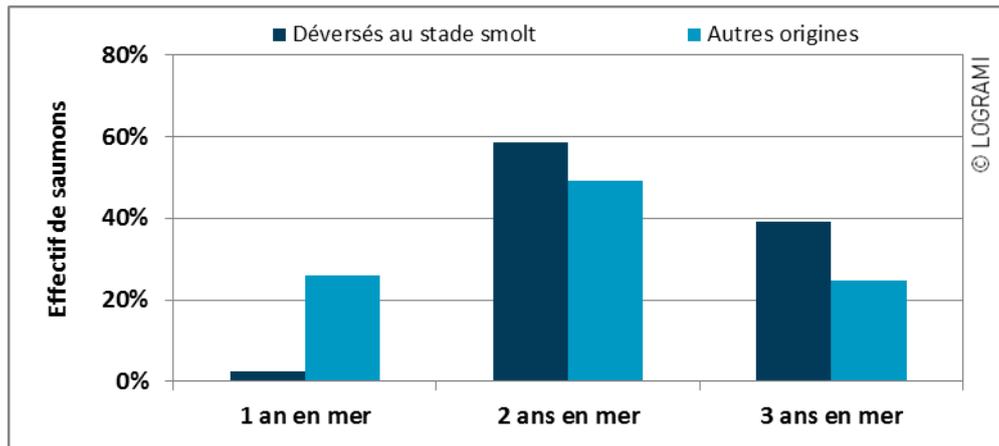


Figure 271 : Origines des saumons par classe d'âge comptabilisés en 2016 à Descartes

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 retours par année de dévalaison peut ainsi être représentée (Figure 272).

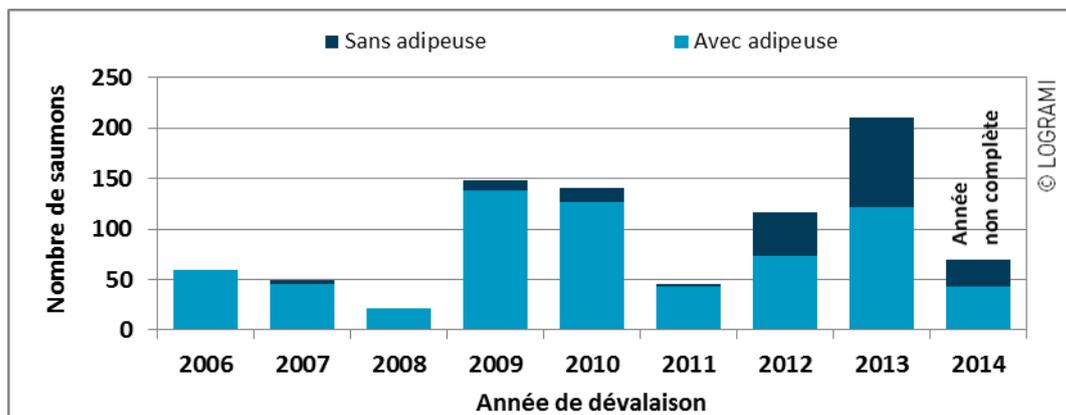
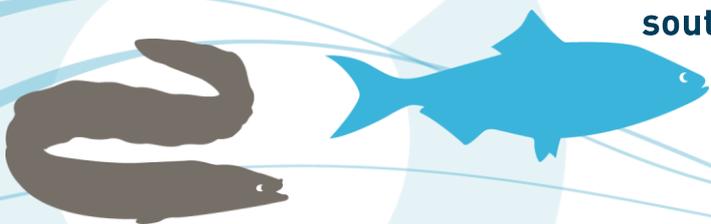


Figure 272 : Retours de saumons à Descartes suivant leurs années de dévalaison

A Descartes, de 2014 à 2016, 211 saumons issus de la dévalaison de 2013 ont été comptabilisés. Parmi eux, 89 ne possédaient pas d'adipeuse et sont donc issus du programme de déversement au stade smolt (soit 42 % des 211 saumons). Cette proportion de saumons sans adipeuse est la plus



importante depuis le début du suivi. Les retours de la dévalaison de 2014 sont à ce jour incomplets, les trois ans de mer issus de cette cohorte ne migreront en effet qu'en 2017.

De 2007 à 2011, 179 saumons issus des dévalaisons 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 Châtellerault 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.

8.6.1.4 Taux de retour des smolts déversés

A partir du nombre de smolts déversés de 2009 à 2013, 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 58).

Tableau 58 : Taux de retour des smolts déversés sur le bassin Creuse - Gartempe de 2009 à 2013 (Sources : LOGRAMI)

Année de dévalaison	2009	2010	2011	2012	2013
Taux de retour constaté sur la Creuse %	0,065%	0,072%	0,009%	0,089%	0,243%

Le taux de retour de l'année 2013 est le plus important des cinq années suivies, **24 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. Il est probable que la majorité de ces poissons a été entraînée dans les turbines des microcentrales lors de leurs dévalaisons.

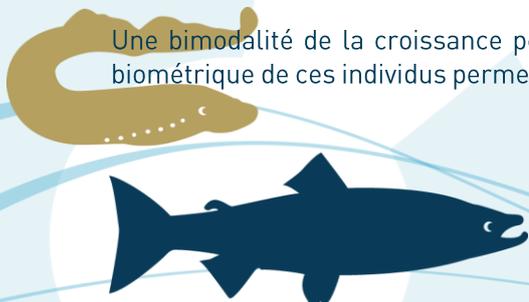
Le taux moyen de retour de smolts depuis 2009 pourrait être en moyenne de **0,096 % (± 0,088 %)** en prenant l'hypothèse que tous les retours sans adipeuse sont issus des déversements sur cet axe. En moyenne, de 2009 à 2013, **environ 10 saumons sont revenus à Descartes pour 10 000 smolts déversés sur le bassin de la Gartempe**. Ce taux de retour est certainement surestimé compte tenu des phénomènes de divagation observés les années précédentes.

8.6.2. Sur le bassin de l'Allier

8.6.2.1 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). Les individus mode haut sont déversés dans l'Allier début du printemps tandis que les individus mode bas le sont à l'automne.

Entre 2003 et 2013, les deux modes de déversements ont été utilisés pour le programme de repeuplement du bassin de l'Allier. En moyenne, 258 000 smolts sont déversés chaque année sur le bassin de l'Allier. Les déversements de mode haut sont majoritaires et représentent en moyenne 63 % de l'effectif déversé (Figure 273).

Entre 2011 et 2013, les déversements ont augmenté pour atteindre une moyenne de 370 000 individus.

Conformément au marché, la production de smolts (mode haut) est exclusive et en forte baisse depuis 2014. Les smolts ont été déversés directement depuis les bassins de la pisciculture via les conduites d'évacuation d'eau.

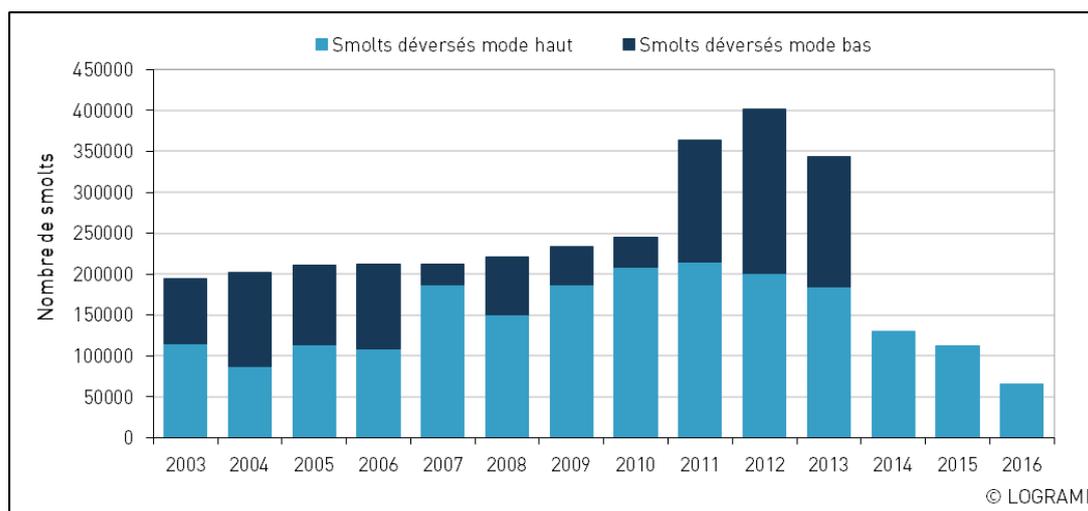


Figure 273 : Evolution des déversements de smolts marqués sur le bassin de l'Allier depuis 2003 (Données : EPL/CNSS)

8.6.2.2 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 274).

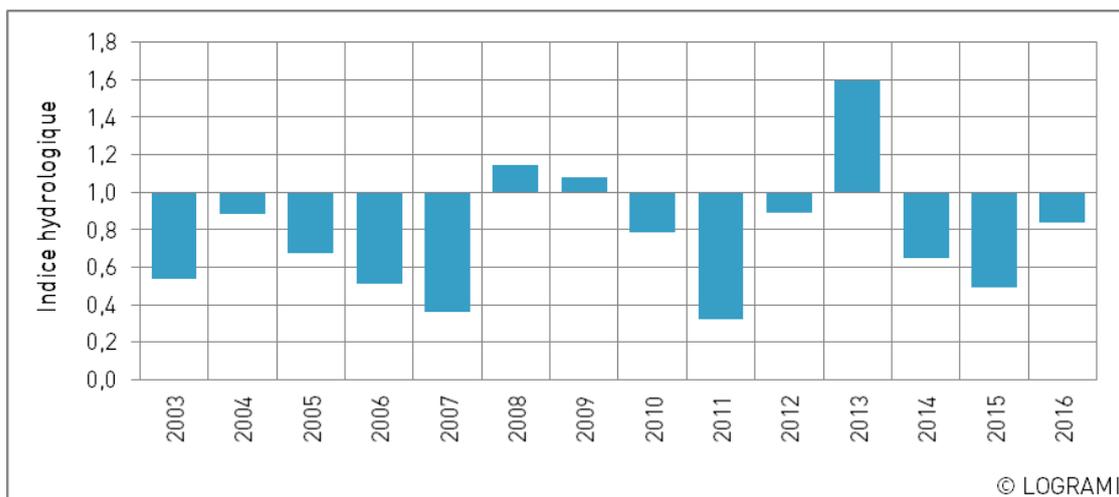


Figure 274 : Indice hydrologique de 2003 à 2016 durant la période de dévalaison des smolts à Prades sur l'Allier (Données hydro : SPC VCA- Centre de Poitiers/Hydro – MEDD/DE)

En moyenne sur la période 2003-2016, l'indice hydrobiologique calculé sur le bassin de l'Allier au niveau de Prades est égal à 0,8. Les conditions de débits sont donc généralement défavorables pour la dévalaison des smolts sur la période avril-mai.

Avec un indice de 0,3 et une moyenne de 8,9 m³/s sur la période avril-mai, 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 et l'indice de 1,6 : les conditions hydrologiques sont donc très favorables pour le franchissement en surverse.

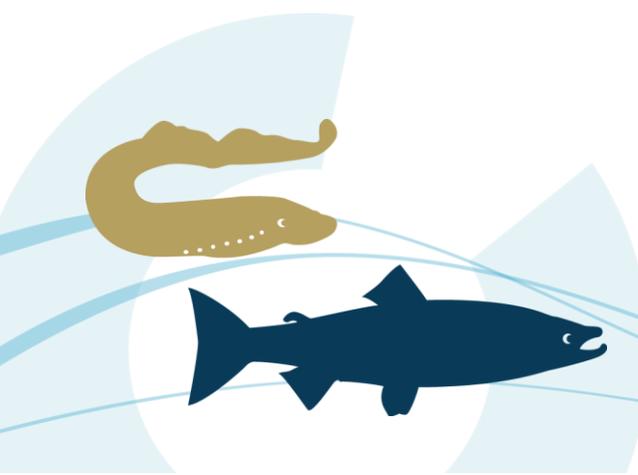
Des conditions favorables de dévalaison (indice de 1,1) ont également été rencontrées en 2008. Cependant, les retours de géniteurs issus de ces déversements (2008) est le plus faible enregistré depuis 2003. Il semblerait que la pollution d'hydrocarbure de la raffinerie Total de Donges survenue sur la 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.

8.6.2.3 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).

La proportion de « 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 13,9 % (± 0,05) (Figure 275).



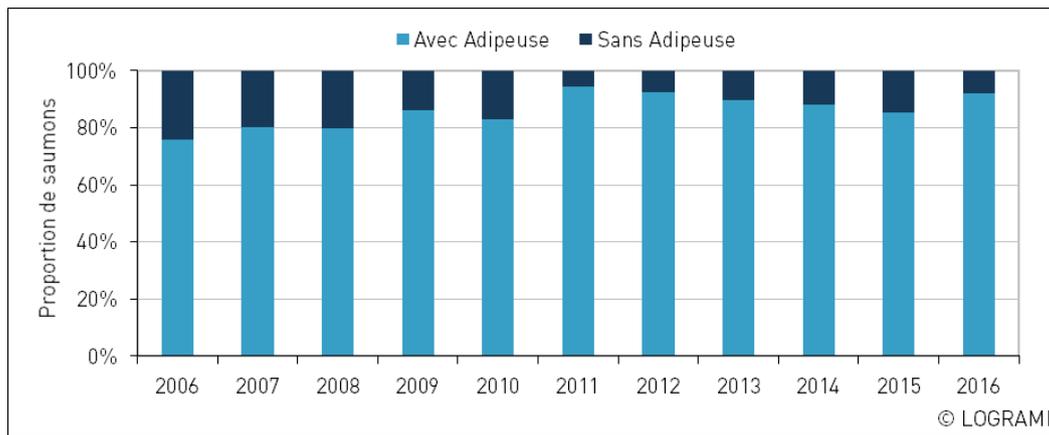


Figure 275 : Evolution de la composition de la population de saumons atlantiques à la station de comptage de Vichy depuis 2006

En 2016, 38 saumons sans adipeuse ont été observés à Vichy, soit 8,1 % de l'effectif annuel. Deux classes d'âge sont représentées parmi les saumons issus des déversements au stade smolt (42,1 % de 2 ans de mer et 57,9 % de 3 ans de mer) (Figure 276). La répartition des classes d'âges pour les individus sans adipeuse est sensiblement la même que pour les poissons d'origines différentes (issus d'alevins et/ou de reproduction naturelle).

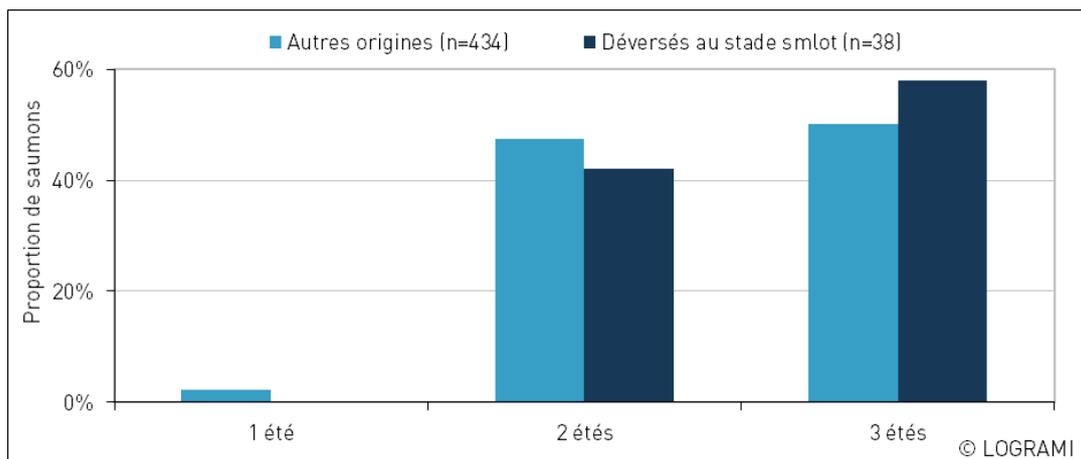


Figure 276 : Origines des saumons par classe d'âge comptabilisés en 2016 à Vichy

La distribution des classes d'âges de la saison 2016 est inversée par rapport aux données historiques de 2006 à 2015 (Figure 277). En effet, sur cette période, les proportions par classes d'âges sont les suivantes :

- 🌀 1 été de mer : 0,9 %
- 🌀 2 étés de mer : 55,4 %
- 🌀 3 étés de mer : 43,7 %

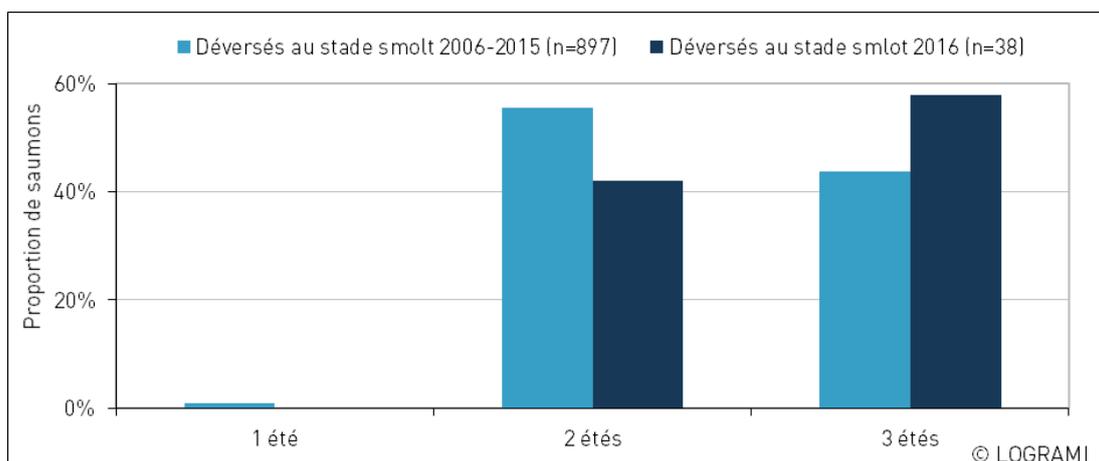


Figure 277 : Comparaison de l'origine des saumons par classe d'âge comptabilisés en 2016 à Vichy avec les données historiques de 2006 à 2015

L'âge de mer des saumons permet par ailleurs d'estimer leur année de dévalaison (une à trois années avant leur comptage à Vichy). L'évolution du nombre de retours par année de dévalaison peut ainsi être représentée (Figure 278).

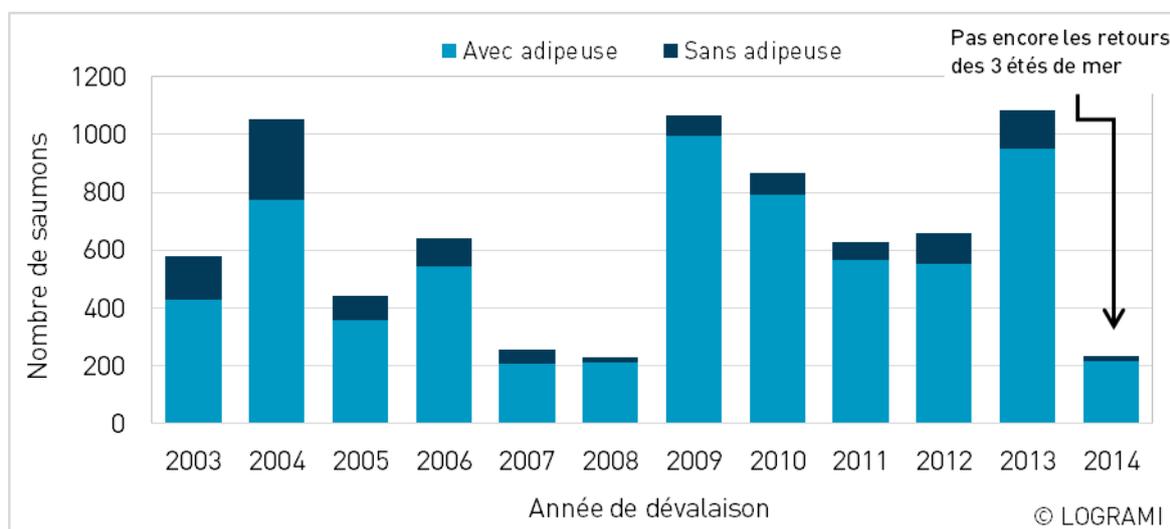
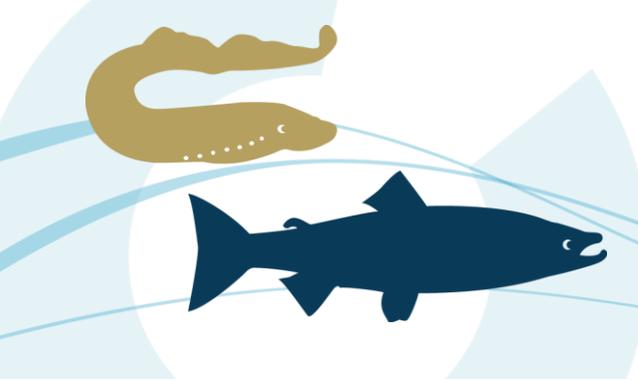


Figure 278 : Retours de saumons à Vichy suivant leurs années de dévalaison

A Vichy, de 2014 à 2016, 953 saumons issus de la dévalaison de 2013 ont été comptabilisés. Parmi eux, 129 ne possédaient pas d'adipeuse et sont donc issus du programme de déversement au stade smolt (soit 9 % des 1082 saumons).

La proportion de saumons sans adipeuse la plus importante a été observée en 2004 avec 37 % (soit 282 saumons sans adipeuse sur 1 054 individus).

7 492 saumons issus des dévalaisons de 2003 à 2013 ont été contrôlés à la station de comptage de Vichy. Parmi eux, 1 119 ne possédaient pas d'adipeuse (soit en moyenne 19 % de l'effectif par an). Les retours de la dévalaison de 2014 sont à ce jour incomplets, les trois ans de mer issus de cette cohorte ne migreront en effet qu'en 2017.



8.6.2.4 Taux de retour des smolts déversés

Ainsi pour l'année 2013, la fraction de smolts dévalants a été estimée à 384 758 individus (Tableau 59) :

- 402 348 smolts ont été déversés sur le bassin de l'Allier en 2012. Il a été estimé que 50,2 % de ces individus devaient dévaler dans l'année contre 49,8 % l'année suivante (source CNSS).
- 344 007 smolts ont été déversés sur le bassin de l'Allier en 2013. Il a été estimé que 53,6 % de ces individus devaient dévaler dans l'année contre 46,4 % l'année suivante (source CNSS).

Ainsi, le retour de saumons de 1 été enregistré en 2014 (1 individu), le retour de saumons de 2 étés enregistré au cours de l'année 2015 (106 individus) et le retour de saumons de 3 étés enregistré au cours de l'année 2016 (22 individus) ont permis d'évaluer le taux de retour des smolts ayant dévalé en 2012 (384 758 individus).

Le retour de la fraction dévalante de 2013 (déversements 2012 et 2013) est donc de 0,03 %.

Tableau 59 : Taux de retour des smolts déversés sur le bassin de l'Allier en 2013 (Sources : LOGRAMI et CNSS).

Année de dévalaison	2013		
Fraction dévalante par année	Dévalant 2012 50,2 % de 402 348 soit 201 174		Dévalant 2013 53,6 % de 344 007 soit 185 764
Smolts dévalants l'année n	384 758		
Année des retours d'adultes sans adipeuse	1 été-2014	2 étés-2015	3 étés-2016
Retours d'adultes (nb)	1	106	22
Total retours d'adultes issus de la dévalaison n	129		
Taux de retours constaté à Vichy	0,03%		

Tableau 60 : Taux de retour des smolts déversés sur le bassin de l'Allier de 2003 à 2013

Année de dévalaison	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
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	0,03

Le taux moyen de retour de smolts depuis 2006 est en moyenne de 0,05 % ($\pm 0,003$). Environ 5 saumons reviennent à Vichy pour 10 000 smolts déversés sur le bassin de l'Allier {

Tableau 60).

Depuis 2009, le taux moyen de retour est relativement constant et avoisine les 0,03 % ($\pm 0,00003$). Environ 3 saumons reviennent à Vichy pour 10 000 smolts déversés sur le bassin de l'Allier.



8.6.3. 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.

8.6.3.1 Bilan des déversements depuis 1998

Entre 2009 et 2013, des déversements de smolts avec ablation de nageoire adipeuse sont également réalisés sur ce bassin. En moyenne, 11 000 smolts ont été déversés sur le bassin de l'Arroux (Figure 279). Tous ces individus sont issus des modes hauts.

En outre, chaque année, en moyenne 70 061 alevins ($\pm 14\,748$) de saumons sont répartis sur cet affluent de la Loire.

Les déversements ont lieu sur trois affluents rive droite de l'Arroux situés aux alentours de Autun (le Mechet, la Celle et le Ternin).

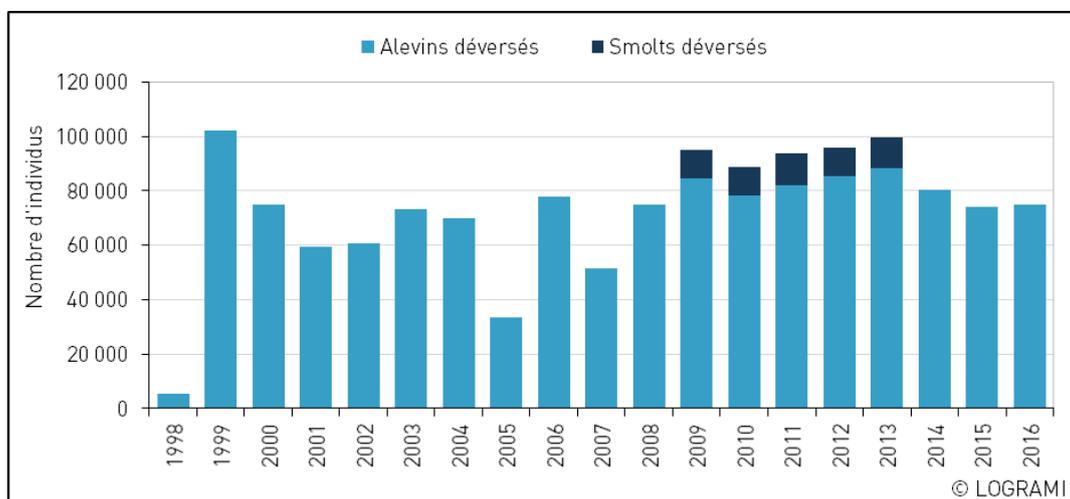


Figure 279 : Bilan des déversements d'alevins et de smolts sur le bassin de l'Arroux depuis 1998 (Données : EPL / CNSS).

Entre 2009 et 2013, un taux de retour peut être calculé à partir des smolts déversés et des retours d'adultes sans adipeuse.

8.6.3.2 Taux de retour des smolts déversés

A la station de comptage de Gueugnon

Pour la saison 2013, 10 208 smolts ont été déversés sur le bassin de l'Arroux (Tableau 61). Il a été estimé que 100 % de ces individus devaient dévaler dans l'année (Source CNSS). Lors des déversements de 2012, 100 % de ces individus avaient également dévalé dans l'année (Source CNSS).

Le retour de la fraction dévalante de 2013 est donc estimé uniquement à partir des déversements réalisés en 2013.

Le retour de saumons de 2 étés enregistré en 2015 (1 individu sans adipeuse) et le retour de saumons de 3 étés enregistré au cours de l'année 2016 (0 individu) ont permis d'évaluer le taux de retour des 10 208 smolts ayant dévalé en 2013.

Le retour de la fraction dévalante de 2013 (déversements 2013) est donc de 0,01 %.

Tableau 61 : Calcul du taux de retour des smolts déversés sur le bassin de l'Arroux en 2013 au niveau de la station de Gueugnon (Sources : LOGRAMI et CNSS).

Année de dévalaison	2013	
Fraction dévalante par année	100 % des smolts de 2012 dévalent au cours de l'année	Dévalant 2013 100 % de 10 208 soit 10 208
Smolts dévalants l'année n	10 208	
Année des retours d'adultes sans adipeuse	2 étés-2015	3 étés 2016
Retours d'adultes (nb)	1	0
Retours d'adultes total issus de la dévalaison n	1	
Taux de retour constaté à Gueugnon	0,01 %	

Tableau 62 : Taux de retour des smolts déversés sur le bassin de l'Arroux de 2009 à 2013 au niveau de la station de Gueugnon (Sources : LOGRAMI).

Année de dévalaison	2009	2010	2011	2012	2013
Taux de retours constaté à Gueugnon (%)	0	0,02	0,005	0	0,01

Le taux moyen de retour de smolts depuis 2009 est en moyenne de 0,01 % ($\pm 0,007$). Environ 1 saumon revient à Gueugnon pour 10 000 smolts déversés sur le bassin de l'Arroux (Tableau 62).

A la station de comptage de Decize

Un taux de retour peut également être calculé à partir des smolts déversés et des retours d'adultes sans adipeuse au niveau de la station de Decize. Cette station se situe 75 km en aval de la station de Gueugnon et constitue le premier point de contrôle des géniteurs lors de leur remontée sur la Loire. Les individus contrôlés à la station de Gueugnon chaque année sont donc d'abord observés à celle de Decize.

Tableau 63 : Taux de retour des smolts déversés sur le bassin de l'Arroux de 2009 à 2013 au niveau de la station de Decize (Sources : LOGRAMI).

Année de dévalaison	2009	2010	2011	2012	2013
Taux de retours constaté à Decize (%)	0,03	0,02	0,01	0,01	0,05

Le taux moyen de retour de smolts depuis 2009 est en moyenne de 0,02 % ($\pm 0,0014$). Environ 2 saumons reviennent à Decize pour 10 000 smolts déversés sur le bassin de l'Arroux (Tableau 63). Le taux de retour moyen à Decize est donc deux fois plus élevé qu'à Gueugnon. Il existe une perte en ligne des géniteurs entre les deux stations qui semble suivre sensiblement la même évolution sur les cinq années de retours. Hormis en 2010, année durant laquelle les 2 saumons sans adipeuse contrôlés à Decize sont arrivés jusqu'au barrage de Gueugnon.



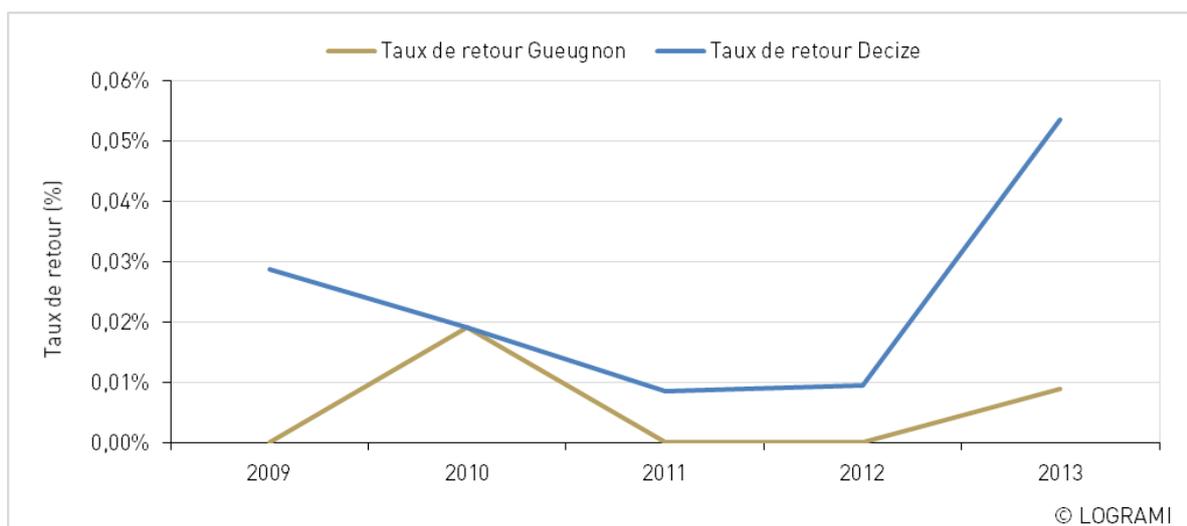


Figure 280 : Comparaison de l'évolution des taux de retour des smolts déversés sur le bassin de l'Arroux de 2009 à 2013 au niveau des stations de Decize et de Gueugnon (Sources : LOGRAMI).

8.6.4. 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 13,9 % des effectifs de géniteurs comptés sur l'Allier à Vichy (depuis 2006), 25 % sur la Creuse à Descartes (depuis 2012) et 11 % 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 2013, ce taux de retour est en moyenne de 0,04 % sur l'Allier, 0,10 % sur le bassin Creuse-Gartempe et 0,01 % sur l'Arroux (Figure 281).

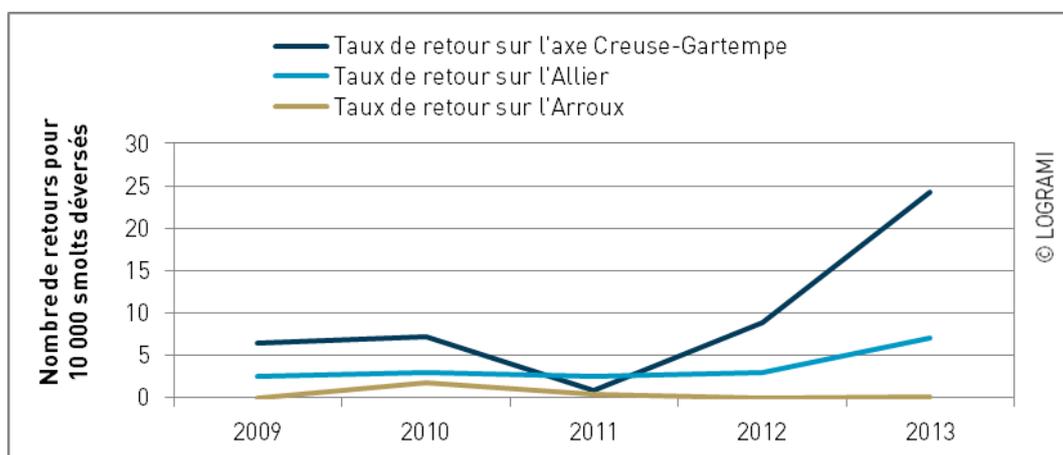


Figure 281 : Comparaison des taux de retours de smolts entre sous-bassins pour les dévalaisons de 2009 à 2013

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 2 à 4 fois 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 moyens observés actuellement sur l'Allier.

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.

8.7. Action 12 : 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.

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.

8.7.1. Effort de piégeage

L'échantillon prélevé lors de la campagne 2016 doit-être le plus représentatif de la population étudiée. Ainsi, compte tenu de la série chronologique 1997-2015, pour couvrir l'ensemble de la période de migration, les captures doivent être effectuées du 1er janvier au 11 décembre (Figure 282). 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 9, 10 ou 11 à la semaine 23) (BACH et al., 2014).



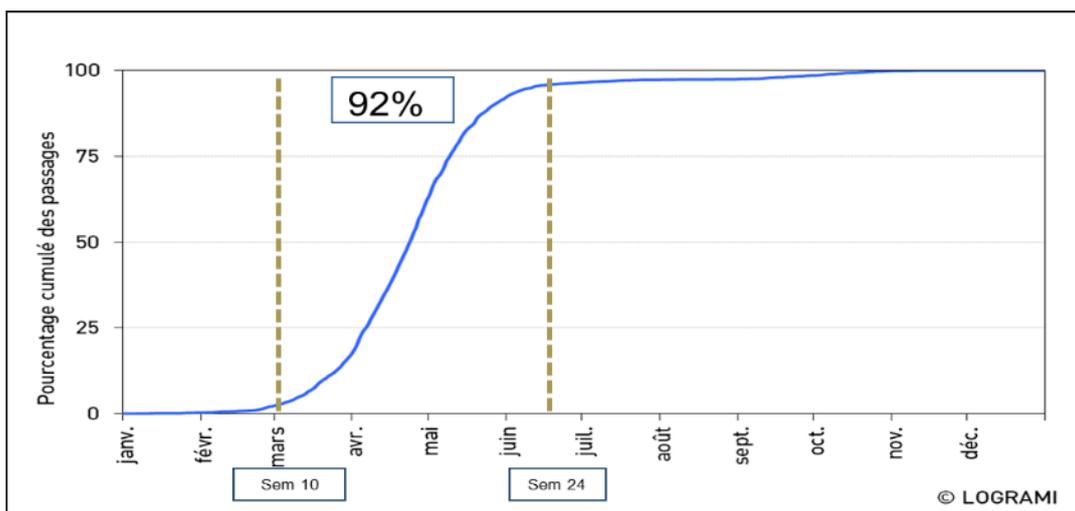


Figure 282 : Dynamique migratoire moyenne à Vichy sur la période 1997 – 2015

Depuis 2015, un allongement de la période de piégeage est réalisé en début de campagne afin d'atteindre un objectif de 100 saumons capturés. Ainsi, en 2016, le piégeage a commencé 4 semaines plus tôt que lors de saison 2014 : début du piégeage en semaine 9 contre la semaine 13 en 2014.

Pour une même période de piégeage, en 2016, un effort de piégeage plus important a été enregistré contrairement à 2015. En effet, 445 h ont été nécessaires pour capturer 75 saumons contre 346 h pour 110 saumons en 2015 (Tableau 64). Ceci est principalement dû à une population migrante moins importante en 2016 : 472 en 2016 contre 1177 en 2015.

Tableau 64 : Comparatif de l'effort d'échantillonnage entre les campagnes 2014, 2015, 2016 (Sources : LOGRAMI)

	2014	2015	2016
Nb jours de piégeage autorisés	39	45	45
Nb total jours de piégeage réalisés	35	37	41
Nb total d'heures de piégeage réalisées	374	346	445
Nb total de captures (CNSS+LOGRAMI)	74	110	75
Nb de passages	595	1177	472
Part de la population migrante à Vichy piégée	12,4%	9,3%	15,9%

La part échantillonnée de la population migrante en 2016 est la plus importante (15,9 %) enregistrée depuis le 2014.

Les captures ont été réalisées au maximum 3 jours par semaine en respectant le calendrier CNSS-LOGRAMI défini par l'arrêté d'autorisation de piégeage. Pour LOGRAMI, le protocole a été constitué de 18 journées entières et 23 relèves après le CNSS de 16h à 18 heures. Durant la période de piégeage autorisée, le piège n'a pu faire l'objet d'une installation à quatre reprises :

- La réparation de la potence a occasionné l'arrêt du dispositif de piégeage pendant une journée le 2 mars 2016
- Les débits supérieurs à 300 m³/s de l'Allier rencontrés pendant les journées potentielles de piégeage ont occasionné la fermeture des dispositifs de franchissement pendant 3 jours (le 7 avril, les 2 et 7 juin 2016).



75 saumons ont été capturés durant cette campagne de piégeage. Les captures se sont échelonnées de la semaine 9 à la semaine 23 (Figure 283).

Le CNSS a capturé 31 saumons entre la semaine 12 et la semaine 19 soit une CPUE de 0,19 saumon par heure de piégeage.

LOGRAMI a capturé 44 saumons entre la semaine 9 et la semaine 23 soit une CPUE de 0,15 saumon par heure de piégeage. 24 de ces 44 saumons ont été capturés durant la période commune de piégeage avec le CNSS (ces captures sont réalisées lorsque LOGRAMI a pris le relais du CNSS en fin de journée après 16h (14h TU)).

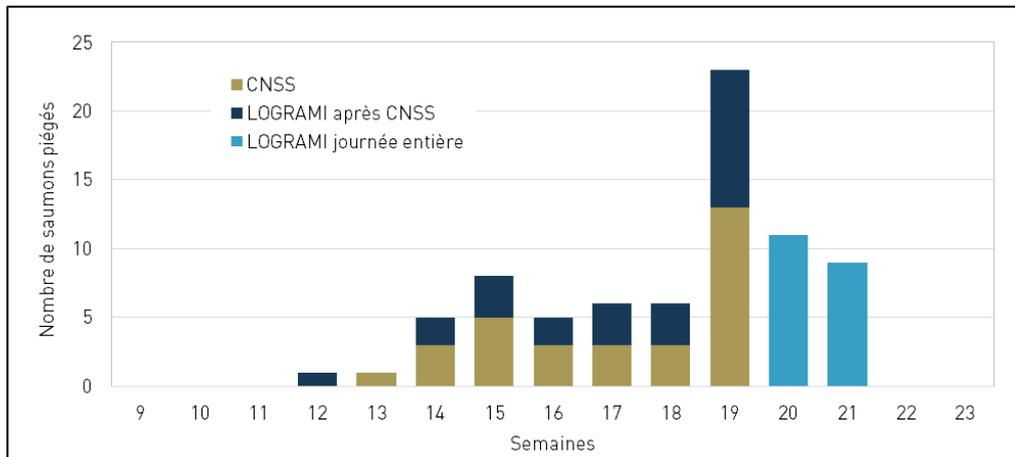


Figure 283 : Répartition par semaine des captures de saumons réalisées par le CNSS et LOGRAMI en 2016 à Vichy

8.7.2. Représentativité de l'échantillon

8.7.2.1 Répartition des saumons migrants et piégés sur l'ensemble de la période de migration 2016

Les résultats montrent qu'une partie des saumons en début et fin de période a échappé à l'échantillonnage. La campagne de piégeage s'étalant du 1 mars au 9 juin, les individus de début et de fin de cohorte n'ont pas été échantillonnés soit 3 % de la population migrante avant le 1 mars (14/472) et 6 % de la population migrante après le 9 juin (28/472).

Trois crues printanières supérieures à 300 m³/s (début avril, mi-avril et début juin) ont occasionné la fermeture des dispositifs de franchissement pendant plusieurs jours pour éviter l'encombrement des passes à poissons.

Les captures réalisées en avril (32 % des captures (24/75)) sont faibles au regard de la population migrante à Vichy (41,3 % des passages (195/472)).

A contrario, le 12 mai, l'opération de piégeage qui a été menée correspond à un pic de migration et explique les quantités de saumons capturés (14) en lien avec une intense migration (19 passages).



Un pic migratoire, fin avril (67 saumons entre le 22 et 24 avril) a échappé à l'opération de piégeage. Ces dates correspondent à des jours non éligibles dans l'arrêté de piégeage.

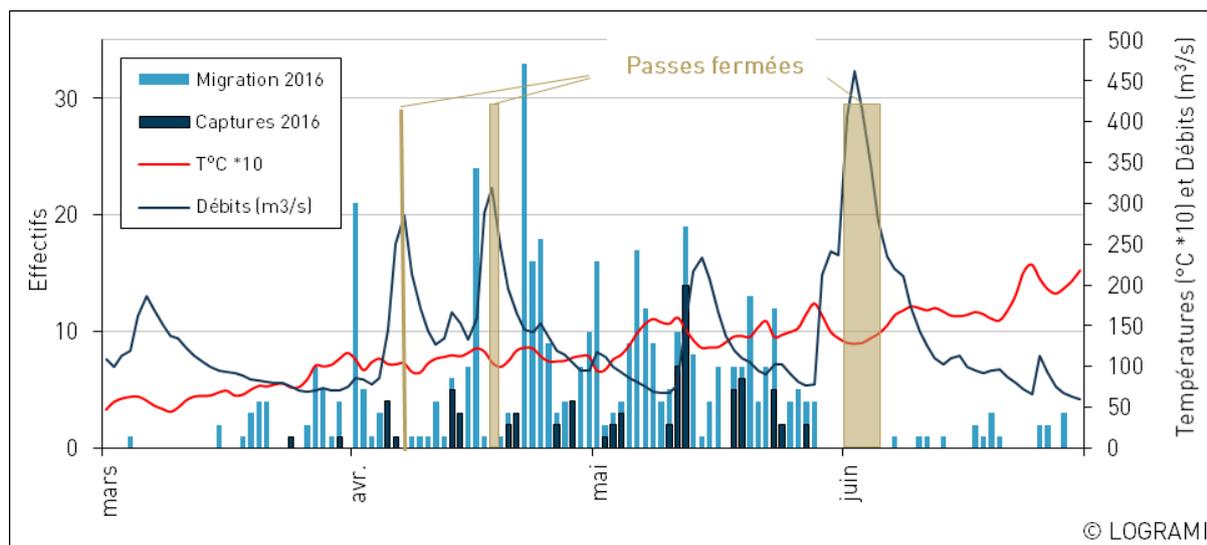


Figure 284 : Effectifs de saumons piégés et migrants sur la période de migration (début mars à fin juin) observés dans la passe à poissons RD Vichy en 2016

8.7.2.2 Comparaison des rythmes hebdomadaires

Les saumons ont été capturés à raison d'environ 5 individus par semaine avec une semaine particulière (semaine 19 du 9 au 15 mai) où 23 saumons ont été piégés.

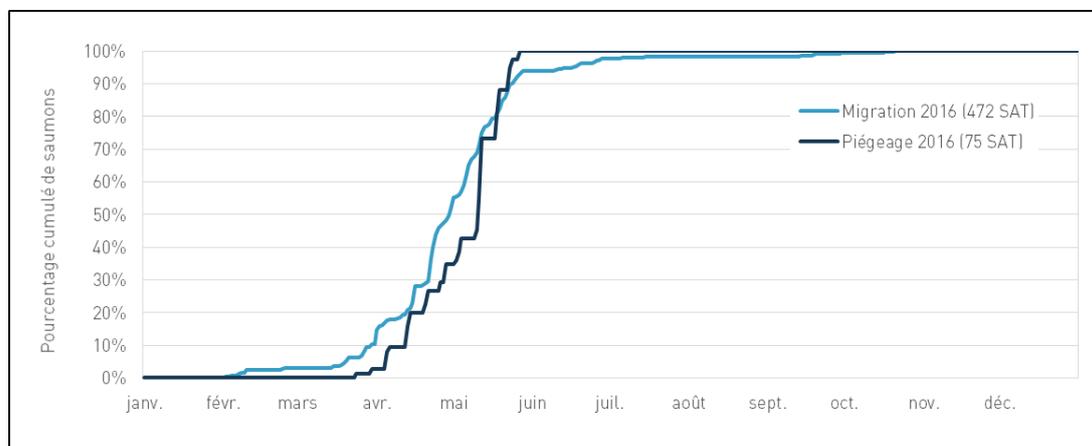


Figure 285 : Comparaison du rythme migratoire et des captures de saumons atlantiques à Vichy en 2016

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 (Figure 285).

Ainsi, puisque l'échantillonnage mené en 2016 suit significativement la tendance des passages ($R^2 = 0,98$) (Figure 286), 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 14 saumons avaient déjà franchi le barrage de Vichy avant le début des opérations de piégeage et 28 après la campagne. Par conséquent, la période d'échantillonnage qui représentait 91 % des effectifs s'est révélée très favorable à un échantillonnage représentatif.

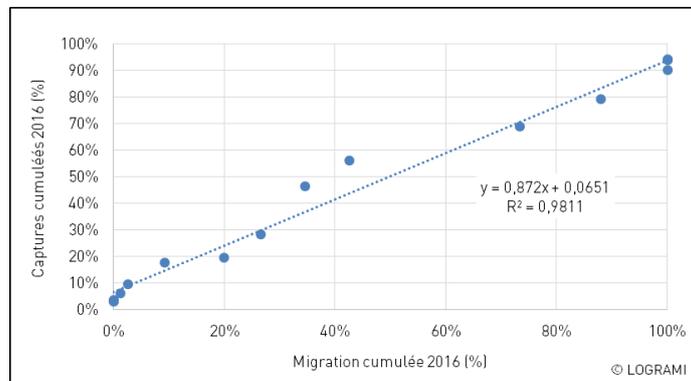


Figure 286 : Droite de régression captures/migration des saumons à Vichy en 2016

8.7.2.3 Comparaison des classes d'âges

La répartition des saumons capturés en 2016 par âge de mer est la suivante (Tableau 65) :

- 0 saumon de 1 an (1 été) de mer (0 %)
- 36 saumons de 2 ans (2 étés) de mer (48,6 %)
- 38 saumons de 3 ans (3 étés) de mer (51,4 %)

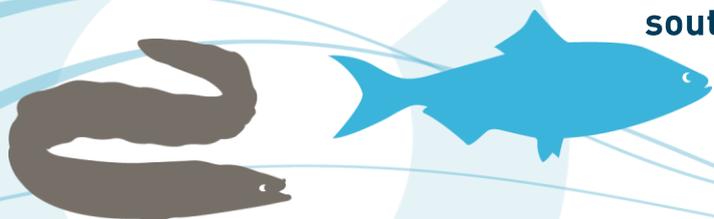
Tableau 65 : Comparaison des effectifs des classes de tailles des saumons migrants observés à Vichy en 2016 avec les individus piégés (Source LOGRAMI)

	1 été	2 étés	3 étés	total
Migration 2016	10	222	240	472
Piégeage 2016	0	36	38	74

La répartition des classes d'âge de la cohorte 2016 suit la même tendance que celle des individus piégés (Figure 287). En effet, nous constatons une prédominance des saumons ayant passé 2 étés en mer qui représentent 47 % des passages enregistrés contre 50,8 % pour les saumons de 3 étés de mer. Seulement 10 saumons d'un été de mer ont franchi Vichy en 2016.

Si nous comparons la répartition annuelle par classe d'âge de mer, nous observons une sur-représentation des saumons de 2 étés de mer et 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 moyenne sur la période historique entre 1997 et 2016 (N=127).

Dans l'échantillon capturé en 2016, un saumon représente 0,74%. Ainsi, les écarts observés (1,6 % pour les 2 étés et 0,6 % pour les 3 étés) entre échantillon capturé et migration ne représentent qu'environ 1



à 2 saumons. Ce résultat traduit un effort de piégeage constant sur l'ensemble de la période de piégeage.

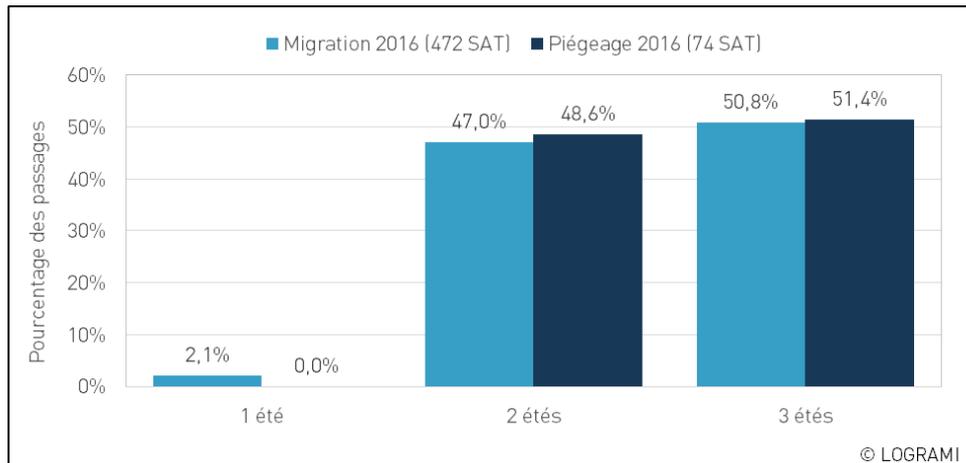


Figure 287 : Comparaison de la répartition des classes de tailles des saumons migrants observés à Vichy en 2016 avec celles des individus piégés

8.7.2.4 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 génotypages.

7 saumons sur 74 soit 9,5 % des saumons capturés ne présentaient pas de nageoire adipeuse. L'échantillon piégé sur la période de migration (01/03 au 09/06) représente 20 % de la population migrante sans adipeuse (soit 7 saumons piégés sur 35 individus sans adipeuse passés).

La répartition des saumons capturés en 2016 sans adipeuse par âge de mer est la suivante (Tableau 66) :

- 0 saumon de 1 an (1 été) de mer (0%)
- 5 saumons de 2 ans (2 étés) de mer (42,8%)
- 8 saumons de 3 ans (3 étés) de mer (57,1%)

Tableau 66 : Comparaison des effectifs par classes de tailles des saumons sans adipeuse (AD-) observés à Vichy en 2016 avec les individus piégés (Source LOGRAMI)

	1 été	2 étés	3 étés	Total
Migration sans AD 2016	0	16	22	38
Piégeage sans AD 2016	0	3	4	7

En terme de structuration en âge des individus sans adipeuse, l'échantillon paraît représentatif de la population migrante avec un léger surplus de 2 ans de mer et déficit de 3 ans de mer (Figure 288).

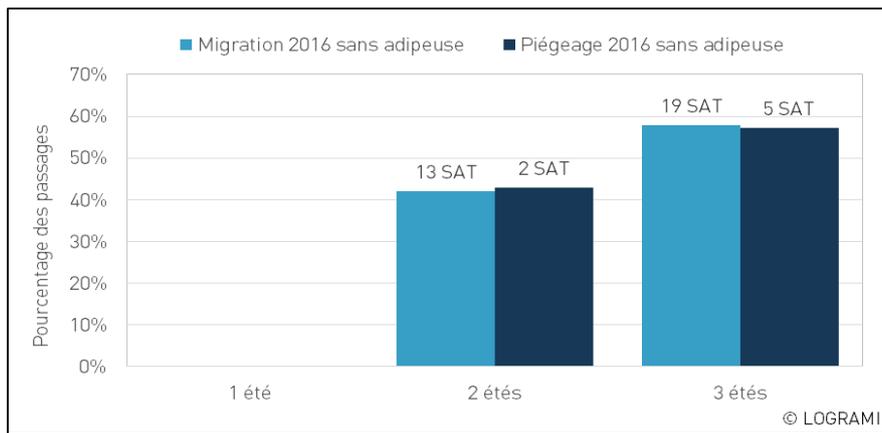


Figure 288 : Comparaison de la répartition des classes de tailles des saumons sans adipeuse (AD-) observés à Vichy en 2016 avec les individus piégés

8.7.3. 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 74 saumons échantillonnés en 2016 par LOGRAMI, il en ressort que la majeure partie (43,2 %) des individus sont jugés en état « satisfaisant » (B) (Figure 289).

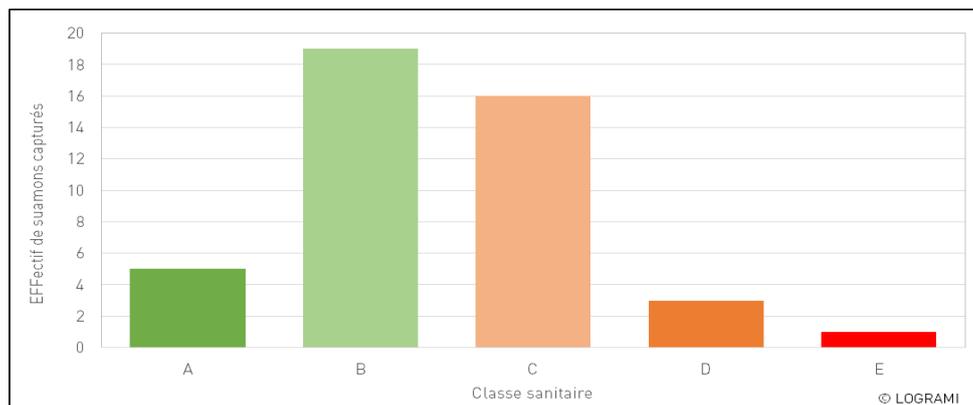


Figure 289 : Etat sanitaire des saumons capturés en 2016 par LOGRAMI

11,4 % des saumons sont jugés en état « très satisfaisant » (A), 36,4% des individus sont jugés en état « moyen » (C) et 6,8% sont jugés en état « préoccupant » (D).

Durant la campagne de piégeage 2016, un seul saumon a été jugé en E (état général très dégradé pouvant compromettre leur survie).

Depuis la campagne de piégeage de 2014, nous constatons une certaine constance dans la répartition des classes sanitaires. Sur les 146 saumons échantillonnés entre 2014 et 2016 par LOGRAMI, il en ressort que la majeure partie des individus sont jugés en état « satisfaisant » (B) (45,7 %) et moyen (C) (31,1 %) (Figure 290).

A noter également, la part plus importante de saumon avec un état sanitaire satisfaisant en 2014 de 22 % contre 15 % en moyenne sur la période 2014-2016.



Figure 290 : Comparaison de l'état sanitaire des saumons capturés de 2014 à 2016 par LOGRAMI

Pour la première fois, durant la campagne de piégeage 2016, un seul saumon a été jugé en E avec un état général très dégradé pouvant compromettre sa survie (Figure 291).



Figure 291 : Photographies du saumon en état sanitaire très dégradé (E) capturé le 21 avril 2016 par LOGRAMI



8.7.4. Bilan de l'étude d'assignation (résumés des résultats de l'étude portée par l'INRA)

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.

Compte tenu du cycle de vie des saumons, les retours issus de la reproduction de 2008 ont commencé dès 2012 :

- 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 après 2 ans en eau douce et ayant passé 3 ans en mer (2+ 3HM) en 2014.

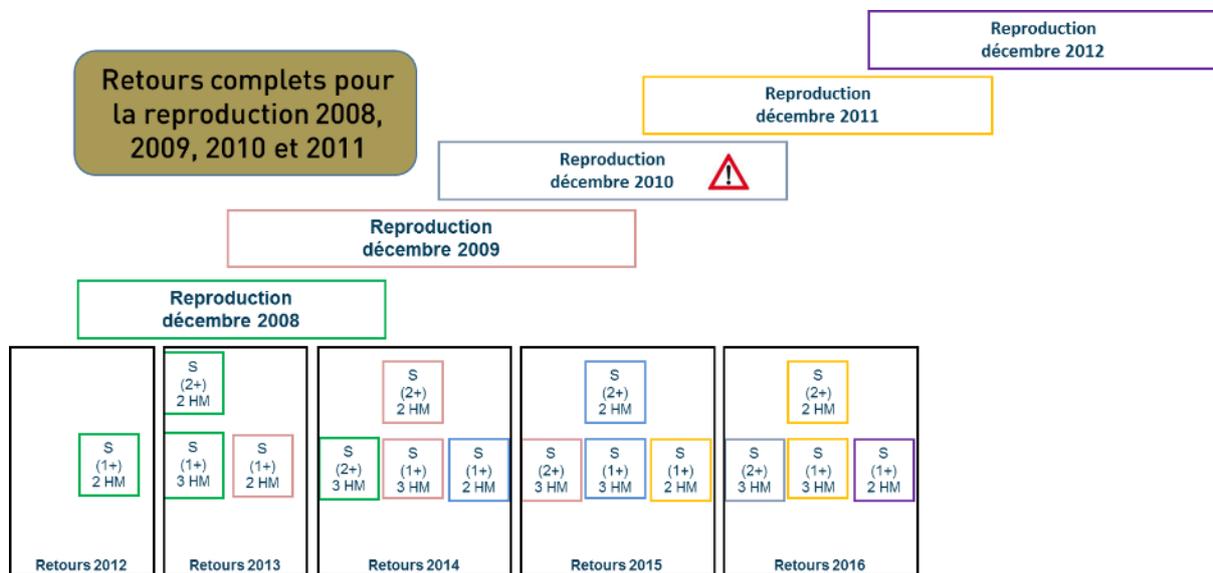


Figure 292 : Décomposition des retours en sous-cohortes par année de reproduction et identification des génotypes (Sources : Modifié d'après DREAL de Bassin).

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 293), pour la reproduction de 2009, il est nécessaire de disposer d'échantillons de 2013 à 2015 et enfin pour la reproduction de 2010, les années 2014 à 2016 sont nécessaires.

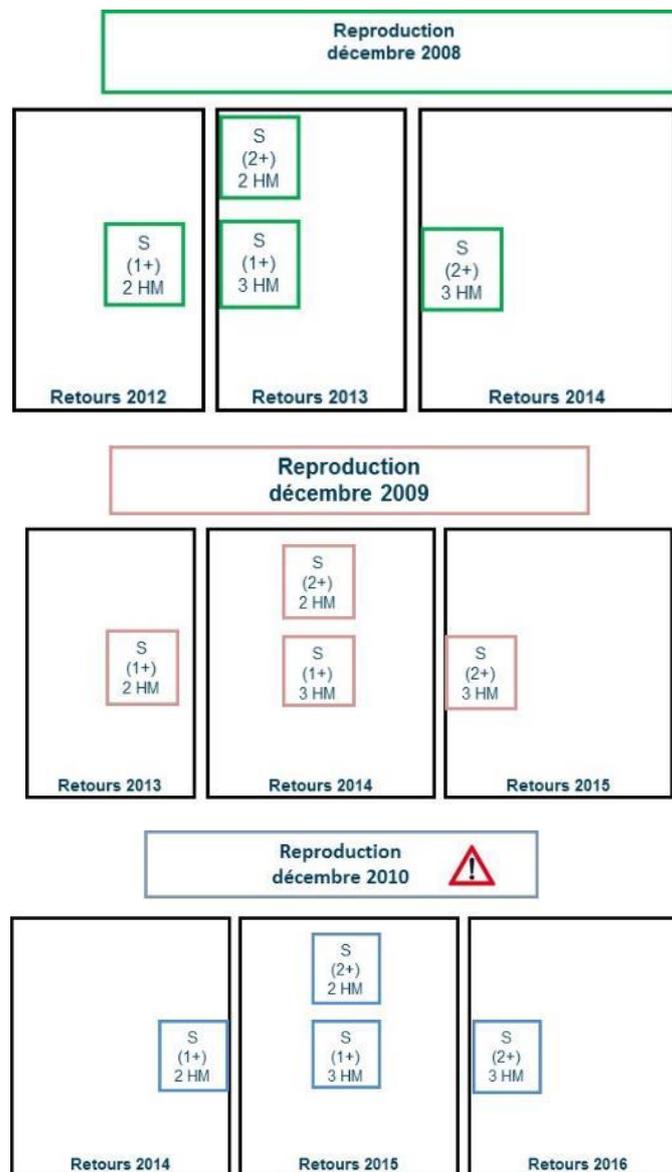


Figure 293 : Décomposition des retours en sous-cohortes pour les reproductions 2008, 2009 et 2010 et identification des génotypes (Sources : Modifié d'après DREAL de Bassin)

Tableau 67 : Nombres d'échantillons de tissus (prélèvement individuel) fournis pour l'analyse génétique (Sources LOGRAMI-CNSS)

Année	Echantillons	Effectifs à Vichy de saumons de retour	% Echantillon
2012	93	861	10,80%
2013	63	819	7,69%
2014	74	595	12,44%
2015	110	1177	9,35%
2016	75	472	15,89%

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% (Tableau 68).

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 68 : Proportions d'individus issus de pisciculture (déversement stade alevin) comparativement aux individus assignés parmi les saumons échantillonnés issus de la reproduction 2008 (Sources INRA)

Année de retour (âge)	Effectifs de pisciculture / nombre d'assignations	%
2012 (1E2M)	9/21	43%
2013 (2E2M et 1E3M)	15/39	38%
2014 (2E3M)	24/66	36%

A partir de 2014, l'ensemble des échantillons participe à l'assignation en déterminant notamment les provenances des individus des reproductions 2008, 2009 et 2010. Les résultats de l'étude portée par l'INRA présentés ici ne concernent que les années de reproduction 2008 et 2009. Les résultats concernant l'année de reproduction 2010 n'ayant pas été définitivement validés.

Tableau 69 : Proportions d'individus issus de pisciculture (déversement stade alevin) comparativement aux individus assignés par année de reproduction (Sources INRA)

	Proportion de retour issue de pisciculture
Reproduction 2008	40,00%
Reproduction 2009	46,40%

Les premiers résultats semblent donc démontrer une participation par cohorte de l'ordre de 40% issus de retour d'alevins déversés.

8.7.5. Conclusion

Conformément aux recommandations des groupes 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 depuis 2015 avec 3 semaines supplémentaires en début de période s'est avéré bénéfique**. En effet, l'échantillon 2016 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 des reproductions 2008, 2009 et 2010.

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. En 2017, le CNSS sera en charge de la capture de 100 saumons, le protocole de piégeage devra prendre en compte la représentativité des captures et il sera alors nécessaire de valider l'échantillon génétique produit.

L'opération d'échantillonnage menée en 2016 dans le cadre de cette étude a permis de fournir un nombre conséquent d'échantillons génétiques (n=75) qui s'ajoutent aux précédents. L'année 2016 permet de compléter les échantillons thésaurisés par l'INRA afin d'obtenir une analyse pour deux cohortes supplémentaires issues de la reproduction 2009 s'étalant sur des retours en 2013, 2014 et 2015 et de la reproduction de 2010 s'étalant sur 2014, 2015 et 2016.

Cette participation est importante au regard du maximum préconisé par le Conseil Scientifique Loire-Allier qui a fixé à moins de 50% la proportion maximale que les déversements devraient représenter dans la population. En effet à ces 40% nous devons également ajouter les pourcentages issus de déversements au stade smolt.

8.8. Action 13 : 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.

8.8.1. 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.

8.8.1.1 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, 2015 et 2016 et des trois ans de mer de 2015 et 2016 sont analysées.

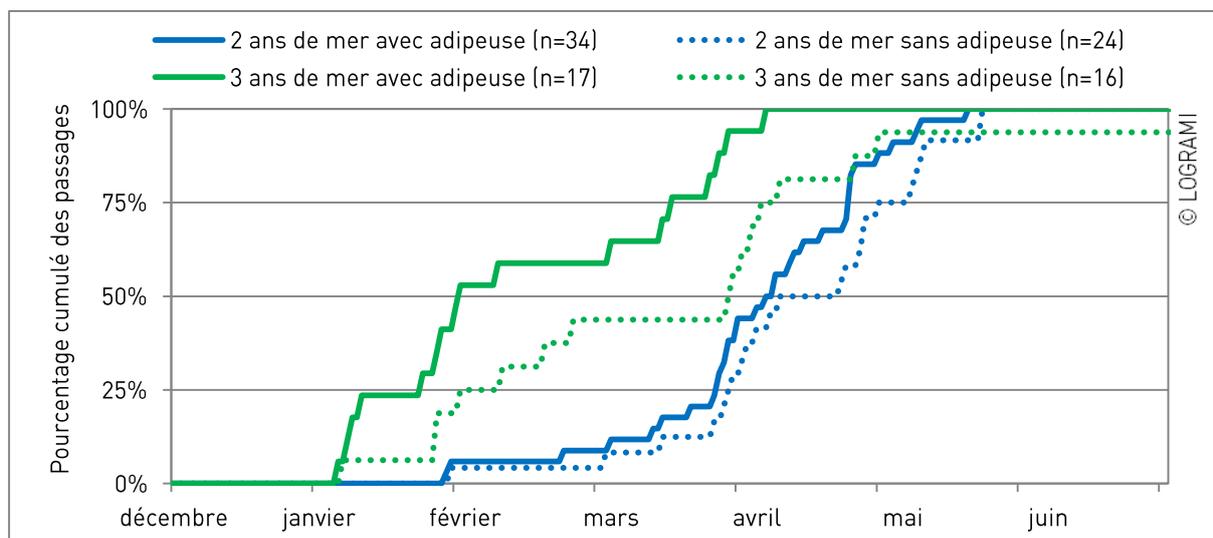


Figure 294 : Comparaison des rythmes de migration à la station de comptage de Descartes entre les saumons issus des déversements au stade smolt (sans adipeuse) et ceux d'une origine différente (avec adipeuse) en 2016

En 2016, les rythmes migratoires des saumons de deux ans de mer sont similaires mais présentent un décalage de plusieurs jours selon leurs origines. En effet, les saumons sans adipeuse, issus du plan de déversement au stade smolt, sont légèrement en retard par rapport aux saumons d'autres origines

(Figure 294). Ce retard augmente de quelques jours au cours de la migration (3 jours à 25 % de la migration, 4 jours à 50 % et 7 jours à 75 %). Le même constat a été fait les années précédentes avec par contre un décalage de migration plus prononcé (en 2014 : retard de 8 jours à 25 %, 16 jours à 50 %, et 11 jours à 75 %, et en 2015 : 20 jours à 25 % de la migration, 17 jours à 50 % et 17 jours à 75 %).

La migration des saumons sans adipeuse de trois ans de mer a elle aussi été plus tardive que celle des saumons avec adipeuse (9 jours de décalage à 25 % de migration, 58 jours à 50 % et 20 jours à 75 %). En 2015, ce décalage migratoire était moins marqué, les individus sans adipeuse étant même plus précoces que les autres en début de période de migration.

8.8.1.2 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.

En 2016, 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 diminue de quelques jours au cours de la migration et il est beaucoup plus prononcé pour les individus de 3 ans de mer (Figure 295) :

- 🔄 2 ans de mer : 5 jours à 25 % de la migration, 4 jours à 50 % et 1 jour à 75 %
- 🔄 3 ans de mer : 22 jours à 25 % de la migration, 9 jours à 50 % et 5 jours à 75 %

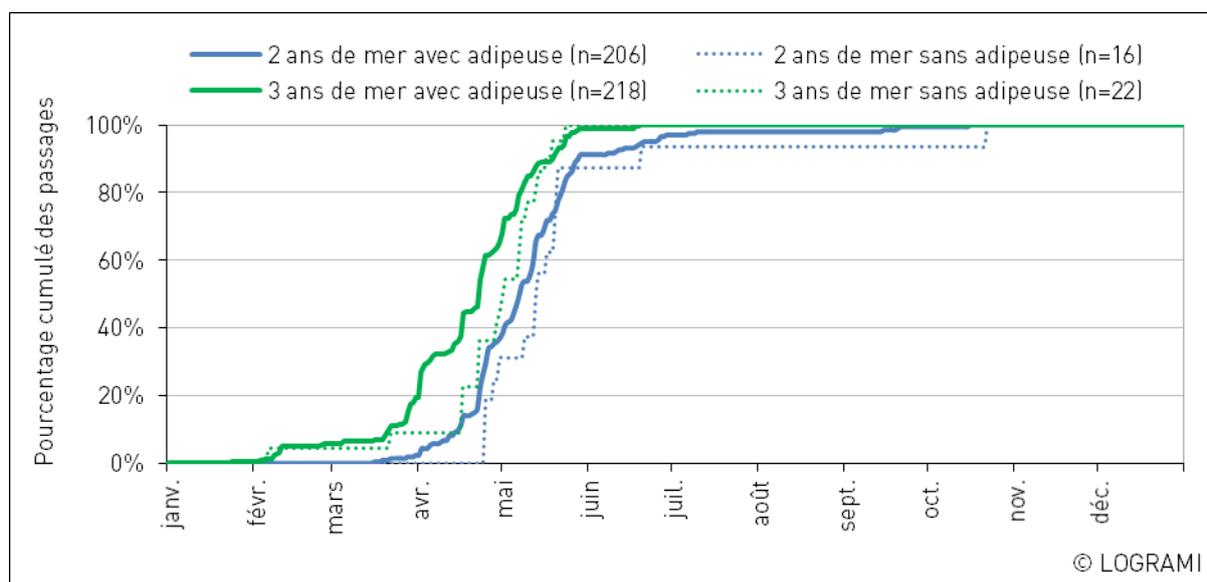


Figure 295 : Comparaison des rythmes de migration à la station de comptage de Vichy entre les saumons issus des déversements au stade smolt (sans adipeuse) et ceux d'une origine différente (avec adipeuse) en 2016.

Ces résultats obtenus en 2016 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 en moyenne 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 296).



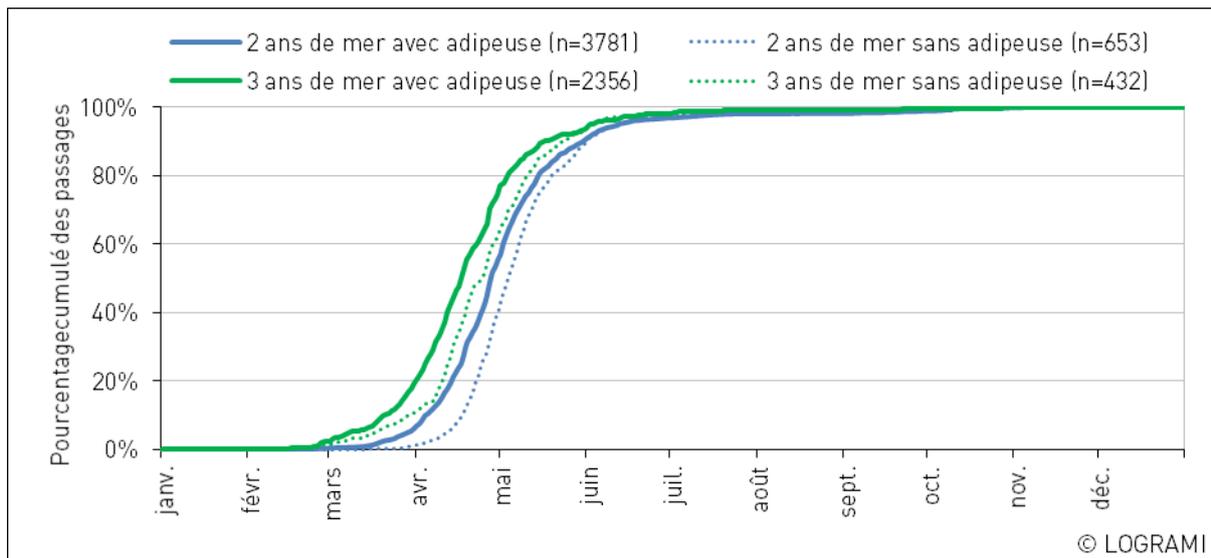


Figure 296 : Comparaison des rythmes de migration à la station de comptage de Vichy entre les saumons issus des déversements au stade smolt (sans adipeuse) et ceux d'une origine différente (avec adipeuse) pour la période 2005-2015 (2 ans de mer) / 2006-2015 (3 ans de mer)

Les saumons issus des déversements au stade smolt reviennent en général plus tardivement sur la station de Vichy que ceux d'autres origines. Ils sont donc potentiellement plus exposés aux risques de mortalité estivale.

8.8.2. Dynamique migratoire des saumons issus des déversements au stade alevins

Nous ne disposons pas à ce jour des informations d'origine génétique des individus de 2015 par l'INRA pour réaliser cette analyse sur les migrants. Les analyses réalisées sur les échantillons de 2014 montrent que les saumons issus de reproduction naturelle auraient une dynamique migratoire plus précoce que ceux issus d'autres origines.

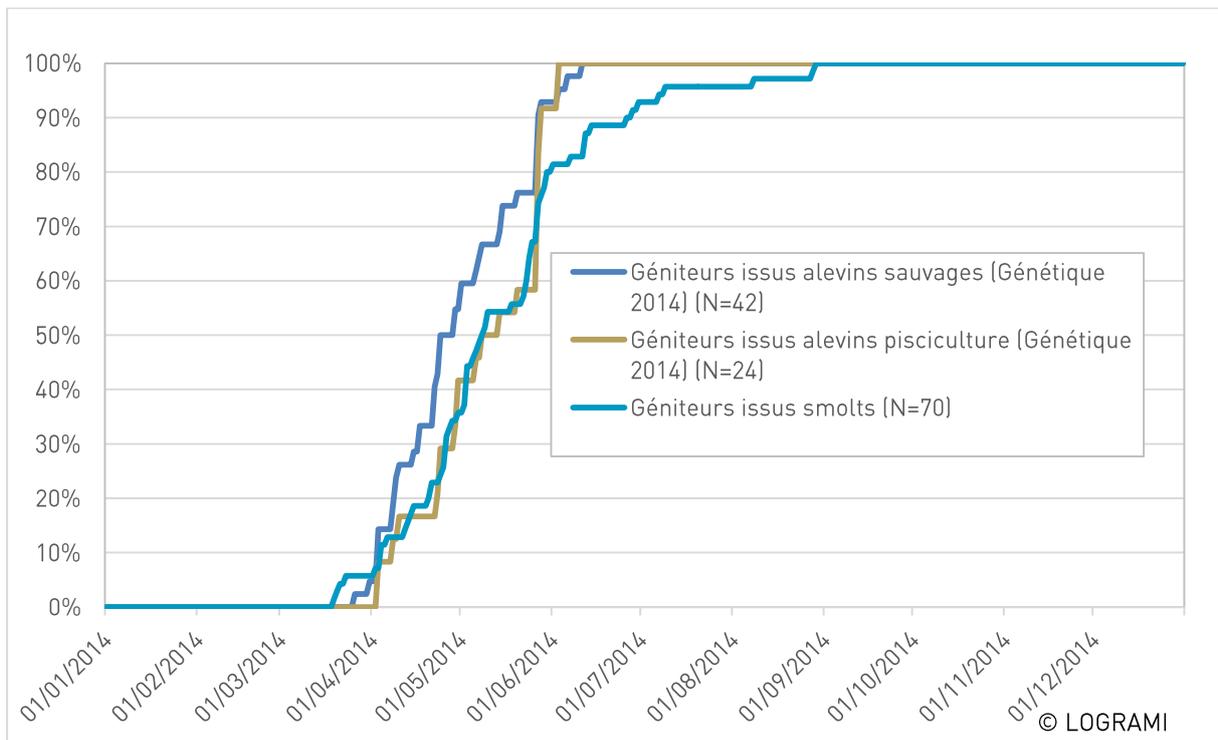


Figure 297 : Dynamiques migratoires selon les origines des saumons en 2014 (Sources : Modifié d'après DREAL de Bassin)

8.8.3. 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 d'effectuer des arrêts migratoires 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. Action 14 : Valorisation des connaissances et sensibilisation des acteurs à la gestion des poissons migrateurs

9.1. Valorisation des données et résultats par Logrami

9.1.1. Valorisation dans les programmes nationaux et supranationaux

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'Agence Française pour la Biodiversité, 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-systèmes tant en terme de continuité que de qualification de l'état de santé des espèces.





Figure 298 : Logos des Association Migrateurs, FNPF et GRISAM

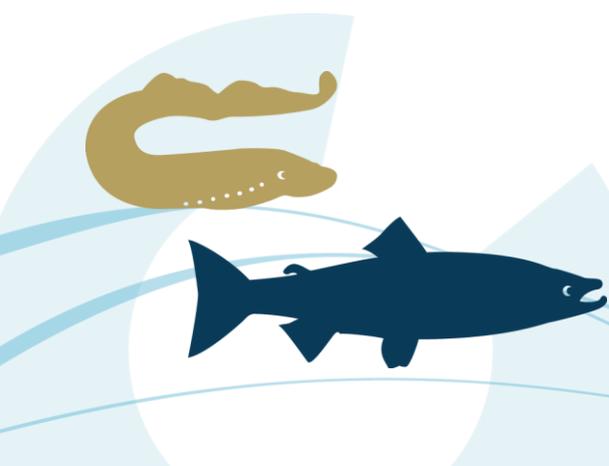
En effet, de nombreuses informations sont collectées par les associations migrateurs de France. Ces dernières années, avec la thésaurisation des données chronologiques, des besoins de centraliser et valoriser les données à l'échelle nationale ont été plus prégnants. De plus les associations migrateurs 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 porté 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.

D'autre part, l'Agence Française de la Biodiversité 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.



9.1.2. Valorisation par des interventions des agents

Les résultats des études sont **mis à disposition des groupes de travail** à l'échelle du bassin, régionaux ou locaux. Ainsi, la situation actuelle des espèces et l'expertise qui en découle en terme de gestion est intégrée dans les documents d'objectifs 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 informe **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 2016 dans le cadre du programme Recueil de données biologiques, par des réponses téléphoniques, des documents d'aide et des discussions en visio-conférence, **74 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 et la Directrice 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=18).

Comme en 2015, le public concerné en 2016 est essentiellement constitué des acteurs du bassin (70%). Il s'agit de restituer les informations au cours de comités de gestion, groupes de travail, comités de pilotage et comités techniques, forum technique, réunion de Sage, etc.

Les réunions opérationnelles consistent à présenter ou organiser les opérations de terrain, la plupart est réalisée par visio-conférence ou téléphonique mais certaines nécessitent des déplacements comme le séminaire de début d'année.

Les réunions nationales concernent essentiellement les échanges sur la transversalité des données (inter associations) et des protocoles d'acquisition (radiométrie).

Le grand public n'était 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 de façon anecdotique. Cependant de nombreuses demandes sont effectuées et cette catégorie d'acteurs a bénéficié en 2016 de plus d'interventions.



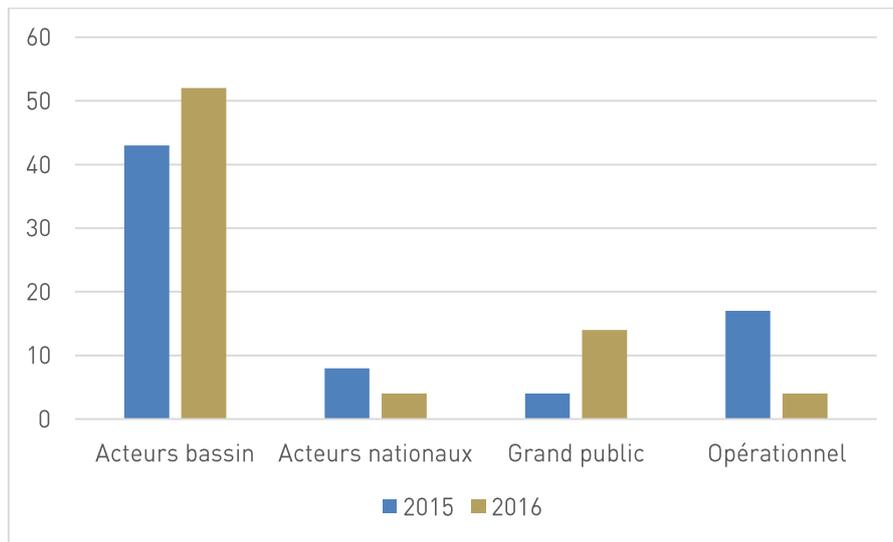


Figure 299 : Proportions des publics concernés par les informations diffusées dans le cadre du programme de recherches appliquées (Sources Logrami)

Ce niveau d'intervention est comparable à celui de 2015 et concerne particulièrement la Directrice (Baisez) et la chargée de programme Vienne (Sénécal).

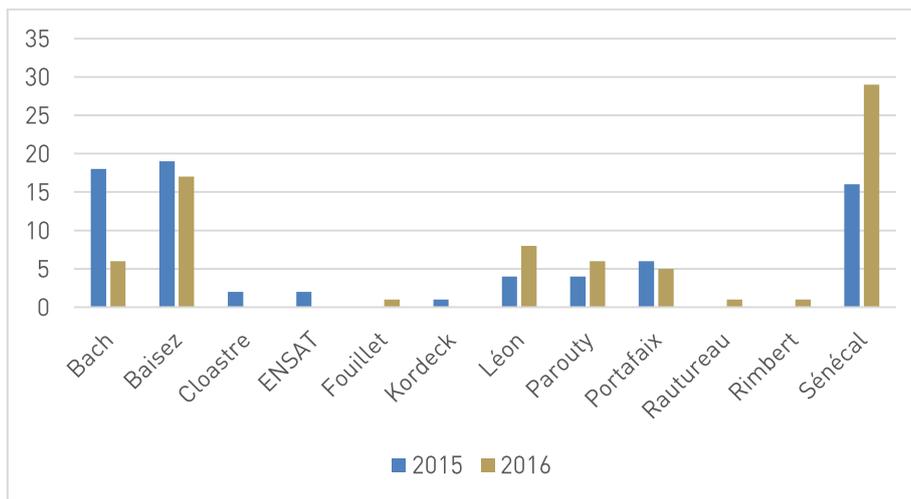
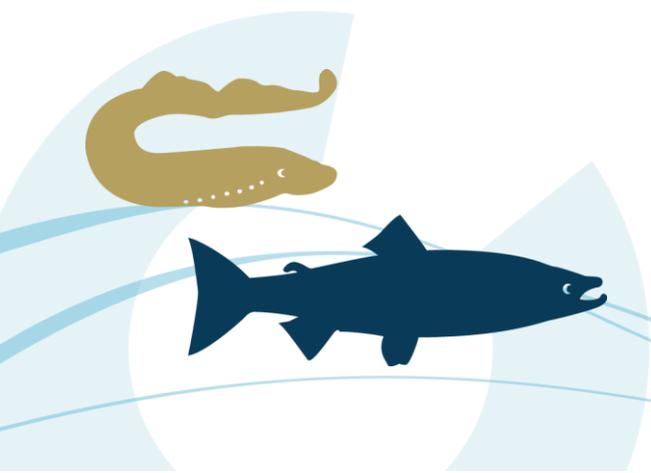


Figure 300 : Nombre d'interventions dans le cadre du programme de recherches appliquées par agent et par an (Sources Logrami)

En moyenne, les agents réalisent sur le programme d'action 7 +/- 4 restitutions par mois.



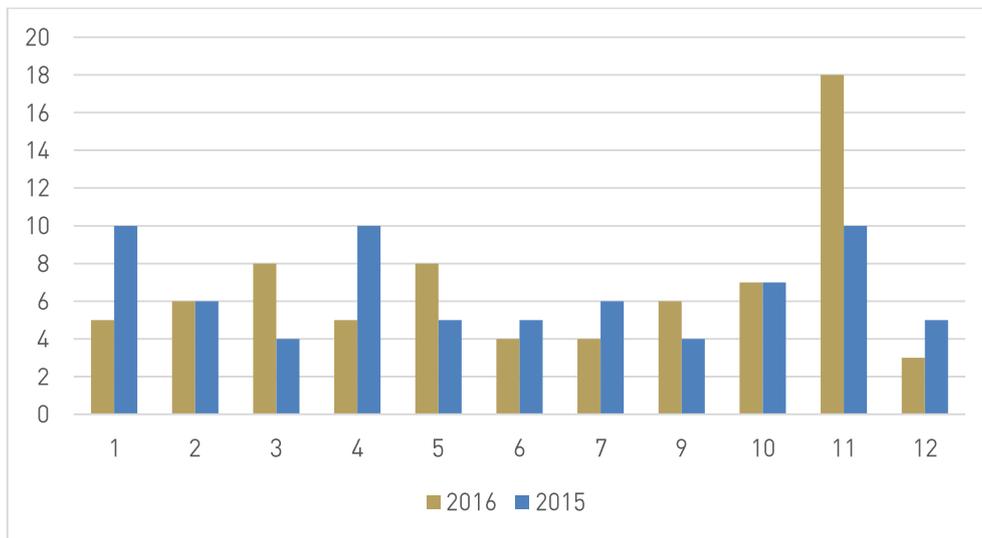


Figure 301 : Nombre de restitutions en termes de journée complète par mois concernées par les informations diffusées dans le cadre du programme de recherches appliquées (Sources Logrami)

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 et respecter les recommandations du Conseil Scientifique d'une distance minimale 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 et conformément aux arrêtés d'autorisation de captures à des fins scientifiques, les fiches de résultats des pêches (tacons, ammocètes) sont transmises aux DDT, à l'Agence Française pour la Biodiversité et aux Fédérations pour la pêche et la protection du milieu aquatique quelques semaines après les pêches (sites, nombre de 0+). Les résultats issus des pêches indice d'abondance tacons rentrent également dans le cadre du SIE.



9.2. Les Rencontres Migrateurs 2016

9.2.1. Thématique des Rencontres

Les Rencontres Migrateurs sont organisées tous les deux ans par l'association Loire Grands Migrateurs, elles sont itinérantes : chaque édition est organisée dans une ville différente du bassin versant de la Loire. La 8^{ème} édition s'est déroulée les 22 et 23 novembre 2016 au Polydome de Clermont-Ferrand.

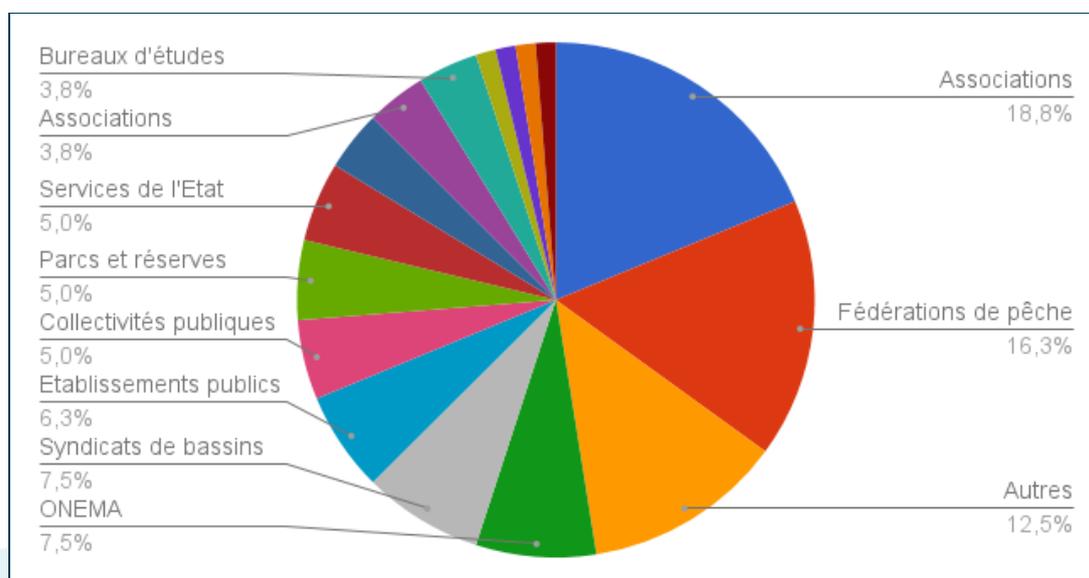
Ces deux journées ont permis aux scientifiques, aux administrations, aux élus, aux bureaux d'études, aux associations de pêcheurs ou de protection des milieux et aux collectivités publiques d'échanger sur les enjeux de la « traduction » des connaissances scientifiques afin qu'elles soient prises en compte dans les décisions publiques sur la gestion des milieux aquatiques (Source : Paroles de Migrateurs n°13).

Au terme de ces deux journées, les participants ont pu mesurer les progrès accomplis pour rendre accessibles les données sur les espèces de poissons grands migrateurs, mais également l'ampleur des défis à relever pour que les acteurs de la gestion de l'eau puissent apprendre à connaître ces espèces et s'appuyer sur les suivis de terrain pour mieux les prendre en compte dans la restauration de la qualité des rivières (Source : Paroles de Migrateurs n°13).

L'ensemble des présentations et des résumés sont disponibles sur le site internet rencontres.logrami.fr.

9.2.2. Participants

La 8^{ème} édition des Rencontres Migrateurs a réuni 80 participants venus de 31 départements différents.



Part des différentes catégories de structures parmi les participants des rencontres Migrateurs 2016 (Source : Tableaux de bord Migrateurs, 2017)

Action 14 : Valorisation des connaissances et sensibilisation des acteurs à la gestion des poissons migrateurs

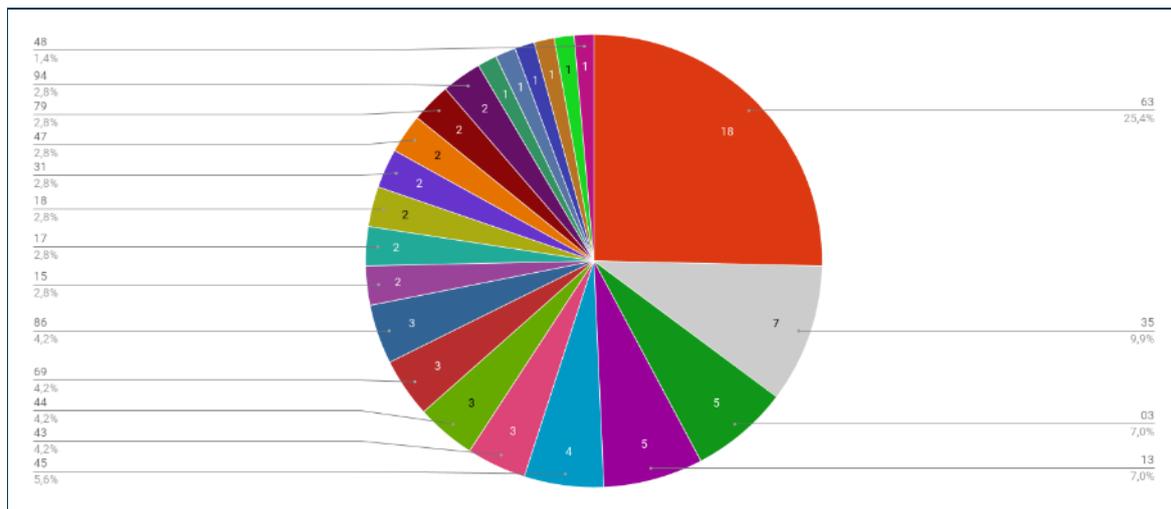


Figure 303 : Provenance géographique des participants aux Rencontres Migrateurs 2016 (Source : Tableaux de bord Migrateurs, 2017)

9.3. Information pour le grand public

9.3.1. Site web LOGRAMI.fr

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 **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**.

En 2016, 30 articles ont été publiés sur le site web.

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 (Agence Française de la Biodiversité actuellement) 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.**



COMPTAGES DE L'ANNÉE EN COURS

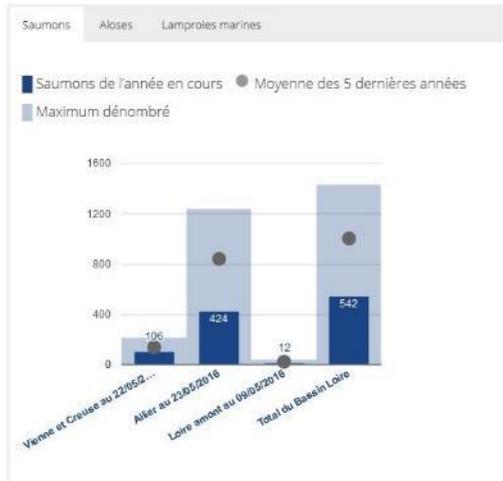
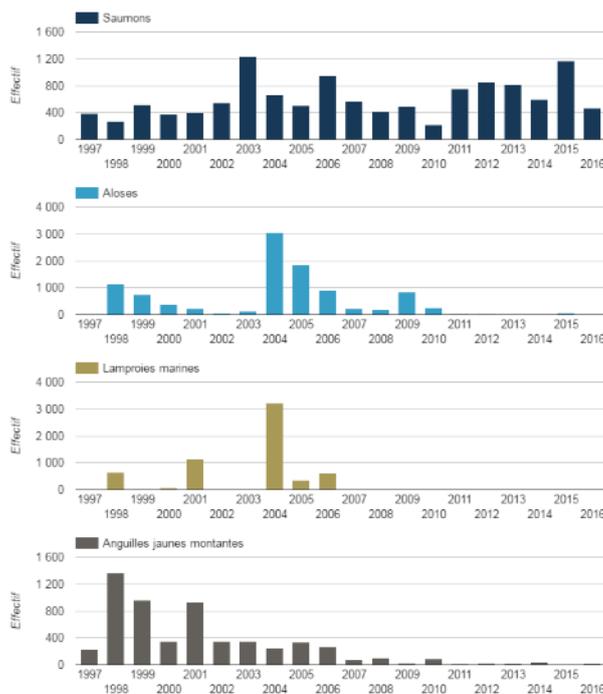


Tableau de données

Bassin	Saumons	Aloses	Lamproies
Vienne et Creuse au 22/05/2016	106	428	21 718
Allier au 23/05/2016	424	2	0
Loire amont au 09/05/2016	12	44	10
Total du Bassin Loire	542	474	21 728
Moyenne 2011 - 2015	1 004	1 290	36 222
Maximum dénombré	1 431	30 819	92 888

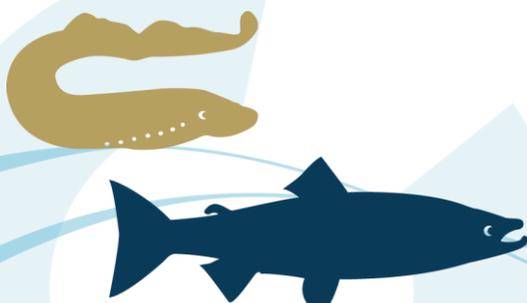
Vous pouvez consulter les tableaux complets sur [les pages de chaque station de comptage](#).

HISTORIQUE DES COMPTAGES



TÉLÉCHARGER : TABLEAU DES COMPTAGES À VICHY (FORMAT CSV)

CSV



Annee ▼	Mise à jour	Saumons	Aloses	Lamproies marines	Anguilles jaunes montantes	Anguilles argentées dévalantes	Truites de mer
2017	14/05/2017	626	0	0	0	0	0
2016	2016	472	7	0	20	1	4
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

Affichage de l'élément 1 à 10 sur 21 éléments

Précédent **1** 2 3 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 304 : Copie d'écran de la page station du site de LOGRAMI (Source : LOGRAMI, 2016)

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 refaçonné 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 2016 le site a eu **54 055 visites** par 24 303 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 50%. Comparativement au site historique de LOGRAMI, 2016 est dans une dynamique proche puisque la moyenne est à 49 000 (+/-11000) visiteurs.



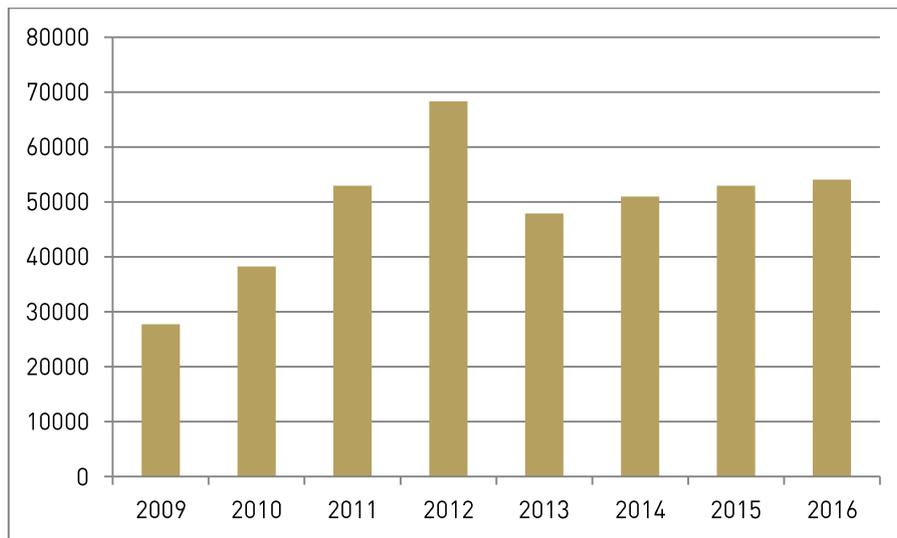


Figure 305 : Statistiques du nombre de visites du site de LOGRAMI de 2009 à 2016 (Source : LOGRAMI, 2016)

En 2016, 60% du trafic est issu des moteurs de recherche, 32% provient d'accès directs (favoris, etc.), 5% via des liens externes (sites référents) et 3% via les réseaux sociaux. Ainsi près d'un tiers des visiteurs ont positionné le site en raccourci ou connaissent l'adresse web.

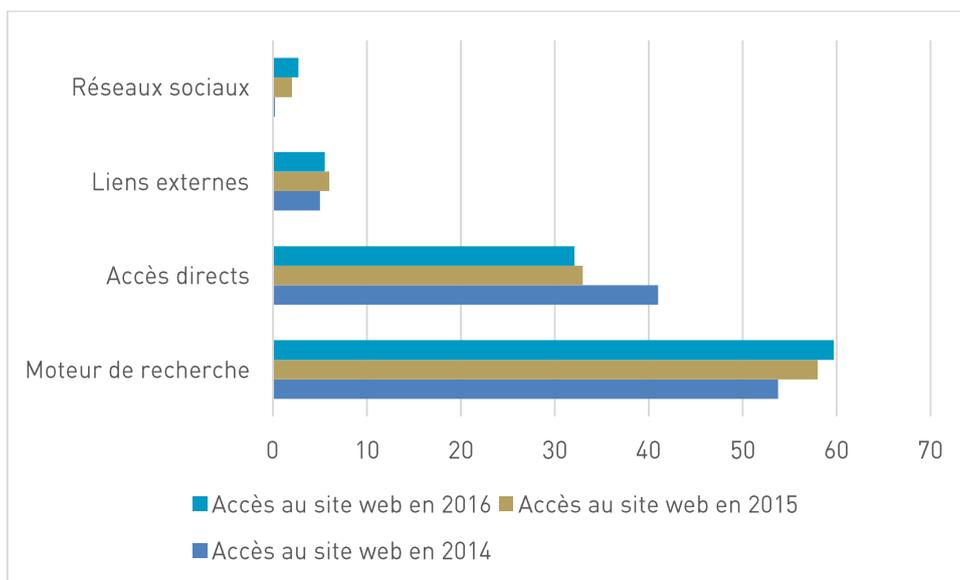
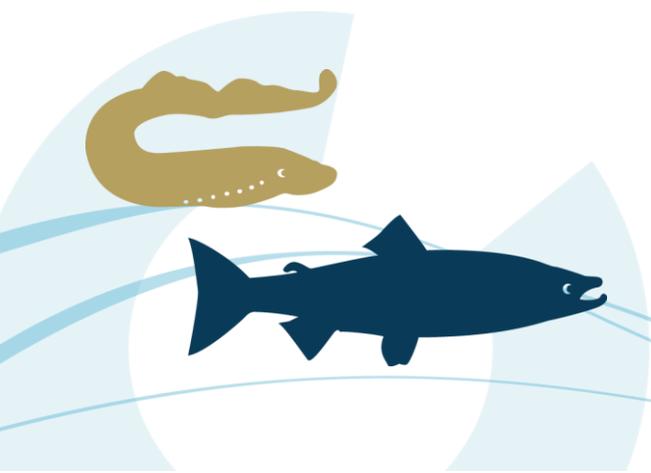


Figure 306 : Proportions des modes d'accès des visites du site de LOGRAMI de 2014 à 2016 (Source : LOGRAMI, 2016)

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 13% sur tablette contre 76% sur ordinateur. Ce dernier reste l'outil principal mais les tablettes et mobiles sont de plus en plus utilisés. Cet effort d'adaptation permet donc une meilleure visibilité.



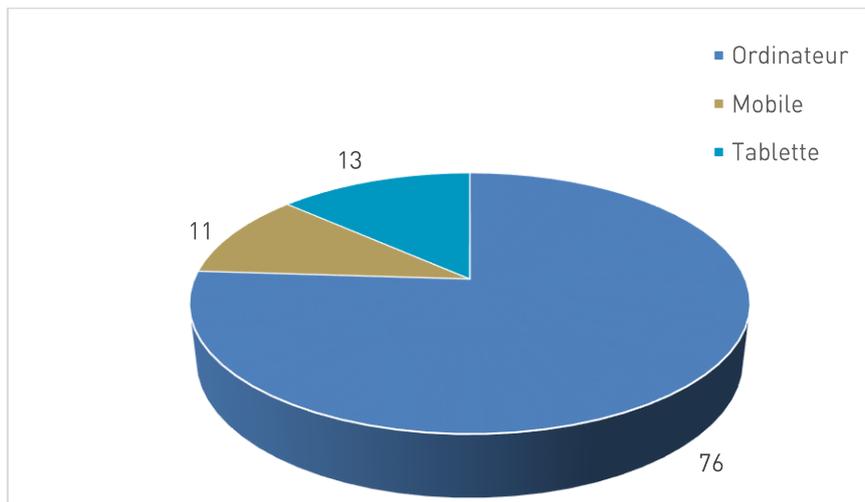


Figure 307 : Proportions des supports des visites du site de LOGRAMI en 2016 (Source : LOGRAMI, 2016)

Les rubriques les plus visitées (avec sous-pages) sont les actions du programme de recherches appliquées (dont stations de comptage) avec 58% des visites. Les outils de sensibilisation en libre téléchargement concernent 12% des connexions et sont en légère augmentation par rapport à 2015. Les actualités, envoyées également par mailing aux abonnés, sont visitées pour 13% révélant que ce type de communication fonctionne bien puisqu'elles représentent plus du double de 2015. Enfin, les publications (1,6%), la présentation de la structure (Qui sommes-nous) (1,2%) et le glossaire (0,4%) font l'objet de visites.

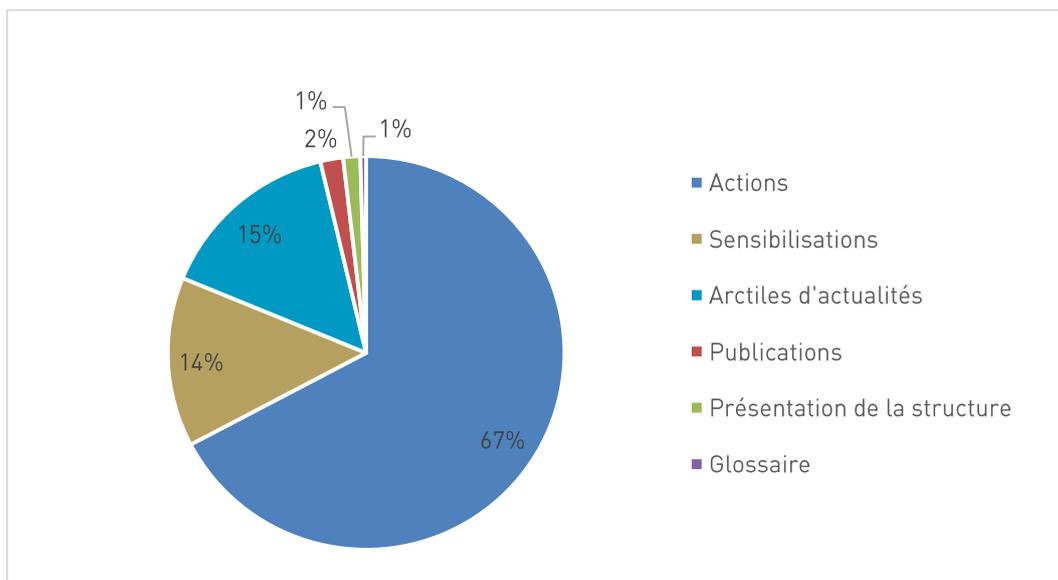


Figure 308 : Pourcentage de visites par rubriques du site de LOGRAMI en 2016 (Source : LOGRAMI, 2016)

L'analyse des téléchargements montre 2 387 téléchargements en 2016 avec l'organigramme qui a été téléchargé 309 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 291 téléchargements, elles concernent 138 visiteurs pour Vichy mais également 66 pour Descartes, 87 pour Châtelleraut.



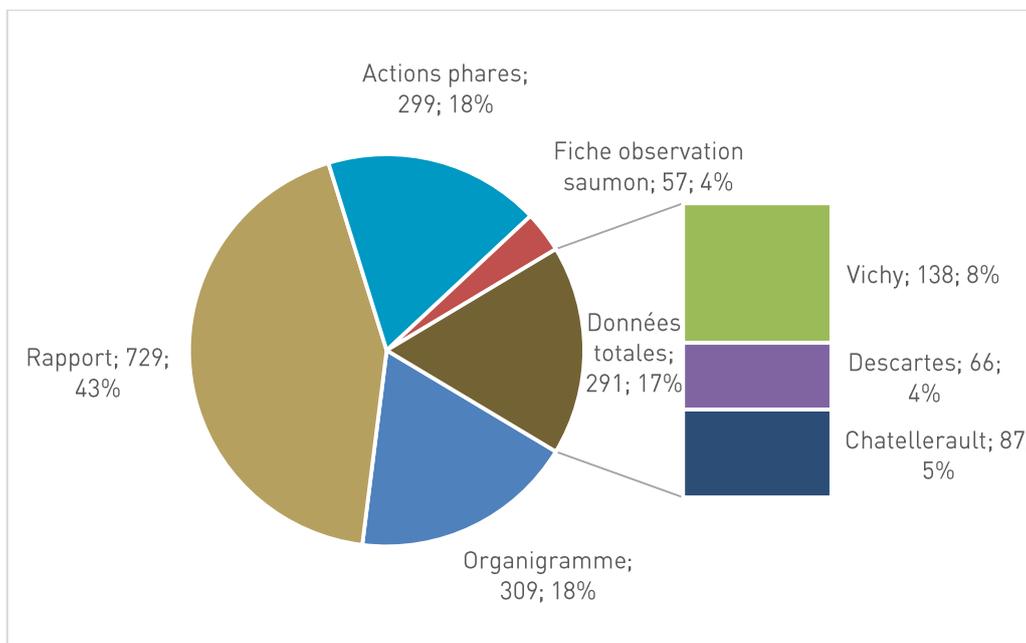


Figure 309 : Nombre de téléchargements par rubrique du site de LOGRAMI en 2016 (Source : LOGRAMI, 2015)

En 2016, les rapports de synthèse des études du programme de recherches appliquées ont été téléchargés 56 fois pour le rapport 2013, 344 fois pour 2014 et 329 fois pour 2015, ce qui représente **43% des téléchargements**. Cette proportion est importante et semble démontrer un intérêt plus prononcé par un rapport complet de l'étude détaillant l'ensemble des résultats. Le rapport 2016 fera l'objet d'une analyse en 2017.

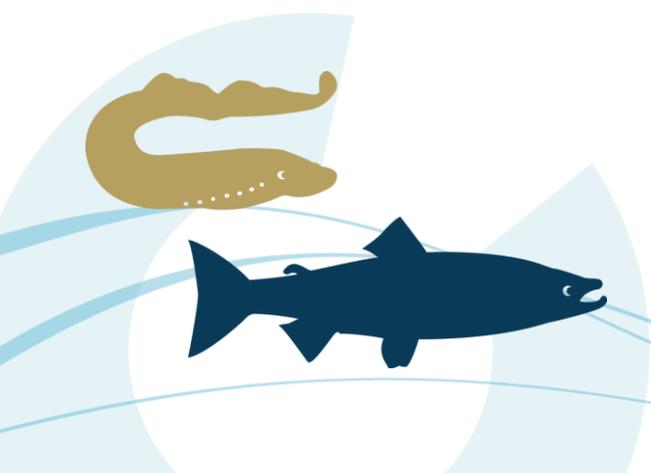
Depuis la mise en place des statistiques en 2015, les **téléchargements de rapports ont été faits 1 122 fois** démontrant l'intérêt des visiteurs pour ces documents de restitution des données.

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. Ainsi, 25 Logrami Actu' ont été éditées entre janvier et décembre 2016, de 196 à 371 destinataires (228 en moyenne). Celles-ci ont été en moyenne lues par 58% des destinataires.

Enfin, la « Lettre d'information de l'antenne Vienne » a permis l'édition de 2 newsletters à 90 destinataires. Elles ont été en moyenne lues par 50% des destinataires.



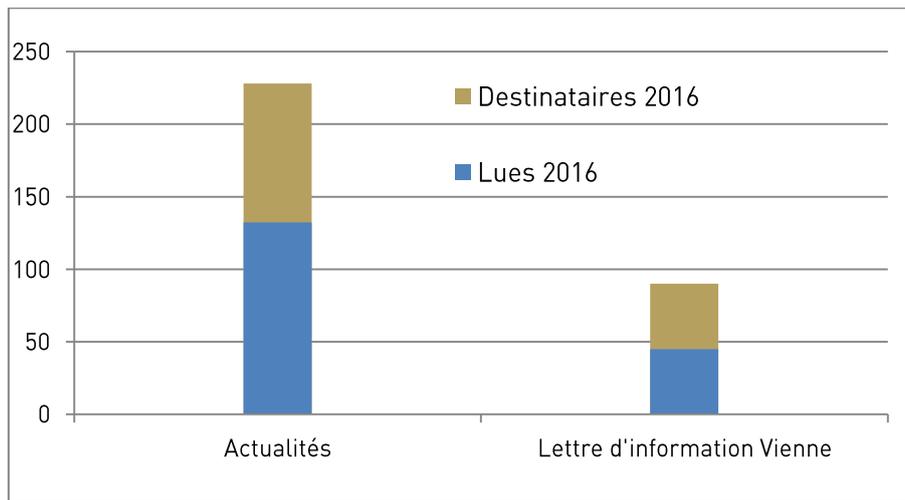


Figure 310 : Nombre de destinataires et lectures des actualités du site de LOGRAMI en 2016 (Source : LOGRAMI, 2016)

9.3.2. 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 synthétisant les grands résultats du programme de recherches appliquées en faveur des poissons migrateurs est réalisée chaque année depuis 2009. Cette plaquette permet également de faire preuve de publicité de nos différents financeurs (dont l'Europe via le FEDER).

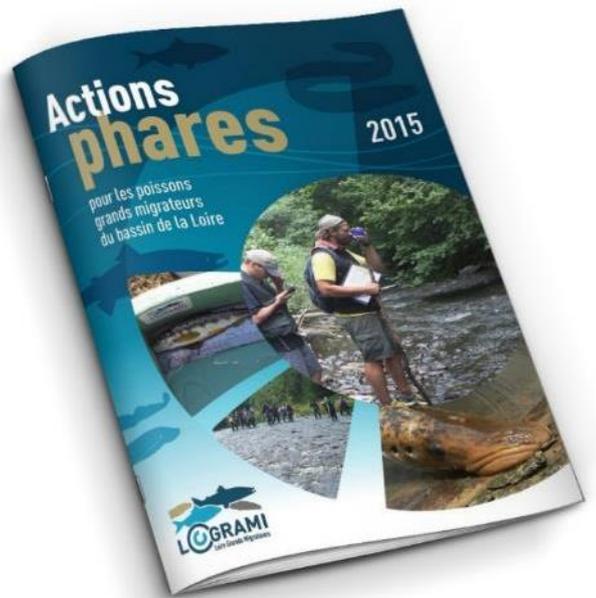


Figure 311 : Visuel de la plaquette Actions phares 2015

En 2016, le septième numéro d'actions phares a été imprimé et diffusé en 3 300 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 colonisation des habitats par les lamproies
- 🌀 Un bilan du repeuplement au stade smolt sur la Gartempe
- 🌀 Un zoom sur un été difficile pour les saumons

Action 14 : Valorisation des connaissances et sensibilisation des acteurs à la gestion des poissons migrateurs



- 🔄 L'opération de pêche de calibration pour le modèle de dynamique de population
- 🔄 La présentation des potentialités sur les Couzes d'Ardes, Pavin et Chambon pour le saumon
- 🔄 Les potentialités du bassin de la Maine pour l'alose et la lamproie



9.3.3. L'exposition itinérante

9.3.3.1 Objectifs et contenu

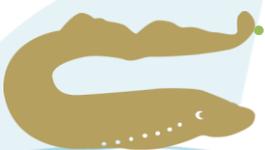
L'exposition itinérante "Grands Migrateurs de Loire" réalisée par LOGRAMI dans le cadre du Plan Loire Grandeur Nature a pour objectif de sensibiliser le plus grand nombre aux poissons migrateurs, à leurs problématiques ainsi qu'à l'état des populations sur le bassin versant de la Loire.

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'évènements ponctuels types salons, colloques, ...

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),

Action 14 : Valorisation des connaissances et sensibilisation des acteurs à la gestion des poissons migrateurs



- libre circulation (2 visuels).
- 🔄 « Les zones humides » : les habitats de l'anguille,
 - 🔄 « Portes ouvertes aux anguilles » : la circulation des anguilles.



Figure 312 : 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.

9.3.3.2 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, l'emprunt doit concerner un minimum de 6 panneaux, dont au moins 2 panneaux de présentation, 2 panneaux « espèces » et 2 panneaux « thèmes ».

9.3.3.3 Bilan de l'année 2016

Volume des emprunts

L'exposition a été empruntée à 10 reprises au cours de l'année 2016 représentant un total de 321 jours, dont 271 jours d'exposition réelle au public et 50 jours de temps de transport (Figure 313). Le temps moyen de transport/expédition est constant depuis 2010 (moyenne de 5 jours par emprunt). Répartis sur les deux jeux d'exposition, les temps d'emprunts représentent en moyenne 44 % de l'année 2016 pour chaque jeu d'exposition contre 25 % en 2015.



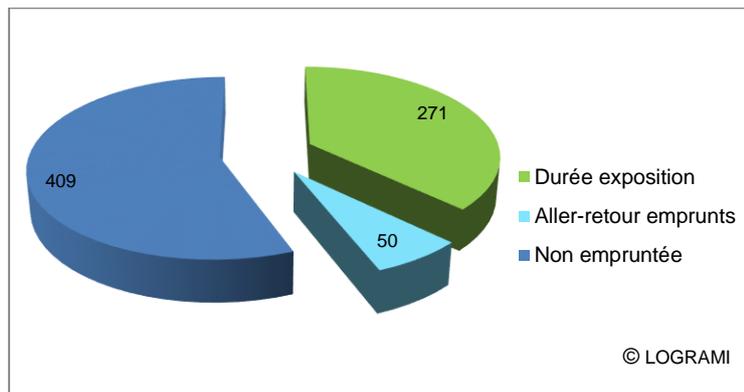


Figure 313 : Nombre de jours d'emprunt et d'exposition au public des deux jeux d'exposition « Grands Migrateurs de Loire » en 2016

Le nombre d'emprunts en 2016 est comparable à la moyenne observée sur la période 2010-2015 qui est de 11 emprunts. En revanche, en termes d'exposition au public, 2016 est la seconde année après 2013 avec un temps d'exposition supérieur à la moyenne des années précédentes (200 jours d'exposition au public en moyenne sur la période 2010-2015) (Figure 314).

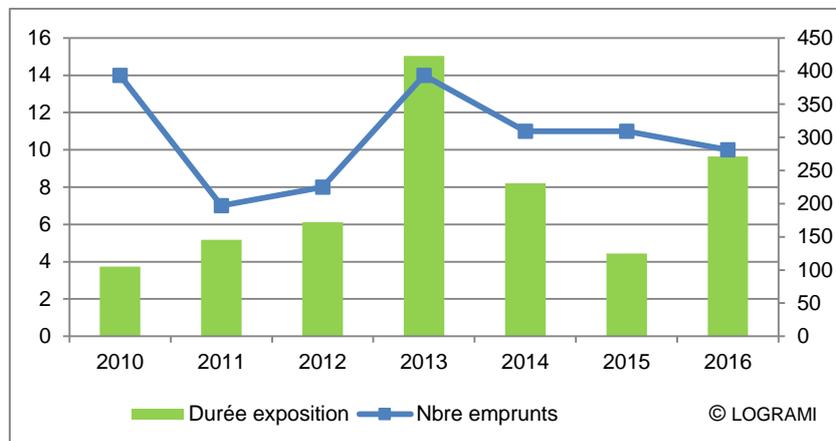


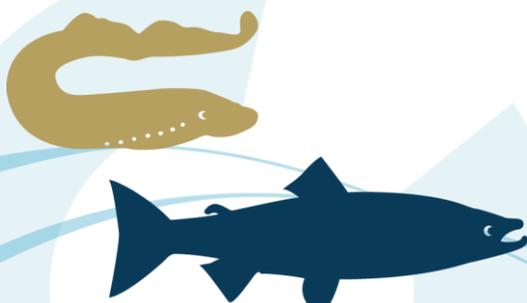
Figure 314 : Durée d'exposition au public et nombre d'emprunts de « Grands Migrateurs de Loire » de 2010 à 2015 (deux jeux d'exposition à partir de 2013)

L'exposition étant modulable, les emprunts ont concerné tout ou partie des visuels. Ainsi, en 2016, les 10 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 2016, l'itinéraire de l'exposition a emprunté 10 lieux et 6 départements différents sur le bassin de la Loire.

En 2016, un nouveau département extérieur au bassin de la Loire a accueilli l'exposition dans le cadre du Colloque continuité écologique et zones humides littorales organisé par l'Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques (actuellement Agence Française pour la Biodiversité) dans l'Hérault.



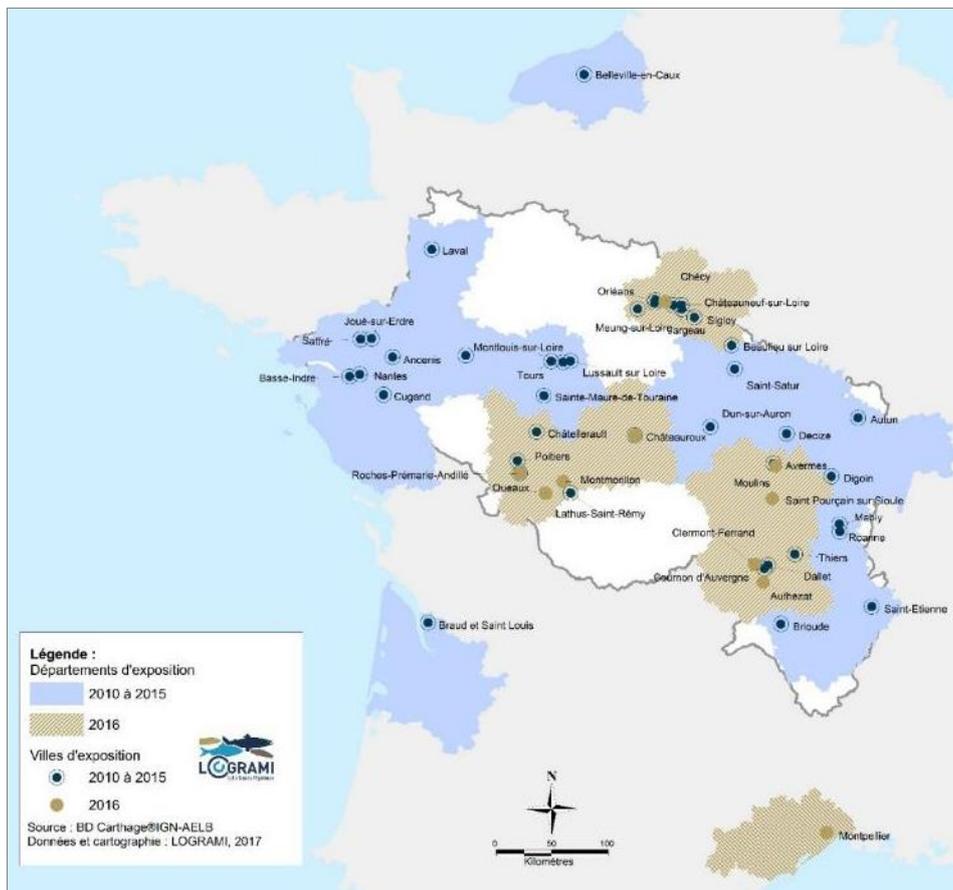


Figure 315 : Localisation des lieux et départements de l'exposition « Grands Migrateurs de Loire » de 2010 à 2016

Durée des expositions

Sur les 10 emprunts réalisés en 2016, les temps d'exposition au public varient de 1 à 184 jours. Trois classes de durées ont été considérées (Figure 316) :

- 🌀 De 1 à <7 jours : ils représentent seulement 4 % du temps d'exposition au public pour 2016,
- 🌀 De 7 à 30 jours (1 semaine à 1 mois) : cette catégorie a mobilisé 13 % du temps d'exposition au public,
- 🌀 Supérieurs à 30 jours : cette catégorie représente 83 % du temps total d'exposition au public.



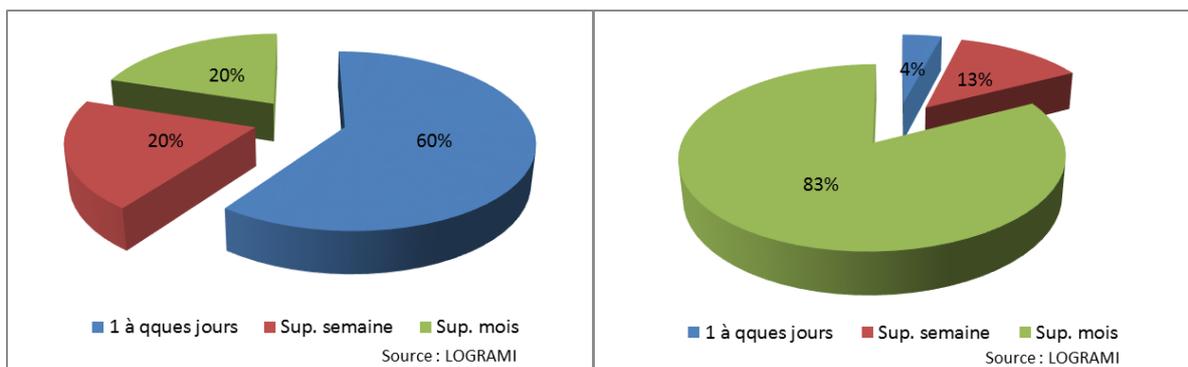


Figure 316 : Répartition des durées d'exposition « Grands Migrateurs de Loire » en 2016, en nombre d'emprunts (à gauche) et en nombre de jours d'exposition au public (à droite)

Concernant le nombre d'emprunts, et pour la troisième année consécutive, les expositions de 1 à quelques jours ont dominé en 2016 (60 % des emprunts) alors que le nombre d'emprunts de longue durée a été faible au regard des années précédentes (Figure 317). Ce sont donc les emprunts de longue durée qui expliquent la variabilité du nombre de jours d'exposition de 2016 comparativement aux autres années.

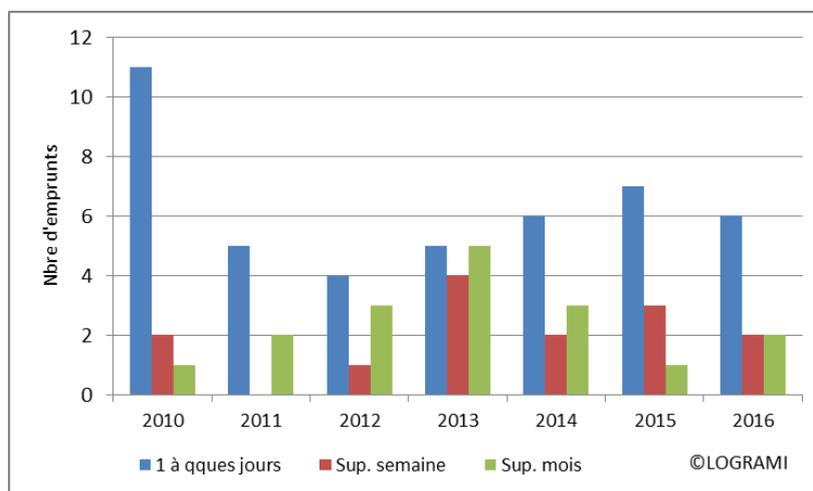
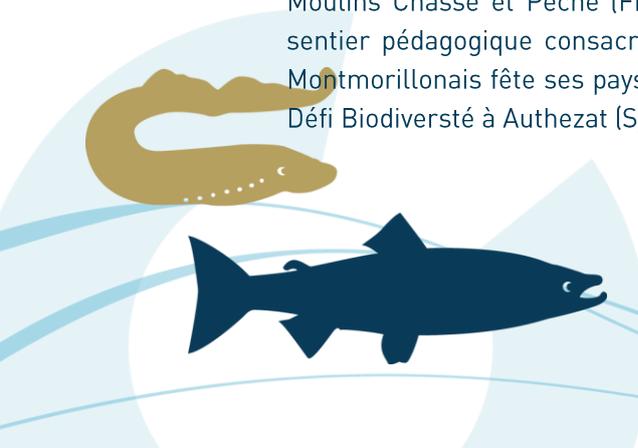


Figure 317 : Evolution du nombre d'emprunts de l'exposition « Grands Migrateurs de Loire » par classe de durée de 2010 à 2016.

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 lors de salons ou bien de journées d'animations autour de l'eau et des milieux aquatiques. On compte 5 manifestations de ce type en 2016 : le Salon de la Pêche de Châteauroux (FDPPMA 36), la Foire exposition de Moulins Chasse et Pêche (FDPPMA 03), l'inauguration d'un parcours pédagogique dont un sentier pédagogique consacré aux poissons migrateurs à Chécy (45), la manifestation « Le Montmorillonais fête ses paysages » à Quéaux (Pays Montmorillonais - 86) ainsi que le Grand Défi Biodiversité à Authezat (Syndicat Intercommunal de Chadieu - 63).



- Les **expositions à thème** correspondant à des emprunts de longue durée. Ces expositions ne visent pas spécifiquement un public averti. En 2016, il s'agit des expositions temporaires à l'Établissement public local d'enseignement et de formation professionnelle agricoles (EPLEFPA) de Montmorillon, aux Lavoirs de Roches-Prémarie-Andillé (86) ainsi que des expositions dans différents lieux à l'occasion du Rendez-vous de l'Eau organisé par l'Établissement Public Loire dans le cadre du Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux de la Sioule (03).
- 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 (Colloque continuité écologique et zones humides littorales (ONEMA) et Rencontres Migrateurs (LOGRAMI)).

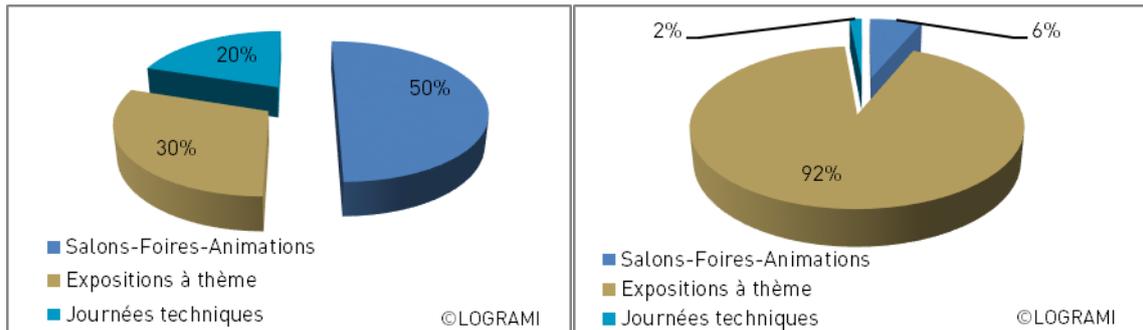


Figure 318 : Types de manifestations pour lesquelles l'exposition « Grands Migrateurs de Loire » a été empruntée en 2016, en nombre de manifestations (à gauche) et en nombre de jours d'exposition au public (à droite)

Les salons et journées d'animations grand public (50 % des emprunts) ainsi que les expositions à thème (30 % des emprunts) ont le largement mobilisé l'exposition en 2016. En termes de durée de présentation au public, les expositions à thème ont mobilisé de façon très importante l'exposition avec 250 jours sur un total de 271 jours.



Figure 319 : Exposition « Grands Migrateurs de Loire » au Colloque continuité écologique et zones humides littorales de l'ONEMA (Source : LOGRAMI)

En temps d'exposition au public, les expositions à thèmes qui correspondent aux emprunts de longue durée sont logiquement prédominantes (92 % contre 81 % en 2015). La présentation aux Lavoirs de



Roches-Prémarie-Andillé a notamment permis de valoriser l'exposition sur une période de 184 jours sur un total de 271 jours d'exposition.

9.3.3.4 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.

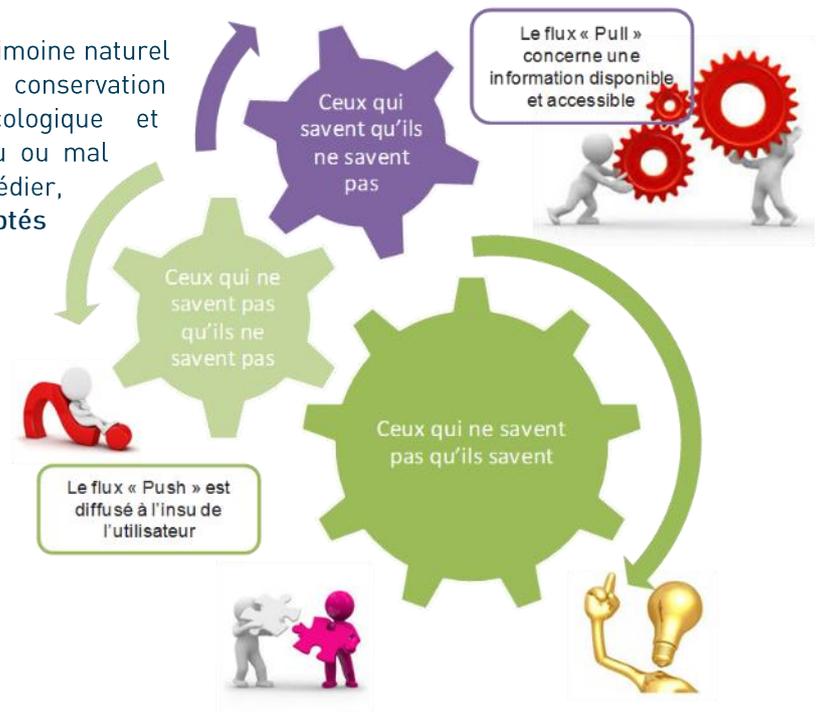
En 2016, l'exposition « Grands Migrateurs de Loire » a été empruntée à 10 reprises. Ce chiffre est équivalent à la moyenne observée sur la période 2010-2015. La durée d'exposition au public de 271 jours est supérieure à la moyenne des années précédentes, du fait d'un emprunt de longue durée. Elle a été présentée dans 6 départements différents dont un nouveau département extérieur au bassin de la Loire.

Les durées d'exposition au public ont varié de 1 à 184 jours, les expositions à thème ont mobilisé de façon très importante l'exposition avec 250 jours sur un total de 271 jours de présentation au public.

9.4. Conclusion et perspectives

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 adaptés aux différents publics.



En résumé, les outils de communication de l'information sont complémentaires et permettent d'étendre l'information vers tous les publics :

Outil de sensibilisation	Public visé	Périodicité
Participation aux réunions	Techniciens, élus, administrations	Toute l'année
Site web de l'association	Techniciens, élus, administrations, grand public	Toute l'année
Actions phares	Techniciens, élus, administrations	Une fois par an (printemps n+1)
Visites stations de comptage	Techniciens, élus, administrations, étudiants, grand public	Quelques fois dans l'année
Panneaux stations de comptage	Techniciens et propriétaires des ouvrages des stations de comptage, Grand public.	Toute l'année
Panneaux espèces	Grand public.	Toute l'année
Exposition itinérante	Public non initié essentiellement	Toute l'année
Outils de sensibilisation (jeux, panneaux pédagogiques, etc.)	Ecoles et public non initié essentiellement	Toute l'année

La restitution des informations obtenues dans le cadre du programme de recherches appliquées fait partie intégrante de l'étude. En effet, détenteurs de l'information, les agents de LOGRAMI permettent de raccourcir les délais de transfert d'informations tout en garantissant une contextualisation des résultats des études.

La mise en ligne régulière des comptages et annuellement des données optimisent l'utilisation de l'information par l'ensemble des acteurs de l'eau.

Les outils de communication telles l'exposition itinérante ou Actions Phares ont montré leur intérêt et argumentent pour le maintien de ces dispositifs de sensibilisation.

Enfin, les jeux en libre téléchargement rencontrent un vif intérêt notamment des écoles et sont relayés sur les sites d'éducation à l'environnement.

Action 14 : Valorisation des connaissances et sensibilisation des acteurs à la gestion des poissons migrateurs



10. 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.

10.1. La caractérisation des habitats favorables

10.1.1. Quantification des habitats

L'année 2016 a permis de mettre à jour la cartographie de 2003 des habitats pour l'accueil de l'alose et de la Lamproie marine **sur le Clain**. Au final, sur 80 kilomètres, 212 ha sont évalués en 2016 contre 240 ha en 2003 sur le même secteur auxquels s'ajoutent 21 ha sur les 11 kilomètres échantillonnés supplémentaires. Si les surfaces de faciès courant sont assez similaires entre les deux années avec près de 62 000m², les sites sont modifiés géographiquement.

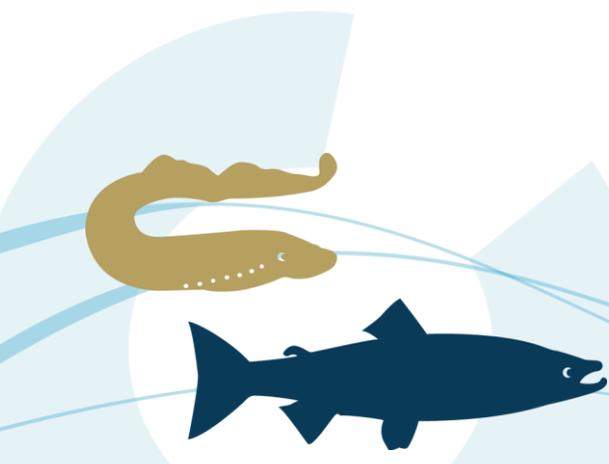
Pour autant, la mesure des potentialités d'accueil **conforte les limites de classement L214-17** pour l'alose en aval du Moulin de Perrière.

En termes de capacité d'accueil, 4 zones ont été repérées pour les aloses totalisant **0,4 à 0,5 ha d'habitats de reproduction et 0,6 ha d'accueil potentiel des juvéniles**. Ces zones ne sont actuellement pas accessibles, elles représentent pourtant **4% des zones référencées sur le bassin Vienne Creuse Gartempe**.

Pour la **lamproie marine**, 56 zones représentant environ 4 ha à **106 zones en considérant la granulométrie accessoire soit 8,7 ha** sont en mesures d'accueillir les géniteurs et près de 0,7 ha pour les juvéniles (ammocètes). Ces zones aujourd'hui partiellement accessibles à la faveur de crues représentent **13% du potentiel de l'axe Vienne Creuse Gartempe**.

Dans le processus de restauration de l'axe Clain, les mesures font apparaître des potentialités intéressantes qui pourraient être augmentées par le dénoisement engendré à la faveur d'abaissements de la ligne d'eau.

En complément d'autres études menées **sur l'axe Cher**, nous avons cartographié 53 kilomètres du Cher « sauvage » et 21 kilomètres de la Sauldre, son affluent en aval. Avec plus de **60 zones totalisant 35 ha sur le Cher et 57 zones réparties sur 5 ha sur la Sauldre**, cette partie du bassin offre un potentiel important de reproduction pour la lamproie marine et l'alose. Pour la lamproie marine, indépendamment de la surface, le nombre de zones répertoriées représente 22% des zones cartographiées à ce jour sur le bassin Loire. Pour les aloses, les zones de reproduction du Cher et de la Sauldre représentent, en nombre, 12 % des zones cartographiées sur le bassin de la Loire.



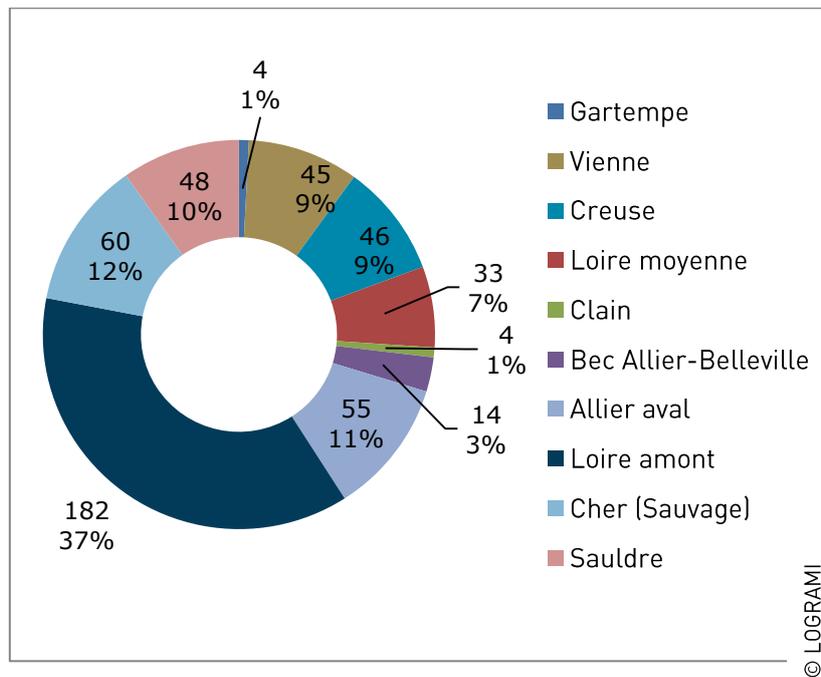


Figure 320 : Répartition géographique des zones de frayères aloses répertoriées à ce jour sur le bassin de la Loire (indépendamment de leur surface) (Source : LOGRAMI)

D'un point de vue de la méthode d'identification des zones potentielles, l'analyse par photo-interprétation est une approche intéressante pour estimer les surfaces de manière globale. En effet, les zones préalablement identifiées par THIZY (2011) avec un indice de confiance de 1 et 2 sont majoritairement confirmées par la prospection de terrain. A contrario, la similitude diminue nettement avec les zones dont l'indice de confiance est de 3. En lien avec la problématique de continuité, les prospections de terrain sont précises et permettent une exactitude géographique des zones à enjeu. Cette méthode est cependant fixée temporellement et les mesures évoluent à la faveur des crues et des changements de faciès de la rivière.

L'étude de la potentialité d'habitat pour le **saumon atlantique** sur la **Desges** et la **Sénoire** a été réalisée en complément des cartographies des Couzes effectuée en 2015. Ainsi, 34,4 kilomètres ont été prospectés sur la **Sénoire** révélant **161 zones favorables totalisant une surface favorable à l'accueil des géniteurs de l'ordre de 2 800m²**. La **Desges** présente **51 zones de reproduction potentielle couvrant environ 1 700m²**. Ces deux affluents de l'Allier montrent une capacité de production de 8 000 et 12 000 smolts représentant près de 10% de la production du bassin de l'Allier et l'équivalent de la production de la Dore. Cependant, cette potentialité remarquable offrant une opportunité d'étendre l'aire de répartition du saumon et de participer à la restauration de l'espèce est entachée par des problèmes d'accessibilité. Ainsi, pour espérer un gain à minima profitable de surfaces, 3 ouvrages sur la Desges et 2 obstacles sur la Sénoire doivent faire l'objet d'une expertise de franchissement et les cas échéants d'un traitement (entretien, aménagement, arasement). L'étude montre également un gain d'habitat par dénoisement de l'ordre de 12 000 m² qui pourrait contribuer notablement à l'accueil du saumon.

10.1.2. Qualification des habitats

Concernant la **qualification des habitats**, l'analyse des **conditions d'incubation des œufs de saumons** a été réalisée sur le bassin depuis 2009. Les résultats montrent sur les différents secteurs du bassin Loire une **capacité productive in situ compatible avec les exigences biologiques du saumon**. Avec des survies variant de 64 à 76 %, les axes **Allier, Alagnon, Dore et Vienne** garantissent même des conditions d'incubation **très bonnes** selon les résultats des dernières campagnes. Les secteurs de la Gartempe, Creuse et Sioule offrent des conditions moyennes de l'ordre de 35 à 50% de survie.

Sur les axes **Sioule et Dore en 2015-2016**, l'étude a permis de conforter ces résultats. Pour autant, une variabilité interannuelle et intersectorielle est assez régulièrement constatée. Notamment, la Dore confirme une sectorisation marquée avec une survie des œufs sur la frayère la plus aval bien inférieure aux autres frayères.

Le développement d'un protocole sur le **stade suivant, soit le stade émergence**, permet d'affiner la compréhension du développement des jeunes saumons. Il permet la mesure de l'**adéquation de ce stade de développement avec les habitats mais également la confirmation sectorielle de la survie** y compris sur cette étape du cycle de vie.

Afin d'enrichir les informations de qualité d'habitat, une étude innovante a permis l'élaboration et l'application expérimentale d'un protocole qui est susceptible d'apporter des éléments de réponse à des variabilités de survies des œufs de saumons. Ce protocole étudie les paramètres majeurs conditionnant les taux de survies à l'éclosion et à l'émergence : influence du colmatage du substrat et de l'érosion sédimentaire.

Ces études confirment que la survie s'améliore de l'aval vers l'amont des axes et argumentent pour faciliter l'accès aux frayères en amont des bassins qui s'avèrent être de meilleure qualité pour le développement des œufs.

Bien que réalisés dans des conditions de débits importants limitant l'efficacité de pêche, les échantillonnages printaniers réalisés sur le bassin de la Gartempe en 2016 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**.

Concernant l'**Allier**, il apparaît que **le secteur amont de la zone refuge montre historiquement 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. Pour autant, les échantillonnages printaniers réalisés en 2016 ont mis en évidence des productions d'alevins de saumon natifs jugées faibles sur l'**Allier** et le Béal de l'**Alagnon**. Force est de constater que les effectifs encourageants en migrations génésiques n'ont pas été suivis d'une production d'alevins conséquente puisque l'année 2016 se caractérise par une production d'alevins natifs dans la zone refuge inférieure à la moyenne historique.

10.1.3. Suivi de la continuité accessibilité des axes

L'activité migratoire des poissons est conditionnée par des paramètres environnementaux. Parmi eux, les débits ainsi que la température de l'eau ont été recensés comme étant les principaux facteurs influant sur les migrations des poissons. 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. En complément des réseaux institutionnels de mesures de débits, LOGRAMI a mis en



place un réseau de mesures de la température avec un premier site en 1997 et une densification depuis 2011 portant à 27 le nombre de sites de mesures aujourd'hui.

Les réseaux de mesures de débits montrent que l'année 2016 a présenté un **printemps pluvieux**, avec selon les axes Loire -Allier ou Vienne, 4 à 5 crues échelonnées de février à juin. Ce constat, couplé à une température printanière relativement élevée comparativement à l'historique, participe à favoriser la migration tant sur la précocité que sur la progression au sein des axes. **L'étiage a été peu marqué** alors que les températures d'avril à juillet révèlent des températures inférieures aux données historiques. **L'été 2016, que l'on peut qualifier de « frais »**, a probablement facilité la survie estivale. L'amplitude thermique maximale constatée a été de 27,8°C. Un différentiel est constaté sur les axes régit par des lâchures de grands barrages modifiant les évolutions thermiques estivales avec des apports d'eau fraîche. **L'automne peut être qualifié de sec** avec des niveaux d'eau très bas et une seule crue relativement tardive fin novembre. Cette constatation établit clairement un frein à la reprise migratoire automnale du saumon.

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'alose** montrent nettement la régression de l'espèce avec une colonisation actuelle en limite des stations d'observations du bassin. Le front actuel se situe à 290 km de l'estuaire sur la Vienne et l'axe Creuse, de l'ordre de 255 km sur le Cher, de 720 km sur la Loire amont et 650 km à Vichy. Pour autant, malgré des comptages très faibles ces dernières années, les conditions hydrologiques favorables aux migrations en 2016 ont engendré des effectifs plus importants à Decize proportionnellement aux autres axes contrairement aux observations des dernières années.

Le front de colonisation de la Lamproie n'a pu être obtenu en raison de l'hydrologie effaçant les nids. Cependant, nous pouvons supposer que la migration a pu être favorisée par des conditions favorables. Les limites amont minimum sont définies par les comptages aux stations et vers 330 km de l'estuaire sur l'axe Cher.

Pour le saumon, en absence de témoignages de mortalités estivales et de comptage de frayères excepté sur la Sioule et le Béal, le front de colonisation est défini par les comptages aux stations. Sur la Sioule, les frayères sont situées en amont d'Ebreuil et plus particulièrement en aval de l'ouvrage infranchissable de Queuille soulignant le secteur favorisé par les saumons pour leur reproduction et la perte de productivité de cet axe amputé de sa partie amont. Ces résultats semblent indiquer qu'un faible nombre de géniteurs a colonisé la Sioule en 2016, malgré des conditions de débits printaniers plutôt favorables.

10.2. 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 :

- les périodes de prélèvements sur certaines espèces,



- la gestion des ressources en eau aux exigences des poissons migrateurs amphihalins dans le cadre des SAGE,
- 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).

Les systèmes de suivi vidéo comptage disposés dans les dispositifs de franchissement sont liés au fonctionnement des passes qui varient en 2016 entre 82 et 99% du temps. Mais également intrinsèquement, avec des interruptions dues à des coupures de courants ou des erreurs de systèmes d'acquisition qui aboutissent à un suivi variant de 94 à 100% du temps en 2016. Deux sites se distinguent de ces caractéristiques, l'un par des limites de détection atteintes par le système de Châteauponsac (55% de fonctionnement) ou l'autre en raison d'une crue ayant noyé le matériel à Langeac (77,1% de fonctionnement).

10.2.1. Des aloses

Si nous nous intéressons à la **dynamique migratoire de l'alose**, nous constatons que les passages à **Decize sont similaires à Châtelleraut** malgré l'éloignement géographique (576 km de la mer contre 270 km pour Châtelleraut) avec 50 % des passages autour du 20 mai et une amplitude de l'ordre de 110 jours. En 2016, nous relevons cependant une particularité avec **une migration à Decize concentrée sur 30 jours** dont 90% des effectifs en 3 jours et même 74% en 1 jour et **légèrement plus précoce** que l'historique avec une L50 au 13 mai.

Nous constatons, en 2016, deux pics de migrations avec un arrêt des passages durant les forts débits. La migration a été stoppée par la crue de juin et aucune reprise migratoire n'a été constatée par la suite.

10.2.2. Des lamproies marines

Les axes **Vienne et Creuse présentent les mêmes processus migratoires** pour la lamproie marine avec 50% des flux de lamproies au 5 mai. Les migrations des lamproies sont donc légèrement plus précoces que les aloses. Contrairement aux aloses, elles suivent une logique d'éloignement géographique avec les sites de **Decize et Vichy** dont les 50% sont atteints fin mai soit **quasiment 1 mois plus tard que les stations en aval**. L'année 2016 retrace une migration conforme à ces tendances avec 90% des individus en une quarantaine de jours à Descartes et Châtelleraut mais une migration sur 36 jours à **Decize plus étalée** que les 16 jours observés historiquement. La migration de la lamproie marine a été concentrée sur mai et également stoppée avec la crue de juin.

10.2.3. Du saumon

La migration du saumon suit rigoureusement l'éloignement géographique de l'estuaire avec 50% des flux au 4 avril à Descartes, 19 avril à Decize et 26 avril à Vichy. A partir de ces zones amont, la migration revête une grande amplitude avec une proportion des poissons qui migrent au printemps et une autre en période automnale après une reprise migratoire suite à l'arrêt estival. Ainsi, historiquement, 25 % des flux sont comptabilisés à Langeac sur la partie amont de l'axe Allier avant l'été. A Langeac, 50% des flux sont réalisés au 26 septembre et au 14 octobre à Poutès. L'année 2016 présente une dynamique migratoire singulière avec à Langeac un flux de 50% au 18 juin, précoce de plus de 100 jours avec la médiane historique.



En 2016, nous observons à Langeac 38,2 % du flux passé à Vichy. Cette plus forte proportion de saumons qui accède en amont de Langeac (+ 13,2 % par rapport à la moyenne historique) peut être expliquée par une hydrologie favorable à la montaison, des efforts réalisés sur la continuité qui se traduisent par une montaison printanière remarquable.

Cependant, ce processus n'est pas constaté à Poutès avec au contraire 6,1% des saumons de Vichy en amont de Poutès (soit - 5,8% par rapport à la moyenne historique). Si la dynamique observée à Langeac avait été constatée à Poutès, nous aurions eu statistiquement 30 saumons au printemps et 80 à l'automne (en réalité 11 et 16). Nous constatons que le premier saumon observé à Poutès a un décalage temporel de 26 jours comparativement au premier saumon de Langeac.

Cette étude des processus migratoires souligne clairement une problématique de franchissement printanier déficient à l'ouvrage de Poutès. Par ailleurs, 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 et l'absence de lâchures pour favoriser l'attractivité de l'ascenseur se traduisent par un déficit notoire de migration automnale.

De façon plus détaillée, aucun pic journalier n'a été constaté à Descartes mais une migration centrée sur mi-mars à mi-mai. A Decize et Vichy, 4 périodes migratoires peuvent être distinguées scindées par des épisodes de forts débits. Ces crues printanières ont engendré la fermeture de la passe de Vichy sur les deux premières crues et de Decize sur les quatre crues. Le suivi des stations de comptage de l'amont montre peu ou pas de migration automnale en 2016 en raison d'un déficit marqué de stimulus migratoire dû à une absence de coup d'eau à l'automne.

10.2.4. De l'anguille

Les flux d'anguilles ne peuvent être suivis que par la passe de Châtellerault. En 2016, nous constatons que la migration s'est concentrée sur 30 jours contre 58 jours en moyenne historique dont 75% en 3 jours.

10.2.5. Rythme nyctéméral

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'aloise 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.

10.2.6. Conclusion

La dynamique migratoire des différentes espèces révèlent que les conditions hydro climatiques agissent comme des stimuli ou des freins et conditionnent les flux de poissons. Les suivis montrent nettement que le processus migratoire est complexe et que **les passages peuvent être parfois concentrés sur quelques jours seulement**. Ces informations soulignent l'importance de la fonctionnalité des dispositifs de franchissement dont les déficiences durant les journées favorables à



la migration peuvent condamner le recrutement d'un axe complet. Ces résultats doivent alerter les gestionnaires d'ouvrages sur la **vitale nécessité d'une fonctionnalité maximale des dispositifs durant les périodes d'affluence des poissons migrateurs** et la responsabilité des propriétaires sur le bon fonctionnement de la dynamique migratoire des espèces afin d'assurer leur cycle de vie.

10.3. 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. 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.

10.3.1. 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 séries chronologiques alimentant les études de dynamique de population.

Une régression importante du nombre d'aloses sur le bassin de la Loire est constatée depuis plusieurs années. Malgré les effectifs très faibles, la proportion des individus observés en 2016 à Decize est plus importante que sur les 5 dernières années. Cette migration a peut-être été favorisée par une attractivité de la Loire amont à la faveur des quatre crues printanières. Ce constat est également confirmé par une reproduction conséquente en aval de l'ouvrage de Decize.

Depuis l'ouverture de la station de comptage de Châtellerault en 2004, il apparaît 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 celui-ci 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. Bien que l'effectif actuel soit essentiellement comptabilisé sur l'axe Allier (76% en 2016), il apparaît que la proportion de saumons augmente considérablement sur l'axe Creuse. Ainsi, les pourcentages ont évolué de 8 à 18 % en dix ans témoignant d'un retour important des saumons sur cet axe.

Sur l'Allier, les moyennes annuelles à Vichy sont de 737 individus depuis 2011 alors qu'elles étaient historiquement (depuis 1997) de 576 saumons. Cette tendance d'augmentation encourageante n'est cependant pas confirmée en 2016 avec des effectifs relativement faibles à moins de 500 saumons. Cette



faible abondance a été compensée par une migration printanière intéressante jusqu'à Langeac mais stoppée avant Poutès.

Les truites de mer sont en effectif extrêmement faible depuis de nombreuses années. En 2016, l'ensemble du réseau de comptage totalise 8 individus alors que d'autres bassins versants français présentent des populations très intéressantes.

Chaque année, **des 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.

En 2016, nous observons une **montaison importante d'anguilles sur l'axe Vienne à Châtellerault**. Ces effectifs sont supérieurs aux années antérieures et même nettement plus élevés qu'en 2013 où un recrutement important avait été révélé à la fois par les stations et le réseau anguille (pêches électriques de juvéniles). **Cette espèce est présente sur toutes les stations de comptages y compris les plus amont à 860 km de la mer sur l'axe Allier (Poutès) et 720 km sur l'axe Loire (Roanne).**

Soulignons que des poissons migrateurs 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.

10.3.2. Succès de la reproduction

La relation entre les flux de géniteurs potentiels de saumons et les fraies constitue un indicateur intéressant de la survie estivale. Cette question a été abordée en 2016 sur le Béal disposant d'un comptage de frayère. Il apparaît qu'en 2016 la mortalité estivale a été relativement conséquente, moindre qu'en 2015 mais plus élevée que les autres années de référence.

10.3.3. Production globale en tacons

Les différentes opérations d'échantillonnages des tacons renseignent sur la production globale et le succès post-reproduction. D'une manière générale la production en tacons est faible en 2016 sur l'ensemble des sites observés comparativement aux séries historiques. Sur l'axe Allier, les abondances montrent une densité plus élevée des juvéniles dans la zone d'influence aval de Poutès sur une dizaine de kilomètres. Ces résultats soulignent l'effet bloquant de l'ouvrage sur la migration des géniteurs. Cette zone est la seule présentant des indices élevés.

Par ailleurs, les échantillonnages réalisés sur les alevins natifs **révèlent une zone d'influence de l'ordre de 5 km en aval d'une frayère** témoignant de la dispersion des alevins après l'émergence.

Sur l'Allier et l'Alagnon, 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. En 2015, 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. La campagne de 2016 renforce la robustesse de cette relation en la confirmant.

10.3.4. Conclusion sur l'état de santé des espèces

Ces dernières années viennent confirmer la raréfaction de l'**alose** (grande et feinte) sur le bassin de la Loire avec seulement 6 % par rapport à 2007 (N=32 825 aloses comptabilisées aux stations). Les capacités d'accueil sont maximales en Loire amont mais nous observons un défaut de géniteurs depuis 2007. Viennent ensuite les secteurs Vienne et Creuse qui concentrent aujourd'hui les enjeux sur ces poissons.

Le suivi de la reproduction souligne cependant que parmi les secteurs suivis, la Loire en aval de Decize accueille des géniteurs. De même, la frayère en aval de Châtellerault (Vienne) semble concentrer un nombre important de géniteurs. Malgré cela, les populations d'aloses se dégradent d'année en année depuis 2008 et les reproductions constatées en aval des stations de comptage estiment à quelques milliers de géniteurs les effectifs actuels, loin des 30 000 aloses historiquement comptées aux stations de comptage.

Les lamproies sont essentiellement présentes sur l'axe Vienne-Creuse. Le linéaire de cours d'eau colonisé varie d'année en année en fonction des aménagements des ouvrages mais également l'hydrologie joue un rôle capital dans la dynamique migratoire.

Aujourd'hui, près de 330 kilomètres sont ainsi colonisés sur cet axe (Vienne-creuse). La population de lamproie marine du bassin est de première importance à l'échelle européenne. Les effectifs sont cependant modestes ces dernières années comparativement aux 90 000 individus comptabilisés en 2007. En 2017, nous avons compté à ce jour moins de 1 300 lamproies.

Les analyses des migrations révèlent qu'une partie conséquente de la population migrante se reproduit en aval des stations de comptage. Ces informations de comptage constituent donc un minimum.

Malgré une présence avérée, les parties amont du bassin Loire sont très faiblement colonisées depuis 2007-2008.

L'ensemble du bassin Loire est en mesure d'accueillir **des anguilles** et même si l'aire de répartition est confirmée jusqu'aux ouvrages infranchissables de l'amont, les densités sont concentrées dans la partie Pays de la Loire.

L'ensemble des territoires du bassin est en capacité de produire des saumons avec notamment des bonnes survies de l'œuf à l'émergence sur l'Allier, l'Alagnon, la Vienne et la Gartempe. La qualité de l'habitat peut être améliorée sur les parties aval de chaque axe, notamment avec une attention particulière aux rejets urbains et la gestion des « éclusées ».

Cependant, les tacons rencontrent des problèmes ponctuels de croissance et survie sur la Sioule et la Dore.

L'accessibilité aux zones de frayères est déterminante pour la restauration de la population de saumon du bassin. Quelques soient les axes y compris l'Allier, l'accès à l'amont dans les meilleures zones de frayère est synonyme d'augmentation des ratio géniteurs migrants/frayères/alevins.



10.4. 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 permet 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.

10.4.1. Structure en âge

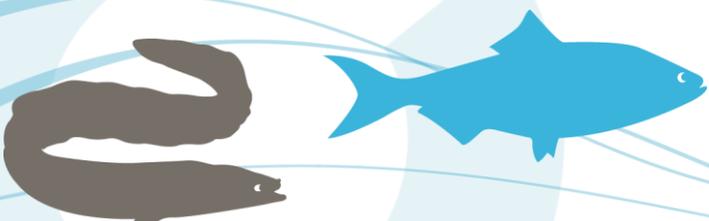
Les analyses identifient des constantes populationnelles en termes de structure d'âge et au contraire des variations annuelles avec le déficit d'une classe d'âge par exemple. Ainsi, concernant le saumon atlantique, l'analyse des structures d'âge permet de mettre à jour des fonctionnements de population différentiels suivant les axes migratoires. **Le bassin Vienne-Creuse se particularise par la présence des individus de 1 an représentant 17% des effectifs annuels** (soit 13 +/-10 individus par an et 19 en 2016). Les parties amont accueillent faiblement ces classes d'âge avec 6% à Decize sur la Loire et 2% à Vichy sur l'Allier.

L'âge principalement rencontré en Loire est la classe des deux ans de mer. L'Allier est caractérisé par une plus grande proportion des 3 ans de mer mais nous ne pouvons pas exclure l'hypothèse que cette classe est majoritaire en raison d'un déficit des deux ans de mer.

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. Ainsi, l'ensemble des sites nous montre que la plus grande **contribution aux retours à ce jour est l'année de dévalaison 2001**. Ce constat est confirmé par les comptages établis à Vichy et Poutès. Les années de dévalaison de plus forte contribution sont secondairement **2004, 2009 et plus récemment 2013**. Ces mesures soulignent que les conditions de dévalaison sont des éléments essentiels dans la survie et les retours de géniteurs. Ainsi, même si l'année 2010 a vu peu de remontée de géniteurs, les conditions sur l'amont de l'Allier ont visiblement été favorables à la dévalaison 2011 avec des retours intéressants alors que ceux-ci n'ont pas été visualisés sur les sites en aval (Descartes) ou même en Loire (Decize).

10.4.2. 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.



10.4.3. 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. Les effectifs plus importants à Decize en 2016 permettent de valider une reproduction centrée sur les créneaux horaires de 23 h à 0h alors que sur Châtellerault ces maximums semblent être décalés sur la tranche 1h30 à 2h30. Plusieurs hypothèses peuvent être avancées pour expliquer la précocité comme le décalage temporel du coucher de soleil (la frayère d'Avril est plus à l'est que celle de Châtellerault), le caractère frayère naturelle vs frayère forcée, l'environnement de la frayère (pleine campagne vs milieu urbain notamment l'éclairage) et également le nombre d'aloses matures plus important à Châtellerault.

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 2016 présente une temporalité classique avec une reproduction de 50% au 20 novembre.

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.

10.5. La prévention des captures illégales

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 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 méconnaissance 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, jusqu'ici, mobilisé 16 Fédérations pour la pêche et la protection du milieu aquatique du bassin de la Loire dont celles du Loir-et-Cher et Loiret en 2016 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.

Afin de donner la possibilité aux structures qui le souhaitent d'imprimer de nouveaux panneaux, les PDF haute définition des panneaux ont été directement mis en ligne sur le site web de Logrami.

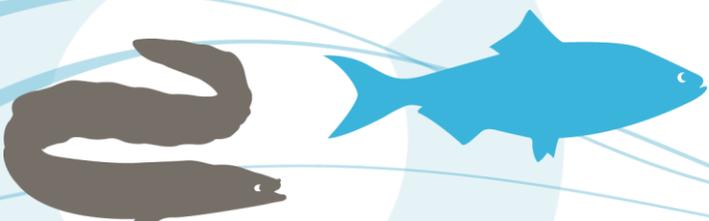
10.6. L'évaluation de l'efficacité des programmes de soutien d'effectifs (saumon atlantique)

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 physiquement, 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 environ 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. Six indicateurs de l'opération de soutien d'effectifs ont été étudiés :

- ① Impact de l'opération de piégeage sur le comportement de migration des saumons,
- ② La production de juvéniles à partir d'incubateurs,
- ③ L'implantation des juvéniles déversés au stade alevins,
- ④ Les taux de retour des juvéniles lâchés au stade pré-smolts,
- ⑤ L'identification de l'origine des adultes de retour,
- ⑥ La dynamique migratoire génésique selon l'origine des saumons.



10.6.1. 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 27% des allers-retours avant le passage, une augmentation de 36% des refus de passage le jour même et une augmentation de 23 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 léthal chez le saumon atlantique) (BACH et al, 2011). Ces résultats confirment ceux des années précédentes avec des impacts permanents d'une année à l'autre.

10.6.2. 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 10 000 œufs en provenance du Conservatoire National du Saumon Sauvage. **L'incubateur et la qualité du Renaison dans les conditions environnementales de 2016, a permis de produire des tacons 0+ en quantité moyenne jusqu'à l'automne sur au moins 800 m en aval de l'incubateur.** Des individus 1+ échantillonnés en 2016 confirment la croissance des alevins in situ. Ce constat confirme le caractère salmonicole de ce tronçon du Renaison, réputé pour sa population de truites conséquente (GRES, com. pers.).

10.6.3. Taux d'implantation

Le taux d'implantation est révélé par la densité de juvéniles lors de l'échantillonnage réalisé à l'automne comparativement au moment du déversement. Il a pour objectifs de connaître la survie des juvéniles déversés au stade alevin et vérifier la fonctionnalité des zones favorables aux juvéniles. En 2016, les taux d'implantation des juvéniles déversés sur la Gartempe et repris par pêches électriques sont faibles à moyens. Considérant la période 1999-2016, sur 9 stations de référence, les taux d'implantation 2016 sont tout de même supérieurs à ceux des trois précédentes années et supérieurs à la moyenne interannuelle.

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.

10.6.4. 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 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.

Sur l'ensemble des axes, les taux de retour varient de 1 à 10 saumons de retours pour 10 000 smolts déversés (0,01 à 0,05%). Cependant, la contribution de ces retours représente près de 25% (+/-16%) des effectifs sur l'axe Vienne-Creuse. Les retours issus de l'année 2013 sont plus importants du fait d'un déversement des smolts en aval de la majorité des usines hydroélectriques et d'une hydrologie très favorable à la dévalaison qui a favorisé cette catégorie de poissons comparativement aux alevins déversés et aux natifs. Les taux de retour atteignent alors 24 saumons pour 10 000 smolts déversés alors que la moyenne est de 10 sur cet axe. Ces taux sont cependant inférieurs aux niveaux de références attendus.

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.

10.6.5. 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% des alevins déversés dans les retours. L'opération d'échantillonnage menée en 2016 dans le cadre de cette étude menée par LOGRAMI a permis de fournir un nombre conséquent d'échantillons génétiques (n= 44) qui s'ajoutent à ceux du CNSS. L'année 2016 permet de compléter les échantillons thésaurisés par l'INRA.

Enfin, l'année 2016, bénéficiant également d'un complément de piégeage par LOGRAMI garantit 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).



10.6.6. 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. & EVANNO G., 2015). Ainsi, des écarts de dynamique migratoire semblent être observés à la fois sur les retours issus d'alevins et de smolts déversés (arrivée plus tardive que les retours de saumons natifs).

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 celle des saumons issus d'autres origines.

10.7. Valorisation des connaissances et sensibilisation des acteurs à la gestion des poissons migrateurs

La participation à des réunions de restitution et l'accompagnement des gestionnaires et acteurs de l'eau constitue un socle important de la communication 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 de 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. L'ensemble de ces participations totalise 74 jours de restitutions dont 50% vers les acteurs du bassin Loire et 20 réunions avec un support de présentation.

Le site internet propre à l'association met l'ensemble des informations issues des programmes d'action sur son site internet (www.logrami.fr). Il présente près de 54 000 visites en 2016.

Les informations sont diffusées sous forme de téléchargement gratuit du rapport d'exécution, de cartographies issues des études. En 2016, nous avons comptabilisé 729 téléchargements des rapports d'études de recherches appliquées et 291 téléchargements des données.



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.

Au cours des années 2010 à 2016, un total de 18 départements et 47 villes ou communes différents ont désormais accueilli l'exposition « Grands Migrateurs de Loire » au moins une fois. En 2016, elle a été exposée au public près de 271 jours dans 10 lieux différents. Aux termes de sept années d'existence, l'exposition 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>).

Depuis plusieurs années, LOGRAMI a réalisé un travail conséquent pour faciliter l'accès à l'information malgré un effectif d'agents modeste et un volet d'acquisition conséquent. Il semble que l'appropriation des connaissances par l'ensemble des acteurs soit aujourd'hui une mission réussie.



11. Bibliographie

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., BAISEZ A., 2011 - Recueil de données biologiques sur les populations de poissons migrateurs du bassin de la Loire, 2010. LOGRAMI, 288 pages

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. LOGRAMI, 156 pages.

BACH J.M., PAROUTY T., LEON C., SENECAI A., PORTAFAIX P., GUERIT A., LE PERU Y. & BAISEZ A. 2012 - Recueil de données biologiques sur les poissons migrateurs du bassin Loire, 2011 - LOGRAMI, 359 pages.

BACH J.M., PAROUTY T., LEON C., SENECAI A., PORTAFAIX P., RIVARD Q., BARAULT A., GUERIT A., LE PERU Y. & BAISEZ A., 2013 - Recueil de données biologiques sur les populations de poissons migrateurs du bassin de la Loire, 2012. LOGRAMI, 319 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

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., CLOASTRE T., JEGO Y., KORDEK J., RIMBERT L. & BAISEZ A., 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, 376 pages

BAGLINIERE 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): préférences physiques et variations annuelles (1976-1980). *Acta Oecologica*. 3: 241-256.

BAGLINIERE J.L. et ELIE P., 2000. Les Aloses (*Alosa alosa* et *Alosa fallax* spp.). *Ecobiologie et variabilité des populations*. - Paris : INRA - 275 p.

BARDONNET A. & BAGLINIERE J.L. 2000. Freshwater habitat of Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 57(2): 497-506.

BAUDAIS M.J., 2003. Cartographie et estimation des surfaces potentielles pour la reproduction des aloses, lamproies marines et truites de mer sur l'axe Vienne-Clain en amont Châtellerault - LOGRAMI - CSP - Université de Tours, 54 pages.

BELAUD A., CARETTE A., CASSOU-LEINS F. et CASSOU-LEINS J.J., 2001. Choix des sites de fraie par la grande Alose (*Alosa alosa* L.) en moyenne Garonne. *Bull. Fr. Pêche Piscic.* 362/363 : 869-880.

BHATTACHARYA C.G, 1967. A simple method of resolution of a distribution into Gaussian components. *Biometrics*, 23: 115-135.

BRIAND C., BAISEZ A., BARDONNET A., BEAULATON L., FEUNTEUN E., LAFFAILLE P., LAMBERT P., PORCHER J.P., PROUZET P., RIGAUD C. and ROBINET T., 2006. Connaissances, outils et méthodes pour



la mise en place de plans de gestion de l'anguille (*A. anguilla*) dans les bassins versants français. Rapport d'expertise scientifique et technique du Groupe « Anguille » du GIS Poissons Amphihalins (GRISAM). Paris, 23.

BRIAND C., LEGRAND M., CHAPON P.-M., BEAULATON L., GERMIS G., ARAGO M.-A., BESSE T., DE CANET L. and STEINBACH P., 2015. Mortalité cumulée des saumons et des anguilles dans les turbines du bassin Loire-Bretagne. 260 p.

CARLE F.L., STRUB M.R., 1978 - A new method for estimating population size from removal data. *Biométrie*, 34, p. 621—630

CARMIE H. 1997. Restauration du saumon sur le bassin de la Loire. Volet repeuplements. CSP Délégation Régionale Auvergne-Limousin, 8 p. + annexes.

CE3E SOCIETE DE CONSEIL, D'ETUDES TECHNIQUE ET D'INGENIERIE 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'INGENIERIE 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. 153 p.

CE3E SOCIETE DE CONSEIL, D'ETUDES TECHNIQUE ET D'INGENIERIE 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 2 : Diagnostic partagé. 188 p.

CESAME, 2004-2005. Programme de gestion intégrée des affluents de l'Allier – Phase 1 Rapport Diagnostique S.I.C.A.L.A.-CESAM. 89p

CORNU V., LASCAUX J.M., 2017. Suivi des poissons grands migrateurs sur le Cher aval, année 2016. *EPL*, 129 p.

COSYNS A., SENECAI A., BAISEZ A., 2013 – Etude actualisée des potentialités d'accueil de la Gartempe pour le saumon atlantique. Rapport définitif - LOGRAMI, 78 p.

COUDERC J.M., 1999. L'arasement du barrage de Maisons-Rouges (Indre-et-Loire) en 1998. – p. 629-636.

DAUPHIN, G. 2013. Analyse de la viabilité d'une population naturelle de saumon atlantique (*Salmo salar* L.) dans le bassin de l'Allier. Rapport INRA pour l'établissement Public Loire., INRA.

DUCASSE J., LEPRINCE Y., 1980. Etude préliminaire de la biologie des lamproies marines dans le bassin de la Garonne et de la Dordogne. ENITEF-Cemagref Bordeaux. 151 p.

EPL, 2016. Rapport d'exécution. Opérations temporaires de soutien d'effectifs en saumons dans le bassin de la Loire en 2016. – Etablissement Public du bassin de la Loire. Conservatoire National du Saumon Sauvage. 68 p.



FORRESTER G.E., CHACE J.G. & MCARTHY W. 1994. Diel and density-related changes in food consumption and prey selection by brook trout in a New Hampshire stream. *Environmental Biology of Fishes*. 39(3): 310-311.

GARDINER R., 2003. Identifying Lamprey. A Field Key for Sea, River and Brook Lamprey. *Conserving Natura 2000 Rivers Conservation Techniques Series No. 4*. English Nature, Peterborough.

GUEGUEN J.C & PROUZET P. 1994. Le saumon atlantique. Edition de l'IFREMER. 330p

HARVEY J., COWX I., 2003. Monitoring the River, Brook and Sea Lamprey, *Lampetra fluviatilis*, *L. planeri* and *Petromyzon marinus*. *Conserving Natura 2000 Rivers Monitoring Series No. 5*, English Nature, Peterborough

HEGGENES J. & SALTVEIT S.J. 1990. Seasonal and spatial microhabitat selection and segregation in young Atlantic salmon, *Salmo salar* L., and brown trout, *Salmo trutta* L., in Norwegian river. *Journal of Fish Biology*. 36(5): 707-720.

HELAND M. & DUMAS J. 1994. Ecologie et comportement des juvéniles. In *Le saumon atlantique : biologie et gestion de la ressource*. Edited by J.C. Gueguen et P. Prouzet. IFREMER. Brest. p. 29-46.

KEELEY E.R. & GRANT J.W.A. 1997. Allometry of diet selectivity in juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 54(8): 1894- 1902.

KEITH P. & ALLARDI J. 2001. Atlas des Poissons d'Eau douce de France, 2001, Patrimoines Naturels, n°47, Paris, 387 pages.

LARINIER M., PORCHER J.P., TRAVADE F. & GOSSET C. 1992. Passe à poissons – Expertise et conception des ouvrages de franchissement. Collection « Mise au point ». 336 p.

LEGRAND M., PREVOST E., 2015 De la recherche à la gestion : transfert d'un modèle de dynamique de population vers un opérateur de gestion. Rapport LOGRAMI - INRA, Février 2015, 40p.

LEGRAND M., PREVOST E., 2016 Développement et mise à jour du modèle de dynamique de population du saumon de l'Allier – Année 2015. Rapport LOGRAMI - INRA, Décembre 2016, 59p.

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

MCCORMICK S.D., HANSEN L.P., QUINN T.P. & SAUNDERS R.L. 1998. Movement, migration, and smolting of Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 55(Supp. 1): 77-92.

MENESSON-BOISNEAU C. et BOISNEAU P., 1990 - Migration, répartition, reproduction, caractéristiques biologiques et taxonomie des Aloses (*Alosa* sp.) dans le bassin de la Loire. - Université. Paris XII Val de Marne et Rennes I / INRA Rennes. - 143p. + annexes. (Thèse de doctorat).

MILLS D. 1973., Preliminary assesment of the characteristics of the spawning tributaries of the river Tweed with a view to management. In *International Atlantic Salmon Symposium (1972)*, Smith, M.W. et W. Carter (éds). *Special Publ. Series*, 4 (1): 145-155.

MILLS D., 1989. *Ecology and Management of Atlantic Salmon*. Chapman and Hall, London, 351 p.

MINSTER A.M. & 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.



MOIR H.J., SOULSBY C. & YOUNGSON A. 1998. Hydraulic and sedimentary characteristics on habitat utilized by Atlantic salmon for spawning in the Girnock Burn, Scotland. *Fisheries Management and Ecology*, 5(3):241-254.

NIKOLITCH C., 2016. Etude des potentialités du Clain pour les Aloses et la Lamproie marine. LOGRAMI – AgroParisTech. Mémoire de dominante d'approfondissement Gestion des Milieux Naturels – LOGRAMI. 95 p.

OGER A. & EVANNO G., 2015. Identification de l'origine (sauvage / pisciculture) des saumons atlantique du bassin de l'Allier par assignation génétique. Rapport 2014. INRA UMR 985 ESE – Ecologie et Santé des Ecosystèmes. 14 p.

PORTAFAIX P., SENEAL A., BAISEZ A., 2015. Evaluation de la phase juvénile de la lamproie marine (*Petromyzon marinus*) sur le bassin de la Vienne. Rapport ammocètes bassin de la Vienne, Association LOGRAMI, 27p.

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.

RICHARD A., non daté. Gestion piscicole, interventions sur les populations de poissons, repeuplement des cours d'eau salmonicoles. – CSP, Collection Mise au point. 256 p.

SILENE-BIOTEC, 2003. Etude CRE Sénouire, rapport de diagnostic. S.I.C.A.L.A. 70p

SLADE J.W., ADAMS J.V., CUDDY D.W., NEAVE F.B., SULLIVAN W.P., YOUNG R.J., FODALE M.F., JONES M.L., 2003. Techniques and methods for estimating abundance of larval and metamorphosed sea lampreys in Great Lakes tributaries, 1995–2001. *J. Great Lakes Res* 29:130–136.

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.

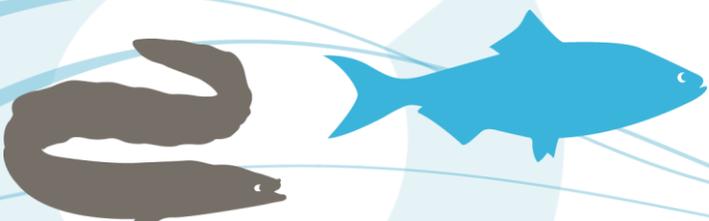
TAVERNY C., ELIE P., 2010. Les lamproies en Europe de l'Ouest. Ecophases, espèces et habitats. ISBN 978-2-7592-0378-9, Editions QUAE, 111 p.

TAVERNY C., URDACI M., ELIE A.M., BEAULATON L., ORTUSI I., DAVERAT F., ELIE P., 2005. Biologie, écologie et pêche des lamproies migratrices (*Agnathes amphihalins*) - Troisième tranche fonctionnelle. Rapport final (novembre 2005). Etude Cemagref, Groupement de Bordeaux, n°99 : 71 p.

THIZY T., 2011. Estimation des potentialités d'accueil de l'anguille européenne, des aloses et de la lamproie marine dans le bassin du Cher aval, ONEMA, 75p.

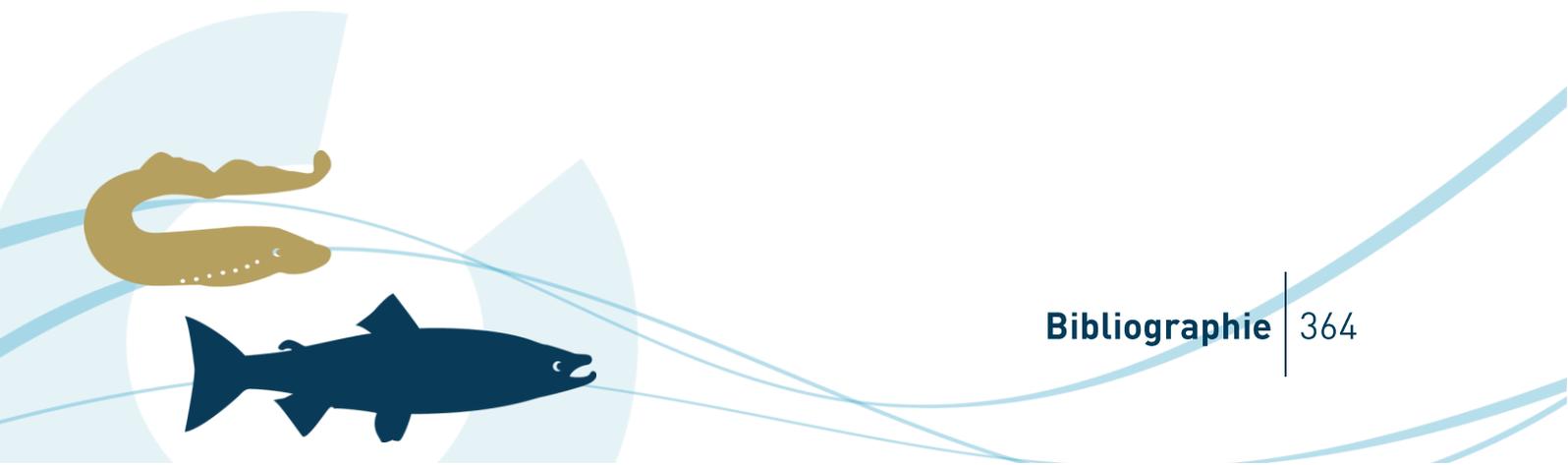
THONNEY J.-P. & GIBSON R.J., 1989. Feeding strategies of brook trout (*Salvelinus fontinalis*) and juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar*) in a Newfoundland river. *Canadian Field-Naturalist*. 103: 48–56.

URDACI M.C., TAVERNY C., ÉLIE A.M., ÉLIE P., 2013. A genetic method to differentiate *Petromyzon marinus* ammocoetes from those of the paired species *Lampetra fluviatilis* and *L. planeri*. *Revue Cybium*, vol. 38, num. 1, p. 3.



VIGNES J.-C., 1995. L'alimentation des jeunes saumons (*Salmo salar* L.) dans une rivière du Pays-Basque, la Nivelle. *Munibe (Cienas Naturales)*. 47: 97-100.

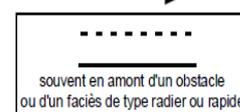
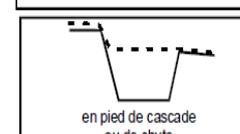
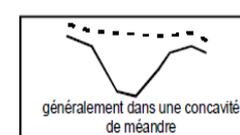
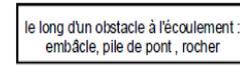
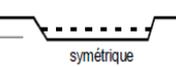
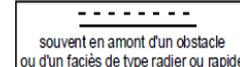
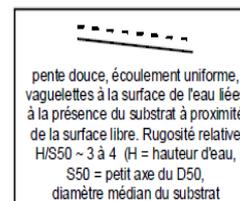
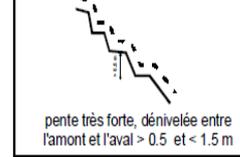
WENTWORTH C.K., 1922. A scale of grade and class terms for clastic sediments. *The journal of geology*, Vol. 30, No. 5, pp. 377-392.

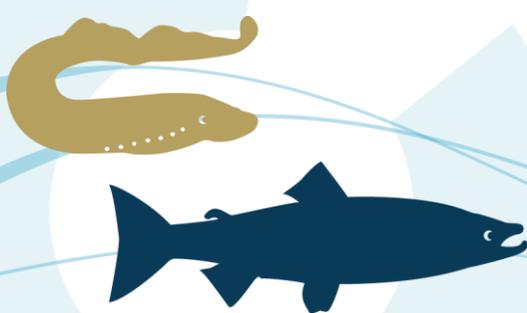


12. Annexes

12.1. Annexe 1 : Clé d'identification des faciès de Malavoi et Souchon (2001)



PROFONDEUR	VITESSE	PROFIL EN TRAVERS	PROFIL EN LONG	FACIES
> 60 cm	< 30 cm/s	 symétrique	 souvent en amont d'un obstacle ou d'un faciès de type radier ou rapide	CHENAL LENTIQUE
		 en pied de cascade ou de chute	FOSSE DE DISSIPATION	
	asymétrique	 généralement dans une concavité de méandre	MOUILLE DE CONCAVITE	
> 30 cm/s		 le long d'un obstacle à l'écoulement : embâcle, pile de pont, rocher	FOSSE D'AFFOUILLEMENT	
	symétrique	 pas de situation particulière	CHENAL LOTIQUE	
< 60 cm	< 30 cm/s	 symétrique	 souvent en amont d'un obstacle ou d'un faciès de type radier ou rapide	PLAT LENTIQUE
		 pente douce, écoulement uniforme, vaguelettes à la surface de l'eau liées à la présence du substrat à proximité de la surface libre. Rugosité relative $H/S50 \sim 3 \text{ à } 4$ (H = hauteur d'eau, S50 = petit axe du D50, diamètre médian du substrat)	PLAT COURANT	
	 pente plus forte, rupture de pente plus nette avec les faciès limitrophes. Turbulence plus forte liée à l'affleurement du substrat au ras de la surface libre. Rugosité relative $H/S50 \sim 2 \text{ à } 3$	RADIER		
	> 30 cm/s	 pente très forte, forte turbulence matérialisée par de l'écume blanche. $H/S50 \sim 1.2 \text{ à } 2$	RAPIDE	
		 pente très forte, dénivelée entre l'amont et l'aval > 0.5 et < 1.5 m	CASCADE	
		 dénivelée > à 1.5 m	CHUTE	



12.2. Annexe 2 : Echelle granulométrique de Wentworth (1922) modifiée dans Malavoi (1989) et simplifiée par LOGRAMI

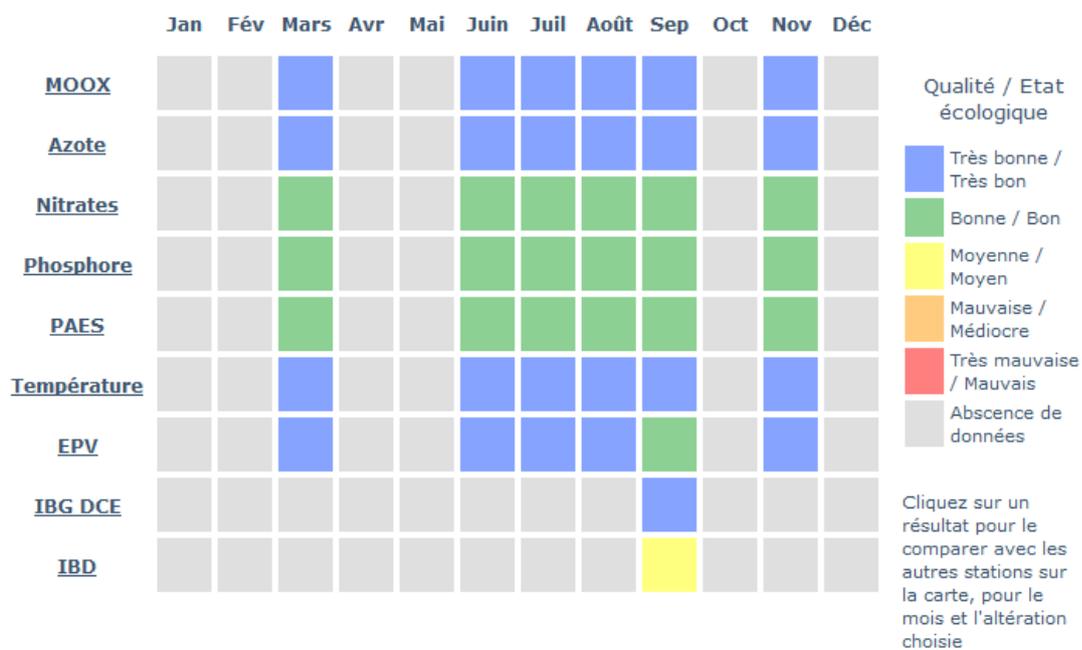
Nom de la Classe granulométrique	Classe de taille (diamètre en mm perpendiculaire au plus grand axe)	Code utilisé
Rochers, Roche mère	> 1024	R, RM
Blocs	256-1024	B
Pierre	256- 64	P
Cailloux	64-16	G
Gravier	16-2	g
Sable	2-0,05	S
Limon, argiles, vase	< 0,05	V



12.3. Annexe 3 : Qualité des eaux de la Sénouire à Paulhaguet de 2010 à 2015 (source : Observatoire Départemental de l'Eau en Haute-Loire)

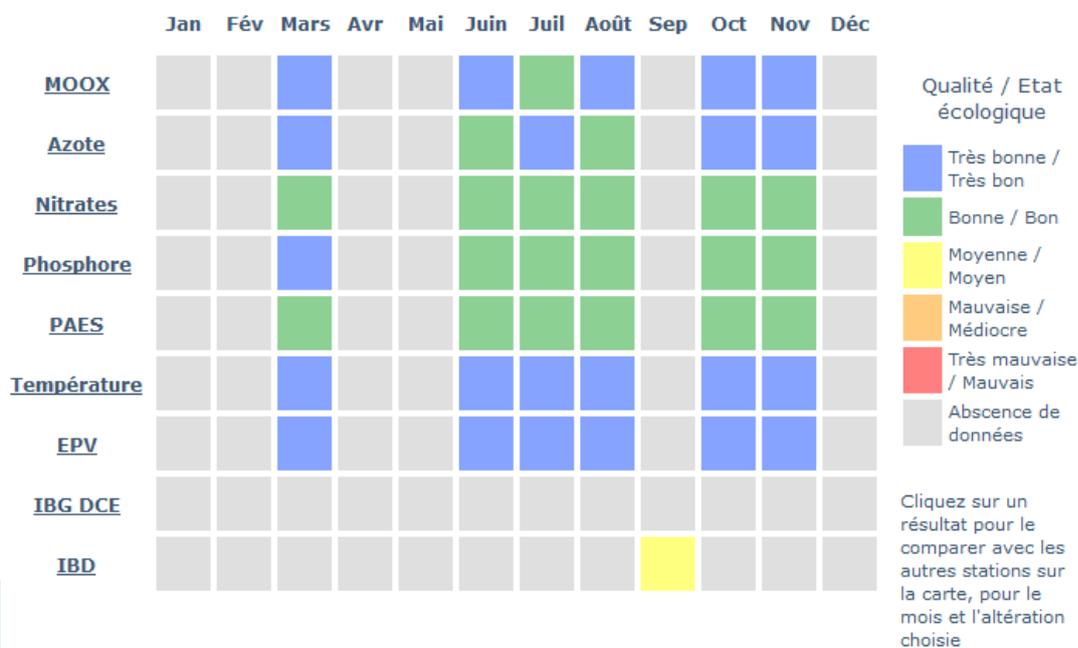
Résultats de la station SEN10 pour l'année 2010

Réseau: Réseau Départemental



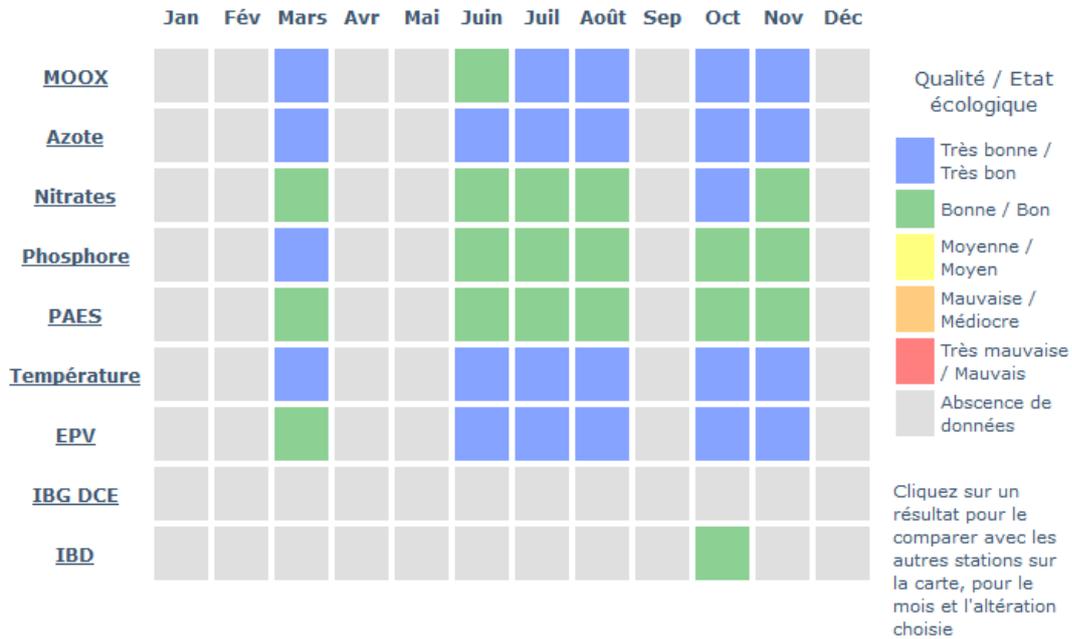
Résultats de la station SEN10 pour l'année 2011

Réseau: Réseau Départemental



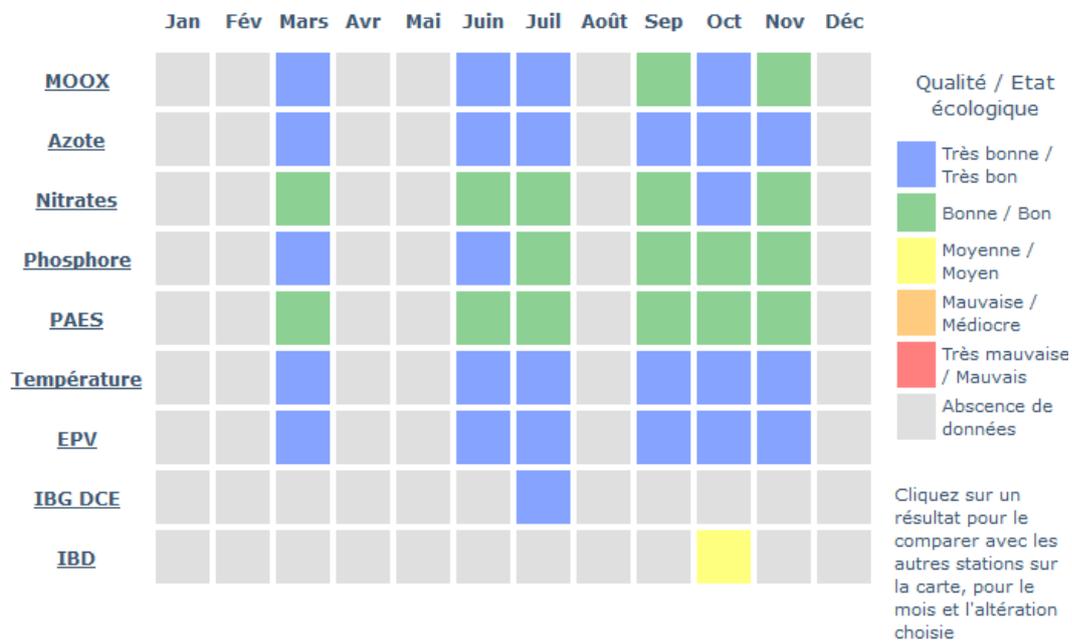
Résultats de la station SEN10 pour l'année 2012

Réseau: Réseau Départemental



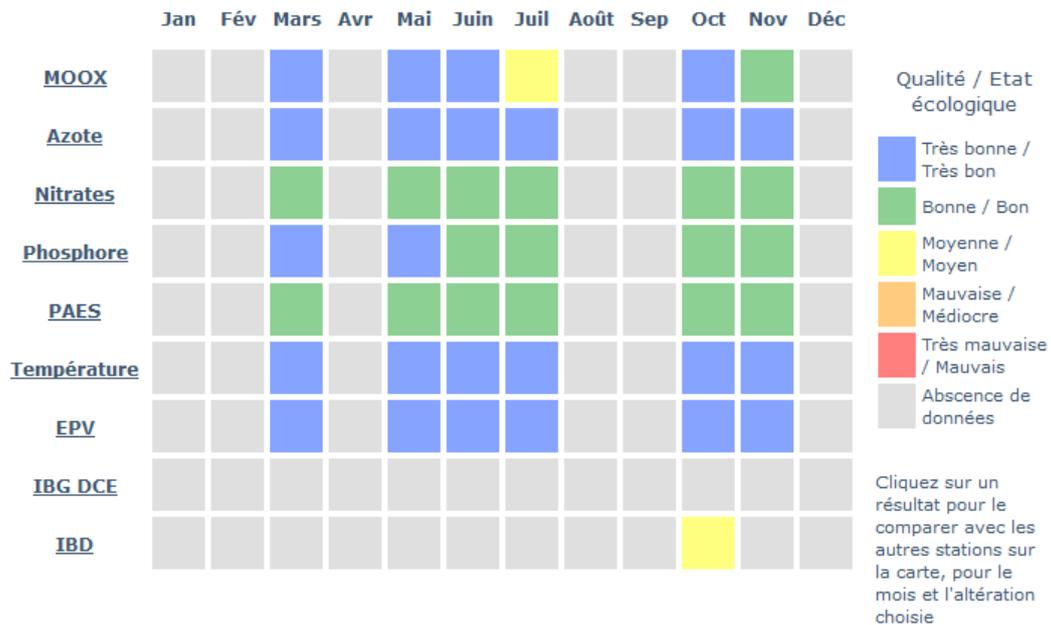
Résultats de la station SEN10 pour l'année 2013

Réseau: Réseau Départemental



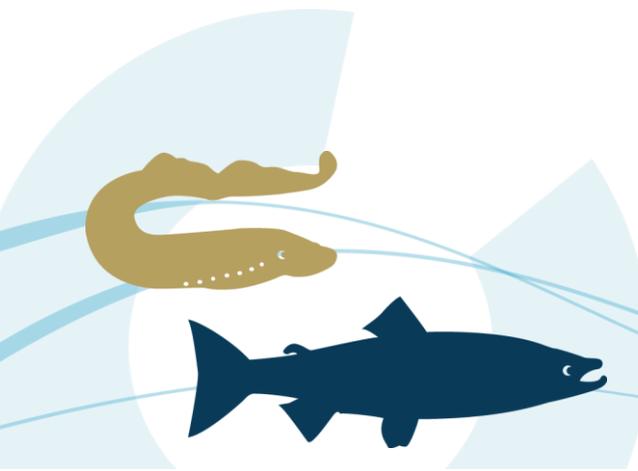
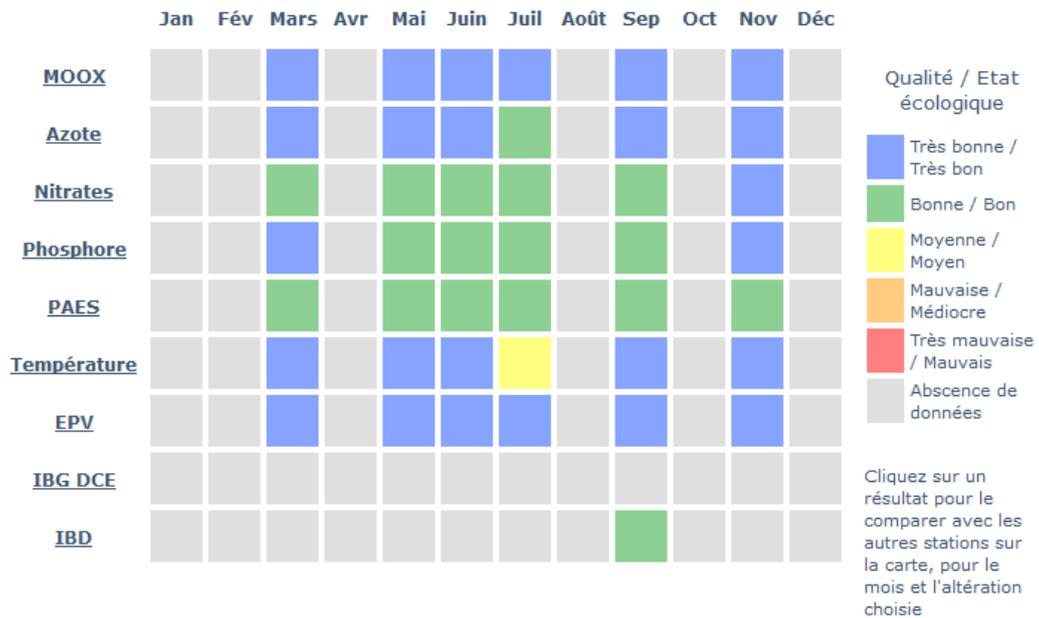
Résultats de la station SEN10 pour l'année 2014

Réseau: Réseau Départemental



Résultats de la station SEN10 pour l'année 2015

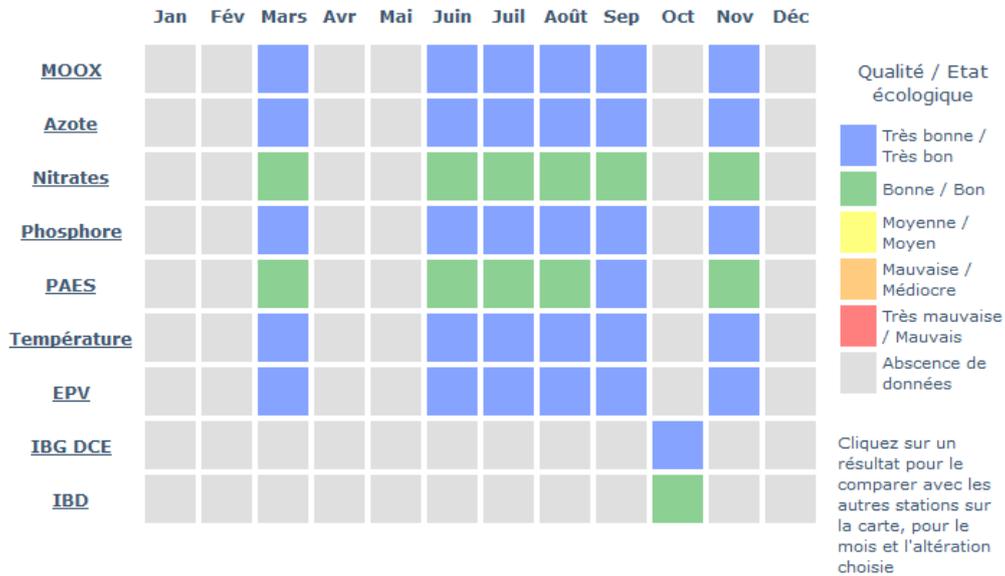
Réseau: Réseau Départemental



12.4. Annexe 4 : Qualité des eaux de la Desges à Chanteuges de 2010 à 2015 (source : Observatoire Départemental de l'Eau en Haute-Loire)

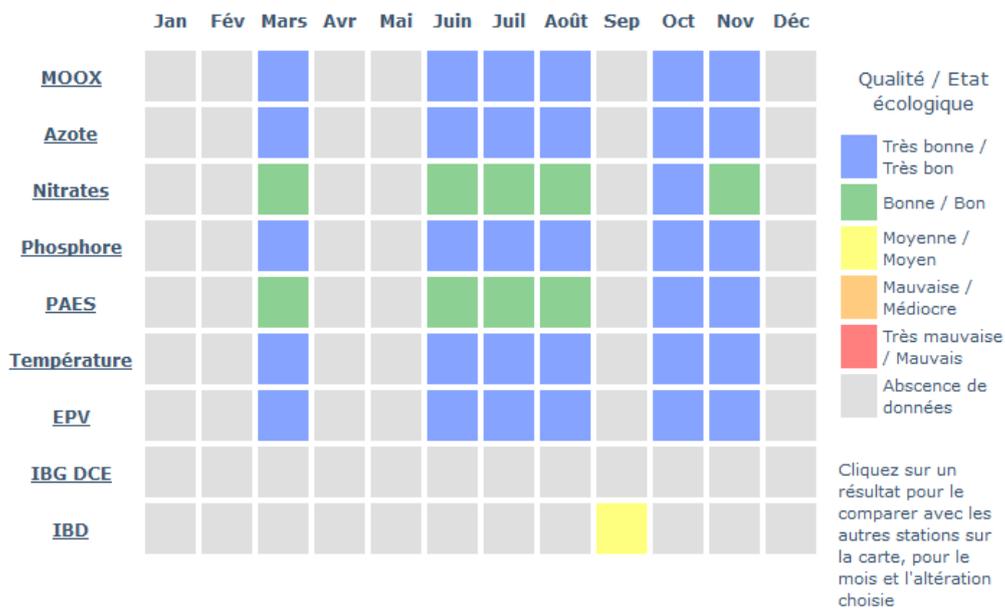
Résultats de la station DGE6 pour l'année 2010

Réseau: Réseau Départemental



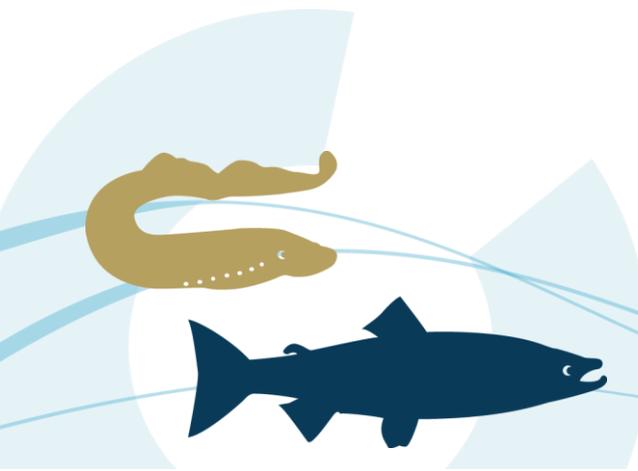
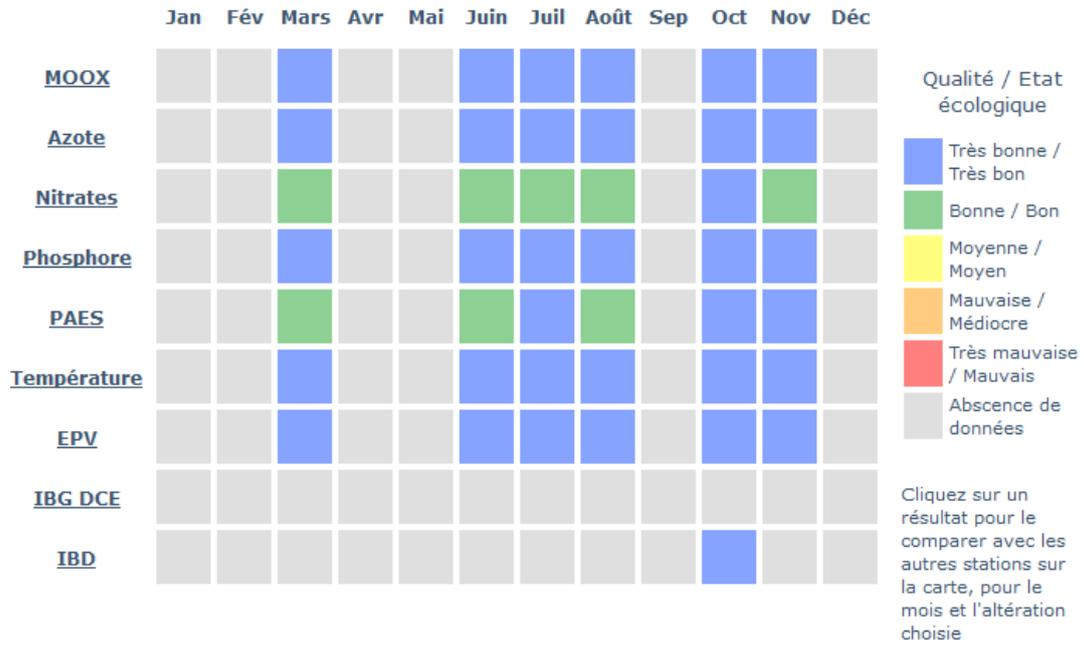
Résultats de la station DGE6 pour l'année 2011

Réseau: Réseau Départemental



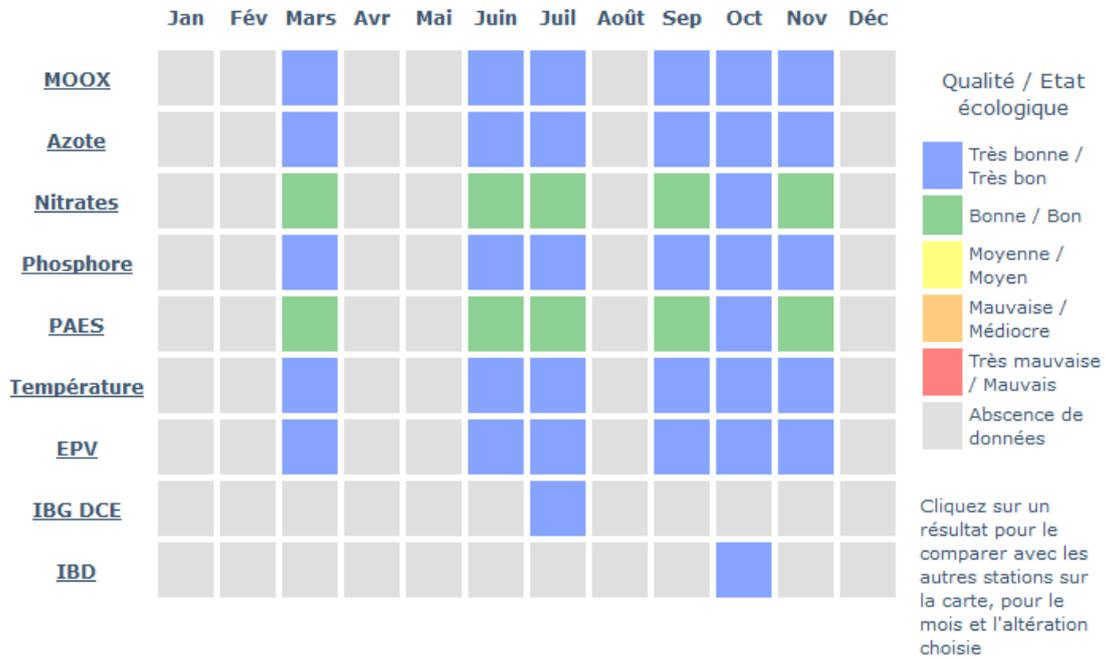
Résultats de la station DGE6 pour l'année 2012

Réseau: Réseau Départemental



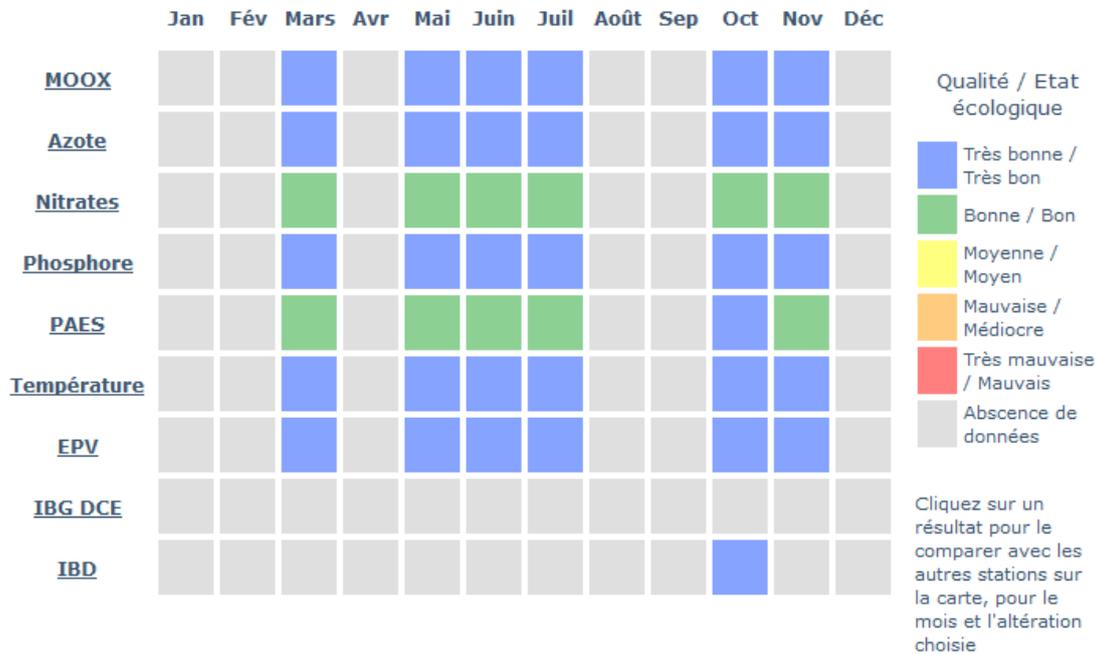
Résultats de la station DGE6 pour l'année 2013

Réseau: Réseau Départemental



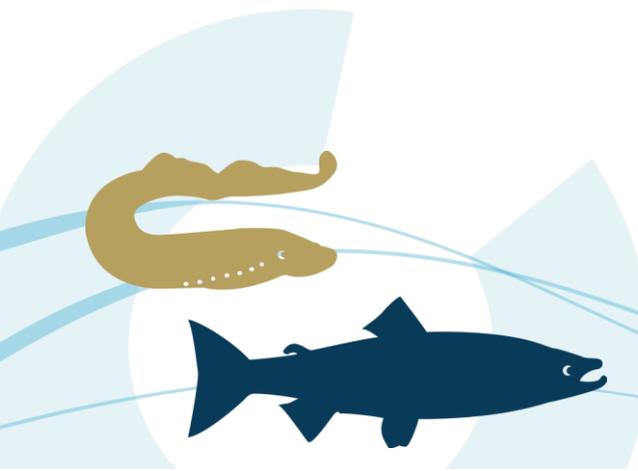
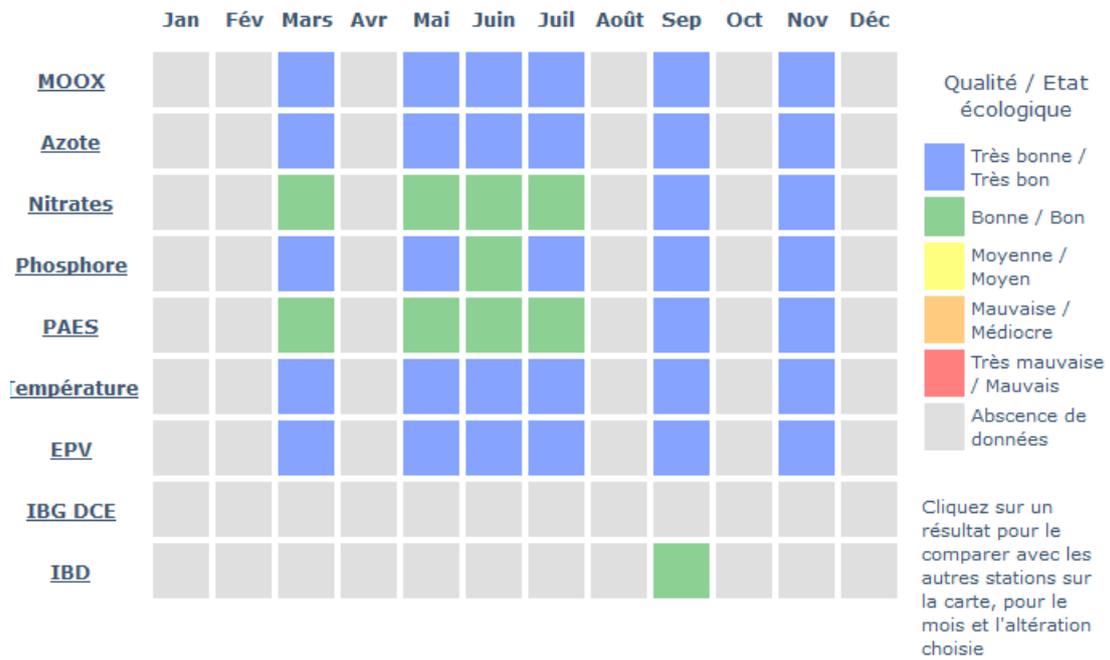
Résultats de la station DGE6 pour l'année 2014

Réseau: Réseau Départemental



Résultats de la station DGE6 pour l'année 2015

Réseau: Réseau Départemental



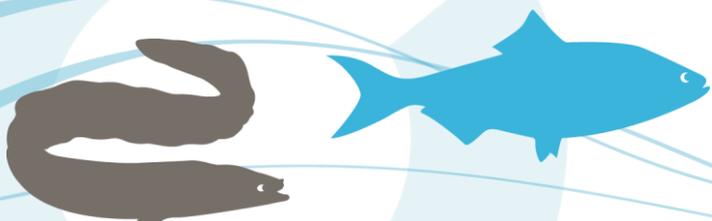
12.5. Annexe 5 : Exemples de détermination des ouvrages utilisés pour le découpage en tronçons



Photographie d'un seuil de la Sénouire (ROE10178) au niveau de Lavaudieu. Il est percé régulièrement de buses et d'une ouverture centrale offrant un continuum longitudinal optimal du cours d'eau. Ce seuil est non continu, et présente une hauteur de chute inférieure à 30 cm. Il n'est donc pas utilisé dans la segmentation du cours d'eau car ne présente pas de difficulté de franchissement pour les saumons atlantiques.



Photographie d'un seuil de la Sénouire (ROE10180) au niveau de Blannat. Ce seuil est continu et présente une hauteur de chute de 0,9 m (source Agence de l'eau). Il est donc utilisé pour la segmentation en tronçons car il est potentiellement problématique pour les saumons s'il n'est pas équipé de passe à poisson fonctionnelle.





Photographie d'un seuil de la Sénouire (ROE10175) à Lavaudieu. Ce seuil vétuste est partiellement continu mais présente une hauteur de chute supérieure à 60 cm. La largeur de cet ouvrage (environ 2 m) entraîne des difficultés de franchissement par saut dans les conditions d'étude bien que celui-ci soit pourvu d'une fosse d'appel. Ce seuil est potentiellement problématique pour les saumons et est utilisé pour le découpage de la rivière en tronçons.



Photographie d'un seuil de la Sénouire (ROE10317). Ce seuil est partiellement continu et présente une hauteur de chute inférieure à 50 cm. Il ne présente pas de fosse d'appel mais est facilement franchissable au niveau de la brèche en rive droite qui diminue la hauteur de chute.



12.6. Annexe 6 : Les ouvrages retenus pour le découpage en tronçons de la Sénouire de l'aval vers l'amont

ROE10175 : Le seuil du moulin de Lavaudieu

L'ouvrage se situe sur la commune de Lavaudieu à environ 6 km de la confluence avec l'Allier. Ce seuil vétuste présente une hauteur de chute de 1,1 mètre (source : Agence de l'eau). Cet ouvrage est équipé d'une passe à bassins successifs en rive gauche qui paraît fonctionnelle dans les conditions rencontrées lors des prospections de terrain (étiage). Néanmoins, du fait du mauvais dimensionnement des bassins, l'entrée de la passe est probablement peu perceptible en conditions d'étiage pour le saumon. Par ailleurs, la présence d'une brèche en rive droite peut constituer une voie de passage pour les saumons pour des débits plus importants.



Seuil du Moulin de Lavaudieu ROE10175.



Passe à bassins successifs du Seuil du Moulin de Lavaudieu en rive gauche.





Brèche en rive droite du Seuil du Moulin de Lavaudieu.

ROE10180 : Le seuil du moulin de Blannat

L'ouvrage se situe sur la commune de Blannat à environ 10 km de la confluence avec l'Allier. Ce seuil présente une hauteur de chute de 0,9 mètre (source : Agence de l'eau). Cet ouvrage est équipé d'une passe à ralentisseurs plans en rive droite qui est non fonctionnelle car non alimentée en eau lors des prospections. L'efficacité de franchissement de ce dispositif est donc nulle dans les conditions d'étiage.



Seuil du moulin de Blannat ROE10180





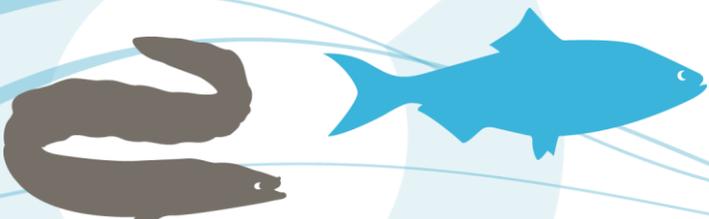
Passes à ralentisseurs plans du seuil du moulin de Blannat en rive droite.

ROE10185 : Le seuil du moulin des Ombres

L'ouvrage se situe sur la commune de Domarget à environ 15,5 km de la confluence avec l'Allier. Ce seuil présente une hauteur de chute de 1,23 mètre (source : Agence de l'eau). Cet ouvrage est équipé de deux brèches au centre et en rive gauche. Une des brèches est exposée sur une des photos ci-après. Elles peuvent permettre un franchissement difficile de l'ouvrage à condition que les batardeaux soient enlevés et les débits plus importants que ceux rencontrés lors des prospections.



Seuil du moulin des Ombres ROE10185.





Brèche batardée en rive gauche du seuil du moulin des Ombres.

ROE10306 : Le seuil du moulin de Flageac

L'ouvrage se situe sur la commune de Paulhaguet à environ 19 km de la confluence avec l'Allier. Ce seuil présente une hauteur de chute de 2 mètres (source : Agence de l'eau). Cet ouvrage est équipé d'une rivière de contournement en rive droite. L'évaluation complète du dispositif n'a pas pu être réalisée car l'accès était impossible. Cependant, vue la sortie de la rivière, le franchissement paraît compromis pour le saumon atlantique du fait des faibles hauteurs d'eau et de la faible largeur du dispositif. Néanmoins pour diagnostiquer le franchissement de cette rivière de contournement, des prospections supplémentaires sont nécessaires.



Seuil du moulin de Flageac ROE10306.





Rivière de contournement en rive droite.

ROE10197 : Le seuil de la Fridière

L'ouvrage se situe sur la commune de Paulhaguet à environ 20 km de la confluence avec l'Allier. Ce seuil présente une hauteur de chute de 2,3 mètres (source : Agence de l'eau). Cet ouvrage est équipé d'une passe à bassins successifs en rive gauche. La passe étant battardée en amont du seuil lors de notre diagnostic, elle ne permettait pas le franchissement des saumons. Des études complémentaires sont donc nécessaires pour qualifier l'efficacité de ce dispositif.



Seuil de la Fridière ROE10197.





Débit d'attrait (à gauche) et entrée de la passe à bassins successifs (à droite) du seuil de la Fridière.



Passe à bassins successifs du seuil de la Fridière.



Sortie de la passe à bassins successifs battardée du seuil de la Fridière.



ROE10207 : Le seuil du moulin d'Esfacy

L'ouvrage se situe sur la commune d'Esfacy à environ 23 km de la confluence avec l'Allier. Ce seuil présente une hauteur de chute de 1,1 mètre (source : Agence de l'eau). Une passe à bassins fonctionnelle pour le saumon est présente en rive droite. De plus, Le franchissement par saut de l'ouvrage paraît possible mais délicat dans des conditions de débits favorables.



Seuil du moulin d'Esfacy ROE10207.



Passe à bassins successifs du seuil du moulin d'Esfacy.

ROE10218 : Le seuil du moulin d'Aurouze

L'ouvrage se situe sur la commune de Mazerat-Aurouze à environ 26 km de la confluence avec l'Allier. Ce seuil présente une hauteur de chute de 1,55 mètre (source : Agence de l'eau). Le franchissement de ce seuil est assuré par une rivière de contournement en rive droite. Cette passe n'est pas dimensionnée pour le saumon atlantique mais peut-être franchie difficilement avec des conditions de débit plus favorables.





Seuil de moulin d'Aurouze ROE10218.



Rivière de contournement du seuil du moulin d'Aurouze.

ROE10224 : Le seuil de la microcentrale de Sainte-Marguerite

L'ouvrage se situe sur la commune de Sainte-Marguerite à environ 30 km de la confluence avec l'Allier. Ce seuil présente une hauteur de chute de 1,2 mètre (source : Agence de l'eau). Le seuil est équipé d'une passe à bassins successifs. Cette passe n'est pas dimensionnée pour le saumon mais son franchissement doit être possible dans des conditions de débits plus favorables.





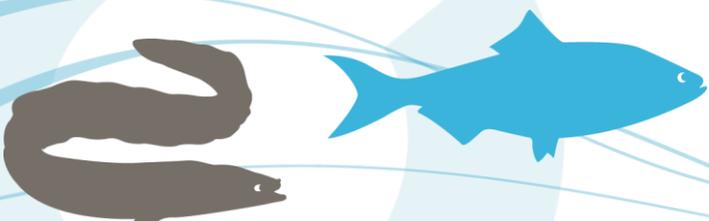
Passé et seuil de la microcentrale de Sainte-Marguerite, ROE10224.

ROE69816 : Le seuil de Benot

L'ouvrage se situe sur la commune de Josat à environ 31 km de la confluence avec l'Allier. Ce seuil présente une hauteur de chute de 0,72 mètre (source : Agence de l'eau). Ce seuil ne possède pas de passe à poissons et son franchissement par les saumons est impossible en période d'étiage.



Seuil de Benot, ROE69816.



12.7. Annexe 7 : Les obstacles retenus pour le découpage en tronçons de la Desges de l'aval vers l'amont

ROE28257 : Le seuil de l'ancienne scierie de Chanteuges

L'ouvrage se situe sur la commune de Chanteuges à environ 0,8 km de la confluence avec l'Allier. Ce seuil vétuste présente une hauteur de chute de 1,2 mètre (source : Agence de l'eau). Cet ouvrage présente une échancrure en rive gauche qui peut permettre le franchissement de l'ouvrage.



Seuil de l'ancienne scierie de Chanteuges, ROE28257.



Echancrure en rive gauche du seuil de l'ancienne scierie de Chanteuges.

ROE28279 : Le seuil de la Cambuse

L'ouvrage se situe sur la commune de Saint-Arcons-d'Allier à environ 2,5 km de la confluence avec l'Allier. Ce seuil présente une hauteur de chute de 1,6 mètre (source : Agence de l'eau). Cet ouvrage est équipé d'une passe à bassins successifs en rive droite. Ce dispositif de franchissement paraît efficace dans les conditions d'étiage. Néanmoins, un pré-barrage est présent à l'entrée de cette



passé afin de réduire la première hauteur de chute. Ce dispositif engendre une difficulté de franchissement pour les saumons.



Seuil de la Cambuse, ROE28279.



Passé à bassins successifs du seuil de la Cambuse en rive droite.



Pré-barrage à l'entrée de la passe à bassins successifs du seuil de la Cambuse.

ROE28286 : Le seuil du moulin de Carron

L'ouvrage se situe sur la commune de Bourleyre à environ 3,5 km de la confluence avec l'Allier. Ce seuil présente une hauteur de chute de 1,6 mètre (source : Agence de l'eau). Cet ouvrage est équipé d'une passe à bassins successifs fonctionnelle en rive droite.





Seuil du moulin de Carron, ROE28286.



Entrée de la passe à bassin successifs du seuil du moulin de Carron.

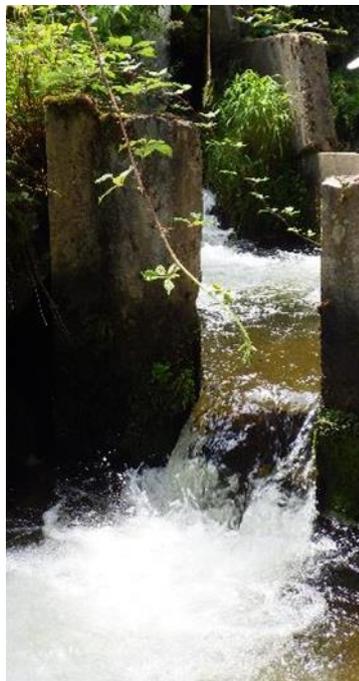
ROE28799 : Le seuil de la microcentrale de Chazelles.

L'ouvrage se situe sur la commune de Chazelles à environ 12,5 km de la confluence avec l'Allier. Ce seuil présente une hauteur de chute de 5 mètres (source : Agence de l'eau). Cet ouvrage est équipé d'une passe à bassin successifs fonctionnelle en rive droite.





Seuil de la microcentrale de Chazelles, ROE28799.



Entrée et passe à bassins successifs du seuil de la microcentrale de Chazelles.

ROE28822 : Le seuil de la microcentrale du pont de Desges

L'ouvrage se situe sur la commune de Desges à environ 21 km de la confluence avec l'Allier. Ce seuil présente une hauteur de chute de 1,3 mètre (source : Agence de l'eau). Cet ouvrage est équipé d'une passe à bassins successifs fonctionnelle en rive droite.





Seuil de la microcentrale du pont de Desges, ROE28822.



Passé à bassins successifs du seuil de la microcentrale du pont de Desges.



12.8. Annexe 8 : Condition de débits lors des pêches « Indice d'Abondance tacons » réalisées en 2016 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'Auzillac	30 août	Folles (Bessines)	2,87	3,19	1,53
	Aval Pt D44 (Moulin de la Ville)					
	La Couture					
	Moulin Fraisse	1 ^{er} septembre				1,36
	Moulin Coulerolles					
	Aval Pont Gaucharaud					
	Pont Mazéras					
	Anc. Papeterie	6 septembre				1,19
	Moulin Neuf					
	Pont D4					
	Moulin Masvignier					
	Moulin Ribbes	5 septembre				0,169
	Pont de Gartempe					
	Pont Saint Sylvain					
	Les Petits Bois					
Pont de Roubeau						

