Actions en faveur des poissons grands migrateurs du bassin Loire

LOGRAMI Loire Grands Migrateurs

PROGRAMME DE RECHERCHES APPLIQUEES EN FAVEUR DES POISSONS MIGRATEURS 2017

du 01/01/17 au 31/12/17

Volet scientifique : Suivis biologiques des populations de poissons grands migrateurs, ANNEE 2017

Jean-Michel BACH, Timothé PAROUTY, Cédric LEON, Angéline SENECAL, Pierre PORTAFAIX, Leny RIMBERT, Antoine DUPERRAY, Jean-Baptiste TORTEROTOT & Aurore BAISEZ

Et la participation de :

Jordi GIL, Adrien CHARPIN, Alexis RENE, Paulin SENELACOMBE

Remerciements pour leur contribution :
Marion LEGRAND &Timothée BESSE

L'EUROPE s'engage sur le bassin de la Loire avec le FEDER

UNION EUROPÉENNE Fonds Européen de Développement Régional

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

agence de l'eau Loire-Bretagne — Établissement public du ministère chargé du développement durable

Région Centre-Val de Loire

Région Nouvelle-Aquitaine

Fédération Nationale Pêche

PLAN LOIRE Grandeur Nature

Association LOGRAMI, 2018

Antenne Allier
8 rue de la Ronde
03500 Saint-Pourçain-sur-Sioule
logrami.allier@logrami.fr

Antenne Vienne
112 Faubourg de la Cueille Mirebalaise
86000 Poitiers
logrami.vienne@logrami.fr

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 SENECAL, Pierre PORTAFAIX, Leny RIMBERT, Antoine DUPERRAY, Jean-Baptiste TORTEROTOT & Aurore BAISEZ, PROGRAMME DE RECHERCHES APPLIQUEES EN FAVEUR DES POISSONS MIGRATEURS 2017, Association LOGRAMI, 2018, 406 p.

SOMMAIRE

1. Programme de mesures 24

2. La caractérisation des habitats favorables 25

2.1. Préambule 25

2.2. Actualisation de la quantification des habitats potentiels pour le développement des juvéniles de saumon atlantique sur l'Allier entre Langeac et Brioude 26

2.2.1. Matériel et méthodes 27

2.2.2. Résultats 31

2.2.3. Comparaison avec la quantification de 1999 33

2.2.4. Conclusion 34

2.3. Qualification des habitats potentiels actuels 34

2.3.1. Survie sous-graviers 34

2.3.2. Capacité productive d'alevins de saumon 77

3. Les conditions environnementales et d'accessibilité des habitats 95

3.1. Conditions environnementales de l'année 2017 96

3.1.1. Les débits 96

3.1.2. Les températures de l'eau 103

3.2. Conditions de migration à la montaison 110

3.2.1. Bassin Vienne-Creuse 112

3.2.2. Bassin Loire amont - Allier 114

3.3. Front de colonisation des poissons migrateurs : habitats réels utilisés 118

3.3.1. Le front de colonisation des aloses 118

3.3.2. Le front de colonisation de la lamproie marine 119

3.3.3. Le front de colonisation du saumon atlantique 120

3.4. Dévalaison des smolts sur la Gartempe 142

3.4.1. Contexte 142

3.4.2. Méthodologie 144

3.4.3. Conditions environnementales 157

3.4.4. Caractéristiques des smolts 159

3.4.5. Premiers résultats 160

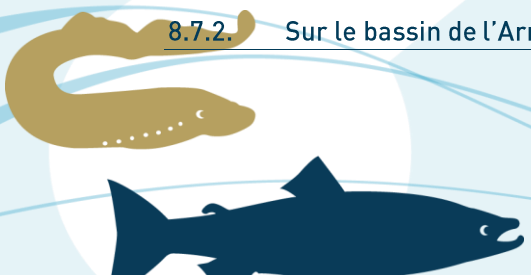
4. Les migrations des poissons migrateurs amphihalins 165



4.1. Contexte de l'étude 165
4.2. Objectifs 165
4.3. Généralités sur les stations de comptage 166
4.4. Amplitude de la période de migration 178
4.4.1. Amplitudes annuelles des migrations 178
4.4.2. Passages journaliers en 2017 193
4.5. Comportement nycthéméral de migration des poissons 201
4.5.1. Rythme horaire de migration des aloses 201
4.5.2. Rythme horaire de migration des lamproies marines 202
4.5.3. Rythme horaire de migration des saumons 202
4.5.4. Rythme horaire de migration des anguilles 203
4.5.5. Rythme horaire de migration des mulets porcs 203
4.6. Conclusion 204
5. La dynamique de population 206
5.1. Relation entre le nombre de géniteurs migrants et les comptages d'actes de reproduction 206
5.1.1. Effectifs des migrants aux stations de comptage 206
5.1.2. Suivi de la reproduction des aloses et relation avec les géniteurs potentiels comptabilisés aux stations de comptage 226
5.1.3. Relation géniteurs en migrations - frayères pour le saumon 231
5.2. Relation entre le nombre de nids et l'abondance et la distribution des juvéniles 233
5.2.1. Béal de l'Alagnon 233
5.2.2. Sioule 234
5.3. Abondance de juvéniles de saumons sur le bassin de l'Allier 236
5.3.1. Préambule 236
5.3.2. Caractéristiques des sites d'échantillonnage 236
5.3.3. Indice d'abondance à l'échelle du bassin de l'Allier 239
5.3.4. Indice d'abondance sur l'Alagnon 240
5.3.5. Indice d'abondance sur l'Allier 243
5.3.6. Indice d'abondance sur la Dore 247
5.3.7. Indice d'abondance sur la Sioule 249
5.3.8. Indice d'abondance sur les autres affluents (la Couze d'Ardes, la Couze Chambon, la Couze Pavin, la Desges et la Senouire) 250
5.3.9. Estimation de la production de juvénile d'automne 251
5.3.10. Conclusion 254
5.4. Incrémentation annuelle du modèle de dynamique de population du saumon Loire Allier 255



5.4.1. Contexte 255
5.4.2. Mise en œuvre 258
5.4.3. Résultats 260
5.4.4. Conclusion 260
6. Les traits de vie 261
6.1. Contexte de l'étude 261
6.2. Structure en âge des saumons atlantiques 261
6.2.1. Sur le bassin Creuse-Gartempe 261
6.2.2. Sur le bassin de la Loire amont-Allier 263
6.2.3. Sur le bassin de l'Allier 265
6.2.4. Conclusion 268
6.3. Structure démographique des anguilles européennes sur la Vienne 269
6.4. Structure en âge des juvéniles de lamproie marine sur le bassin de la Vienne 270
6.4.1. Matériel et Méthodes 270
6.4.2. Résultats 273
6.4.3. Conclusion 279
6.5. Amplitude de la période de reproduction 279
7. L'information de sensibilisation sur le saumon atlantique et son interdiction de pêche 281
7.1. Contexte 281
7.2. Panneaux de sensibilisation 281
8. L'évaluation de l'efficacité des programmes de soutien d'effectifs (saumon atlantique) 285
8.1. Contexte de l'étude 285
8.2. Objectifs 286
8.3. Impact de l'opération de piégeage sur le comportement de la migration des saumons 286
8.4. La production de juvéniles à partir d'incubateur 287
8.4.1. Contexte 287
8.4.2. Résultats 2017 289
8.5. Production des tacons d'automne à partir des déversements au stade alevin 292
8.5.1. Implantation des juvéniles déversés sur la Gartempe 293
8.5.2. Implantation des juvéniles déversés sur le bassin de l'Allier 302
8.6. Taux de retour des individus déversés au stade pré-smolt 313
8.6.1. Sur le bassin Creuse-Gartempe 314
8.6.2. Sur le bassin de l'Allier 318
8.6.3. Sur le bassin de l'Arroux 323
8.6.4. Conclusion 325
8.7. Taux de retour des individus déversés au stade alevins 327
8.7.1. Sur le bassin de la Gartempe 327
8.7.2. Sur le bassin de l'Arroux 329



8.7.3. Taux de retour des alevins déversés sur l'Allier 330
8.8. Identification de l'origine des adultes de saumon de retour 331
8.8.1. Effort de piégeage en 2017 331
8.8.2. Représentativité de l'échantillon en 2017 333
8.8.3. Etat sanitaire de l'échantillon en 2017 337
8.8.4. Bilan de l'étude d'assignation génétique 338
8.9. Dynamique migratoire génésique selon l'origine des saumons 341
8.9.1. Dynamique migratoire des saumons issus des déversements au stade alevins 342
8.9.2. Dynamique migratoire des saumons issus des déversements au stade pré-smolt 344
9. La valorisation des connaissances et sensibilisation des acteurs à la gestion des poissons migrateurs 348
9.1. Stratégie de communication des informations du programme d'action 348
9.2. Valorisation des données et résultats 349
9.2.1. Valorisation dans les programmes nationaux et supranationaux 349
9.2.2. Valorisation en cours d'études à l'échelle du bassin 350
9.2.3. Valorisation par des interventions des agents 351
9.2.4. Valorisation par public cible 353
9.3. Information pour le grand public 362
9.3.1. Site internet 362
9.3.2. Plaquette actions phares 373
9.3.3. L'exposition itinérante 374
9.4. Les films 380
9.5. Conclusion 382
10. Conclusion générale 384
10.1. La caractérisation des habitats favorables 384
10.1.1. Quantification des habitats 384
10.1.2. Qualification des habitats 384
10.2. Les conditions environnementales et d'accessibilité des habitats 386
10.2.1. Conditions de migrations 386
10.2.2. Fronts de colonisation 386
10.2.3. Dévalaison des smolts 387
10.3. Les migrations des poissons migrateurs amphihalins 388
10.3.1. Des aloses 388
10.3.2. Des lamproies marines 388
10.3.3. Du saumon 389
10.3.4. De l'anguille 389



10.3.5. Rythme nycthéméral 389

10.4. La dynamique de population 389

10.4.1. Effectifs aux stations de comptage 390

10.4.2. Succès de la reproduction d'alose 391

10.4.3. Relation géniteurs en migrations - frayères pour le saumon 391

10.4.4. Production globale en tacons 391

10.4.5. Incrémentation annuelle du modèle de dynamique de population du saumon Loire Allier 392

10.5. Les traits de vie 393

10.5.1. Structure en âge 393

10.5.2. Phénologie 394

10.6. Information sensibilisation sur le saumon atlantique et son interdiction de pêche 394

10.7. L'évaluation de l'efficacité des programmes de soutien d'effectifs (saumon atlantique) 395

10.8. Impact du piégeage 395

10.8.1. Production de l'incubateur du Renaison 396

10.8.2. Taux d'implantation 396

10.8.3. Taux de retour des smolts déversés 397

10.8.4. Identification des saumons de retour 398

10.8.5. Dynamique migratoire 398

10.9. Valorisation des connaissances et sensibilisation des acteurs à la gestion des poissons migrateurs 399

11. Résumé 400

12. Bibliographie 401

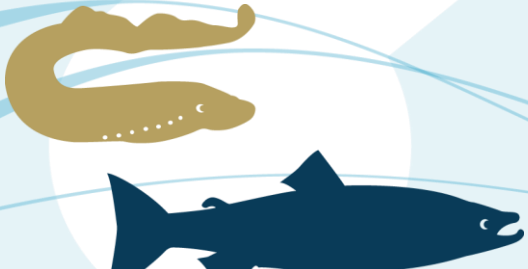


TABLE DES ILLUSTRATIONS

FIGURES

Figure 1 : Localisation des linéaires décrits en 2015, 2016 et 2017 dans le cadre de la quantification des habitats potentiels pour le développement des juvéniles de saumon atlantique sur le bassin de l'Allier. 26
Figure 2 : Saisie d'un point cartographique sur l'ordinateur de poche et mesure d'une largeur au télémètre laser depuis les bouées « hydrospeed » (©LOGRAMI) 28
Figure 3 : Clé d'identification des faciès de MALAVOI et SOUCHON (2002) 29
Figure 4 : Exemple d'habitat favorable à la croissance des juvéniles de saumons sur l'Allier (Rapide) (© LOGRAMI) 30
Figure 5 : Classe de granulométrie utilisée pour la description de la granulométrie des faciès (classification de WENTWORTH (1922) simplifiée par LOGRAMI (COSYNS et al., 2013) 30
Figure 6 : Aperçu d'une fenêtre de travail de digitalisation de polygone (faciès) à partir de photographie aérienne (orthophotographie CRAIG/IGN 2016) et de point pris sur le terrain (limite amont faciès) 31
Figure 7 : Localisation des frayères artificielles sur le bassin de l'Alagnon et le Béal 36
Figure 8 : Photographies illustrant la mise en place du piézomètre 38
Figure 9 : Photographies illustrant la mesure du temps d'infiltration de l'eau dans le piézomètre 39
Figure 10 : Photographie d'un piège à sédiments 40
Figure 11 : Evolution du nombre de degrés jour en fonction de la date pour les différents sites sur l'Alagnon 41
Figure 12 : Evolution du nombre de degrés jour en fonction de la date pour les différents sites sur le Béal 41
Figure 13 : Débits de l'Alagnon aux stations de Joursac et de Lempdes sur Alagnon durant l'opération de survie sous graviers 2016-2017 jusqu'au stade « émergence » 44
Figure 14 : Box plot des taux de survie des œufs de saumons au stade « éclosion » sur les fryaères étudiées de l'Alagnon et du Béal en 2016-2017 46
Figure 15 : Box plot des taux de survie des œufs de saumons au stade « éclosion » sur l'Alagnon et la Béal 47
Figure 16 : Taux de survie au stade « éclosion » et profondeur d'oxygénation sur chaque frayère 49
Figure 17 : Box plot des conductivités hydrauliques des frayères artificielles au stade « éclosion » sur l'Alagnon et la Béal 50
Figure 18 : Taux de survie au stade « éclosion » et conductivité hydraulique sur chaque frayère 50
Figure 19 : Box plot des taux de survie des œufs de saumons au stade « émergence » sur chaque frayère 51
Figure 20 : Box plot des taux de survie des œufs de saumons au stade « émergence » sur chaque cours d'eau 52
Figure 21 : Taux de survie au stade « émergence » et profondeur d'oxygénation sur chaque frayère 54
Figure 22 : Box plot des conductivités hydrauliques des frayères artificielles au stade « émergence » sur l'Alagnon et le Béal 55
Figure 23 : Taux de survie au stade « émergence» et conductivité hydraulique sur chaque frayère 56

Figure 24 : Poids des différentes fractions de sédiment récoltés dans les pièges au stade « émergence» au regard de la survie des alevins 57
Figure 25 : Evolution du nombre de degrés-jours en fonction de la date entre les deux campagnes d'étude sur l'Alagnon en 2016-20214 et 2016-2017 58
Figure 26 : Evolution de la conductivité hydraulique de l'Alagnon et du Béal entre les trois campagnes de mesure (Incubation, Eclosion et Emergence) 60
Figure 27 : Cours d'eau du bassin de la Loire concernés par l'étude de la survie sous graviers depuis 2009 62
Figure 28 : Taux de survie moyen au stade éclosion pour les différentes campagnes d'étude de survie sous-graviers sur le bassin de la Loire 65
Figure 29 : Taux de survie moyen au stade émergence pour les différentes campagnes d'étude de survie sous-graviers sur le bassin de la Loire 66
Figure 30 : Taux de survie moyen entre les stades éclosion et émergence pour certaines campagnes d'étude de survie sous-graviers sur le bassin de la Loire 66
Figure 31 : Evolution du nombre de degrés-jours en fonction de la date pour les différents secteurs étudiés en survie sous-graviers sur le bassin de la Loire 68
Figure 32 : Durée d'incubation moyenne au stade éclosion des œufs lors des études de survie sous-graviers sur le bassin de la Loire 68
Figure 33 : Evolution du nombre de degrés-jours jusqu'au stade émergence en fonction de la date pour les différents secteurs 69
Figure 34 : Comparaison des durées d'incubation aux stades éclosion et émergence sur les secturs d'étude de survie sous-graviers de 2015 à 2017 70
Figure 35 : Débits mesurés par rapport au module au stade éclosion sur les cours d'eau étudiés en survie sous-graviers 72
Figure 36 : Débit mesurés par rapport au module au stade émergence sur les cours d'eau étudiés en survie sous-graviers 72
Figure 37 : Profondeurs oxygénées dans les frayères et taux de survie au stade éclosion 73
Figure 38 : Profondeurs oxygénées dans les frayères et taux de survie moyens par secteurs au stade éclosion 74
Figure 39 : Profondeurs oxygénées dans les frayères et taux de survie au stade émergence 74
Figure 40 : Localisation des stations de pêche électrique de suivi d'abondance de juvéniles de saumon atlantique natifs sur le bassin de l'Allier en 2017 78
Figure 41 : Photographies des tacons natifs capturés sur la Dore sur la station « Bru » (Job, 63) le 24/05/2017 79
Figure 42 : Indices d'abondance de tacons natifs sur l'Allier en septembre 2017 selon leur succession amont/aval 80
Figure 43 : 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) 80
Figure 44 : Indices d'abondance de tacons natifs sur l'Alagnon et le Béal de l'Alagnon en septembre 2017 selon leur succession amont/aval 81
Figure 45 : Nombre de tacons 0+ natifs échantillonnés à l'automne en 5 minutes de pêche électrique sur les sites du Béal de 2013 à 2017 et frayères sur le Béal depuis 2012 82
Figure 46 : Indices d'abondance de tacons natifs sur la Sioule en septembre 2017 selon leur succession amont/aval 83
Figure 47 : Evolution de l'indice d'abondance tacons 0+ moyen de la Sioule en amont des Thermes de Châteauneuf les Bains (63) depuis 2011 (5 stations) 83
Figure 48 : Indices d'abondance de tacons natifs sur la Desges en septembre 2017 selon leur succession amont/aval 85
Figure 49 : Indices d'abondance de tacons 0+sur la Senouire en septembre 2017 selon leur succession amont/aval 86
Figure 50 : Indices d'abondance de tacons 0+sur la Couze d'Ardes en septembre 2017 selon leur succession amont/aval 87
Figure 51 : Indices d'abondance de tacons 0+sur la Couze Pavin en septembre 2017 selon leur succession amont/aval 88

Figure 52 : Indices d'abondance de tacons 0+sur la Couze Chambon en septembre 2017 selon leur succession amont/aval 89
Figure 53 : Localisation des stations échantillonnées par pêches électriques pour la recherche de juvéniles de saumon sur le bassin de la Gartempe en mai 2017 92
Figure 54 : Individu capturé lors des prospections de juvéniles de saumon avant les déversements sur la Gartempe au lieudit Lavaugrasse au printemps 2017 et identifié comme un alevin de saumon (à gauche) et alevin de truite capturé sur le même site (à droite) 93
Figure 55 : 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) 95
Figure 56 : Localisation des stations hydrométriques de référence sur le bassin de la Loire 97
Figure 57 : Débits journaliers et mensuels de la Loire à Montjean-sur-Loire en 2017 (Données hydro : DREAL Pays-de-Loire /Hydro – MEDD/DE) 98
Figure 58 : Débits journaliers et mensuels de la Loire à Blois en 2017 (Données hydro : DREAL Centre / Hydro - MEDD/DE) 99
Figure 59 : Débits journaliers et mensuels de la Loire à Nevers en 2017 (Données hydro : DREAL Centre / Hydro - MEDD/DE) 100
Figure 60 : Débits journaliers et mensuels de la Vienne à Ingrandes-sur-Vienne en 2017 (Données hydro : SPC VCA- Centre de Poitiers/Hydro – MEDD/DE) 100
Figure 61 : Débits journaliers et mensuels de la Creuse à Leugny en 2017 (Données hydro : SPC VCA - Centre de Poitiers / Hydro - MEDD/DE) 101
Figure 62 : Débits journaliers et mensuels de l'Allier à Saint-Yorre en 2017 (Données hydro : DREAL Centre / Hydro - MEDD/DE) 102
Figure 63 : Débits journaliers et mensuels de l'Allier à Prades en 2017 (Données hydro : DREAL Centre / Hydro - MEDD/DE) 103
Figure 64 : Localisation des sondes températures suivies par LOGRAMI sur le bassin de la Loire 104
Figure 65 : Amplitude des températures de 2017 sur les différentes stations de mesure utilisées sur le bassin de la Loire 107
Figure 66 : Nombres de jours avec une température supérieure à 25 et 27,5°C pour les stations de mesure de Langeac, St Quintin, Lempdes sur Alagnon, Gueugnon, Roanne, Descartes et Châteauponsac pendant l'été 2017 (juin-juillet-aout) 108
Figure 67 : Carte des obstacles à l'écoulement sur le bassin de la Loire (Source : ROE/AFB, mai 2018) 111
Figure 68 : 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 113
Figure 69 : Dispositif de franchissement aménagé dans le substrat marneux sur le seuil des Madeleines, rivière Allier (© LOGRAMI) 114
Figure 70 : Aménagement pour le franchissement piscicole au niveau du seuil de l'autoroute A89 sur l'Allier – octobre 2017 (© LOGRAMI) 115
Figure 71 : Passe à poissons et station de comptage du barrage de Moulin Breland 116
Figure 72 : Dispositifs de franchissement aménagés en 2016 sur la rivière Sioule, à gauche Moulin de la Ville, à droite Moulin d'Entremiolle (© LOGRAMI) 116
Figure 73 : 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 117
Figure 74 : Cours d'eau du bassin de la Loire colonisés par les aloses en 2017 119
Figure 75 : Cours d'eau du bassin de la Loire colonisés par la lamproie marine en 2017 120
Figure 76 : Répartition des frayères de saumons sur le bassin de l'Allier lorsque tous les axes ont pu être suivis depuis 2001 (Source LOGRAMI-CSP) 122
Figure 77 : Débits de l'Alagnon à la station de Lempdes sur Alagnon du 1er octobre au 31 décembre 2017 (Données hydro : DREAL Auvergne / HYDRO-MEDD/DE). 123

Figure 78: Répartition kilométrique des frayères de saumon atlantique sur l'Alagnon en 2017 et principaux obstacles à la migration (Source : LOGRAMI pour les frayères et ONEMA adapté pour la franchissabilité).....124
Figure 79 : Photographie de la frayère de saumon observée le 5/12/2017 sur la Sianne en aval de la pilière de Ferrière-Bas (Source LOGRAMI).....124
Figure 80 : Cartographie des densités de frayères de saumon atlantique sur le bassin de l'Alagnon en 2017 (par tronçon de 10 km) et principaux ouvrages.....125
Figure 81 : Evolution interannuelle de la répartition des frayères de saumon comptabilisés sur les différents secteurs du bassin de l'Alagnon depuis 2001.....126
Figure 82 : Evolution interannuelle du nombre de frayères de saumon comptabilisées sur les différents secteurs du bassin de l'Alagnon depuis 2001.....127
Figure 83 : Proportion des frayères du bassin de l'Alagnon localisées en aval du barrage de Chambezon en fonction du débit moyen journalier sur 5 jours maximum sur la période septembre-novembre de l'Alagnon à Lempdes sur Alagnon depuis 2009 (Source LOGRAMI et données hydro : DREAL Auvergne / HYDRO-MEDD/DE).....127
Figure 84 : Débits de l'Allier à la station de Prades du 1er octobre au 31 décembre 2017 (Données hydro : DREAL Auvergne / HYDRO-MEDD/DE).....128
Figure 85 : Répartition kilométrique des frayères de saumon atlantique sur l'Allier en 2017 et principaux obstacles à la migration (Source : LOGRAMI pour les frayères et ONEMA adapté pour la franchissabilité).....129
Figure 86 : Cartographie des densités de frayères de saumons atlantiques sur l'Allier en 2017 (par tronçon de 10 km) et principaux obstacles.....130
Figure 87 : Densités de frayères de saumon observées en 2017 par hectares de surfaces productives sur les 5 secteurs de l'Allier.....131
Figure 88 : Evolution du nombre de frayères de saumon comptabilisées sur les 5 secteurs de l'Allier depuis la mise en place du suivi en 2000.....132
Figure 89 : Evolution de la répartition de frayères de saumon comptabilisées selon les 5 secteurs de l'Allier depuis la mise en place du suivi en 2000.....132
Figure 90 : Relation entre la part des frayères comptabilisées sur le secteur S5 et le débit journalier moyen maximum calculé sur 5 jours de l'Allier à Vieille-Brioude sur la période septembre novembre de l'année du comptage (Données hydro : DREAL Auvergne / HYDRO-MEDD/DE).....133
Figure 91 : Débits de la Dore à la station de Dorat du 1er octobre au 31 décembre 2017 (Données hydro : DREAL Auvergne / HYDRO-MEDD/DE).....134
Figure 92 : Evolution du nombre de frayères de saumon comptabilisées sur la Dore depuis la mise en place du suivi par survol en 2011.....134
Figure 93 : Débits de la Sioule à la station de St Pourçain sur Sioule du 1er octobre au 31 décembre 2017 (Données hydro : DREAL Auvergne / HYDRO-MEDD/DE).....135
Figure 94 : Répartition kilométrique des frayères de saumon atlantique sur la Sioule en 2017 et principaux obstacles à la migration (Source : LOGRAMI pour les frayères et LOGRAMI-ONEMA adapté pour la franchissabilité).....136
Figure 95 : Cartographie des densités de frayères de saumons atlantiques sur la Sioule en 2017 (par tronçon de 10 km) et principaux obstacles.....137
Figure 96 : Evolution du nombre de frayères de saumon comptabilisées sur les 3 secteurs de la Sioule depuis la mise en place du suivi en 2001.....138
Figure 97 : Evolution de la répartition de frayères de saumon comptabilisées selon les 3 secteurs de la Sioule depuis la mise en place du suivi en 2001.....138
Figure 98 : Evolution du débit journalier moyen maximum calculé sur 5 jours de la Sioule à Saint Pourçain sur Sioule sur la période avril- novembre depuis 2004 (Données hydro : DREAL Auvergne / HYDRO-MEDD/DE).....139
Figure 99 : Cours d'eau du bassin de la Loire colonisés par le saumon atlantique sur le bassin de la Loire en 2017.....140
Figure 100: Bilan des passages de saumons à la station de comptage de Descartes depuis 2007 (LOGRAMI).....142

Figure 101 : Nombre de saumons comptabilisés au barrage de la Roche-Etrangleloup depuis 2001 (compteur à résistivité de 2001 à 2011 puis scanner à infrarouge à partir de 2013 (LOGRAMI)..... 143
Figure 102: Localisation des deux ouvrages étudiés pour la dévalaison des smolts sur la Gartempe en 2017..... 144
Figure 103 : Passe à poissons installée au niveau de l'usine hydroélectrique de la Roche Etrangleloup 145
Figure 104 : Vues du plan de grilles fines et de l'exutoire de dévalaison (à gauche) et de la restitution de la goulotte de dévalaison de la Roche Etrangleloup (à droite)..... 145
Figure 105 : Vue aval (sortie hydraulique des turbines et de la passe à poissons) de l'usine hydroélectrique du Moulin de Chaume..... 146
Figure 106: Vue hors d'eau de la passe à poissons à ralentisseurs (à gauche) et de la vanne de décharge du débit réservé (à droite) de l'usine hydroélectrique du Moulin de Chaume 146
Figure 107: Schéma de fonctionnement d'un récepteur radio..... 148
Figure 108 : Récepteur R4500C utilisé dans le cadre du suivi par radiopistage sur la rivière Gartempe en 2017..... 148
Figure 109: Antenne immergée (à gauche) et antenne boucle aérienne (à droite)..... 149
Figure 110: Illustration des zones couvertes par radiotélémétrie à l'usine hydroélectrique de la Roche-Etrangleloup..... 149
Figure 111: Illustration des zones couvertes par radiotélémétrie à l'usine hydroélectrique du Moulin de Chaume..... 150
Figure 112: Principe de la détection par bi-angulation (Source : LOGRAMI) 150
Figure 113 : Suivis radio télémétriques mobiles..... 150
Figure 114: Principe de fonctionnement d'un système RFID..... 151
Figure 115 : Antennes RFID mises en place au niveau de la goulotte de dévalaison (à gauche) et de la passe à poissons (à droite) au barrage hydroélectrique de la Roche-Etrangleloup. 152
Figure 116: Antenne RFID mise en place au barrage hydroélectrique de Chaume..... 153
Figure 117 : Courbe de relation tailles/poids des smolts déversés entre 2002 et 2006 sur le bassin Loire (Données : LOGRAMI)..... 154
Figure 118: Pourcentages cumulés des effectifs de smolts dévalant piégés sur la Gartempe entre 1994 et 1998 (Données : CSP)..... 154
Figure 119: Marquage RFID..... 155
Figure 120 : Emetteur Advanced Telemetry System ® F1710 (Source : LOGRAMI) 155
Figure 121 : Marquage d'un smolt avec un radio émetteur inséré par voie intra-gastrique 156
Figure 122: Zones de lâchers des smolts marqués à l'aide de transpondeurs passifs et de radio-émetteurs lors de la campagne de suivi de la dévalaison 2017 sur la Gartempe..... 157
Figure 123 : Températures journalières de la Gartempe au barrage de la Roche-Etrangleloup du 15/04/2017 au 15/05/2017 (Sources: LOGRAMI)..... 158
Figure 124 : Débits calculés à l'usine hydroélectrique de la Roche-Etrangleloup entre le 15/04/2017 et le 15/05/2017 (Sources : www.hydro.eaufrance.fr; LOGRAMI)..... 159
Figure 125: Débits calculés à l'usine hydroélectrique du moulin de Chaume entre le 15/04/2017 et le 15/05/2017 (Sources: www.hydro.eaufrance.fr; LOGRAMI)..... 159
Figure 126: Temps de passages des smolts enregistrés au niveau des usines hydroélectriques du Moulin de Chaume et de la Roche Etrangleloup (Intervalle de confiance 95 %) sur la Gartempe en 2017 162
Figure 127: Pourcentage de smolts ayant manifesté des comportements d'allers-retours en amont des usines hydroélectriques de la Roche-Etrangleloup et du Moulin de Chaume..... 163
Figure 128 : Répartition des stations de comptage sur le bassin de la Loire en 2017 166
Figure 129 : Chronologie de la création des stations de comptage sur le bassin de la Loire (Source : LOGRAMI) 167
Figure 130 : Photographies illustrant les défauts de gestion du barrage de Descartes en 2017 : côte du plan d'eau plus basse que la côte légale (à gauche) et passe à anguilles à sec (à droite)..... 169



Figure 131 : Prise d'eau de l'usine de Langeac après le remplacement du plan de grille le 23 novembre 2017 171
Figure 132 : Exutoire temporaire de dévalaison au barrage de Poutès pendant l'abaissement de la retenue en 2017 172
Figure 133 : Reprofilage des fonds de la retenue de Poutès réalisé entre le 9 juin et le 18 septembre 2017 172
Figure 134 : Périodes de non fonctionnement de l'ascenseur du barrage de Poutès en 2017 173
Figure 135 : Périodes de fermeture de la passe à poissons du barrage de Decize en 2017 173
Figure 136 : Périodes de fermeture de la passe à poissons du barrage de Roanne en 2017 174
Figure 137 : Photographies du nouvel emplacement du système de comptage à Chateauponsac 176
Figure 138 : Fonctionnement du suivi vidéo au barrage de Langeac en 2017 177
Figure 139 : 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 179
Figure 140 : Comparaison des rythmes de migration des aloses en 2017 aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire 180
Figure 141 : Comparaison des périodes de passages des aloses à Descartes depuis 2007 180
Figure 142 : Comparaison des périodes de passages des aloses à Châtellerault depuis 2004 181
Figure 143 : Comparaison des périodes de passages des aloses à Decize depuis 1998 181
Figure 144 : Comparaison des périodes de passages des aloses à Vichy depuis 1998 182
Figure 145 : 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 ... 182
Figure 146 : Comparaison des rythmes de migration de lamproies marines en 2017 aux stations de comptage de Châtellerault (Vienne) et de Descartes (Creuse) 183
Figure 147 : Comparaison des périodes de passages des lamproies marines à Descartes depuis 2007 184
Figure 148 : Comparaison des périodes de passages des lamproies marines à Châtellerault depuis 2004 184
Figure 149 : Comparaison des périodes de passages des lamproies marines à Decize depuis 1998 .. 184
Figure 150 : Comparaison des périodes de passages des lamproies marines à Vichy depuis 1997 185
Figure 151 : 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 185
Figure 152 : Comparaison des rythmes de migration de saumons en 2017 aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire 186
Figure 153 : Comparaison des périodes de passages de saumons à Descartes depuis 2007 187
Figure 154 : Comparaison des périodes de passages de saumons à Vichy depuis 1997 187
Figure 155 : Comparaison des périodes de passages de saumons à Langeac de 2004 à 2008 et de 2016 à 2017 188
Figure 156 : Comparaison des périodes de passages de saumons à Poutès depuis 1986 188
Figure 157 : Comparaison des périodes de passages de saumons à Decize depuis 2009 189
Figure 158 : Répartition annuelle des passages de saumons ayant franchi le barrage de Descartes depuis 2007 selon leur classe d'âge (n=1 022) 190
Figure 159 : Répartition annuelle des passages de saumons ayant franchi le barrage de Vichy depuis 1997 selon leur classe d'âge (n=13193) 190
Figure 160 : Répartition annuelle des passages de saumons ayant franchi le barrage de Poutès depuis 1986 selon leur classe d'âge (n=1 682) 191
Figure 161 : Comparaison des périodes de passages des anguilles à Châtellerault depuis 2004 191
Figure 162 : Comparaison des périodes de passages des mulets porcs à Descartes depuis 2007 192
Figure 163 : Comparaison des périodes de passages des mulets porcs à Châtellerault depuis 2004 193
Figure 164 : Passages journaliers d'aloses à Descartes en relation avec la température de l'eau et les débits de la Creuse à Leugny en 2017 (n=650) (Source hydro : SPCVCA – Centre de Poitiers / Hydro – MEDD/DE) 194

Figure 165 : 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 2017 (n=171) (Source hydro : SPCVCA – Centre de Poitiers / Hydro – MEDD/DE)....194
Figure 166 : Passages journaliers d'aloses à Decize en relation avec la température de l'eau et les débits de la Loire amont à Nevers en 2017....195
Figure 167 : Passages journaliers d'aloses à Vichy en relation avec la température de l'eau et les débits de l'Allier à St Yorre en 2017....195
Figure 168 : Passages journaliers de lamproies marines à Descartes en relation avec la température de l'eau et les débits de la Creuse à Leugny en 2017 (n=1 050) (Source hydro : SPCVCA – Centre de Poitiers / Hydro – MEDD/DE)....196
Figure 169 : 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 2017 (n=177) (Source hydro : SPCVCA – Centre de Poitiers / Hydro – MEDD/DE)....196
Figure 170 : 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)....197
Figure 171 : Passages journaliers de saumons à Decize en relation avec la température de l'eau et les débits de la Loire amont à Nevers en 2017....198
Figure 172 : Passages journaliers de saumons à Vichy en relation avec la température de l'eau et les débits de l'Allier à St Yorre en 2017....198
Figure 173 : Passages journaliers de saumons à Langeac en relation avec la température de l'eau et les débits de l'Allier à Langeac en 2017....199
Figure 174 : Passages journaliers de saumons à Poutès en relation avec la température de l'eau et les débits de l'Allier à Prades en 2017....200
Figure 175 : Passages journaliers d'aguilles à Châtellerault en relation avec la température de l'eau et les débits de la Vienne à Ingrandes-sur-Vienne en 2017 (n=53) (Source hydro : SPCVCA – Centre de Poitiers / Hydro – MEDD/DE)....201
Figure 176 : Passages horaires des aloses aux stations de comptage du bassin de la Loire (n= 122 999)....201
Figure 177 : Passages horaires des lamproies marines aux stations de comptage du bassin de la Loire (n=498 431)....202
Figure 178 : Passages horaires des saumons aux stations de comptage du bassin de la Loire (n=14 315)....202
Figure 179 : Passages horaires des anguilles à la station de comptage de Châtellerault (n=27 350) . 203
Figure 180 : Passages horaires des mulets porcs aux stations de comptage du bassin de la Vienne (n=3 983)....203
Figure 181 : Répartition des effectifs d'aloses aux stations de comptage du bassin de la Loire en 2017....207
Figure 182 : Répartition des effectifs d'aloses aux stations de comptage du bassin de la Loire depuis 2007....207
Figure 183 : Bilan des passages d'aloses à la station de comptage de Descartes depuis 2007....208
Figure 184 : Bilan des passages d'aloses à la station de comptage de Châtellerault depuis 2004....208
Figure 185 : Bilan des passages d'aloses à la station de comptage de Decize depuis 1998....209
Figure 186 : Bilan des passages d'aloses à la station de comptage de Gueugnon depuis 2006....209
Figure 187 : Bilan des passages d'aloses à la station de comptage de Vichy depuis 1997....210
Figure 188 : Répartition des effectifs de lamproies marines aux stations de comptage du bassin de la Loire en 2017....210
Figure 189 : Répartition des effectifs de lamproies marines aux stations de comptage du bassin de la Loire depuis 2007....211
Figure 190 : Bilan des passages de lamproies marines à la station de comptage de Descartes depuis 2007....211



Figure 191 : Bilan des passages de lamproies marines à la station de comptage de Châtellerault depuis 2004 212
Figure 192 : Bilan des passages de lamproies marines à la station de comptage de Decize depuis 1998 212
Figure 193 : Bilan des passages de lamproies marines à la station de comptage de Gueugnon depuis 2006 213
Figure 194 : Bilan des passages de lamproies marines à la station de comptage de Vichy depuis 1997 213
Figure 195 : Répartition des effectifs de saumons aux stations de comptage du bassin de la Loire en 2017 avec et sans la Sioule 214
Figure 196 : Répartition des effectifs de saumons aux stations de comptage du bassin de la Loire depuis 2007 214
Figure 197 : Bilan des passages de saumons à la station de comptage de Descartes depuis 2007 214
Figure 198 : Bilan des passages de saumons à la station de comptage de Châtellerault depuis 2005 215
Figure 199 : Bilan des passages de saumons à la station de comptage de Decize depuis 1998 216
Figure 200 : Bilan des passages de saumons à la station de comptage de Gueugnon depuis 2006 216
Figure 201: Proportion des saumons comptabilisés à la station de comptage de Decize arrivant à la station de comptage de Gueugnon depuis 2006 217
Figure 202 : Bilan des passages de saumons à la station de comptage de Vichy depuis1997 217
Figure 203 : Bilan des effectifs et des captures de saumons par le CNSS à la station de comptage de Vichy depuis 1997 218
Figure 204 : Bilan des passages de saumons à la station de comptage de Langeac depuis 2004 218
Figure 205 : Bilan des passages de saumons à la station de comptage de Poutès depuis1986 219
Figure 206 : Evolution des pourcentages de passages de saumons entre Vichy, Langeac et Poutès depuis 1997 219
Figure 207 : Bilan des passages d'anguilles à la station de comptage de Châtellerault depuis 2004 . 221
Figure 208 : Bilan des passages d'anguilles à la station de comptage de Decize depuis 2009 221
Figure 209 : Bilan des passages d'anguilles à la station de comptage de Gueugnon depuis 2006 222
Figure 210 : Bilan des passages d'anguilles à la station de comptage de Vichy depuis 1997 222
Figure 211 : Bilan des passages d'anguilles à la station de comptage de Poutès depuis 1986 223
Figure 212 : Bilan des passages d'anguilles à la station de comptage de Roanne depuis 2012 223
Figure 213 : Bilan des passages de mulets à la station de comptage de Descartes depuis 2007 224
Figure 214 : Bilan des passages de mulets à la station de comptage de Châtellerault depuis 2004 ... 225
Figure 215 : Localisation des frayères références d'aloses sur le bassin de la Loire amont et de l'Allier 227
Figure 216 : 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 2017 (Source © LOGRAMI et http://www.hydro.eaufrance.fr/) 228
Figure 217 : Température de l'Allier à Moulins et débit de l'Allier à St Yorre pendant le suivi de la reproduction de l'alose sur le secteur « aval Vichy » en 2017 (Source © LOGRAMI et http://www.hydro.eaufrance.fr/) 229
Figure 218 : Température de l'Allier et débit de l'Allier à Moulins pendant le suivi de la reproduction de l'alose sur le secteur « aval Moulins » en 2017 (Source © LOGRAMI et http://www.hydro.eaufrance.fr/) 230
Figure 219 : Evolution du rapport « frayères/géniteurs potentiels » en amont de Vichy depuis 2000 (avec : frayères=frayères Alagnon+frayères Allier sauf 2000 où juste Allier et 2013 où juste Allier+Béal et géniteurs potentiels = comptage Vichy avec captures pour pisciculture CNSS déduites) 231
Figure 220 : Evolution du rapport « frayères/géniteurs potentiels » en amont de Poutès depuis 2000 232
Figure 221 : Relation frayères-géniteurs potentiels en amont de Poutès depuis 2000 (années 2004, 2009 et 2012 retirées pour sur-comptage) 232
Figure 222 : Nombre de tacons 0+ natifs échantillonnés à l'automne en 5 minutes de pêche électrique sur les sites du Béal de 2013 à 2017 et frayères sur le Béal depuis 2012 234

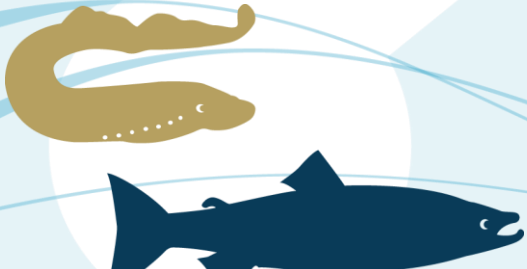


Figure 223 : Indice d'abondance tacons moyens sur le Béal de l'Alagnon en fonction du nombre de frayères observées en depuis 2013.....234
Figure 224 : Relation entre les indices d'abondance tacons et le nombre de frayères observées sur les stations de la Sioule en amont des Thermes de Châteauneuf les Bains en 2017.....235
Figure 225 : Indice d'abondance tacons moyens sur la Sioule en amont des Thermes de Châteauneuf les Bains en fonction du nombre de frayères observées en amont des Thermes de Châteauneuf les Bains depuis 2009.....235
Figure 226 : Localisation des stations de pêche électrique de suivi d'abondance de juvéniles de saumon atlantique sur le bassin de l'Allier en 2017.....237
Figure 227 : 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.....238
Figure 228 : Indices d'abondance tacons 0+ sur l'Alagnon, l'Allier, la Dore, la Sioule et sur l'ensemble du bassin de l'Allier en 2017 (98 stations).....240
Figure 229 : Indices d'abondance tacons des stations échantillonnées sur l'Alagnon et le Béal en 2017 selon leur succession amont/aval et correspondance avec leur classe d'abondance.....241
Figure 230 : Evolution sur la période 2009-2017 de l'indice d'abondance moyen des 4 stations historiques du cours principal de l'Alagnon.....242
Figure 231 : Nombre de tacons 0+ natifs échantillonnés à l'automne en 5 minutes de pêche électrique sur les sites du Béal de 2013 à 2017 et frayères sur le Béal depuis 2012.....242
Figure 232 : Indices d'abondance tacons 0+ sur l'Allier en 2017 selon la localisation des stations dans les différents secteurs.....243
Figure 233 : Indices d'abondance tacons des stations échantillonnées sur l'Allier en 2017 selon leur succession amont/aval.....245
Figure 234 : Evolution sur la période 2000-2017 de l'indice d'abondance moyen calculé pour 19 stations échantillonnées sur l'Allier.....246
Figure 235 : Evolution de l'indice d'abondance tacons 0+ moyen pour chaque secteur de l'Allier depuis le changement de stratégie d'alevinage en 2008 (19 stations).....247
Figure 236 : Comparaison de l'indice d'abondance moyen observé en 2017 pour chaque secteur de l'Allier avec les indices moyens observés pour les périodes 2000-2006, 2007 et 2008-2014 (19 stations).....247
Figure 237 : Indices d'abondance tacons des stations échantillonnées sur la Dore en 2017 selon leur succession amont/aval.....248
Figure 238 : Evolution sur la période 2009-2017 de l'indice d'abondance moyen de 3 stations échantillonnées sur la Dore.....248
Figure 239 : Indices d'abondance tacons des stations échantillonnées sur la Sioule en 2017 selon leur succession amont/aval.....249
Figure 240 : Evolution sur la période 2000-2017 de l'indice d'abondance moyen de 6 stations échantillonnées sur la Sioule.....250
Figure 241 : Indices d'abondance tacons des stations échantillonnées sur la Couze d'Ardes, la Couze Chambon, la Couze Pavin, la Desges et la Senouire en 2017 selon leur succession amont/aval.....251
Figure 242 : 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).....255
Figure 243 : Analyse de la relation entre la pêche par échantillonnage ponctuel et la pêche par déplétion (Sources LOGRAMI).....256



Figure 244 : Relation entre le nombre d'individus capturé en 5 min (IA) et la densité de tacons 0+ actualisée en 2015 (Source : LOGRAMI, CSP – Réalisation :LEGRAND et PREVOST, 2016).....257
Figure 245 : Relation de calibration entre nombre de tacons 0+ pêchés en 5 minutes et la densité par m² actualisée en 2016. (Source : LOGRAMI, CSP – Réalisation : LEGRAND & PREVOST, 2017 – en cours de rédaction).....258
Figure 246 : Photographie de la mise en œuvre opérationnelle de la pêche par déplétion (Source : LOGRAMI) 259
Figure 247 : Relation de calibration entre nombre de tacons 0+ pêchés en 5 minutes et la densité par m² actualisée en 2017 (Source : LOGRAMI, CSP – Réalisation : LEGRAND & PREVOST, 2017 – en cours de rédaction).....260
Figure 248 : Distribution en classes de taille des effectifs de saumon atlantique comptabilisés dans la passe à poissons de Descartes sur la Creuse en 2017 (n=92) 262
Figure 249 : Evolution de la répartition des classes d'âges de saumons à la station de comptage Descartes depuis 2007.....262
Figure 250 : Effectifs des retours de saumons par classe d'âge suivant leur année de dévalaison à Descartes (n=861) 263
Figure 251 : Evolution de la répartition des classes d'âges de saumons à la station de comptage de Decize depuis 2009.....264
Figure 252 : Effectifs des retours de saumons par classe d'âge suivant leur année de dévalaison à Decize 264
Figure 253 : Evolution de la répartition des classes d'âges de saumons à la station de comptage de Gueugnon depuis 2006.....265
Figure 254 : Répartition des classes de taille de saumons à la station de comptage de Vichy en 2017 265
Figure 255 : Evolution de la répartition des classes d'âges de saumons à la station de comptage de Vichy depuis1997.....266
Figure 256 : Effectifs de retours de saumons par classe d'âge suivant leur année de dévalaison à Vichy depuis 1995.....266
Figure 257 : Distribution en classes de taille des effectifs de saumon atlantique comptabilisés dans les passes à poissons de Langeac sur l'Allier en 2017 (n=103) 267
Figure 258 : Distribution en classes de taille des effectifs de saumon atlantique comptabilisés dans l'ascenseur de Poutès sur l'Allier en 2017 (n=28).....267
Figure 259 : Effectifs de retours de saumons par classe d'âge suivant leur année de dévalaison à Poutès depuis 1984.....268
Figure 260 : Distribution en classes de taille (cm) des anguilles à Châtellerault depuis 2004 (n=23 419) 270
Figure 261 : Classification des habitats larvaires selon Slade et al. (2003) (Taverny et al., 2005).....271
Figure 262 : Classification des méso-habitats (TAVERNY et al., 2005).....271
Figure 263: Illustrations d'une pêche électrique à Antran sur la Vienne en 2014 272
Figure 264 : Critères d'identification des genres Petromyzon (à Gauche) et Lampetra (à Droite) (illustration : Keith Mutch, Gardiner, 2003) 273
Figure 265 : Répartition des habitats à juvéniles de lamproie marine échantillonnés en 2017 sur le bassin de la Vienne 274
Figure 266 : Illustration de la différenciation Lampetra (haut) et Petromyzon (bas) par la pigmentation de la caudale 275
Figure 267 : Distribution par classes de taille des larves de lamproies marines échantillonnées en 2017 (n=110) 276
Figure 268 : Décomposition de la distribution de classes de tailles des ammocètes échantillonnées en 2017 sur le bassin de la Vienne suivant la méthode de Bhattacharya (1967) (n=110) (Sources : LOGRAMI et FiSATII) 277
Figure 269 : Effectifs d'ammocètes de 2014 à 2017 par année d'échantillonnage et année de naissance sur le bassin de la Vienne (estimation par la méthode de Bhattacharya (1967)).....278
Figure 270 : Dynamique de la reproduction des saumons atlantiques dans le Béal à Lempdes sur Alagnon de 2012 à 2017 (Source LOGRAMI) 280

Figure 271 : Récupération d'un émetteur rejeté à l'eau par un braconnier (Source LOGRAMI)..... 281
Figure 272 : Panneaux d'information sur la différenciation des truites et des saumons mis en place sur le bassin de la Loire (Source LOGRAMI)..... 282
Figure 273 : Etat des lieux de l'implantation des panneaux de sensibilisation à la protection du saumon atlantique sur le bassin de la Loire fin 2017 284
Figure 274 : Photographies d'implantations des panneaux (Sources Fédération de pêche et de protection des milieux aquatique de Loire et A. Baisez Logrami) 284
Figure 275 : 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 2009-2017 (Source LOGRAMI) 287
Figure 276 : Localisation des 4 stations de pêche à l'électricité échantillonnées sur le Renaison en 2017 288
Figure 277 : Localisation précise de l'incubateur à saumon de Riorges (42) et des 4 stations de pêche à l'électricité échantillonnées en 2017 sur le Renaison..... 289
Figure 278 : Schéma de principe du calcul de la production automnale de tacons 0+ de l'incubateur implanté sur le Renaison à Riorges (42) (ERR : Equivalent Radier-Rapide = surface favorable au développement des juvéniles de saumons ; IA : Indice d'abondance (tacons 0+ capturés en 5 minutes) ; 0,592/100 : coefficient conversion IA-densité du « bassin Allier » (Données habitats : Roannais Agglomération – ASCONIT, 2012)..... 289
Figure 279 : Evolution du débit du Renaison à Renaison durant pour les années suivies 2015, 2016 et 2017 (source : http://www.hydro.eaufrance.fr). 291
Figure 280 : Stations pêchées pour l'implantation des juvéniles de saumon an août 2017 sur la Gartempe 294
Figure 281 : Taux d'implantation des juvéniles de saumon sur les stations alevinées de la Gartempe en 2017 selon deux calculs..... 296
Figure 282 : Débits moyens mensuels de juin à août à la station de Saint-Victor-en-Marche en 2017 et sur la période de référence 2003-2016 (Source : DREAL LIMOUSIN/HYDRO-MEDD/DE)..... 297
Figure 283 : 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 2017 (Source : LOGRAMI – ONEMA)..... 298
Figure 284 : Boxplot des tailles des tacons 0+ pêchés sur les stations alevinées du bassin de la Gartempe fin août 2017..... 299
Figure 285 : Boxplot des facteurs de condition des tacons 0+ pêchés sur les stations alevinées du bassin de la Gartempe fin août 2017 300
Figure 286 : Facteurs de condition moyens des juvéniles de saumon 0+ capturés sur les stations déversées de la Gartempe entre 2014 et 2017..... 301
Figure 287 : Densités déversées sur les stations alevinées du bassin de l'Allier en 2017 selon les surfaces productives considérées 303
Figure 288 : Taux d'implantation des juvéniles de saumon sur les stations alevinées du bassin de l'Allier en 2017 selon les surfaces productives considérées 304
Figure 289 : Taux d'implantation moyens des juvéniles de saumon sur le bassin de l'Allier depuis 2017 (calculés à partir des surfaces ERR contigües aux stations d'échantillonnage)..... 304
Figure 290 : Taux d'implantation des juvéniles de saumons en fonction des densités déversées au printemps sur le bassin de l'Allier en 2017..... 305
Figure 291 : Densités de tacons 0+ automnales maximales observées depuis 2009 sur les stations alevinées échantillonnées par le protocole des « Indices d'Abondance tacons » (nombre d'échantillon) 306
Figure 292 : Densités de juvéniles de saumons sur les 4 stations de la Dore échantillonnées en 2017 307
Figure 293 : Température moyenne journalière de la Dore à Ambert sur la période mai-septembre 2017 309

Figure 294 : Débit moyen journalier de la Dore à Ambert sur la période mai-septembre 2017 (Données : DREAL Auvergne ARA)....310
Figure 295 : Relation entre les indices d'abondance tacons et le débit moyen journalier maximum de la Dore à Ambert entre les déversements et fin juillet depuis 2011 (Données : DREAL Auvergne ARA).310
Figure 296 : Relation entre les indices d'abondance tacons et le débit moyen journalier minimum non dépassé durant 5 jours de la Dore à Ambert entre les déversements et fin juillet depuis 2011 (Données : DREAL Auvergne ARA)....311
Figure 297 : Différence des profils de saumons au vidéo-comptage en fonction de la présence ou non de nageoire adipeuse....313
Figure 298 : Origines des saumons comptabilisés sur le bassin de la Loire en 2017....314
Figure 299 : Evolution des déversements de smolts marqués sur la Gartempe depuis 2009 (Données : EPL / CNSS)....314
Figure 300 : Localisation des déversements de smolts (de 2009 à 2017) et des microcentrales en activité (en 2017) sur la Gartempe (Données : EPL / CNSS et LOGRAMI)....315
Figure 301 : Origines des saumons par classe d'âge comptabilisés en 2017 à Descartes....315
Figure 302 : Retours de saumons à Descartes suivant leurs années de dévalaison....316
Figure 303 : 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)...317
Figure 304 : Evolution des déversements de smolts marqués sur le bassin de l'Allier depuis 2003 (Données : EPL/CNSS)....318
Figure 305 : Evolution de la composition de la population de saumons atlantiques à la station de comptage de Vichy depuis 2006....319
Figure 306 : Origines des saumons par classe d'âge comptabilisés en 2017 à Vichy....319
Figure 307 : Comparaison de l'origine des saumons par classe d'âge comptabilisés en 2017 à Vichy avec les données de la péridoe 2006 à 2016....320
Figure 308 : Retours de saumons à Vichy suivant leurs années de dévalaison....320
Figure 309 : Indice hydrologique de 2003 à 2017 durant la période de dévalaison des smolts à Prades sur l'Allier (Données hydro : SPC VCA- Centre de Poitiers/Hydro – MEDD/DE)....321
Figure 310 : Relation entre l'Indice hydrologique de 2003 à 2014 durant la période de dévalaison des smolts à Prades sur l'Allier et le nombre de géniteurs en retour par année de dévalaison....322
Figure 311 : Bilan des déversements de smolts sur le bassin de l'Arroux entre 2009 et 20013 (Données : EPL / CNSS)....324
Figure 312 : 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)....325
Figure 313 : Comparaison des taux de retours de smolts entre sous-bassins pour les dévalaisons de 2009 à 2014....325
Figure 314 : Evolution des déversements d'alevins nourris sur la Gartempe depuis 2006 (Données : EPL / CNSS)....327
Figure 315 : Comparaison des taux de retours des saumons déversés au stade pré-smolts et alevins sur la Gartempe....328
Figure 316 : Bilan des déversements de alevins sur le bassin de l'Arroux depuis 1998 (Données : EPL / CNSS)....329
Figure 317 : Comparaison des taux de retours des saumons déversés au stade pré-smolts et alevins sur l'Arroux....330
Figure 318 : Dynamique migratoire moyenne à Vichy sur la période 1997 – 2016....332
Figure 319 : Répartition par semaine des captures de saumons réalisées par le CNSS en 2017 à Vichy (Sources Logrami d'après données CNSS)....333
Figure 320 : 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 2017....334
Figure 321 : Comparaison du rythme migratoire et des captures de saumons atlantiques à Vichy en 2017....335
Figure 322 : Droite de régression captures/migration des saumons à Vichy en 2017....335
Figure 323 : Comparaison de la répartition des classes de tailles des saumons migrants observés à Vichy en 2017 avec celles des individus piégés....336



Figure 324 : Comparaison de la répartition des classes de tailles des saumons sans adipeuse (AD-) observés à Vichy en 2017 avec les individus piégés....337
Figure 325 : Décomposition des retours en sous-cohortes par année de reproduction et identification des génotypes (Sources : Modifié d'après DREAL de Bassin)....338
Figure 326 : Décomposition des retours en sous-cohortes pour la reproduction 2008 et identification des génotypes (Sources : Modifié d'après DREAL de Bassin)....339
Figure 327 : Evolution de la part de saumons issus des déversements au stade alevins par semaine de piégeage à la station de Vichy en 2015 342
Figure 328 : Comparaison des rythmes de migration à la station de comptage de Vichy entre les saumons issus des déversements au stade alevins, smolts et ceux d'origine naturelle en 2015....343
Figure 329 : Comparaison des rythmes de migration par classe d'âge (2 ans de mer et 3 ans de mer) à la station de comptage de Vichy entre les saumons issus des déversements au stade alevin et ceux issus de la reproduction naturelle en 2015....343
Figure 330 : Comparaison des rythmes de migration à la station de comptage de Descartes entre les saumons de 2 ans de mer issus des déversements au stade smolt (sans adipeuse) et ceux d'une origine différente (avec adipeuse) en 2017....344
Figure 331 : 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 2017 345
Figure 332 : 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) / 2006-2016 (3 ans de mer)....346
Figure 333 : Stratégie de communication et public visé (Source LOGRAMI)....348
Figure 334 : Répartition et logos des Associations Migrateurs 349
Figure 335 : Nombre de restitutions d'un ou plusieurs jours réalisées par les agents dans le cadre du programme de 2015 à 2017 (Sources LOGRAMI) 352
Figure 336 : Nombres d'interventions dans le cadre du programme de recherches appliquées par agent et par an (Sources Logrami)....352
Figure 337 : Nombres de restitutions en termes de journée complète par mois concernant les informations diffusées dans le cadre du programme de recherches appliquées (Sources Logrami) .352
Figure 338 : Proportions des publics concernés par les informations diffusées dans le cadre du programme de recherches appliquées (Source Logrami) 353
Figure 339 : Article paru dans la nouvelle république en mai 2017 354
Figure 340 : Photographies de la conférence organisée par la Fédération de pêche d'Indre et Loire 354
Figure 341 : Article de presse de la nouvelle république web paru le 9 mai 2017 355
Figure 342 : Conférence réalisée dans le cadre de la semaine verte d'Issoire organisée par le SIAV de la Couze Pavin 355
Figure 343 : Intervention dans le cadre des rencontres Inter-établissements sur la problématique du saumon 356
Figure 344 : Intervention durant la semaine du World Fish migration Day....356
Figure 345 : Origine géographique des participants (siège structure) aux restitutions organisées par LOGRAMI....357
Figure 346 : Effectifs par organisme présents aux restitutions de Poitiers et Clermont Ferrand 358
Figure 347 : Programme de la restitution organisée à Poitiers....358
Figure 348 : Photographies de la restitution à Poitiers....359
Figure 349 : Programme de la restitution organisée à Clermont Ferrand 360
Figure 350 : Photographies de la restitution de Clermont Ferrand....360
Figure 351 : Extrait de la lettre des rivières diffusée par messagerie et portant à connaissance les journées de restitution LOGRAMI....361
Figure 352 : Statistiques du nombre de visites du site de LOGRAMI de 2009 à 2017 (Source : LOGRAMI, 2017)....362

Figure 353 : Statistiques du nombre de visites par jour du site de LOGRAMI en 2017 et date de mise en place d'une actualité (Source : LOGRAMI, 2017).....363
Figure 354 : Proportions des supports des visites du site de LOGRAMI de 2015 à 2017 (Source : LOGRAMI, 2017).....364
Figure 355 : Proportions des modes d'accès des visites du site de LOGRAMI de 2014 à 2017 (Source : LOGRAMI, 2017).....364
Figure 356 : Proportions des modes d'accès des visites du site de LOGRAMI en 2017 (Source : LOGRAMI, 2017).....365
Figure 357 : Mots clefs d'accès au site web (Sources LOGRAMI, 2017) 365
Figure 358 : Origines géographiques par régions des visiteurs du site web de Logrami (Sources Logrami) 366
Figure 359 : Pourcentages de visites d'entrée par rubriques du site de LOGRAMI en 2017 (Source : LOGRAMI, 2017).....367
Figure 360 : Pourcentages de visites par rubriques du site de LOGRAMI en 2017 (Source : LOGRAMI, 2017).....367
Figure 361 : Graphiques présentés sur le site par espèce.....368
Figure 362 : Copie d'écran de la page station de Descartes du site de LOGRAMI (Source : LOGRAMI, 2017).....369
Figure 363 : Tableau de données disponible sur le site web pour la station de Vichy (Sources Logrami) 370
Figure 364 : Nombre de téléchargements par rubrique du site de LOGRAMI en 2017 (Source : LOGRAMI, 2017).....371
Figure 365 : Nombre d'actualités du site de LOGRAMI en 2017 par thème (Source : LOGRAMI, 2017)372
Figure 366 : Nombre de destinataires et lectures des actualités du site de LOGRAMI de 2015 à 2017 (Source : LOGRAMI, 2017).....372
Figure 367 : Visuel de la plaquette Actions phares 2016 373
Figure 368 : Aperçu panoramique des 14 visuels de l'exposition « Grands Migrateurs de Loire ».....375
Figure 369 : Nombre de jours d'emprunt et d'exposition au public des deux jeux d'exposition « Grands Migrateurs de Loire » en 2017 375
Figure 370 : Durée d'exposition au public et nombre d'emprunts de « Grands Migrateurs de Loire » de 2010 à 2017 (deux jeux d'exposition à partir de 2013).....376
Figure 371 : Localisation des lieux et départements de l'exposition « Grands Migrateurs de Loire » de 2010 à 2017 377
Figure 372 : Répartition des durées d'exposition « Grands Migrateurs de Loire » en 2017, en nombre d'emprunts (à gauche) et en nombre de jours d'exposition au public (à droite).....378
Figure 373 : Evolution du nombre d'emprunts de l'exposition « Grands Migrateurs de Loire » par classe de durée de 2010 à 2017 378
Figure 374 : Types de manifestations pour lesquelles l'exposition « Grands Migrateurs de Loire » a été empruntée en 2017, en nombre de manifestations (à gauche) et en nombre de jours d'exposition au public (à droite) 379
Figure 375 : Exposition « Grands Migrateurs de Loire » à la Maison de Pays de Menat (Source : E. Bouleau).....379
Figure 376 : Captures d'écran du film épisode 1 (Source logrami) 381

Tableaux

Tableau 1 : Bilan des prospections de terrain sur l'Allier (LOGRAMI et: http://www.hydro.eaufrance.fr) 31
Tableau 2 : Bilan de la description des habitats et de la quantification des habitats potentiels pour le développement des juvéniles de saumon atlantique sur l'Allier entre Langeac et Brioude en 2017.....32

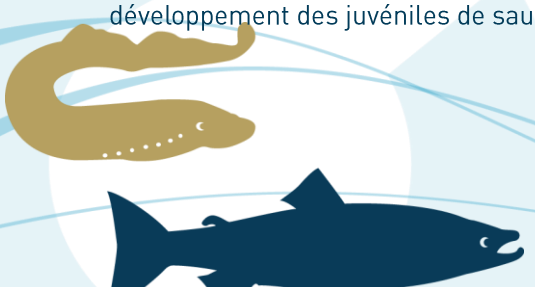


Tableau 3 : Surfaces de faciès lentiques des 6 retenues induites par les 6 ouvrages référencés (ROE) sur le secteur S4 de l'Allier (aval barrage de Langeac-la Bageasse) 32
Tableau 4 : Comparaison des quantifications d'habitats du secteur S4 de l'Allier réalisées en 1999 et en 2017 33
Tableau 5 : Classes de taille granulométrique utilisées pour la description des frayères sur l'Alagnon en 2016 37
Tableau 6 : Approche par code couleur des valeurs numériques de conductivité hydraulique (méthode des quartiles : Auto-référencement) 38
Tableau 7 : Approche par code couleur des taux d'infiltration permettant la mesure de la conductivité hydraulique au niveau des frayères étudiées 39
Tableau 8 : Comparaison des températures moyennes journalières sur la période commune du 01/12/2016 au 25/04/2017 40
Tableau 9 : Comparaison des températures moyennes journalières sur la période commune du 17/01/2017 au 26/01/2017 42
Tableau 10 : Températures enregistrées sur les différents sites étudiés de l'Alagnon et du Béal jusqu'au stade « éclosion » 42
Tableau 11 : Températures enregistrées sur les différents sites étudiés de l'Alagnon et du Béal jusqu'au stade « émergence » 43
Tableau 12 : Evaluation et comparaison du pourcentage de jours où les débits de l'Alagnon sont 5 fois supérieurs au module 44
Tableau 13 : Classes de taille du substrat présentes sur les fryaères étudiées de l'Alagnon et du Béal en 2016-2017 45
Tableau 14 : Résultats du taux de survie des œufs de saumons au stade « éclosion » sur les fryaères étudiées de l'Alagnon et du Béal en 2016-2017 46
Tableau 15 : Comparaison des taux de survie des œufs de saumons au stade « éclosion » entre les différentes campagnes d'étude sur le bassin de l'Alagnon 47
Tableau 16 : Résultats des tests de Mann Whitney sur la comparaison des taux de survie des œufs de saumons au stade « éclosion » entre les différentes campagnes d'étude sur le bassin de l'Alagnon .. 47
Tableau 17 : Résultats des profondeurs moyennes d'oxygénation du substrat à l'intérieur des frayères au stade « éclosion » 48
Tableau 18 : Résultats des tests de Mann Whitney sur la comparaison du niveau d'oxygénation des bâtons en fonction de leur positionnent hors/dans frayère pour les différentes sites au stade « éclosion » 48
Tableau 19 : Résultats des tests de Mann Whitney sur la comparaison de la conductivité hydraulique en fonction de leur positionnent Hors/Dans frayère pour les différentes sites au stade « éclosion » 50
Tableau 20 : Résultats du taux de survie des œufs de saumons au stade « émergence » sur chaque frayère 51
Tableau 21 : Résultats du taux de survie Inter-stade (éclosion-émergence) sur chaque frayère (Source : LOGRAMI) 52
Tableau 22 : Résultats des profondeurs moyennes d'oxygénation du substrat à l'intérieur des frayères au stade « émergence » 53
Tableau 23 : Résultats des tests de Mann Whitney sur la comparaison du niveau d'oxygénation des bâtons en fonction de leur positionnent hors/dans frayère pour les différentes sites au stade « émergence » 53
Tableau 24 : Résultats des taux d'infiltration et des conductivités hydrauliques du substrat à l'intérieur des frayères au stade « émergence » 54
Tableau 25 : Résultats des tests de Mann Whitney sur la comparaison de la conductivité hydraulique en fonction de leur positionnent Hors/Dans frayère pour les différentes sites au stade « émergence » ... 55
Tableau 26 : Évolution du protocole de l'étude de survie sous graviers menée par LOGRAMI sur le bassin de la Loire depuis 2009 63



Tableau 27 : Classes de taille granulométrique utilisées pour caractériser les frayères lors des études de survie sous-graviers sur le bassinde la Loire 63
Tableau 28 : Classes de taille du substrat « dominante » et « accessoire » rencontrées lors de chaque campagne d'étude de survie sous-graviers 67
Tableau 29 : Enregistrement des températures à l'aide d'une sonde thermique sur les différents secteurs étudiés jusqu'au stade « Eclosion » 69
Tableau 30 : Enregistrement des températures à l'aide d'une sonde thermique sur les différents secteurs étudiés jusqu'au stade « Emergence » (Source LOGRAMI) 70
Tableau 31 : Evaluation et comparaison du pourcentage de jours où les débits sont 5 fois supérieurs aux modules des rivières 71
Tableau 32 : Evaluation et comparaison du pourcentage de jours où les débits sont 5 fois supérieurs au module des rivières étudiées en survie sous-graviers 72
Tableau 33 : Répartition des stations échantillonnées dans le cadre de l'évaluation de la production d'individus natifs à l'automne sur le bassin de l'Allier en 2017 78
Tableau 34 : Indices d'abondance tacons et débit de la Sioule à Châteauneuf les Bains en avril-mai (émergence et post-émergence) (m3/s) depuis 2011, (Données hydro : DREAL Auvergne / HYDRO-MEDD/DE) 84
Tableau 35 : Sites pêchés pour la recherche de juvéniles de saumon sur la Gartempe au printemps 2017 91
Tableau 36 : Débits journaliers (31 mai 2017) et débits moyens du mois de mai sur la Gartempe (Source : DREAL LIMOUSIN/HYDRO-MEDD/DE) 92
Tableau 37 : Résultats des pêches d'échantillonnage de juvéniles de saumon réalisées en mai 2017 sur le bassin de la Gartempe (Source : LOGRAMI) 93
Tableau 38 : Fonctionnement du réseau d'enregistreurs thermiques en 2017 105
Tableau 39 : Localisation des sondes de Roanne, Châteauneuf les Bains et Riorges par rapport à l'ouvrage amont 107
Tableau 40 : Ecarts (°C) entre les valeurs moyennes mensuelles 2017 et les valeurs de référence par mois sur les stations de mesures du réseau (Sources LOGRAMI) 109
Tableau 41 : Récapitulatif du déroulement des prospections de comptage de frayères de saumon sur l'ensemble du bassin de l'Allier en 2017 (Source : LOGRAMI) 121
Tableau 42: Caractéristiques de l'usine hydroélectrique de la Roche Etrangleloup 144
Tableau 43: Caractéristiques de l'usine hydroélectrique du Moulin de Chaume 146
Tableau 44: Caractéristiques de l'antenne RFID mise en place au niveau du barrage hydroélectrique de Chaume 153
Tableau 45 : Estimation des débits au niveau des ouvrages étudiés 157
Tableau 46 : Régurgitations et mortalités observées suite aux campagnes de marquage des smolts sur la Gartempe du 18/04/2017 et du 26/04/2017 161
Tableau 47 : Récapitulatif des périodes de mise en eau des passes à poissons au niveau des ouvrages équipés de sttaions de comptage du bassin de la Loire en 2017 (Sources : LOGRAMI) 168
Tableau 48 : Récapitulatif de la période de fonctionnement des stations de comptage du bassin de la Loire en 2017 (Sources : LOGRAMI) 175
Tableau 49 : Secteurs de l'Allier et nombre de stations imparties en 2017 238
Tableau 50 : Conditions hydrologiques lors des échantillonnages « Indice d'abondance tacons » sur le bassin de l'Allier en 2017 (source : http://www.hydro.eaufrance.fr) 238
Tableau 51 : Indices d'abondance tacons 0+moyens et médians des cours d'eau échantillonnées en 2017 sur le bassin de l'Allier 239
Tableau 52 : Estimation de la production de tacons 0+ d'automne des différents cours d'eau du bassin de l'Allier en 2017 252
Tableau 53 : Récapitulatif des résultats d'échantillonnage de juvéniles de lamproie marine par rivière et type d'habitats en 2017 sur le bassin de la Vienne (Sources : LOGRAMI) 276
Tableau 54 : Bilan des captures de tacons sur le Renaison depuis 2015 289
Tableau 55 : Production automnale de tacons 0+de l'incubateur du Renaison depuis 2015 290
Tableau 56 : Surfaces d'habitats productives en juvéniles de saumon selon deux méthodes de calcul sur les stations alevinées et pêchées de la Gartempe en 2017 295

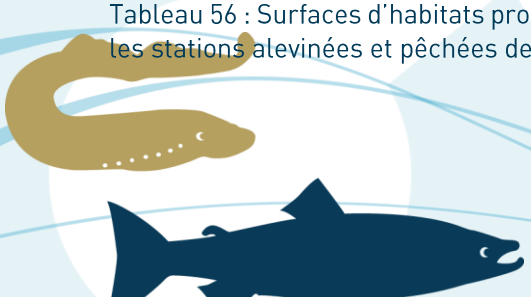
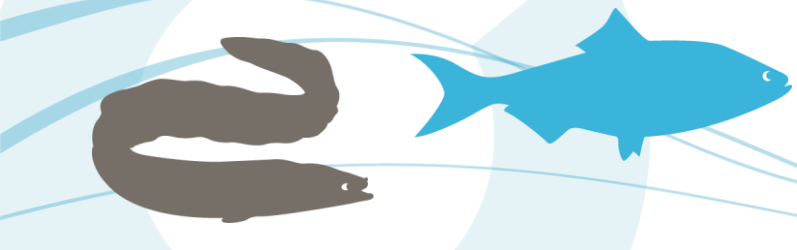


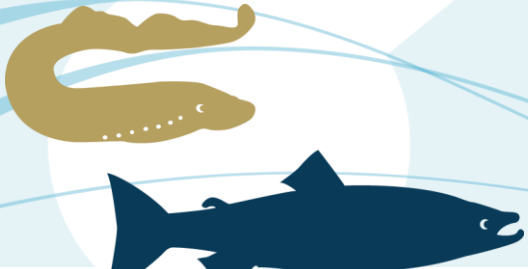
Tableau 57 : Résultats du test de Mann-Whitney de comparaison des taux d'implantation moyen sur 9 stations de référence de la Gartempe entre les périodes 1999 à 2007 et 2008 à 2017 298
Tableau 58 : Résultats du test de Mann-Whitney de comparaison des tailles des tacons 0+ capturés sur les stations déversées de la Gartempe en 2016 et 2017 300
Tableau 59 : Poids moyens par lots des alevins 0+ déversés sur la Gartempe en 2017 (Source : EPL, 2017) 301
Tableau 60 : Comparaison des tailles moyennes, poids moyens, facteurs de condition moyen et prises de poids entre le déversement et la capture par pêche des juvéniles de saumon 0+ capturés sur la Gartempe de 2014 à 2017 (Sources : LOGRAMI) 302
Tableau 61 : Récapitulatif des conditions limitantes de débit et de température de la Dore entre les déversements et les échantillonnages de septembre depuis 2010 (Données : LOGRAMI et DREAL Auvergne ARA) 308
Tableau 62 : Taux de retour des smolts déversés sur le bassin Creuse - Gartempe de 2009 à 2014 (Sources : LOGRAMI) 317
Tableau 63 : Taux de retour des smolts déversés sur le bassin de l'Allier en 2014 (Sources : LOGRAMI et CNSS) 322
Tableau 64 : Taux de retour des smolts déversés sur le bassin de l'Allier de 2006 à 2014 323
Tableau 65 : 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) 324
Tableau 66 : 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) 324
Tableau 67 : Taux de retour des alevins déversés sur le bassin Creuse - Gartempe de 2009 à 2014 .. 328
Tableau 68 : Taux de retour des alevins déversés sur le bassin de l'Arroux de 2009 à 2014 (Sources : LOGRAMI) 329
Tableau 69 : Taux de retour des alevins déversés sur le bassin de l'Allier de 2009 à 2011 (Sources : LOGRAMI et données génétiques INRA) 330
Tableau 70 : Comparatif de l'effort d'échantillonnage entre les campagnes 2014, 2015, 2016 (Sources : LOGRAMI) 332
Tableau **71** : Comparaison des effectifs des classes de tailles des saumons migrants observés à Vichy en 2016 avec les individus piégés (Source LOGRAMI) 336
Tableau 72 : Comparaison des effectifs par classes de tailles des saumons sans adipeuse (AD-) observés à Vichy en 2017 avec les individus piégés (Source LOGRAMI) 337
Tableau 73 : Etat sanitaire des saumons capturés en 2017 par le CNSS (Rapport d'Exécution CNSS, 2017) 338
Tableau 74 : Proportions d'individus issus de pisciculture (déversement stade alevin) comparativement aux individus assignés pour la cohorte dévalante de 2009 (Sources INRA) 339
Tableau 75 : Proportions d'individus issus de pisciculture (déversement stade alevin) comparativement aux individus assignés pour la cohorte dévalante de 2010 (Sources INRA) 340
Tableau 76 : Proportions d'individus issus de pisciculture (déversement stade alevin) comparativement aux individus assignés pour la cohorte dévalante de 2011 (Sources INRA) 340



1. Programme de mesures

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. Le programme de mesures effectue des opérations d'acquisition de données qui sont complémentaires entre elles et qui permettent de répondre transversalement à différents questionnements de gestion. Il est présenté en regard des dispositions du PLAGEPOMI. Il concerne donc une série d'actions qui donc thématiques et comprennent parfois plusieurs opérations de terrains.

Orientations et dispositions du PLAGEPOMI	Thématique du Programme LOGRAMI
Orientation C1 : Dépendance aux habitats	Caractérisation des habitats
	Continuité écologique et accessibilité
Orientation C2 : Dynamique de population	Phénologie migratoire
	Dynamique de population
	Trait de vie
Orientation C3 : Connaissance de la pression de pêche	Pression de pêche
Orientation C4 : Soutien d'effectifs	Evaluation de l'efficacité (saumon atlantique)
Orientation G3 : Transfert de connaissance	Diffusion des informations



2. La caractérisation des habitats favorables

2.1. Préambule

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 **connaitre 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. Actualisation de la quantification des habitats potentiels pour le développement des juvéniles de saumon atlantique sur l'Allier entre Langeac et Brioude

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, après deux années 2015 et 2016 de caractérisations inédites de 5 affluents de l'Allier, **l'année 2017** a fait l'objet de l'actualisation de la quantification des habitats potentiels pour le développement des juvéniles de saumon atlantique de **l'Allier entre Langeac et Brioude (secteur S4)** (Figure 1). Ce secteur, déjà décrit en 1999 (MINSTER et BOMASSI, 1999) et qui accueille une part importante de la reproduction des saumons atlantiques de l'Allier (entre 50 et 118 frayères depuis 2000 pour une moyenne de 75 frayères soit 29,2 %), a été choisi car il constitue la zone amont du secteur de l'Allier qui est annuellement alevinée en priorité. Entre 60 526 et 220 436 alevins y ont été déversés depuis 2010 soit en moyenne 37 % des dévesements réalisés sur la rivière Allier.

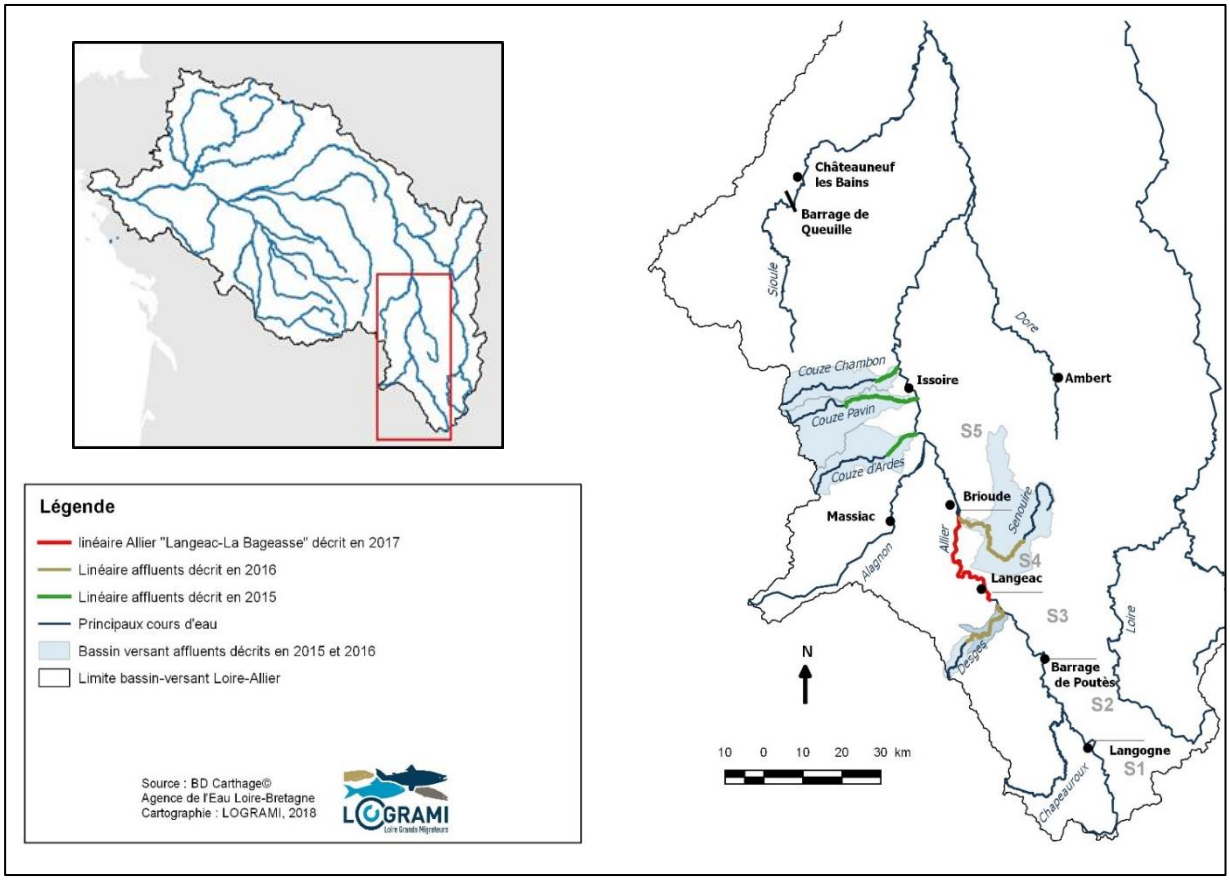


Figure 1 : Localisation des linéaires décrits en 2015, 2016 et 2017 dans le cadre de la quantification des habitats potentiels pour le développement des juvéniles de saumon atlantique sur le bassin de l'Allier.

2.2.1. Matériel et méthodes

2.2.1.1 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), rapides (RAP) et plats courants (PLA).

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 (SERR). 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, BACH et al, 2016, BACH et al, 2017).

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

2.2.1.2 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.

$$nb_{smolts} = \text{taux de production X } (S\ ERR/100)$$

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

2.2.1.3 Protocole de prospection terrain

L'ensemble du linéaire de l'Allier entre Langeac et Brioude a été parcouru d'amont en aval à l'aide des petites embarcations type bouées « hydrospeed » propulsées à l'aide de palmes (Figure 2). Ce type d'embarcation a été choisi car il permet une évaluation rapide et très précise de la profondeur et de la granulométrie du fond de la rivière ainsi qu'une mise en place rapide et une vitesse de progression plus importante qu'à pieds.

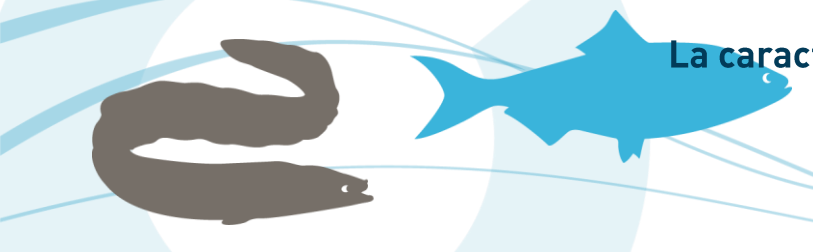




Figure 2 : Saisie d'un point cartographique sur l'ordinateur de poche et mesure d'une largeur au télémètre laser depuis les bouées « hydrospeed » (©LOGRAMI)

Les faciès sont déterminés selon la classification de Malavoi et Souchon (2002) (Figure 3 et Figure 4). Pour chaque limite aval de faciès, un point cartographique est créé sur le logiciel de SIG CartoPocket® de l'ordinateur de poche Gétac® PS236. Une table attributaire permet de renseigner les données correspondantes aux champs suivants :

- la date et l'heure de création du point ;
- les coordonnés X, Y et Z du point de mesure en Lambert 93 ;
- le type de faciès identifié en amont du point ;
- les granulométries principales et secondaires de ce faciès selon la classification de WENTWORTH (1922) et simplifiée par LOGRAMI (Figure 5) ;
- le type de bras où est localisé le faciès (principal ou secondaire) ;
- des remarques diverses.

De manière à simplifier l'acquisition des données, les faciès défavorables aux tacons ont été notés CLE (chenaux lentiques). Cette appellation regroupe en réalité les faciès de MALAVOI et SOUCHON présentant des vitesses inferieures à 30 cm/s (chenaux lentiques, plats lentiques, 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 correspondre au mieux à la réalité de terrain. Les autres faciès décrits sont : chenal lotique (CLO), plat courant (PLA), radier (RAD) et rapide (RAP).

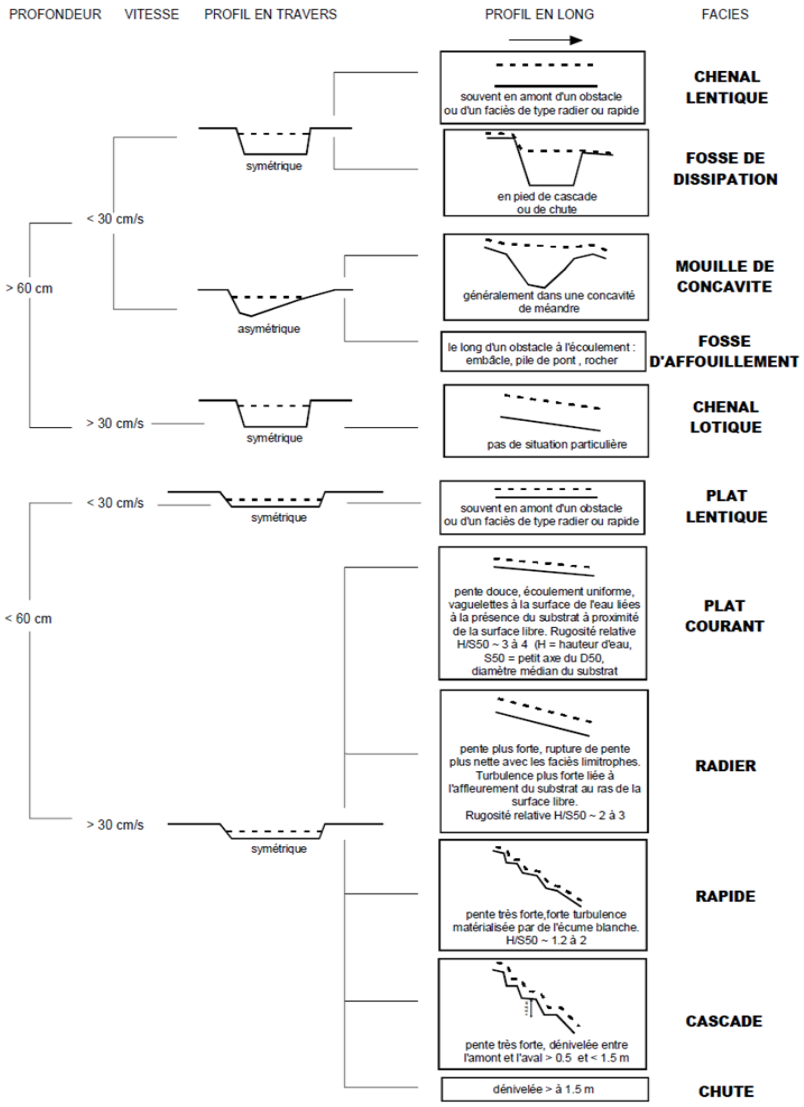


Figure 3 : Clé d'identification des faciès de MALAVOI et SOUCHON (2002)



Figure 4 : Exemple d'habitat favorable à la croissance des juvéniles de saumons sur l'Allier (Rapide) (© LOGRAMI)

Nom de la classe granulométrique	Classes de taille *Diamètre perpendiculaire au plus grand axe (mm)*	Classes de taille adaptées au terrain *Diamètre perpendiculaire au plus grand axe (mm)*	Code
Rochers	> 1024	> 1025	R
Blocs	256-1024	256-1025	B
Pierres grossières	128-256	64-256	P
Pierres fines	64-128		
Cailloux grossiers	32-64	16-64	C
Cailloux fins	16-32		
Graviers grossiers	8-16	2-16	G
Graviers fins	2-8		
Sables grossiers	0,5-2	0,0625-2	S
Sables fins	0,0625-0,5		
Limons	0,0039-0,0625	<0,0625	L
Argiles	< 0,0039		

Figure 5 : Classe de granulométrie utilisée pour la description de la granulométrie des faciès (classification de WENTWORTH (1922) simplifiée par LOGRAMI (COSYNS et al., 2013)

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

2.2.1.4 Cartographie et traitement de données sur SIG

Afin de calculer la surface de chaque faciès décrit, un polygone a été digitalisé sur QGIS à partir des photographies aériennes du secteur les plus récentes (Orthophographie Auvergne CRAIG/IGN 2016) (Figure 6). Cette méthode permet d'appréhender au mieux les contours de la surface en eau. Elle paraît plus précise que la méthode du produit de la longueur du faciès par sa largeur moyenne (biais de la mesure de la largeur moyenne pour des formes de faciès non parallélépipédiques).

La longueur de chaque faciès a aussi été calculée sur QGIS, après création de polylignes entre les points correspondant aux limites aval de chaque faciès.



Figure 6 : Aperçu d'une fenêtre de travail de digitalisation de polygone (faciès) à partir de photographie aérienne (orthophotographie CRAIG/IGN 2016) et de point pris sur le terrain (limite amont faciès)

2.2.2. Résultats

2.2.2.1 Déroulement et conditions des prospections

Les prospections sur le terrain se sont déroulées entre le 19 juin 2017 et le 27 juillet 2017. 5 journées ont été nécessaires pour prospecter les 38,7 kilomètres de ce secteur de l'Allier (Tableau 1) (moyenne de 7,7 km/j (+/- 1,5)). Les descriptions ont été effectuées dans des conditions de débits d'étiage favorables (toutes inférieures au débit moyen mensuel de référence le plus bas : août 11,4 m^3/s). Les mauvaises conditions de turbidité induites par de violents orages et des travaux dans la retenue du barrage de Poutès quelques jours avant le début des prospections ne se sont pas avérées pénalisantes pour la détermination de la granulométrie car l'utilisation des bouées « hydrospeed » permettait des observations par plongées subaquatiques.

Tableau 1 : Bilan des prospections de terrain sur l'Allier (LOGRAMI et: http://www.hydro.eaufrance.fr)

Rivière	Date	QJM (m^3/s)	Turbidité	Distance parcourue (km)
Allier	19/06/2017	8,71	Forte	7,4
	20/06/2017	8,94	Forte	8,7
	21/06/2017	8,99	Forte	5,8

Rivière	Date	QJM (m^3/s)	Turbidité	Distance parcourue (km)
(Station hydrologique de Langeac)	26/06/2017	10,6	Moyenne	7,1
	27/07/2017	7,03	Nulle	9,7
Total	5 jours			38,7

2.2.2.2 Bilan de la quantification d'habitats favorables 2017

A l'issue des prospections de terrain, 512 faciès ont été inventoriés pour une surface totale de 1 442 031 m² et un linéaire de 40,9 kilomètres (Tableau 2). Les faciès lentiques (CLE et PLL) constituent la plus grande partie des surfaces décrites (58,1 %).

Les surfaces favorables au développement des tacons (Equivalents Radier-Rapide) représentent **180 227 m²** soit 12,5% des surfaces cartographiées. Les radiers (RAD) constituent la majorité des faciès favorables (76,6 %)

La différence de longueur entre le linéaire décrit (40,9 km) et la distance séparant les limites amont et aval du secteur décrit (38,7 km) correspond à la longueur cumulée des bras secondaires décrits (2,2 km). Ces derniers représentent 14 552 m² d'ERR soit 8,8 % de la surface d'ERR totale du secteur.

Tableau 2 : Bilan de la description des habitats et de la quantification des habitats potentiels pour le développement des juvéniles de saumon atlantique sur l'Allier entre Langeac et Brioude en 2017

	Total			Bras principal			Bras secondaire		
Faciès	**Surface (m²)**	**Longueur (m)**	**nb faciès**	**Surface (m²)**	**Longueur (m)**	**nb faciès**	**Surface (m²)**	**Longueur (m)**	**nb faciès**
CLE-PLL	839 170	20 045	104	837 050	19 890	99	2 120	155	5
CLO	290 401	10 683	139	282 233	10 149	122	8 168	534	17
PLA	165 291	4 560	125	157 946	4 043	108	7 345	517	17
RAD	138 073	5 262	130	126 729	4 371	98	11 344	891	32
RAP	9 096	372	14	7 357	281	11	1 739	90	3
Total général	**1 442 031**	**40 921**	**512**	**1 411 315**	**38 734**	438	**30 716**	**2 187**	74
ERR	**180 227**			**165 675**			**14 552**		

Avec une production moyenne de 7,5 smolts pour 100 m² d'ERR, le secteur S4 de l'Allier représente un potentiel annuel de production de **13 517 smolts**.

2.2.2.3 Impact des ouvrages sur les faciès

Les retenues des 6 ouvrages rencontrés sur le secteur S4 de l'Allier cumulent 228 245 m² de faciès lentiques. Ces dernières représentent 27,2 % des surfaces lentiques totales du secteur décrit. Ces ouvrages induisent par conséquent, par ennoiement d'habitats lotiques, une perte non négligeable d'habitats favorables au développement des juvéniles de saumons sur ce secteur.

Tableau 3 : Surfaces de faciès lentiques des 6 retenues induites par les 6 ouvrages référencés (ROE) sur le secteur S4 de l'Allier (aval barrage de Langeac-la Bageasse)

Ouvrage	ROE	Surface faciès lentique de la retenue (m²)
Chambon de Cerzat	9934	34 269
Moulin de Chilhac	35892	16 616
Moulin de St Ilpize	9913	11 595
Moulin de Tapon	9901	9 153
Vieille Brioude	9885	61 847
La Bageasse	9867	94 765
	Surface totale	**228 245**

2.2.3. Comparaison avec la quantification de 1999

Tableau 4 : Comparaison des quantifications d'habitats du secteur S4 de l'Allier réalisées en 1999 et en 2017

	1999			2017		
Faciès	**surface**	**longueur**	**nb faciès**	**surface**	**longueur**	**nb faciès**
CLE-PLL	1 130 682	23 492	105	839 170	20 045	104
CLO	19 067	560	9	290 401	10 683	139
PLA	393 550	10 990	98	165 291	4 560	125
RAD-RAB	111 910	3 262	79	138 073	5 262	130
RAP	5 501	151	2	9 096	372	14
Total général	**1 660 710**	**38 455**	**293**	**1 442 031**	**40 921**	**512**
ERR	**196 121**			**180 227**		
Production estimée de smolts	**14 709**			**13 517**		

La comparaison des 2 quantifications d'habitats favorables met en évidence :

- Un linéaire décrit plus important en 2017 (2,5 km) ;
- Une surface totale décrite moins importante en 2017 (-220 000 m²) ;
- Un nombre de faciès nettement plus important en 2017 ;
- Une répartition des faciès différente avec notamment une nette augmentation des CLO en 2017 ;
- Une surface productive légèrement moins importante en 2017 (-16 000 m² d'ERR qui correspond à une diminution du nombre de smolts produits de -1192 smolts).

Toutes ces différences résultent des différences de méthodes employées pour distinguer les faciès et pour estimer leur surface.

En effet, en 2017, le travail de détermination des faciès est beaucoup plus fin qu'en 1999 comme en témoigne le nombre de faciès et le linéaire décrits. En 1999, cette détermination avait été réalisée à partir de reconnaissance des faciès d'écoulement par survols aériens à basse altitude (moins de 100m du sol) en période d'étiage, de prises de vues vidéo et de cartographies au 1/25 000e (MALAVOI, 1999).

Par ailleurs, la largeur moyenne des faciès était mesurée sur carte au 1/25 000e au droit de chaque faciès. Il était considéré que cette largeur correspondait à la largeur du cours d'eau à l'étiage dans la mesure où les prises de vues aériennes de l'IGN, dont étaient issues les cartes, étaient généralement réalisées en été. Enfin sur SIG, par croisement entre les longueurs des faciès avec leur largeur à l'étiage, leur surface était calculée. **Il paraît évident que, dans le cas de faciès non parallélépipédiques, cette méthode de calcul est moins respectueuse de la réalité que celle des polygones employée en 2017.**

Avec la méthode de 1999, il paraît évident que **la hauteur d'eau, critère de distinction prépondérant de la clé de détermination des faciès, était difficilement appréciable**. Ainsi, la distinction CLO/PLA n'était pas évidente. Cet aspect méthodologique explique l'écart CLO/PLA des 2 années de quantification avec pour principale conséquence de diminuer la surface de PLA en 2017 et par conséquent la surface totale d'ERR.

2.2.4. Conclusion

En 2017, le secteur de l'Allier « Langeac-La Bageasse » (S4) présente 180 227 m² de surface favorable Equivalent Radier-Rapide. Ce résultat est légèrement inférieur à celui de la quantification réalisée en 1999 mais l'écart est principalement induit par la différence de méthode. Le travail de détermination et de calcul de surface des faciès paraît toutefois plus exhaustif (prise en compte des bras secondaires) et plus précis (appréciation de la hauteur d'eau induisant une meilleure distinction CLO/PLA) en 2017.

L'autre secteur aleviné (S5), situé en aval du secteur (S4) décrit en 2017, devrait être prospecté en 2018 afin de fournir aux gestionnaires des données actualisées concernant la quantification et la localisation des habitats favorables au développement des juvéniles de saumon atlantique sur l'ensemble du secteur aleviné de l'Allier.

2.3. Qualification des habitats potentiels actuels

2.3.1. Survie sous-graviers

2.3.1.1 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 2010-2011 et 2013-2014, des études d'évaluation de la survie sous graviers des œufs de saumons ont été réalisées sur cet axe. Elles 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 cette rivière, 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 mis en place afin d'apporter des connaissances sur le potentiel productif de ces cours d'eau.



La méthode permettant de qualifier l'oxygénation de l'eau interstitielle utilisée depuis 2009 (Stick Hypoxie, MARMONIER et al. (2004)) 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 cette nouvelle campagne, deux protocoles de caractérisation de cet habitat ont été mis en place sur les frayères artificielles. L'étude du colmatage des sites a été effectuée par l'intermédiaire de la conductivité hydraulique (DATRY et DONON, 2011) et des pièges à sédiments (PARKINSON et al., 2001). Le but de ces opérations 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., 2005).

Localisation de l'étude

Au total, 6 frayères artificielles ont été mises en place (Figure 7). Ces dernières sont réparties sur l'intégralité des zones de reproduction accessibles que présente l'Alagnon :

- 4 frayères se situent sur l'axe principal de l'Alagnon (sites identiques à la campagne de 2010-2011). 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 sur l'amont de ce bras depuis 2011 et révèlent la récurrence du problème de franchissabilité du barrage de Chambezon. En effet, les géniteurs bloqués dans leur migration par cet ouvrage se replient sur les zones de reproduction situées en tête du Béal. Ces deux sites ont été réalisés afin d'appréhender la productivité de ce milieu. Une première frayère a été installée à l'endroit même où sont observées les frayères chaque année (Béal-Lempdes) et une seconde quelques kilomètres plus en aval (Beal–Dardelin).

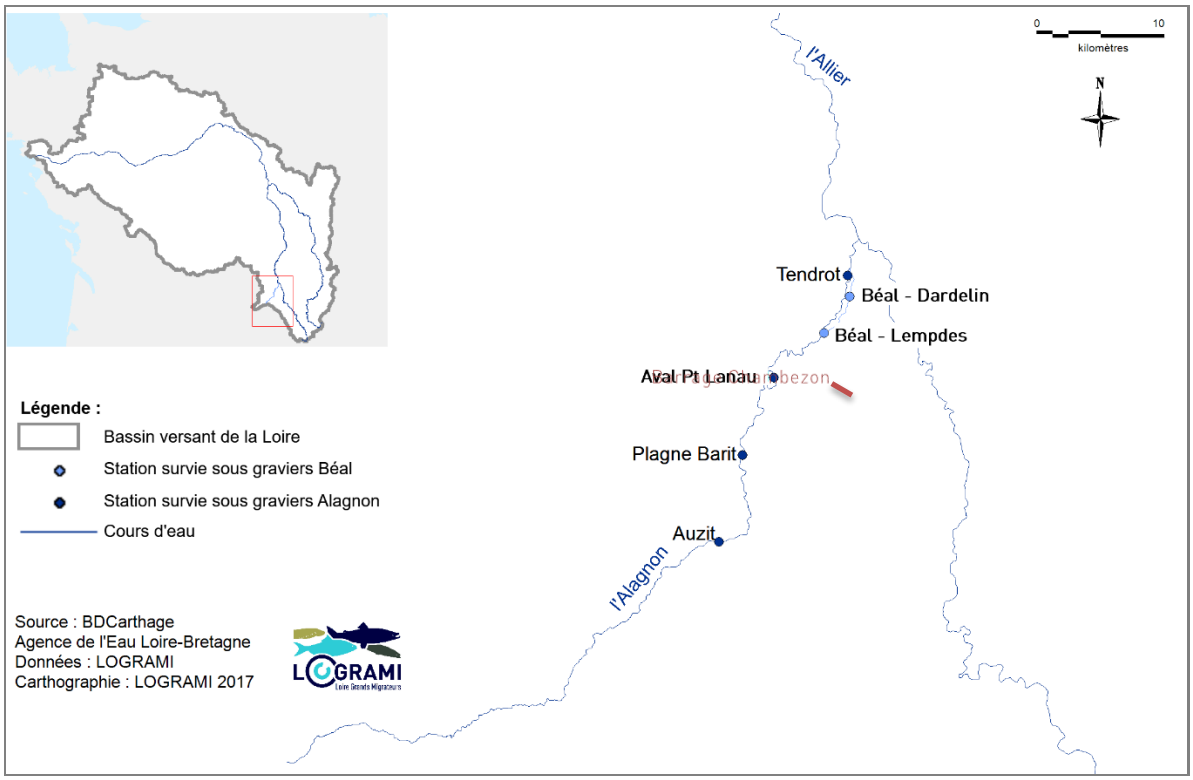


Figure 7 : Localisation des frayères artificielles sur le bassin de l'Alagnon et le Béal

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 :

- 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 1er décembre 2016 en début de matinée à partir de 9 femelles enfermées de 2 ans et d'un mâle sauvage. Un taux de fécondation de 90 % est appliqué à la ponte pour le calcul des taux de survie des œufs. Ce pourcentage a été choisi arbitrairement au regard des taux de fécondation obtenus les années précédentes.

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 l'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).

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 5) :

Tableau 5 : Classes de taille granulométrique utilisées pour la description des frayères sur l'Alagnon en 2016

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.

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 résultats de l'anoxie dans le milieu interstitiel sont issus de la mesure de la coloration (noircie) 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.

Les sticks hypoxies sont positionnés sur chaque site de suivi de la façon suivante :

- 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 pour ces deux stades de développement.

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 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 8).



Figure 8 : Photographies illustrant la mise en place du piézomètre

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 :

$$K = ((0.2501*D) /(Dt))*\ln(H0/H)))*3600$$

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).

Des couleurs présentées sur le Tableau 6 ont été attribuées selon les catégories de colmatage obtenues grâce à une méthode d'auto référencement utilisant les quartiles issues du jeu de données obtenu.

Tableau 6 : Approche par code couleur des valeurs numériques de conductivité hydraulique (méthode des quartiles : Auto-référencement)

Classe	Conductivité hydraulique (K)
Classe 1	0 < K < 5,5
Classe 2	5,5 < K < 10,6
Classe 3	10,6 < K < 17,9
Classe 4	17,9 < K < 50,5



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 9). 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, comm. pers.).

Pour chaque groupe de mesure de conductivité (« Hors » et « Dans » frayère) un taux d'infiltration est calculé. Cette dernière variable correspond au pourcentage de points de mesure où il y a eu 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). Des couleurs présentées sur la Tableau 7 ont été attribuées selon les catégories de colmatage.

Tableau 7 : Approche par code couleur des taux d'infiltration permettant la mesure de la conductivité hydraulique au niveau des frayères étudiées

Classe	Taux infiltration (%)
Classe 1	0< proportion <0,1
Classe 2	0,1< proportion <0,25
Classe 3	0,25< proportion <0,35
Classe 4	proportion >0,35





Figure 9 : 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 (1,4 cm<d<3 cm). (Figure 10).



Figure 10 : 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=0,9 cm). Les pièges sont enterrés verticalement dans la zone décolmatée. Les rangées de trous sont disposées suivant l'axe d'écoulement dominant de l'eau interstitielle (amont vers l'aval). Les sédiments fins qui rentrent dans le dispositif sont piégés grâce aux billes plus grossières.

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

Les sédiments fins (< 0,4 mm) de chaque piège sont tamisés successivement (2 mm*2 mm puis 0,4 mm*0,4 mm), séchés, et pesés. Cette fraction granulométrique a un impact direct sur le colmatage du substrat et peut induire une mortalité des œufs (PARKINSON et al., 2001). Le séchage se fait à l'aide d'un four réglé à 105 °C et la pesée avec une balance de précision (0,1 g).

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

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 11 et Figure 12).

Les quatre sites présents sur le cours aval de l'Alagnon (Tendrot et Aval Pt de Lanau) et dans le Béal (Dardelin et Lempdes) présentent une évolution quasi identique de la température.

Ces sites présentent une évolution plus rapide que les deux sites amont de l'Alagnon, la température moyenne y étant plus élevée (5,5 °C et 5,4 °C) sur la période commune du 01/12/2016 (date d'incubation) au 25/04/2017 (date de relève des premières capsules à l'émergence) (Tableau 8).

Sur les sites les plus en amont de l'Alagnon, l'évolution de la température est plus lente. En effet, les frayères de Plagne Baric et Auzit sont les sites qui présentent les plus faibles moyennes avec respectivement 5,2 °C et 5 °C.

Tableau 8 : Comparaison des températures moyennes journalières sur la période commune du 01/12/2016 au 25/04/2017

Rivières	Sites	Température moyenne (°C) sur le période commune du 01/01/2016 au 25/04/2017
Alagnon	Tendrot	5,5
	Aval Pt Lanau	5,4
	Plagne Baric	5,2
	Auzit	5,0
Béal	Béal - Dardelin	5,5
	Béal - Lempdes	5,4

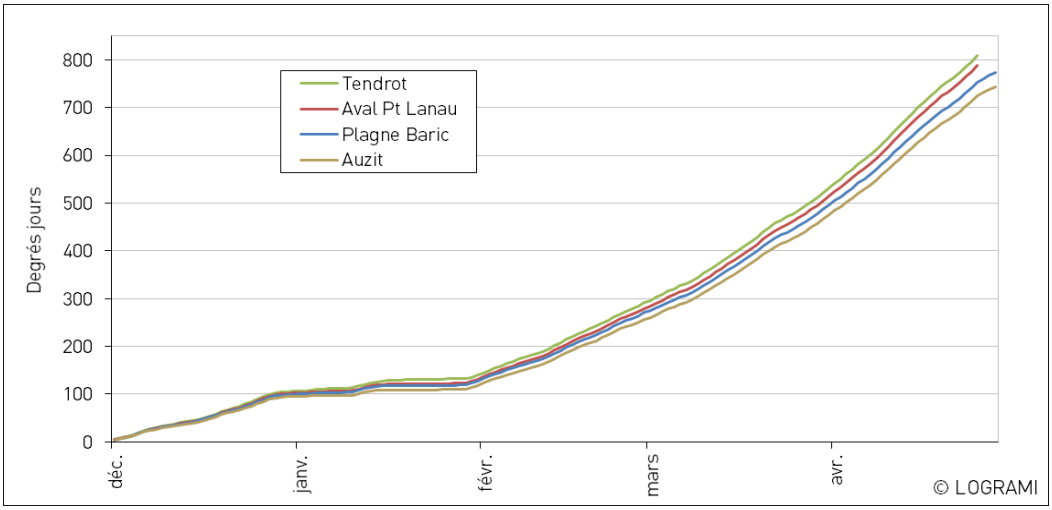


Figure 11 : Evolution du nombre de degrés jour en fonction de la date pour les différents sites sur l'Alagnon

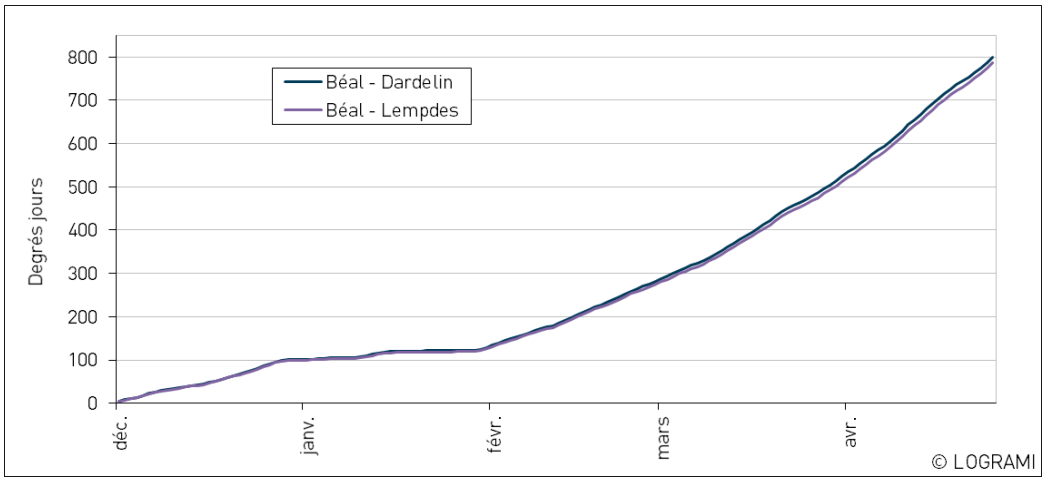


Figure 12 : Evolution du nombre de degrés jour en fonction de la date pour les différents sites sur le Béal

Durant les six premières semaines d'incubation des œufs, l'ensemble des sites présentent une évolution lente de la température. Sur la période commune du 01/12/2016 au 16/01/2017, la température moyenne tous sites confondus et de 2,5 °C.

Ensuite, le bassin de l'Alagnon connait une vague de grand froid qui va durer une dizaine de jour. Pendant cette période les œufs ont été soumis à des températures proches de 0 °C. Sur la période commune du 17/01/2017 au 26/01/2017, la température moyenne tous sites confondus et de 0,1 °C (Tableau 9).

Tableau 9 : Comparaison des températures moyennes journalières sur la période commune du 17/01/2017 au 26/01/2017

Rivières	Sites	Température moyenne (°C) sur le période commune du 17/01/2017 au 26/01/2017
Alagnon	Tendrot	0,3
	Aval Pt Lanau	0,1
	Plagne Baric	0,0
	Auzit	0,0
Béal	Béal - Dardelin	0,1
	Béal - Lempdes	0,1

Enfin, à partir de fin janvier, la température de l'eau de l'Alagnon ne cessera de croître jusqu'à l'éclosion des œufs et l'émergence des alevins. Sur la période commune du 27/01/2017 au 25/04/2017, la température moyenne tous sites confondus et de 7,5 °C.

Sur l'ensemble de la période d'incubation des œufs jusqu'au stade émergence, il n'y a pas de différence significative de température entre le cours principal de l'Alagnon et le Béal (comparaison des moyennes inter-sites, Mann-Whitney test : p-value < 0,0001 ; apha 0,05).

Phase : Œuf fécondé – Eclosion

Les capsules d'œufs ont été retirées du cours d'eau avant l'éclosion, après 420 degrés jours d'incubation en moyenne (+/- 12,4) (Tableau 10). Pour récupérer l'ensemble des capsules mises en place sur les 6 frayères espacées de 40 km entre la plus amont et la plus aval, une seule journée aura été nécessaire (20/03/2017).

Tableau 10 : Températures enregistrées sur les différents sites étudiés de l'Alagnon et du Béal jusqu'au stade « éclosion »

Rivières	Sites	Date incubation capsules	Date retrait capsules : Lecture éclosion	Nbr jours	Moyenne (°C)	Min (°C)	Max (°C)	Cumul (°C/j)
Alagnon	Tendrot	01/12/2016	20/03/2017	110	4,0	0,2	10,4	**440**
	Aval Pt Lanau	01/12/2016	20/03/2017	110	3,8	0,1	9,4	**423**
	Plagne Baric	01/12/2016	20/03/2017	110	3,7	0,0	10,1	**410**
	Auzit	01/12/2016	20/03/2017	110	3,6	0,0	9,7	**393**
Béal	Béal - Dardelin	01/12/2016	20/03/2017	110	3,9	0,1	10,5	**432**
	Béal - Lempdes	01/12/2016	20/03/2017	110	3,8	0,1	9,4	**421**

Les températures moyennes journalières de l'eau rencontrées durant l'incubation sur chaque frayère sont comprises entre 3,6 et 4 °C sur le cours de l'Alagnon et 3,8 et 3,9 °C dans le bras du Béal.

Celles-ci sont compatibles avec les exigences de développement des œufs de saumons. En effet, elles oscillent entre 0 °C pour les plus faibles et 10,5 °C pour les plus élevées. Les températures létales pour l'œuf de saumon sont rencontrées à partir de 14 °C (OJANGUREN, 2003).

Les sites les plus amont sur le bassin de l'Alagnon (Auzit et Plagne Baric) présentent les températures les plus fraiches. Les températures journalières maximales n'ont pas dépassé 9,7 °C pour Auzit et 10,1 °C pour Plagne Baric.

Phase : Eclosion-Emergence

Les capsules d'œufs ont été retirées du cours d'eau avant l'émergence, après en moyenne 784 degrés jours d'incubation (+/- 16,7) (Tableau 11). Globalement, pour récupérer l'ensemble des capsules mises en place sur les 6 frayères, un écart de 4 jours a été nécessaire afin de se rapprocher de la date d'émergence (du 25/04/2017 au 28/04/2017).

Les températures moyennes journalières de l'eau rencontrées durant la phase « Eclosion-Emergence » sur chaque frayère sont comprises entre 9 et 10,3 °C pour le cours de l'Alagnon et 10,1 et 10,2 °C pour le bras du Béal.

Oscillant entre 5,1 °C pour les plus faibles et 13,1 °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) n'a jamais été atteint.

Tableau 11 : Températures enregistrées sur les différents sites étudiés de l'Alagnon et du Béal jusqu'au stade « émergence »

Rivières	Sites	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)
Alagnon	Tendrot	809	20/03/2017	25/04/2017	37	10,3	5,9	13,2
	Aval Pt Lanau	789	20/03/2017	25/04/2017	37	10,1	5,8	13,0
	Plagne Baric	774	20/03/2017	28/04/2017	40	9,3	5,3	12,1
	Auzit	744	20/03/2017	28/04/2017	40	9,0	5,1	11,9
Béal	Béal - Dardelin	800	20/03/2017	25/04/2017	37	10,2	6,0	13,1
	Béal - Lempdes	787	20/03/2017	25/04/2017	37	10,1	5,8	13,0

Les Débits

L'hydrologie de l'Alagnon 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 l'Alagnon pendant la campagne d'étude

Les débits moyens enregistrés sur l'Alagnon durant l'étude varient entre 6,6 m^3/s pour la station de Joursac et 12,9 m^3/s pour la station de Lempdes sur Alagnon, avec des débits maximums pouvant atteindre 48,7 m^3/s à Lempdes sur Alagnon et 25,6 m^3/s à Joursac (Figure 13).

Les débits journaliers dépassent les débits mensuels de référence à trois reprises sur chacune des stations. L'amplitude des débits à la station de Lempdes sur Alagnon est plus importante sur toute la période de suivi du fait de l'apport induit par quelques affluents (l'Arcueil, l'Alagnonnette, la Sianne...) situés en aval de la station de Joursac.

- le premier coup d'eau est le plus important. Il intervient entre le 31 janvier et le 24 février avec des débits pouvant atteindre 48,6 m^3/s à Lempdes sur Alagnon le 7 mars. L'évènement est nettement moins marqué à la station de Joursac où les débits n'atteignent que 21,3 m^3/s à cette même date.
- le second a lieu entre le 28 février et le 20 mars selon les stations, avec des débits pouvant atteindre 23,2 m^3/s à Joursac le 6 mars et 32,2 m^3/s à Lempdes sur Alagnon le 7 mars.
- le dernier évènement intervient entre le 24 et le 29 mars. Les débits atteignent des maximums de 9,5 m^3/s à Joursac et 22,3 m^3/s à Lempdes sur Alagnon le 25 mars.

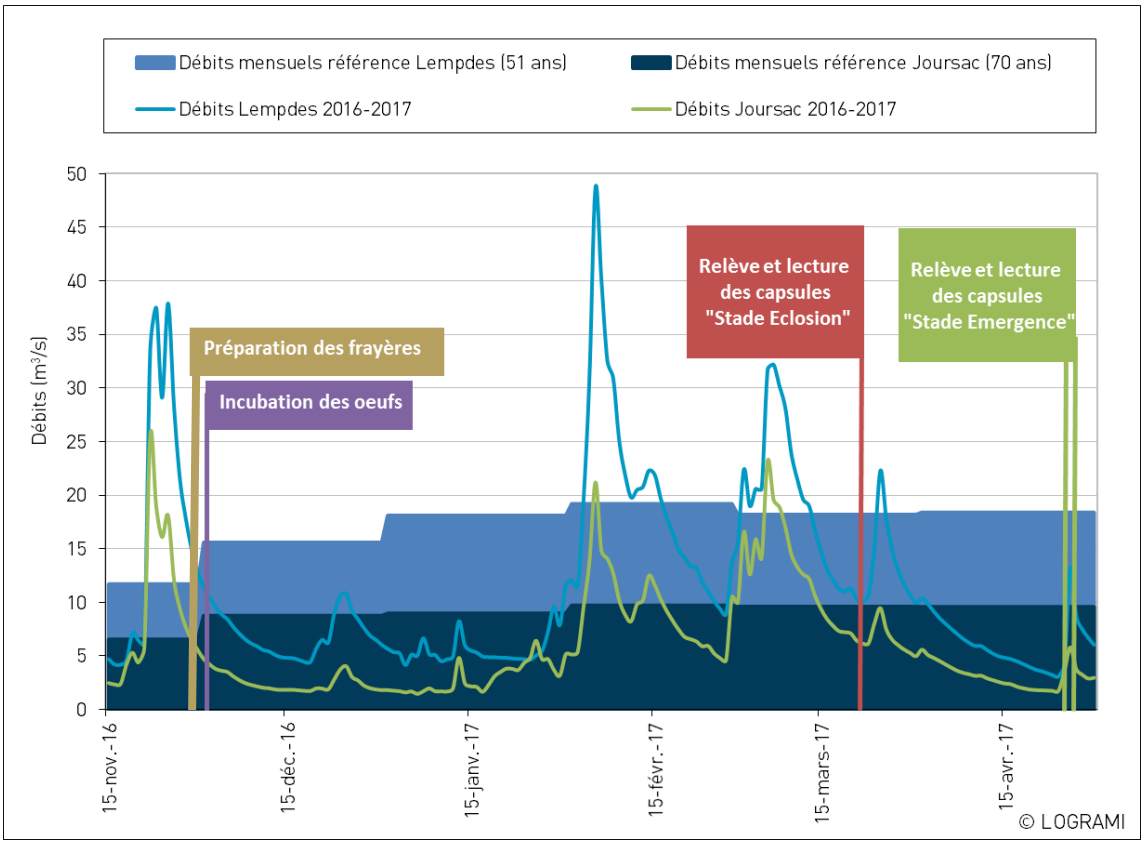


Figure 13 : Débits de l'Alagnon aux stations de Joursac et de Lempdes sur Alagnon durant l'opération de survie sous graviers 2016-2017 jusqu'au stade « émergence »

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

Des débits trop élevés mettent en suspension le substrat de fraie et découvrent les œufs et les alevins, entraînant leur mort (BARAN, 2012).

L'impact du débit lors de l'incubation des œufs jusqu'à l'émergence des alevins sur l'ensemble de la campagne d'étude semble négligeable (Tableau 12) puisqu'en moyenne, le pourcentage du nombre de jours où le débit a été supérieur à 5 fois le module est nul sur l'Alagnon. Aucun stress hydrologique n'est donc rencontré par les œufs et les alevins. Les débits rencontrés sur l'Alagnon ne pourront pas expliquer d'éventuels faibles taux de survie des œufs et des alevins.

Tableau 12 : Evaluation et comparaison du pourcentage de jours où les débits de l'Alagnon sont 5 fois supérieurs au module

	Alagnon	
	Jourac	Lempdes sur Alagnon
Module (m^3/s)	6,3	11,8
Pourcentage de jours supéreiurs a 5 fois le module	0%	0%

Caractérisation granulométrique des frayères

Les frayères sont réalisées sur des zones présentant des caractéristiques d'habitats favorables à la fraie du saumon atlantique.

Sur le cours principal de l'Alagnon, la classe granulométrique dominante la plus représentée est celle des « gros galets » hormis pour la frayère « Plagne baric » (pierres). La compostions de la classe accessoire est également différente sur le site de « Plagne bric » avec une majorité de « gros galets » en accessoire. La granulométrie du substrat est donc plus grossière sur ce site.

Dans le Béal, une homogénéité du substrat est observée sur chaque frayère (Tableau 13). La granulométrie dominante est constituée de « gros galets » et la granulométrie accessoire de « pierres ». A noter, également l'apparition de « graviers » sur la frayère de Lempdes.

Tableau 13 : Classes de taille du substrat présentes sur les fryaères étudiées de l'Alagnon et du Béal en 2016-2017

Rivières	Sites	Granulométrie domante	Granulométrie accessoire		Pavage (Echelle de 0 à 3)
			1	2	
Alagnon	Tendrot	Gros galets	Pierres	Petits galets	0
	Aval Pt Lanau	Gros galets	Pierres		1
	Plagne Baric	Pierres	Gros galets	Petits galets	2
	Auzit	Gros galets	Pierres	Petits galets	3
Béal	Béal - Dardelin	Gros galets	Petits galets	Pierres	3
	Béal - Lempdes	Gros galets	Petits galets	Gaviers	2

Certains lits de rivière sont dits « pavés » car leur surface est composée essentiellement des plus gros diamètres présents dans le mélange sédimentaire. Le lit est ainsi « figé », stabilisé par cette couche de surface peu mobile (BACCHI, 2006). La facilité à décolmater les sites pour la création des frayères artificielles est appréciée à l'aide d'une échelle de pavage. 0 représentant un décolmatage « facile » et 3 « difficile ». Le pavage plus prononcé des sédiments sur les sites d' Auzit et de Dardelin a nécessité un temps de création des frayères beaucoup plus long.

Taux de survie au stade « éclosion »

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

En tenant compte d'un taux de fécondation à 90 %, le taux de survie des œufs jusqu'au stade éclosion de chacune des capsules implantées dans le substrat peut être déterminé.

Les taux de survie des œufs au stade éclosion varient de 1,1 % à 11,7 % pour une moyenne (tous sites confondus) de 5,1 % +/- 3 (Moy Alagnon 6,3 % +/- 4 ; Moy Béal 2,8 % +/- 2) (Tableau 14 et Figure 14).

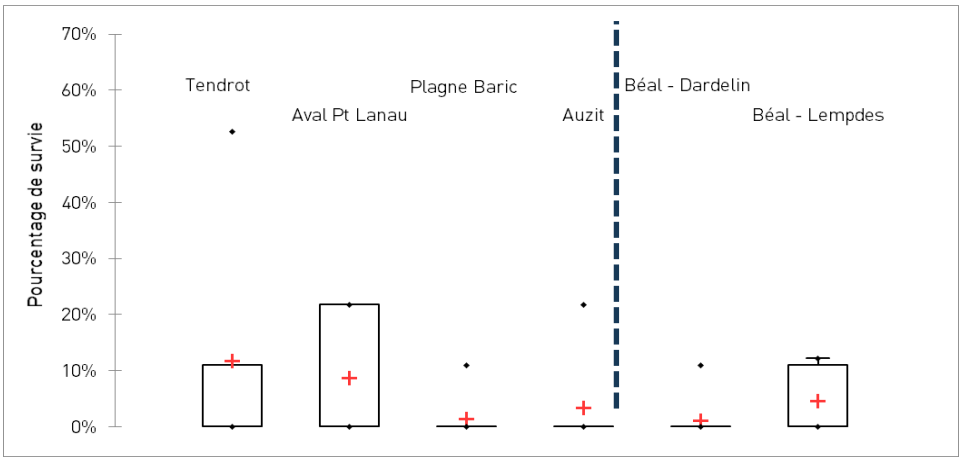
Sur le bassin de l'Alagnon, la frayère la plus en aval (Tendrot) enregistre le taux de survie le plus élevé avec 11,7 %. Les trois autres frayères (Aval Pt Lanau, Plagne baric et Auzit) présentent des taux de survie inférieurs à 10 %.

Sur le Béal, les deux frayères ont un taux de survie inférieur à 5 %. La frayère présente dans la partie amont du Béal enregistre elle le meilleur taux de survie avec un taux de 4,5 %.

Tous ces résultats indiquent que les conditions d'incubation rencontrées en 2016-2017 sur le bassin de l'Alagnon jusqu'au stade éclosion sont très mauvaises avec des valeurs bien inférieures aux bonnes conditions d'incubation (80 % de survie, PREVOST comm. pers.).

Tableau 14 : Résultats du taux de survie des œufs de saumons au stade « éclosion » sur les fryaères étudiées de l'Alagnon et du Béal en 2016-2017

Rivières	Sites	Taux de Survie au Stade Eclosion
Alagnon	Tendrot	11,7%
	Aval Pt Lanau	8,7%
	Plagne Baric	1,4%
	Auzit	3,3%
Béal	Béal - Dardelin	1,1%
	Béal - Lempdes	4,5%



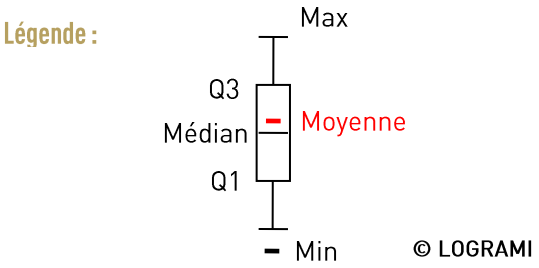


Figure 14 : Box plot des taux de survie des œufs de saumons au stade « éclosion » sur les fryaères étudiées de l'Alagnon et du Béal en 2016-2017

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

- les frayères entre elles,
- l'Alagnon et le Béal,
- les années de suivi (cas de l'Alagnon déjà étudiée en 2013-2014 avec les même sites),
- avec l'oxygène dissous (bâton hypoxie),
- avec la conductivité hydraulique (perméamétre).

Comparaison des taux de survie des œufs entre les sites sur l'Alagnon

La survie des œufs ne varie pas d'un site à l'autre sur le cours principal de l'Alagnon (Kruskal Wallis test : p-value 0,357 ; alpha 0,05).

Comparaison des taux de survie des œufs entre les sites sur le Béal

La survie des œufs ne varie pas d'un site à l'autre sur le Béal (Mann Whitney test : p-value 0,3134 ; alpha 0,05).

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

En 2016-2017, la survie moyenne des œufs au stade éclosion est respectivement de 6,3 % sur l'Alagnon (médiane 0 %) et 2,8 % sur le Béal (médiane 0 %) (Figure 15). Le cours principal de l'Alagnon présente un meilleur taux de survie des œufs de saumons au stade éclosion que le Béal (Mann Whitney test : p-value 0,018 ; alpha 0,05)

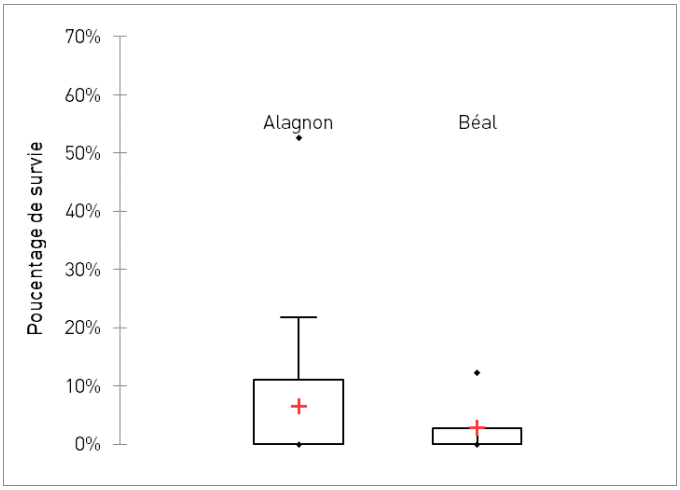


Figure 15 : Box plot des taux de survie des œufs de saumons au stade « éclosion » sur l'Alagnon et la Béal

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

Les 4 sites choisis en 2013-2014 ont fait l'objet d'un suivi lors de la campagne 2016-2017 (Tableau 15). La moyenne des taux de survies obtenue en 2013-2014 sur le bassin de l'Alagnon, (4 frayères = Moy 71,5 % +/- 16,8) est plus importante que lors de la campagne 2016-2017 (4 frayères = Moy 6,2 % +/- 4).

Tableau 15 : Comparaison des taux de survie des œufs de saumons au stade « éclosion » entre les différentes campagnes d'étude sur le bassin de l'Alagnon

	Taux de Survie Stade Eclosion : Etude 2013-2014	Taux de Survie Stade Eclosion : Etude 2016-2017
Tendrot	75,2%	11,7%
Aval Pt Ianau	53,8%	8,7%
Pagne Baric	76,7%	1,4%
Auzit	80,7%	3,3%

Pour l'ensemble des frayères, la survie des œufs varie significativement d'une année sur l'autre (Mann Whitney test ; alpha 0,05) (Tableau 17).

Tableau 16 : Résultats des tests de Mann Whitney sur la comparaison des taux de survie des œufs de saumons au stade « éclosion » entre les différentes campagnes d'étude sur le bassin de l'Alagnon

Cours d'eau	Sites	P-value	Decision
Alagnon	Tendrot	0,000	On rejete HO
	Aval Pt Lanau	0,030	On rejete HO
	Plagne Baric	0,001	On rejete HO
	Auzit	< 0,0001	On rejete HO

Concentration en oxygène dissous des frayères

La mesure de l'anoxie est réalisée sur les 20 premiers centimètres (limite de décolmatage des frayères et d'implantation des capsules). Sur l'ensemble des sites étudies en 2016-2017, les œufs ont évolué dans les conditions d'oxygénation « total » jusqu'au stade éclosion (Tableau 17)

Tableau 17 : Résultats des profondeurs moyennes d'oxygénation du substrat à l'intérieur des frayères au stade « éclosion »

Cours d'eau	Sites	Nb bâtons	Profondeur moyenne oxygénée sur les 20 premiers cm
Alagnon	Tendrot	5	20,0
	Aval Pt Lanau	5	20,0
	Plagne Baric	5	20,0
	Auzit	5	20,0
Béal	Béal - Dardelin	4	20,0
	Béal - Lempdes	5	20,0

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

Les profondeurs d'oxygénation « Hors » et « Dans » les frayères sont donc similaires sur tous les sites. (Mann Whitney test ; alpha 0,05) (Tableau 18).

Tableau 18 : Résultats des tests de Mann Whitney sur la comparaison du niveau d'oxygénation des bâtons en fonction de leur positionnent hors/dans frayère pour les différentes sites au stade « éclosion »

Cours d'eau	Sites	P-value	Decision
Alagnon	Tendrot	1	On accepte HO
	Aval Pt Lanau	1	On accepte HO
	Plagne Baric	1	On accepte HO
	Auzit	1	On accepte HO
Béal	Béal - Dardelin	1	On accepte HO
	Béal - Lempdes	0,4	On accepte HO

Relation entre la survie des œufs et l'oxygène dissous

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

L'analyse des résultats ne permet pas de mettre en évidence un lien fort entre le taux de survie et la profondeur d'oxygénation (Figure 16). En effet, les moins bonnes survies observées sur les frayères du Béal (Dardelin et Lempdes) et les frayères amont de l'Alagnon (Plagne baric et Auzit) ne s'expliquent pas par de mauvaises oxygénations.

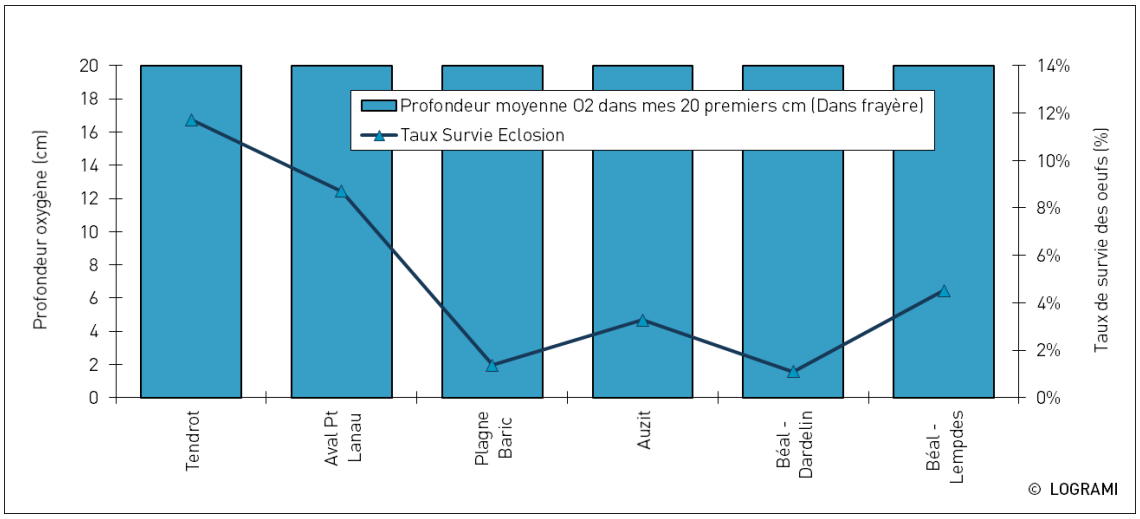


Figure 16 : Taux de survie au stade « éclosion » et profondeur d'oxygénation sur chaque frayère

Conductivité hydraulique

Les sédiments décolmatés des frayères étudiées sur l'Alagnon et le Béal présentent des perméabilités variables (Tableau 15). Alors que les sédiments de l'Alagnon sont perméables, ceux du Béal sont perméables ou colmatés. En effet, dans le Béal, les taux d'infiltration à Lempdes sont de 40 % contre 100 % à Dardelin.

Sur l'Alagnon, les frayères sont peu colmatées avec une moyenne de conductivité égale à 17,2 K +/-2,8. La plus forte perméabilité du substrat est enregistrée sur la frayère de Tendrot avec une valeur de 22,9 K. Cependant, Il n'y a pas de différence significative de conductivité hydraulique entre les frayères de l'Alagnon (Mann Whitney : p-value 0,09 ; alpha 0,05).

Le Béal présente quant à lui des conductivités moins importantes que le cours principal de l'Alagnon avec une moyenne de 8,2 K +/- 3,3. La plus faible perméabilité du substrat est enregistrée sur la frayère amont de Lempdes valeur de 4,9 K. Dans la partie amont du Béal, le sédiment est donc « très colmaté ». Cependant, il n'y a pas de différence significative de conductivité hydraulique entre les frayères du Béal (Mann Whitney : p-value 0,128 ; alpha 0,05)

Tableau 11 : Résultats des taux d'infiltration et des conductivités hydrauliques du substrat à l'intérieur des frayères au stade « éclosion » (Source : LOGRAMI)

Rivières	Sites	Taux Infiltration (%)	Prerméabilité (K)
Alagnon	Tendrot	100%	22,9
	Aval Pt Lanau	100%	17,1
	Plagne Baric	100%	15,5
	Auzit	100%	13,3
Béal	Béal - Dardelin	100%	11,5
	Béal - Lempdes	40%	4,9

Comparaison de la conductivité hydraulique dans les frayères entre les cours d'eau

Les frayères artificielles de l'Alagnon sont significativement plus perméables que celles du Béal (Mann Whitney test : p-value 0,010 ; alpha 0,05) (Figure 17). La conductivité hydraulique moyenne des frayères de l'Alagnon est de 17.2cm/h (+/-7,1) et de 8,2 cm/h (+/-4,6) sur le Béal.

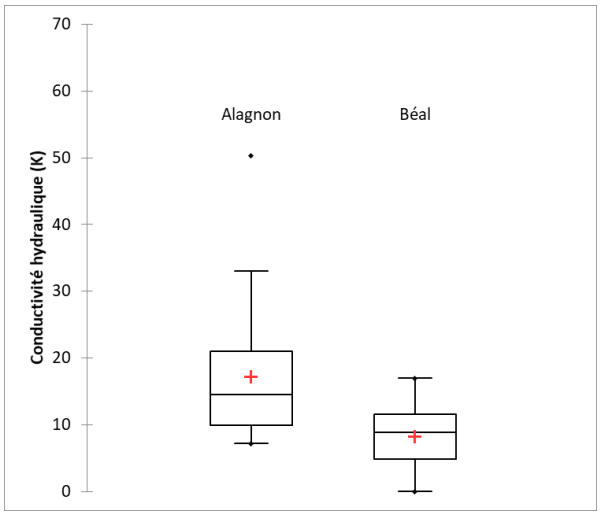


Figure 17 : Box plot des conductivités hydrauliques des frayères artificielles au stade « éclosion » sur l'Alagnon et la Béal

Comparaison de la conductivité hydraulique entre les zones « Hors » et « Dans» les frayères

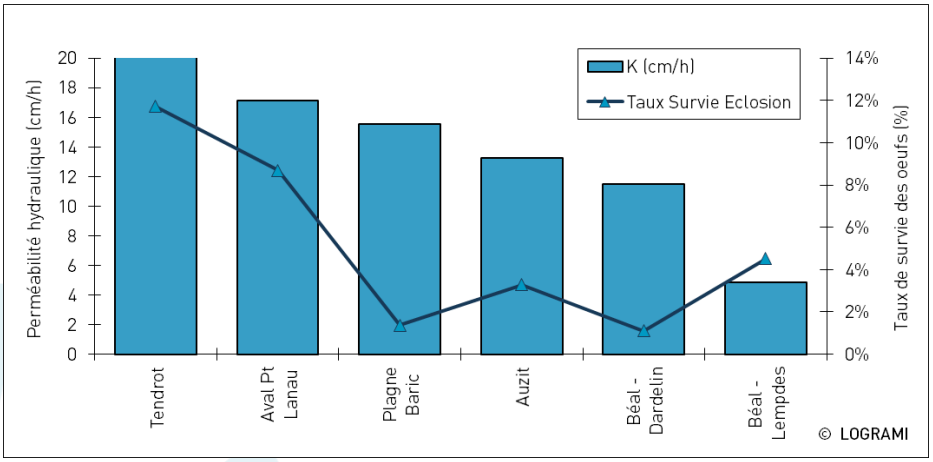
Les conductivités « Hors » et « Dans » les frayères sont donc similaires sur tous les sites. (Mann Whitney test ; alpha 0,05) (Tableau 19).

Tableau 19 : Résultats des tests de Mann Whitney sur la comparaison de la conductivité hydraulique en fonction de leur positionnent Hors/Dans frayère pour les différentes sites au stade « éclosion »

Rivières	Sites	P-value	Decision
Alagnon	Tendrot	0,4	On accepte HO
	Aval Pt Lanau	0,4	On accepte HO
	Plagne Baric	0,6	On accepte HO
	Auzit	0,7	On accepte HO
Béal	Béal - Dardelin	0,7	On accepte HO
	Béal - Lempdes	0,4	On accepte HO

Relation entre la survie des œufs et la conductivité hydraulique

L'analyse des résultats ne permet pas de mettre en évidence un lien fort entre le taux de survie et la conductivité hydraulique (Test de Sperman R^2=0.4) (Figure 18).



Taux de survie au stade « éclosion » et conductivité hydraulique sur chaque frayère

Taux de survie au stade « émergence »

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

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.

Les taux de survie des œufs au stade émergence varient de 0 % à 3,6 % pour une moyenne (tous sites confondus) de 1,6 % +/- 2,8 % (Moy Alagnon 1,2 % +/- 2,2 % / Moy Béal 2,2 % +/- 3,9 %) (Tableau 20 et Figure 19). L'ensemble des résultats se situe dans la fourchette basse 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 l'Alagnon, aucune survie n'est constatée sur les frayères de Tendrot et Plagne baric. La frayère Aval Pt Lanau présente le taux de survie le plus élevé avec 3,6 %.

Sur le Béal, les deux frayères présentent le même taux de survie (2,2 %).

Tableau 20 : Résultats du taux de survie des œufs de saumons au stade « émergence » sur chaque frayère

Rivières	Sites	Taux de Survie au Stade Emergence
Alagnon	Tendrot	0,0%
	Aval Pt Lanau	3,6%
	Plagne Baric	0,0%
	Auzit	1,1%
Béal	Béal - Dardelin	2,2%
	Béal - Lempdes	2,2%

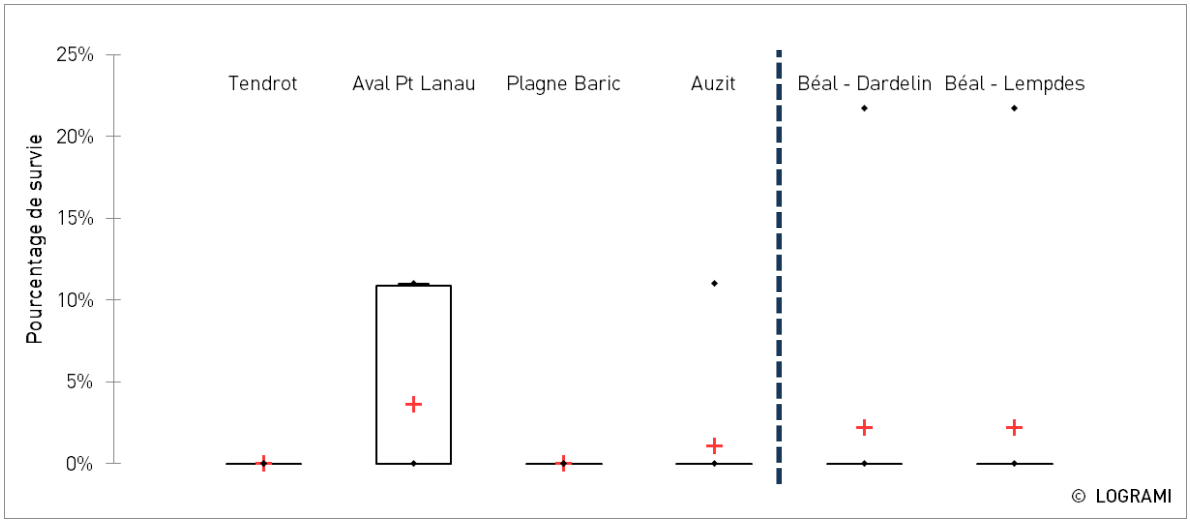


Figure 19 : Box plot des taux de survie des œufs de saumons au stade « émergence » sur chaque frayère

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

- des frayères entre elles ;
- des cours d'eau : Alagnon Béal ;

- entre les différents stades de développement (Eclosion et Emergence) ;
- avec l'oxygène dissous (bâton hypoxie) ;
- avec la conductivité hydraulique (préméamètre) ;
- avec les particules fines (piège à sédiment).

Comparaison des taux de survie des œufs entre les sites sur l'Alagnon

La survie des œufs ne varie pas d'un site à l'autre sur le cours principal de l'Alagnon (Kruskal Wallis test : p-value 0,097 ; alpha 0,05).

Comparaison des taux de survie des œufs entre les sites sur le Béal

La survie des œufs ne varie pas d'un site à l'autre sur le Béal (Mann Whitney test : p-value 1 ; alpha 0,05).

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

En 2016-2017, la survie moyenne des œufs au stade émergence est respectivement de 1,2 % sur l'Alagnon (médiane 0 %) et 2,2 % sur le Béal (médiane 0 %) (Figure 20). Il n'y a pas de différence de survie au stade émergence entre l'Alagnon et le Béal (Mann Whitney test : p-value 0,577 ; alpha 0,05)

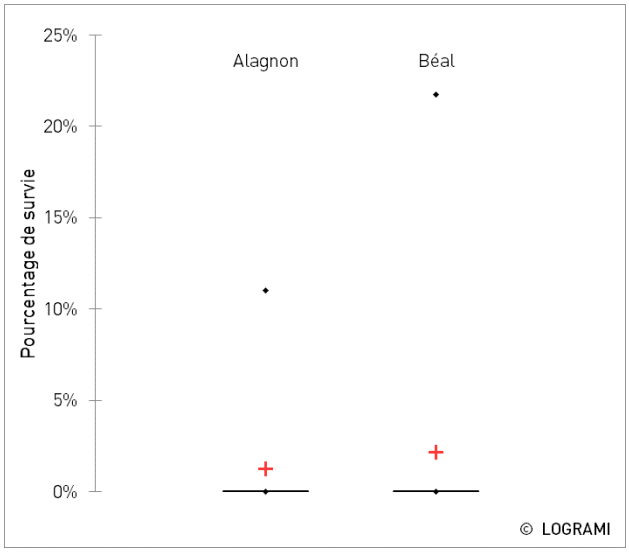


Figure 20 : Box plot des taux de survie des œufs de saumons au stade « émergence » sur chaque cours d'eau

Evaluation des taux de survie des œufs entre les différents stades de développement (Eclosion et Emergence)

La moyenne de la survie Inter-stade sur l'ensemble des frayères est de 27 % (Tableau 21). Elle varie beaucoup d'un site à l'autre (+/- 21,3). Les meilleurs taux de survies sont enregistrés sur les frayères « Aval Pt Lanau » et Béal-Dardelin » avec 50 % de survie inter-stade. A contrario, des taux de survie nuls sont constatés sur les frayères de « Tendrot » et de Plagne Baric »

Tableau 21 : Résultats du taux de survie Inter-stade (éclosion-émergence) sur chaque frayère (Source : LOGRAMI)

Rivières	Sites	Taux Survie Eclosion	Taux Survie Emergence	Taux Survie Inter-Stade
Alagnon	Tendrot	12%	0%	**0%**
	Aval Pt Lanau	9%	4%	**50%**
	Plagne Baric	1%	0%	**0%**
	Auzit	3%	1%	**33%**
Béal	Béal - Dardelin	1%	2%	*
	Béal - Lempdes	5%	2%	**50%**

* Survie supérieure au stade « émergence » : Impossible de calculer un taux de survie Inter-stade

Concentration en oxygène dissous des frayères

Les œufs ont évolué dans des conditions d'oxygénation « totale » jusqu'au stade « émergence » sur l'ensemble des frayères du Béal et sur les frayères de « Plagne Baric » et « Aval Pt Lanau » (Tableau 22). Des problèmes d'oxygénations semblent apparaitre sur les frayères de « Tendrot » et « Auzit » avec des profondeurs d'anoxie respectivement de 2 cm et 7,3 cm.

Tableau 22 : Résultats des profondeurs moyennes d'oxygénation du substrat à l'intérieur des frayères au stade « émergence »

Cours d'eau	Sites	Nb bâtons	Profondeur moyenne oxygénée sur les 20 premiers cm
Alagnon	Tendrot	4	17,0
	Aval Pt Lanau	4	20,0
	Plagne Baric	4	20,0
	Auzit	5	12,7
Béal	Béal - Dardelin	4	20,0
	Béal - Lempdes	5	20,0

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

Il n'y a pas de différence significative du niveau d'oxygénation des bâtons présents dans les frayères artificielles entre l'Alagnon et le Béal (Mann Whitney : p-value 0,085 ; alpha 0,05).

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

Les profondeurs d'oxygénation « Hors » et « Dans » les frayères sont donc similaires sur tous les sites. (Mann Whitney test ; alpha 0,05) (Tableau 23).

Tableau 23 : Résultats des tests de Mann Whitney sur la comparaison du niveau d'oxygénation des bâtons en fonction de leur positionnent hors/dans frayère pour les différentes sites au stade « émergence »

Cours d'eau	Sites	P-value	Decision
Alagnon	Tendrot	1	On accepte HO
	Aval Pt Lanau	1	On accepte HO
	Plagne Baric	1	On accepte HO
	Auzit	0,172	On accepte HO
Béal	Béal - Dardelin	1	On accepte HO
	Béal - Lempdes	0,1	On accepte HO

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.

Comme pour la lecture au stade éclosion, l'analyse des résultats ne permet pas de mettre en évidence un lien fort entre le taux de survie et la profondeur d'oxygénation (Figure 21). En effet, les taux de survie nuls des frayères de « Tendrot » et « Plagne-Baric » ne s'expliquent pas par de mauvaises oxygénations.

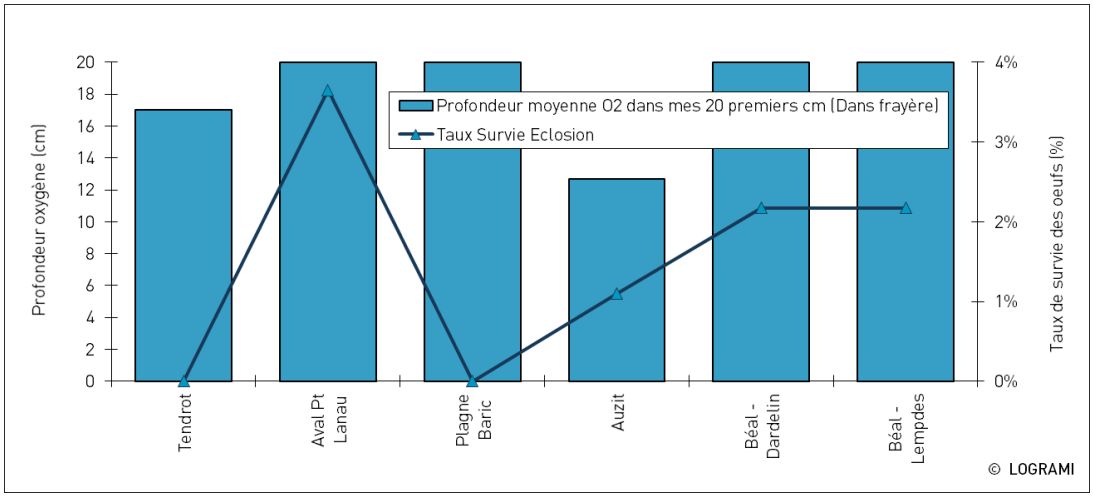


Figure 21 : Taux de survie au stade « émergence » et profondeur d'oxygénation sur chaque frayère

Conductivité hydraulique

Les sédiments décolmatés des frayères étudiées sur l'Alagnon et le Béal présentent des taux d'infiltration maximum (Tableau 24).

Sur l'Alagnon, les zones de reproduction sont « peu colmatées » avec une moyenne de conductivité égale à 17,7 K +/- 5,2. La plus forte perméabilité du substrat est une fois de plus enregistrée sur la frayère de Tendrot avec une valeur de 27,2 K. Cependant, Il n'y a pas de différence significative de conductivité hydraulique entre les frayères de l'Alagnon (Mann Whitney : p-value 0,09 ; alpha 0,05).

Le Béal présente quant à lui des conductivités moins importantes que le cours principal de l'Alagnon avec une moyenne de 8,5 K +/- 1,1. Il n'y a pas de différence significative de conductivité hydraulique entre les frayères du Béal (Mann Whitney : p-value 0,939 ; alpha 0,05). Nous pouvons en conclure que le substrat est « moyennement colmaté » dans le Béal lors de la relève des alevins au stade émergence.

Tableau 24 : Résultats des taux d'infiltration et des conductivités hydrauliques du substrat à l'intérieur des frayères au stade « émergence »

Rivières	Sites	Taux Infiltration (%)	Perméabilité (K)
Alagnon	Tendrot	100%	27,2
	Aval Pt Lanau	100%	12,8
	Plagne Baric	100%	12,2
	Auzit	100%	18,8
Béal	Béal - Dardelin	100%	7,4
	Béal - Lempdes	100%	9,6

Comparaison de la conductivité hydraulique dans les frayères entre les cours d'eau

Les frayères artificielles de l'Alagnon sont significativement plus perméables que celles du Béal (Figure 22). La conductivité hydraulique moyenne des frayères de l'Alagnon est de 17,7 cm/h (+/-8,2) et de 8,5 cm/h (+/-3,1) sur le Béal.

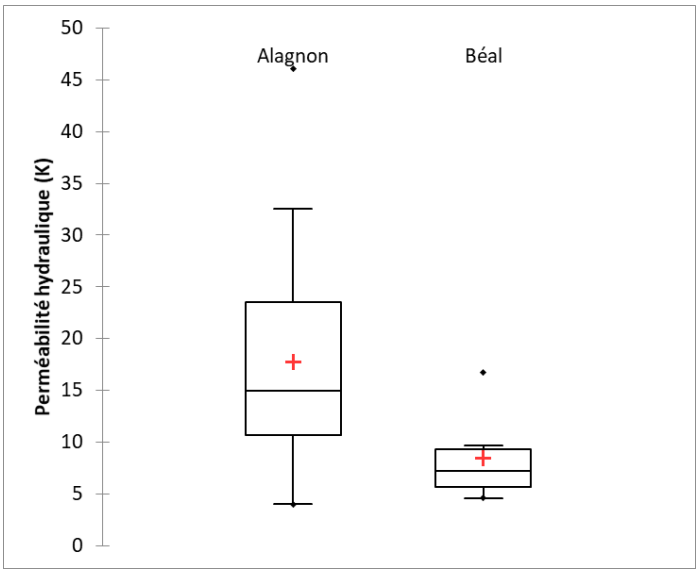


Figure 22 : Box plot des conductivités hydrauliques des frayères artificielles au stade « émergence » sur l'Alagnon et le Béal

Comparaison de la conductivité hydraulique entre les zones « Hors » et « Dans» les frayères

Les conductivités hydrauliques « Hors » et « Dans » les frayères sont donc similaires sur tous les sites. (Mann Whitney test ; alpha 0,05) (Tableau 25).

Tableau 25 : Résultats des tests de Mann Whitney sur la comparaison de la conductivité hydraulique en fonction de leur positionnent Hors/Dans frayère pour les différentes sites au stade « émergence »

Rivières	Sites	P-value	Decision
Alagnon	Tendrot	0,4	On accepte H0
	Aval Pt Lanau	0,8	On accepte H0
	Plagne Baric	0,3	On accepte H0
	Auzit	0,1	On accepte H0
Béal	Béal - Dardelin	0,1	On accepte H0
	Béal - Lempdes	0,2	On accepte H0

Relation entre la survie des alevins et la conductivité hydraulique

L'analyse des résultats ne permet pas de mettre en évidence un lien fort entre le taux de survie et la conductivité hydraulique (Test de Serpman $R^2 = 0,3$) (Figure 23).

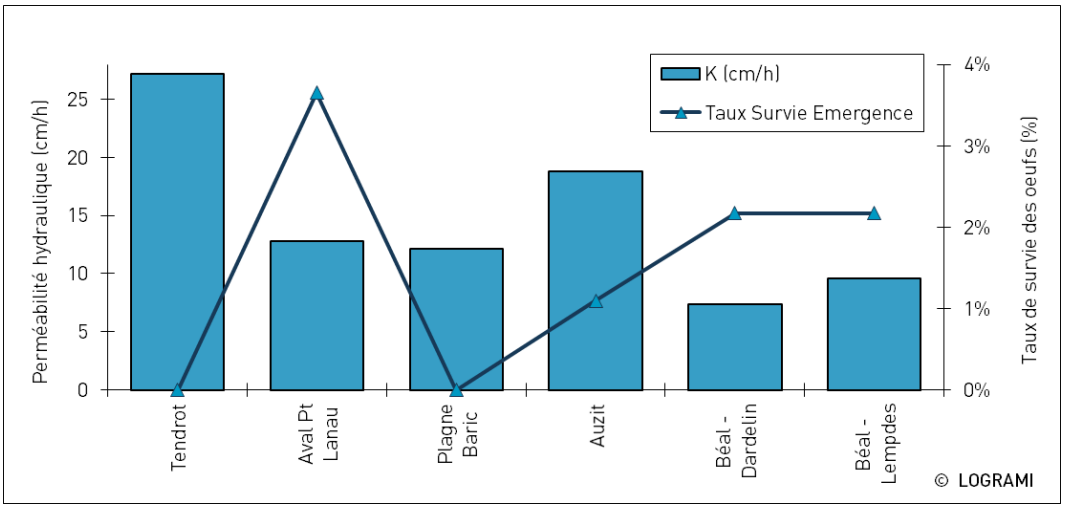


Figure 23 : Taux de survie au stade « émergence» et conductivité hydraulique sur chaque frayère

Mesure du colmatage par les fines via des pièges à sédiments

Afin d'estimer la quantité de matière fine responsable du colmatage du cours d'eau sur l'ensemble des sites d'étude, les sédiments fins (< 0,4 mm) récoltés par les pièges ont été pesés. Les résultats sont présentés sur la figure ci-dessous (Figure 24). Sur les 18 pièges installés sur l'ensemble des frayères, seulement 13 ont pu être récupérés. Sur le site de Plagne baric, un seul piège à sédiments a été retrouvé.

En observant l'ensemble des résultats, on se rend compte que la quantité de matière fine moyenne présente dans les pièges est significativement plus importante dans le Béal (27,4 g +/- 8,2) que sur le cours principal de l'Alagnon (12,1 g +/- 3,3) (Mann Whitney test : p-value 0,018 ; alpha 0,05).

Pour la frayère Béal-Lempdes, une quantité importante par rapport aux autres stations a été mesurée. Cette station étant la plus en amont dans le Béal. Elle est donc susceptible d'être la plus impactée par la décantation de matières fines au sein de la colonne d'eau (faibles vitesses de courant dans ce système). La présence d'une granulométrie accessoire plus fine sur les sites du Béal (Petits galets et Gravier) atteste de ce fait.

Pour les stations de l'Alagnon, la quantité de matière reste relativement stable (de l'ordre de 12,1 g de matière sèche).

Quoi qu'il en soit, les quantités de matières sèches récoltées au niveau de l'ensemble de pièges à sédiments restent faibles. En effet, une étude réalisée avec les mêmes types de piège sur des cours d'eau du Parc du Morvan fait état de 400g de matières sèches récoltées (FOUILLE, 2013).

L'analyse des résultats ne permet pas de mettre en évidence un lien fort entre le taux de survie et les sédiments fins (Test de Serpman R2 = 0,25).

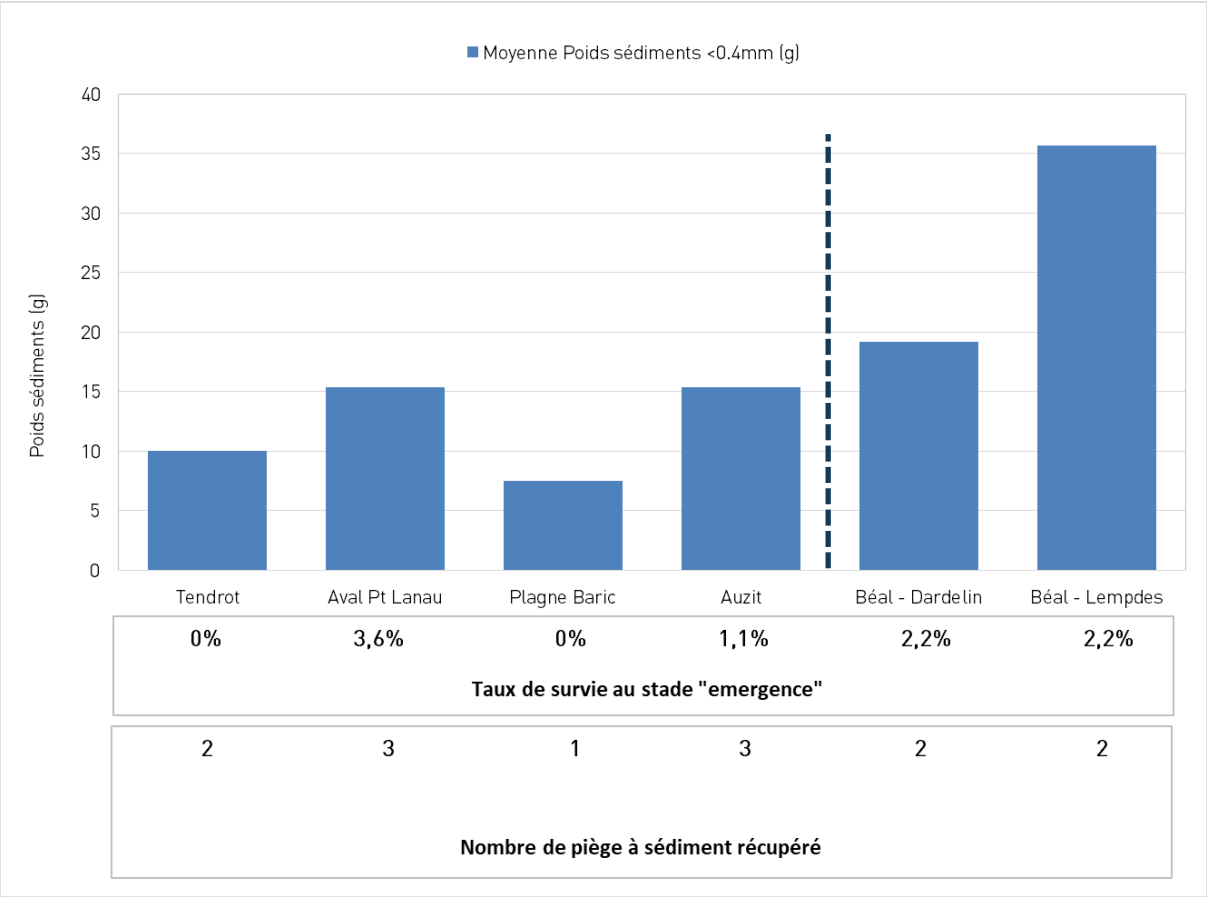


Figure 24 : Poids des différentes fractions de sédiment récoltés dans les pièges au stade « émergence» au regard de la survie des alevins

Discussion / Conclusion

Cette campagne 20016-2017 est marquée par des taux de survie extrêmement faibles pour les deux stades de développement (éclosion et émergence). Ces résultats sont les plus bas enregistrés depuis les premiers suivis en 2009 (BACH et al 2016).

Les taux de survie des œufs au stade éclosion varient de 1,1 % à 11,7 % pour une moyenne (tous sites confondus) de 5,1 % +/- 3. Le très faible taux de survie observé sur la frayère de « Plagne baric » (1,1 %) peut être lié à une érosion importante de la zone d'incubation (40 cm) sur une partie de la frayère survenue pendant la phase « incubation-éclosion » des œufs. En effet, les œufs ont ainsi évolué hors du substrat dans des conditions moins clémentes pour leur survie (exposition aux forts débits). A contrario, le plus fort taux de survie enregistré sur la frayère de Tendrot peut s'expliquer par la bonne composition granulométrique facilement mobilisable (non-pavée) facilitant ainsi la circulation de l'eau et l'alimentation en oxygène des œufs.

Pour rappel, lors de la saison de 2013-2014, une campagne avait été effectuée sur les mêmes sites d'étude du cours principal de l'Alagnon. Les résultats avoisinaient les 70 % de survie au stade éclosion sur l'ensemble du bassin. En 2016-2017, nous sommes bien loin de ces résultats avec des valeurs inférieures à 15 %.

Les taux de survie des œufs au stade émergence, quant à eux, sont encore plus faibles et varient de 0 à 3,6 % pour une moyenne (tous sites confondus) de 1,6 % +/- 2,8. Comparativement, en 2015-2016, lors

de la campagne d'étude sur la Dore et la Sioule, les meilleurs taux de survie avoisinaient les 45 % sur la Sioule et le 25 % sur la Dore.

Les résultats obtenus lors de la saison 2016-2017 indiquent que les conditions d'incubation des œufs sur l'Alagnon jusqu'au stade émergence sont très faibles (BLEY et MORING (1988).

Cette différence de survie entre les deux campagnes pourrait s'expliquer par :

- des conditions environnementales particulières (température),
- une ponte de moins bonne qualité (manque d'un lot témoin à la pisciculture de Chanteuges ne permettant pas de statuer sur cette hypothèse),
- une perturbation de la zone d'incubation des œufs suite aux trois campagnes de mesures de la perméabilité hydraulique sur les frayères artificielles (piétinement de la frayère, vibration occasionnée par l'emploi du perméamètre).

La Température

Lorsque l'on compare le cumul des températures de l'Alagnon entre les deux campagnes d'étude réalisées en 2013-2014 et 2016-2017, on s'aperçoit que l'évolution est bien moins linéaire en 2016-2017 (Figure 25). Ce profil thermique avec la présence d'un « plateau » important pendant la période d'incubation des œufs indique que l'Alagnon a subi une longue de froid retardant ainsi la date d'éclosion.

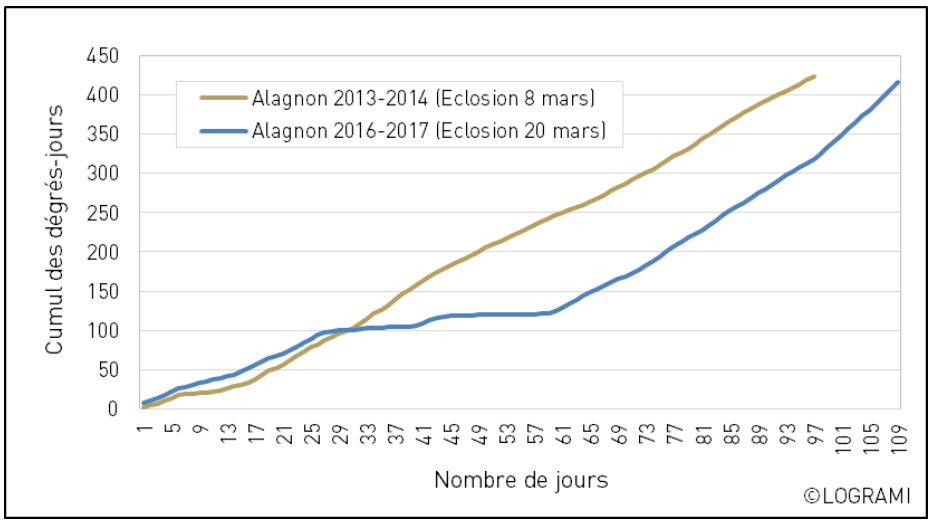


Figure 25 : Evolution du nombre de degrés-jours en fonction de la date entre les deux campagnes d'étude sur l'Alagnon en 2016-20214 et 2016-2017

Au cours de la campagne 2016-2017, les deux sites du Béal (Dardelin et Lempdes) présentent une évolution quasi identique de la température de ceux du cours aval de l'Alagnon (Tendrot et Aval Pt de Lauau). Cependant, les sites les plus en amont sur l'Alagnon présentent une évolution plus lente avec des températures de l'eau légèrement plus fraiches (0,4 °C en moyenne sur l'ensemble de l'étude).

Pendant le développement des œufs, une formation de « glace de fond » a pu être observée le 19/01/2017 sur les sites les plus en amont lors de la relève des sondes températures. Pendant une dizaine de jours (17/01/2017 au 26/01/2017), l'eau de l'Alagnon est restée proche de 0°C occasionnant la formation de ce type de glace. En effet, lors des périodes de froid extrême, la glace de fond se forme à partir de l'accrétion, sur le lit de la rivière, du frasil (premiers cristaux de glace à se former, en forme d'aiguille d'une taille inférieure à 1 mm) transporté par l'écoulement. La glace de fond peut occuper une partie importante du lit de la rivière lorsque des conditions atmosphériques (T° inférieure à 10°C) et des conditions hydrauliques favorables (faibles débits) sont réunis (CUNJAK et al., 1998). Les conséquences biologiques de la présence de ce type de glace peuvent être directes comme le gel des œufs (McNEIL, 1966 ; REISER et WESHE, 1979, WALSH et CALKINS, 1998) ou indirectes comme la réduction

du débit intra granulaire et la diminution associée du niveau d'oxygène dissous (CALKINS, 1989 ; POWER et al., 1993 ; CUNJAK et al., 1998). Cette observation pourrait donc expliquer les forts taux de mortalité enregistrés en 2017 sur le bassin de l'Alagnon. La température étant légèrement plus chaude sur la partie aval du bassin pourrait également expliquer le taux de survie plus important sur la frayère de Tendrot.

Le débit

L'hydrologie de l'Alagnon sur l'ensemble de la période d'incubation des œufs jusqu'au stade émergence n'a eu aucun effet sur l'équipement des frayères. De plus, aucun stress hydrologique n'est rencontré par les œufs et les alevins au cours de leur développement. En effet, ni crues importantes (décennale ou plus), ni sécheresses trop élevées ne se sont produits durant la phase d'expérimentation.

Granulométrie des frayères

L'ensemble des frayères ont été réalisées sur des zones présentant des caractéristiques granulométriques très similaires. La classe granulométrique dominante la plus représentée est celle des « gros galets ». On note l'apparition de granulométries plus fines (graviers) dans le Béal (frayère de Lempdes).

Une différence notable du pavage est observée entre les sites d'étude. La frayère la plus aval sur l'Alagnon (Tendrot) présente un substrat beaucoup plus mobile que les autres. Cette frayère présente également un taux de survie au stade « éclosion » plus élevée (12 %) ainsi que des conductivités hydrauliques plus importantes. Ce secteur semble avoir été le plus fonctionnel pour le développement des œufs au cours de cette période d'étude.

Le taux d'oxygène dissous

Les œufs ont évolué dans le Béal et le cours de l'Alagnon dans des conditions d'oxygénations « totale » jusqu'au stade éclosion. Pour le stade émergence, des problèmes d'oxygénations semblent apparaitre sur certains sites (Tendrot et Auzit). Cette méthode ne permet pas de mettre en évidence un lien entre le taux de survie et le niveau d'oxygénation du substrat. Il faut noter que la lecture des bâtonnets est difficile et la mesure ainsi sujette à d'importants biais ; la profondeur d'apparition des premières tâches brunes n'est pas toujours claire. Cette étude montre une fois de plus les limites de la méthode.

Les deux nouveaux protocoles de caractérisation des frayères ont permis quant à eux de mettre en évidence des fonctionnements différents selon les sites étudiés :

La conductivité hydraulique

Les résultats de conductivités sont intéressants et permet d'affirmer que cette étude peut servir comme indicateur d'évolution dans le temps du niveau de colmatage. Cependant, les résultats ne montrent pas de corrélation avec les taux de survie aux différents stades.

Cette étude a nécessité une importante charge de travail. En effet, trois campagnes de mesures ont été menées sur chaque frayère artificielle au moment de l'incubation des œufs, de l'éclosion et de l'émergence. 1h de temps est nécessaire pour effectuer les 10 mesures de perméabilité sur un site (5 mesures dans la frayère et 5 mesure hors) soit au total 18h pour l'ensemble de l'étude.

Toutes campagnes de mesures confondues, les frayères artificielles de l'Alagnon sont significativement plus perméables que celles du Béal (Figure 26).

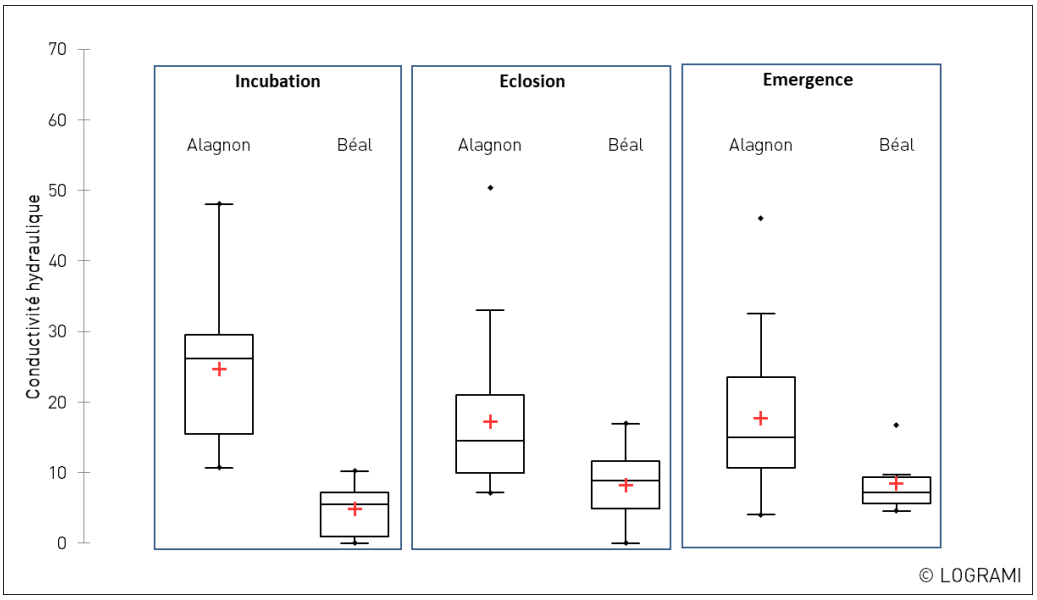


Figure 26 : Evolution de la conductivité hydraulique de l'Alagnon et du Béal entre les trois campagnes de mesure (Incubation, Eclosion et Emergence)

Au sein du Béal, la conductivité est significativement identique au cours des trois campagnes de mesure (Kruskal Wallis test p-value : 0,0012 ; alpha 0,05). Cependant, une évolution de la conductivité est constatée sur le cours de l'Alagnon. Les frayères se colmatent au fur et à mesure du temps. Une différence significative de la perméabilité est observée entre l'incubation et l'éclosion (Mann Whitney test : p-value 0,009 ; alpha 0,05). Ce constat n'est toutefois pas retrouvé entre l'éclosion des œufs et l'émergence des alevins (Mann Whitney test : p-value 0,903 ; alpha 0,05).

La conductivité hydraulique est également influencée par la composition du substrat. Les substrats à faible granulométrie (limons, sables) diminuent la valeur de la conductivité hydraulique (FOUILLE, 2013). A contrario, les substrats de type plus grossier allant du gravier jusqu'à la pierre expriment des valeurs de conductivité plus importantes. Les zones de forte vitesse de courant et à substrats grossiers ont donc des valeurs de conductivité hydraulique plus élevées. Autrement dit, plus les vitesses de courant sont faibles, plus les particules fines sédimentent, plus le milieu se colmate et moins il est apte à accueillir des populations. Dans le Béal, les vitesses modérées du courant ont tendance à diminuer la vitesse de circulation de l'eau dans le sédiment. C'est donc pour cette raison que les valeurs mesurées de conductivité sont les plus faibles.

Dans un but d'optimisation du temps, nous nous sommes aussi interrogés sur la possibilité de diminuer le nombre de mesures sans réduire considérablement la qualité de l'estimation du colmatage. Lorsque l'on considère peu de mesures, la moyenne obtenue est très dépendante de l'échantillon choisi. Elle va donc varier de façon importante selon les sélections aléatoires et l'écart type sera important. Cinq mesures nous semblent bien appropriées pour représenter la conductivité au sein d'une frayère. Cependant, les mesures « Hors » frayère apportent peu d'information sur la compréhension des variations inter et intra site. Il a été décidé de retirer ces mesures des futures campagnes.

Une des limites de la méthode peut être liée au piétinement des agents ainsi qu'aux vibrations occasionnées par l'utilisation de la sonde piézométrique sur les frayères lors de la réalisation des différentes campagnes de mesures. En effet, les œufs et les alevins peuvent subir un stress important pouvant occasionner leur mort.

Les sédiments fins

En observant l'ensemble des résultats, on se rend compte que la quantité de matière fine présente dans les pièges du Béal est plus importante que sur le cours de l'Alagnon. Il existe une relation entre le pourcentage de particules fines dans le sédiment et la conductivité hydraulique de ce dernier au stade

émergence (Test de Serpman R^2 = 0,64). Par conséquent, plus les fines sont en quantité importante, plus la conductivité hydraulique est faible (DESCLOUX et al., 2010). Ainsi, les faibles vitesses de courant rencontrées dans le Béal favorisent la sédimentation des particules fines et font de ce bras un milieu plus colmaté que l'Alagnon. Tout comme les mesures de conductivité hydraulique, les sédiments fins ne montrent pas de corrélation avec les taux de survie des œufs.

La qualité de l'habitat physique est un paramètre déterminant pour la survie des œufs de saumons. Les résultats obtenus indiquent que, sur l'ensemble des zones de reproduction du saumon de l'Alagnon, elle est supérieure à celle de la partie amont du Béal. Le Béal ne semble pas être un milieu de vie favorable et fonctionnel pour le développement des œufs. En effet, les vitesses de courant plus faibles que dans l'Alagnon favorisent l'accumulation de particules fines qui engendre un colmatage plus important des zones de reproduction.

Les très faibles taux de survie rencontrés lors de cette campagne ne peuvent pas être corrélés aux différentes mesures de colmatage des frayères. Les conditions environnementales particulières de mi-janvier ont pu avoir un impact direct sur la mauvaise survie des œufs.

Toutefois, les nouvelles techniques de caractérisation du substrat de reproduction (Conductivité hydraulique, Piège à sédiments) sont assez simples, peu chères, efficaces et permettent d'évaluer le colmatage de la zone hyporhéique. Il est donc intéressant d'envisager la réitération de cette étude de manière à tenter de comprendre les différences de survie entre les sites.

2.3.1.2 Bilan et synthèse des études de survie sous graviers menées sur le bassin de la Loire depuis 2009

Contexte

Le bassin de Loire présente un fort potentiel d'accueil pour la reproduction du saumon atlantique. Les deux bassins les plus fréquentés sont le bassin de la Vienne et de L'Allier. On peut donc s'interroger sur l'existence d'une différence de fonctionnalité des secteurs sur l'ensemble des rivières et des affluents. Ainsi, depuis 2009, des études d'évaluation de la survie sous graviers des œufs et des alevins de saumons sur le bassin de la Loire ont été réalisées afin d'obtenir des éléments de réponse. Une synthèse de ces 8 années d'études a été réalisée afin de dresser un état des lieux de la connaissance acquise pour les stades de développement « éclosion » et « émergence ».

Localisation et chronologie des études

Trois grands bassins ont fait l'objet d'études de survie sous graviers depuis 2009 (Figure 27). On y trouve les deux bassins versants présentant la majorité des cours d'eau colonisés par le saumon atlantique

sur le bassin de la Loire, la Creuse et ses affluents (la Gartempe et l'Ardour) ainsi que l'Allier et ses affluents (l'Alagnon et son Béal, la Dore et la Sioule).

Le troisième bassin étudié correspond au bassin de la Vienne et ses affluents (la Briance et la Combade), historiquement peuplé d'une importante population de saumon qui a disparue suite à la construction du complexe hydro-électrique de l'Isle Jourdain. Ce bassin a été étudié afin de caractériser son potentiel actuel en termes de reproduction de saumon.

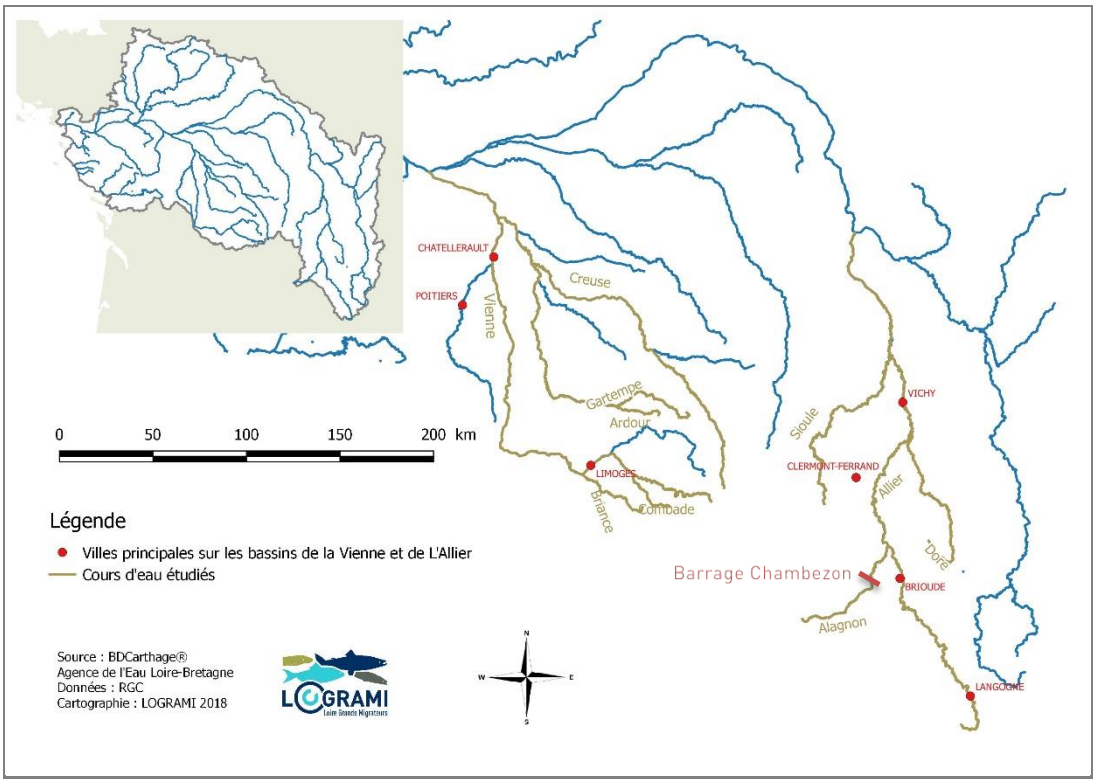


Figure 27 : Cours d'eau du bassin de la Loire concernés par l'étude de la survie sous graviers depuis 2009

Le protocole de mise en place est celui appliqué depuis 2009. Les frayères artificielles sont réalisées par creusement au moyen d'une houe dentée en s'aidant du courant pour chasser les fines. Des capsules contenant 10 œufs fécondés sont insérées dans le sédiment.

Certains axes ont fait l'objet de plusieurs années d'étude : Alagnon (3), Allier (2), Sioule (2), Gartempe (2) et Ardour (2). Certaines années, les suivis ont été menés sur plusieurs axes simultanément pour faire l'objet d'une comparaison inter-sous bassins : 2011-2012 (Creuse, Gartempe, Ardour), 2013-2014 (Allier-Alagnon), 2014-2015 (Gartempe, Ardour, Briance, Combade, Vienne) et 2015-2016 (Dore, Sioule).

L'étude de survie sous graviers s'est donc déroulée sur 8 ans avec des évolutions protocolaires :

L'étude menée en 2009-2010 constituait une grande première pour le bassin de l'Allier et pour l'association LOGRAMI. Cette dernière consistait à évaluer la faisabilité de ce protocole. En effet, jusqu'ici ce suivi a été réalisé uniquement sur des fleuves côtiers qui ne possèdent pas le même régime hydrologique (contraintes hydrauliques plus prononcées sur l'Allier).

Les œufs utilisés proviennent de saumons sauvages de la souche Loire issus de la pisciculture du CNSS de Chanteuges en Haute-Loire (43).

Les secteurs du bassin de la Vienne étant trop éloignés de la pisciculture de Chanteuges, l'utilisation d'œufs de saumons était impossible (durées du transport trop importantes). Ainsi en 2010-2011 une évaluation de la survie sous graviers des œufs de truites a été réalisée en vue de remplacer les œufs

de saumon par des œufs de truite. En effet, le saumon et la truite issus de la même famille posséderaient une exigence similaire en termes de développement des œufs (OMBREDANE, comm. pers.).

En 2015-2016, le protocole a évolué afin d'étudier la survie jusqu'au stade émergence en concertation avec l'UMR de Rennes.

Lors de la compagne 2016-2017 sur le bassin de l'Alagnon, deux nouveaux protocoles de caractérisation des habitats ont été mis en place sur les frayères artificielles : conductivité hydraulique (DATRY et DONON, 2011) et pièges à sédiments (PARKINSON et al, 2001).

Tableau 26 : Évolution du protocole de l'étude de survie sous graviers menée par LOGRAMI sur le bassin de la Loire depuis 2009

Année	Cours d'eau Concerné	Phase Concernée	Nombre faryère	Provenance des oeufs	Remarque
2009-2010	Allier	Eclosion	4	CNSS (œufs Saumon)	Etude de faisabilité concluante
2010-2011	Alagnon	Eclosion	4	CNSS (œufs Saumon)	Test de la survie des œufs de Truite pour plannifier étude sur le Bassin de la Vienne
2011-2012	Creuse	Eclosion	2	Moulin Piat (œufs Truite)	
	Gartempe	Eclosion	3	Moulin Piat (œufs Truite)	
	Ardour	Eclosion	2	Moulin Piat (œufs Truite)	
2012-2013	Sioule	Eclosion	7	CNSS (œufs Saumon)	
2013-2014	Allier	Eclosion	6	CNSS (œufs Saumon)	
	Alagnon	Eclosion	4	CNSS (œufs Saumon)	
2014-2015	Gartempe	Eclosion	4	Moulin Piat (œufs Truite)	
	Ardour	Eclosion	1	Moulin Piat (œufs Truite)	
	Vienne	Eclosion	3	Moulin Piat (œufs Truite)	
	Briance	Eclosion	1	Moulin Piat (œufs Truite)	
	Combabe	Eclosion	1	Moulin Piat (œufs Truite)	
2015-2016	Dore	Eclosion / Emergence	5	CNSS (œufs Saumon)	Evolution de protocole en concertation avec l'UMR de Rennes pour étudier la phase emergence + Test de nouveaux protocole pour caractériser l'habitat frayère (Projet TUT ENSAT)
	Sioule	Eclosion / Emergence	5	CNSS (œufs Saumon)	
2016-2017	Alagnon	Eclosion / Emergence	4	CNSS (œufs Saumon)	Mise en place du protocole de perméabilité hydraulique et de Piège à sédiments
	Béal	Eclosion / Emergence	2	CNSS (œufs Saumon)	

Conditions environnementales d'incubation des œufs

Afin de mieux comprendre et expliquer les différences de survie entre les secteurs et les rivières, des facteurs environnementaux ont fait l'objet de suivis.

La granulométrique des frayères

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.

Ainsi sur chaque frayère artificielle, une analyse granulométrique visuelle est réalisée 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 27) :

Tableau 27 : Classes de taille granulométrique utilisées pour caractériser les frayères lors des études de survie sous-graviers sur le bassinde la Loire

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

La température de l'eau

La température est le facteur influençant la durée de développement de l'embryon. Plus la température est élevée, plus l'incubation sera courte. Les différents stades de développement de l'embryon sont caractérisés par un cumul de degrés-jours (somme des moyennes journalières) : éclosion 440 degrés jours-pour les saumons (DUMAS, 2006) et émergence 800 degrés jours-pour les saumons (LOUHI, 2011).

Une analyse des températures est réalisée afin de déterminer si les œufs et alevins ont été soumis à des températures létales.

Pour cela, des sondes températures sont implantées à proximité des chaque frayères artificielles.

Le débit des cours d'eau

Plus le débit d'une rivière augmente, plus sa capacité à mobiliser des matériaux augmente. Une crue suffisamment importante peut emporter les galets et les œufs constituant la frayère et ainsi la détruire (érosion) et/ou déposer des matériaux sur la frayère et ainsi la colmater (dépôt sédimentaire).

Chaque axe étudié a alors été associé à la station hydrométrique la plus pertinente. Sans permettre de quantifier précisément le débit, cela permet d'évaluer les fluctuations de ce dernier et potentiellement d'identifier des relations entre ces variations et les taux de survie.

Les débits moyens journaliers relevés sont disponibles sur le site internet de la banque hydro : www.hydro.eaufrance.fr.

Taux d'oxygénation du substrat

L'oxygénation de l'eau est un facteur essentiel de la survie des œufs jusqu'à l'éclosion (BARDONNET et BAGLINIERE, 2000). Plus les œufs se développeront, plus leur besoin en oxygène sera élevé (CRISP, 1996). L'oxygénation des œufs peut avoir tendance à diminuer au fil du temps en raison du colmatage du substrat et de la décomposition des individus morts (DUMAS et al., 2007).

La qualité de l'eau interstitielle dans le substrat des frayères est contrôlée grâce à l'utilisation de bâtons hypoxies implantés dans les frayères artificielles. 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 résultats de l'anoxie dans le milieu interstitiel sont issus des mesures de la coloration (noircie) des bâtons sous l'action des bactéries anaérobies (sans oxygène). Cette coloration survient lorsque l'oxygénation est inférieure à 2mg/l (TREMBLAY, 2006).

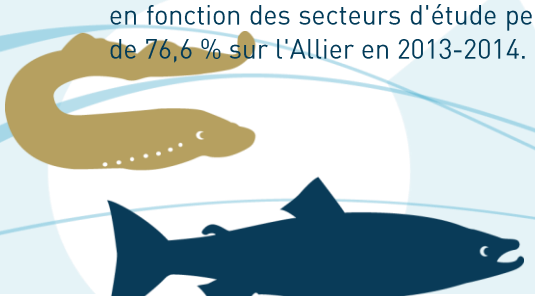
La partie colorée appelée zone d'anoxie, a été mesurée sur les 4 faces du bâton. Ainsi la profondeur oxygénée de chaque bâton peut être déduite.

Résultats des études de « survie sous graviers »

Taux de survie des œufs de salmonidés

Stade « éclosion »

Une forte variabilité des taux de survie selon les secteurs est observée (Figure 28). La moyenne tous secteurs et années confondus sur l'ensemble du bassin est de 53,3 % (+/- 20,7). Le taux de survie moyen en fonction des secteurs d'étude peut passer de 6,4 % sur le bassin de l'Alagnon en 2016-2017 à plus de 76,6 % sur l'Allier en 2013-2014.



Cinq secteurs sur onze ont pu afficher des taux de survie à l'éclosion supérieurs à 70 % : l'Allier en 2013-2014, l'Alagnon en 2013-2014, la Dore en 2015-2016 et la Briance en 2014-2015.

Des 11 cours d'eaux étudiés, 6 ont une survie moyenne supérieure à 50% (Combade, Briance, Vienne, Sioule, Dore et Allier).

L'Ardour, étudié deux fois, et la Creuse, étudiée une fois, sont parmi les plus faibles avec respectivement 31,3 % et 32,9 %.

Sur l'Alagnon, la survie varie de 71,5 % (2013-2014) à 6,4 % (2016-2017) en passant par 29,6 % en 2010-2011.

Tous ces résultats indiquent que les conditions d'incubation rencontrées sur certains cours d'eau jusqu'au stade éclosion sont « moyennes » avec des valeurs bien inférieures aux bonnes conditions d'incubation (80 % de survie, PREVOST, comm. pers).

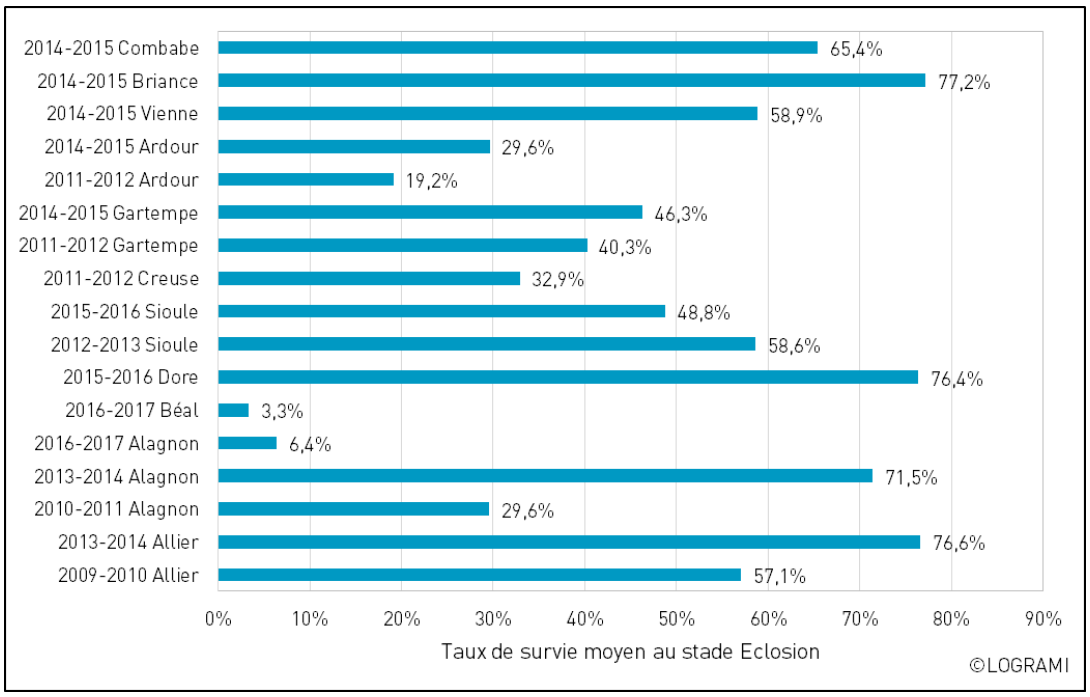


Figure 28 : Taux de survie moyen au stade éclosion pour les différentes campagnes d'étude de survie sous-graviers sur le bassin de la Loire

Stade « émergence »

La Dore et la Sioule ont des taux de survie au stade émergence respectifs de 23,7 % et 15,8 % (Figure 29). L'Alagnon a le taux le plus faible avec 1,2 %.

Les résultats dans la Sioule et la Dore indiquent que les conditions d'incubation des œufs sont moyennes (comprise entre 2 % et 35 % d'après BLEY et MORING (1988), MACKENZIE et MORING (1988), PAUWELS et HAINES (1994), RUBIN (1995), O'CONNOR et ANDREW (1998)).

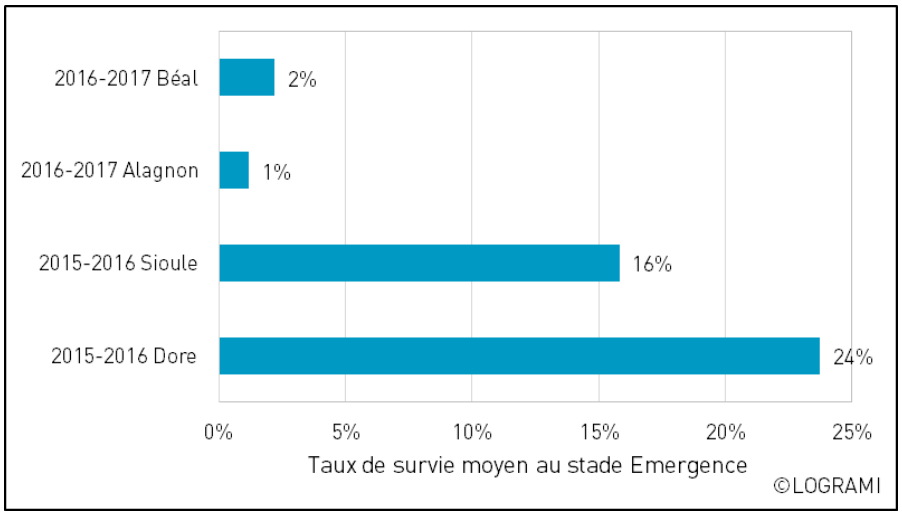


Figure 29 : Taux de survie moyen au stade émergence pour les différentes campagnes d'étude de survie sous-graviers sur le bassin de la Loire

La moyenne de la survie inter-stade sur l'ensemble des frayères est de 34,9 % (Figure 30). Elle varie beaucoup d'un site à l'autre (+/- 12.8 %). Les meilleurs taux de survies sont enregistrés sur le Béal de l'Alagnon avec 60,6 % de survie inter-stade. Des taux de survie « moyens » sont constatés sur la Sioule et la Dore avec respectivement 31,4 % et 32,7 %.

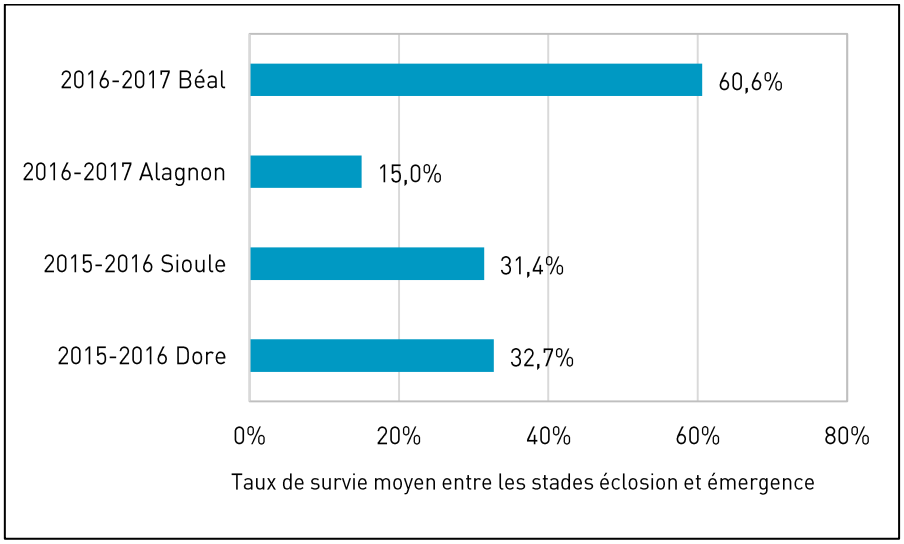


Figure 30 : Taux de survie moyen entre les stades éclosion et émergence pour certaines campagnes d'étude de survie sous-graviers sur le bassin de la Loire

Caractérisation granulométrique des frayères

Les zones d'étude ont été choisies avec une granulométrie propice à l'édification de la frayère. Les frayères ont été majoritairement aménagées dans une granulométrie dominante composée de gros galets bien que ces derniers soient parfois accompagnés de galets plus petits ou de pierres (Tableau 28).

Du sable a pu être observé à plusieurs reprises dans la granulométrie accessoire. C'est le cas pour l'Allier en 2009-2010, la Sioule en 2012-2013, et la Briance en 2014-2015. Ces éléments plus fins peuvent induire un colmatage plus important de la frayère et une diminution du taux de survie. Cependant, aucune relation n'a pu être mise en évidence avec les différents taux de survie.

Tableau 28 : Classes de taille du substrat « dominante » et « accessoire » rencontrées lors de chaque campagne d'étude de survie sous-graviers

Année d'étude	Granulométrie dominante	Granulométrie accessoire
2009-2010 Allier	Gros galets, pierres	Blocs, petits galet, pierres, graviers, sables
2010-2011 Alagnon	Gros galets, pierres, graviers	Gros galet, petits galets, pierres, graviers
2011-2012 Creuse	Gros galets	Pierres
2011-2012 Gartempe	Gros galets, petits galets, pierres	Pierres, graviers
2011-2012 Ardour	Graviers, gros galets	Petits galets
2012-2013 Sioule	Gros galets, petits galets	Pierres, graviers, sables
2013-2014 Allier	Gros galets, petits galets	Gros galets, petits galets, pierres, graviers
2013-2014 Alagnon	Gros galets	Petits galets, pierres, graviers
2014-2015 Gartempe	Gros galets, petits galets, pierres	Petits galets, pierres
2014-2015 Ardour	Petits galets	Graviers, gros galets
2014-2015 Vienne	Gros galets, pierres	Blocs, gros galets, petits galets, pierres, graviers
2014-2015 Briance	Gros galets, pierres	Sables
2014-2015 Combabe	Gros galets	Petits galets
2015-2016 Dore	Gros galets, petits galets	Gros galets, petits galets, pierres, graviers
2015-2016 Sioule	Gros galets	Petits galets, pierres
2016-2017 Alagnon	Gros galets, pierres	Gros galets, petits galets, pierres, graviers
2016-2017 Béal	Gros galets	Petits galets, pierres, graviers

Analyses des températures

Stade « éclosion »

La durée d'incubation est très variable selon les secteurs (Figure 31). Le secteur Creuse présente une incubation très rapide (35 jours) comparée aux autres secteurs. La présence d'un grand barrage hydro-électrique en amont de la zone d'étude « réchauffe » probablement la température de l'eau de la Creuse en période hivernale.

On observe ensuite deux groupes de secteurs aux durées d'incubation comparables qui correspondent à deux groupes géographiques distincts: le secteur du bassin Limousin (Gartempe et Vienne) (57,6 jours +/- 4,6) et le secteur des bassins du massif central (Allier et affluents) (96,1 jours +/- 8,7).

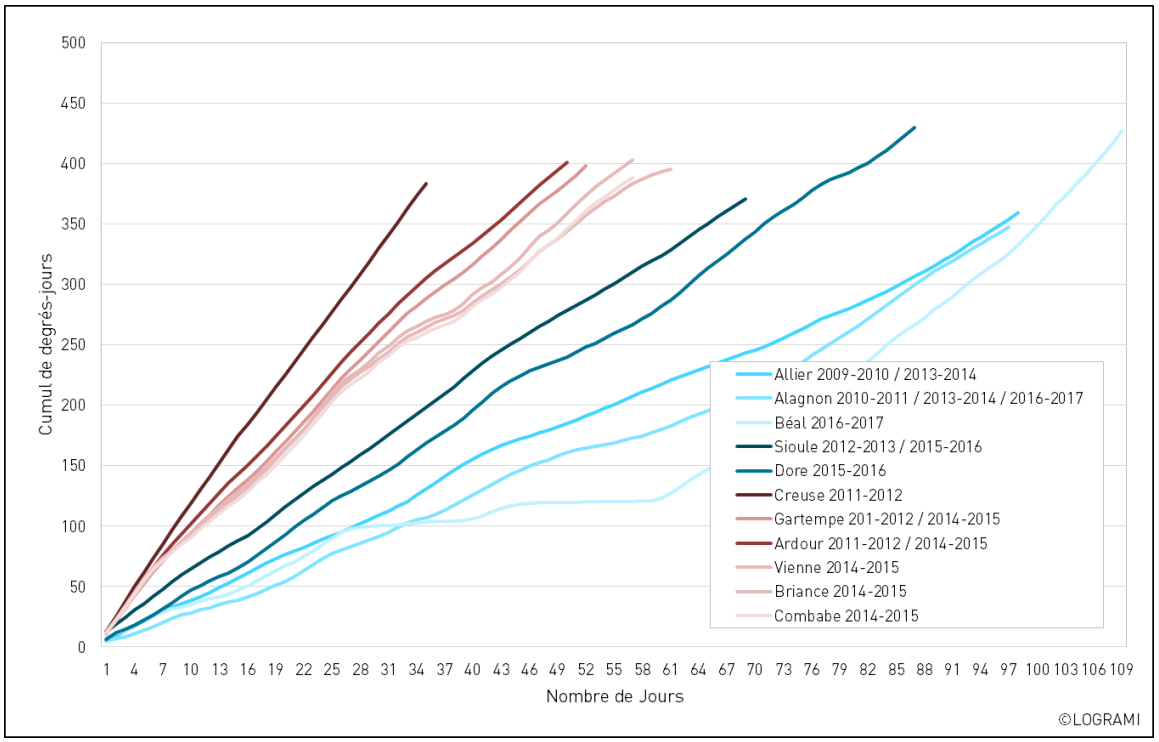


Figure 31 : Evolution du nombre de degrés-jours en fonction de la date pour les différents secteurs étudiés en survie sous-graviers sur le bassin de la Loire

Les cours d'eau du bassin versant de la Vienne semblent plus chauds que ceux du bassin versant de l'Allier. Ainsi, les œufs se développent moins vite sur les cours d'eau du bassin versant de l'Allier, restent alors plus longtemps dans le substrat et sont davantage soumis aux variations d'oxygénation et de débit. Pour autant, les survies moyennes enregistrées sur le bassin de la Vienne et de l'Allier sont respectivement de 46,3 % et 47,6 %.

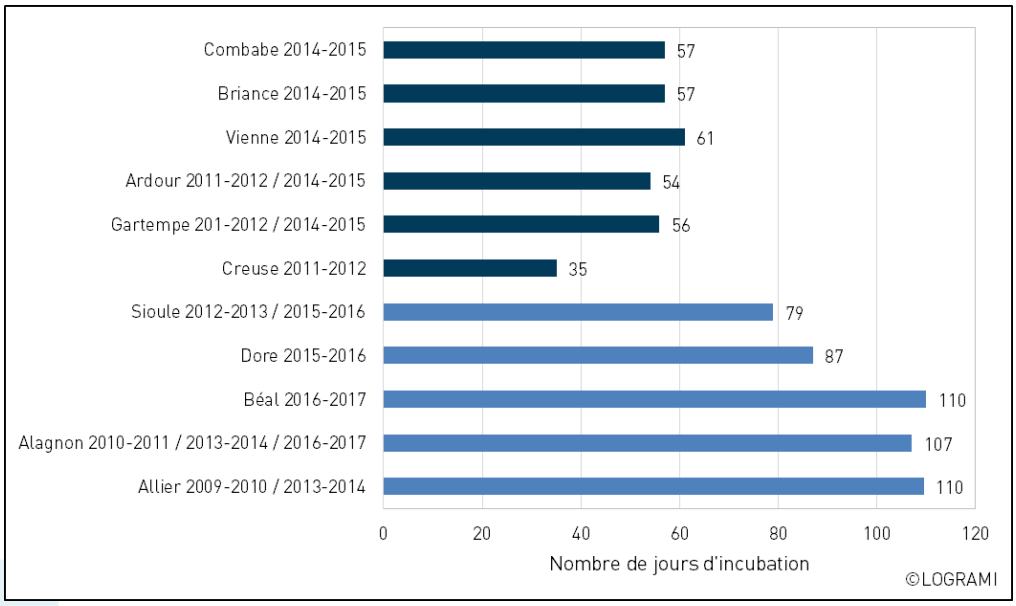


Figure 32 : Durée d'incubation moyenne au stade éclosion des œufs lors des études de survie sous-graviers sur le bassin de la Loire

Les capsules d'œufs ont été retirées du cours d'eau avant l'éclosion, après en moyenne 412 degrés jours d'incubation (+/- 14,4) (Tableau 29).

Les températures rencontrées jusqu'au stade éclosion sont compatibles avec les exigences de développement des œufs de saumons. En effet, elles oscillent entre 0 °C pour les plus faibles et 12,9 °C pour les plus élevées. Les températures létales pour l'œuf de saumon sont rencontrées à partir de 14 °C (OJANGUREN, 2003).

Tableau 29 : Enregistrement des températures à l'aide d'une sonde thermique sur les différents secteurs étudiés jusqu'au stade « Eclosion »

Année d'étude	Date incubation	Date moyenne de relève Eclosion	Moyenne (°C)	Min (°C)	Max (°C)	Moyenne (°C/j)
2009-2010 Allier	26-nov	25-mars	3,2	0,0	10,5	392,2
2010-2011 Alagnon	01-déc	24-mars	3,6	0,1	7,8	406,8
2011-2012 Creuse	10-nov	14-déc	11,0	9,7	12,9	383,7
2011-2012 Gartempe	10-nov	31-déc	8,4	4,6	11,3	435,7
2011-2012 Ardour	10-nov	29-déc	8,9	5,8	11,8	445,6
2012-2013 Sioule	28-nov	24-févr	4,6	0,3	8,1	409,9
2013-2014 Allier	02-déc	09-mars	4,4	0,1	7,3	433,1
2013-2014 Alagnon	02-déc	08-mars	4,4	0,6	7,3	425,7
2014-2015 Gratempe	26-nov	24-janv	6,7	2,1	12,3	399,2
2014-2015 Ardour	26-nov	22-janv	7,0	3,5	11,7	405,2
2014-2015 Vienne	26-nov	25-janv	6,5	1,8	11,3	399,5
2014-2015 Briance	26-nov	21-janv	7,1	2,6	11,9	403,0
2014-2015 Combabe	26-nov	21-janv	6,8	2,3	11,5	388,5
2015-2016 Dore	01-déc	25-févr	4,8	1,8	8,0	420,9
2015-2016 Sioule	01-déc	08-févr	5,8	3,9	9,5	407,1
2016-2017 Alagnon	01-déc	20-mars	3,8	0,0	10,4	416,8
2016-2017 Béal	01-déc	20-mars	3,9	0,1	10,5	427,4
					Moyenne	**411,8**
					Ecart type	**14,4**
					Min	**383,7**
					Max	**445,6**

Stade « émergence »

Les courbes des degrés-jours cumulés ne sont pas identiques selon les secteurs étudiés. L'Alagnon atteint presque 800 degrés-jours en 38 jours. La Dore y arrive au bout de 54 jours et la Sioule 62 jours (Figure 33). Les degrés-jours s'accumulent de manière régulière sur les trois axes. Les alevins ont donc pu se développer sans interruption de croissance.

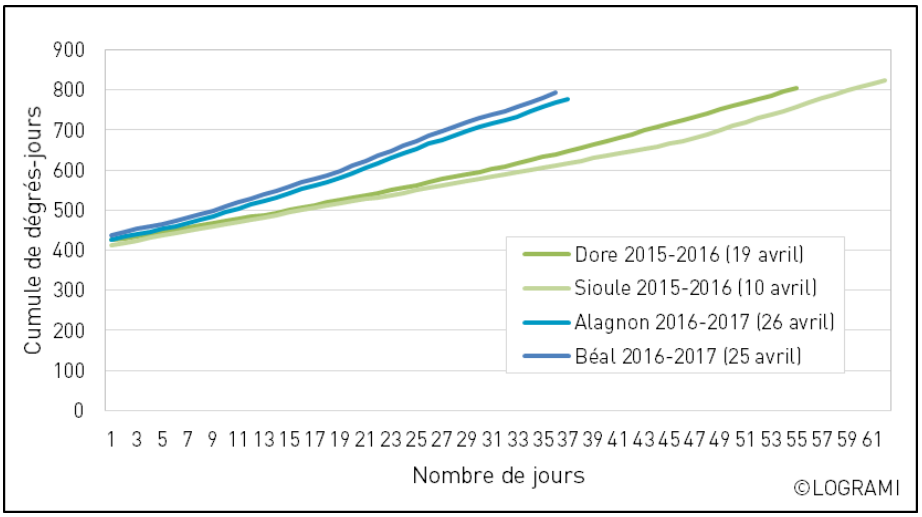


Figure 33 : Evolution du nombre de degrés-jours jusqu'au stade émergence en fonction de la date pour les différents secteurs

Les capsules d'œufs ont été retirées du cours d'eau avant l'émergence, après en moyenne 800 degrés jours d'incubation (+/- 14,4) (Tableau 30).

Les températures moyennes entre l'éclosion et l'émergence dans la Sioule et la Dore sont relativement proches (7,1 °C vs 6,8 °C) alors que celle de l'Alagnon en 2016-2017 est bien plus élevée (9,7 °C).

Les températures maximales enregistrées sur ces trois secteurs (Dore, Sioule et Alagnon) sont largement inférieures aux 22 °C qui constituent le seuil létal haut pour les alevins de saumon (OJANGUREN, 1999).

Tableau 30 : Enregistrement des températures à l'aide d'une sonde thermique sur les différents secteurs étudiés jusqu'au stade « Emergence » (Source LOGRAMI)

Année d'étude	Date moyenne de relève Eclosion	Date moyenne de relève Emergence	Moyenne (°C)	Min (°C)	Max (°C)	Moyenne (°C/j)
2015-2016 Dore	25-févr	19-avr.	7,1	3,5	11,1	801,7
2015-2016 Sioule	08-févr	10-avr.	6,8	4,6	11,7	828,2
2016-2017 Alagnon	20-mars	26-avr.	9,7	5,1	13,2	778,9
2016-2017 Béal	20-mars	25-avr.	10,2	5,8	13,1	793,5
					Moyenne	**800,6**
					Ecart type	**14,4**
					Min	**778,9**
					Max	**828,2**

En fonction du régime thermique annuel et propre au secteur, les durées d'incubation totales et interphase (éclosion-émergence) varient sensiblement. Il en découle une exposition variable aux aléas susceptibles d'induire des mortalités (crues morphogènes, pollution, colmatage...).

L'Alagnon et le Béal atteignent l'éclosion en 110 jours tandis que la Sioule et la Dore aux températures plus chaudes les atteignent en respectivement 69 et 87 jours (Figure 34).

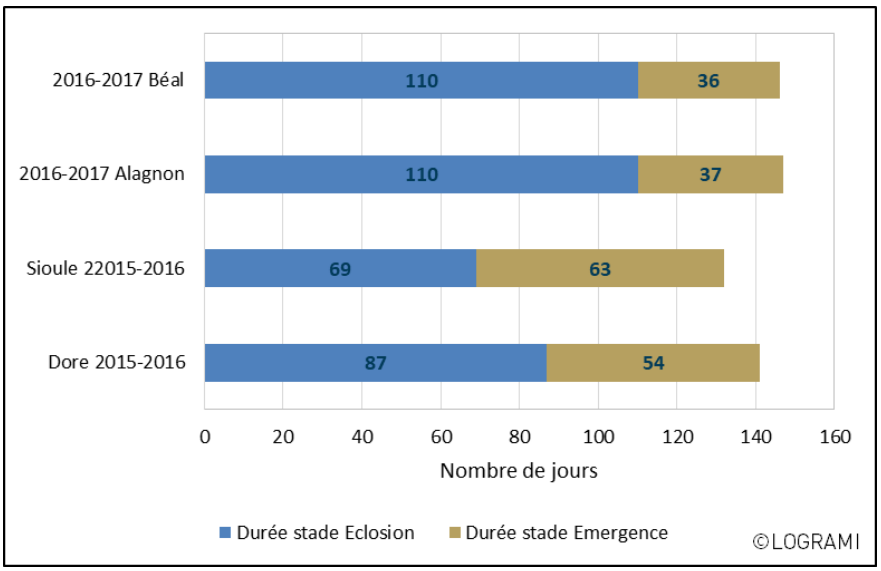


Figure 34 : Comparaison des durées d'incubation aux stades éclosion et émergence sur les secturs d'étude de survie sous-graviers de 2015 à 2017

La situation s'inverse entre le stade éclosion et le stade émergence. Les températures sont plus chaudes dans l'Alagnon et le Béal, et les durées d'incubation sont presque deux fois plus courtes avec 36 et 37 jours.

Avec une période d'incubation jusqu'à l'éclosion plus importante due à des températures plus froides, la durée totale d'incubation jusqu'à l'émergence sur l'Alagnon est plus longue.

Analyses des débits

Stade « éclosion »

Lors des phases 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). Une comparaison du pourcentage du nombre de jours où le débit a été supérieur à 5 fois le module est sur chacune des rivières étudiées (Tableau 31 et Figure 35).

Dans 13 cas sur 17 (76 %), le débit moyen journalier maximum ne dépasse pas 5 fois le module (absence de crue « significative »).

Dans seulement 3 cas, nous observons des crues « significatives » où le débit moyen journalier a atteint une valeur supérieure à 5 fois le module : Alagnon 2010-2011 (40 %), Gartempe 2011-2012 (38 %) et Ardour 2011-2012 (36 %). Un stress hydrologique a pu être rencontré par les œufs et les alevins. Les débits rencontrés sur l'Alagnon en 2010-2011 et sur la Gartempe et l'Ardour en 2011-2012 ne peuvent pas expliquer les faibles taux de survie des œufs.

Tableau 31 : Evaluation et comparaison du pourcentage de jours où les débits sont 5 fois supérieurs aux modules des rivières

Année d'étude	Station Reference	Pourcentage de Jours supérieur a 5 fois le Module
2009-2010 Allier	Coudes	0%
2010-2011 Alagnon	Lempdes sur Alagnon	**40%**
2011-2012 Creuse	Au Blanc	0%
2011-2012 Gartempe	Montmorillon	**38%**
2011-2012 Ardour	Folles	**36%**
2012-2013 Sioule	St Pourçain sur Sioule	0%
2013-2014 Allier	Coudes	0%
2013-2014 Alagnon	Lempdes sur Alagnon	0%
2014-2015 Gartempe	Montmorillon	0%
2014-2015 Ardour	Folles	0%
2014-2015 Vienne	Verneuil sur Vienne	0%
2014-2015 Briance	Condat sur Vienne	0%
2014-2015 Combabe	Roziers Saint Georges	0%
2015-2016 Dore	Dorat	0%
2015-2016 Sioule	St Pourçain sur Sioule	0%
2016-2017 Alagnon	Lempdes sur Alagnon	0%
2016-2017 Béal		

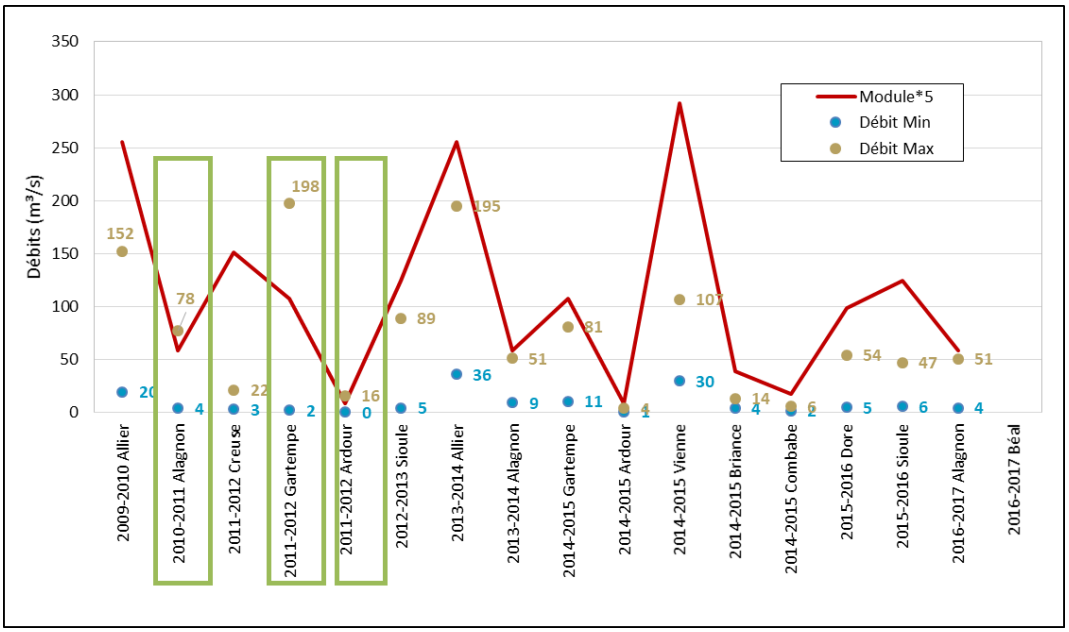


Figure 35 : Débits mesurés par rapport au module au stade éclosion sur les cours d'eau étudiés en survie sous-graviers

Stade « émergence»

Entre le stade éclosion et émergence, le débit maximum n'a jamais dépassé 5 fois la valeur du module (Tableau 32 et Figure 36). Toutefois en 2015-2016, le débit maximum de la Dore s'est fortement rapproché de ce seuil. Nous pouvons néanmoins supposer que les frayères n'ont pas été affectées par les crues.

Tableau 32 : Evaluation et comparaison du pourcentage de jours où les débits sont 5 fois supérieurs au module des rivières étudiées en survie sous-graviers

Année d'étude	Station Reference	Pourcentage de Jours supérieur a 5 fois le Module
2015-2016 Dore	Dorat	0%
2015-2016 Sioule	St Pourçain sur Sioule	0%
2016-2017 Alagnon	Lempdes sur Alagnon	0%
2016-2017 Béal		

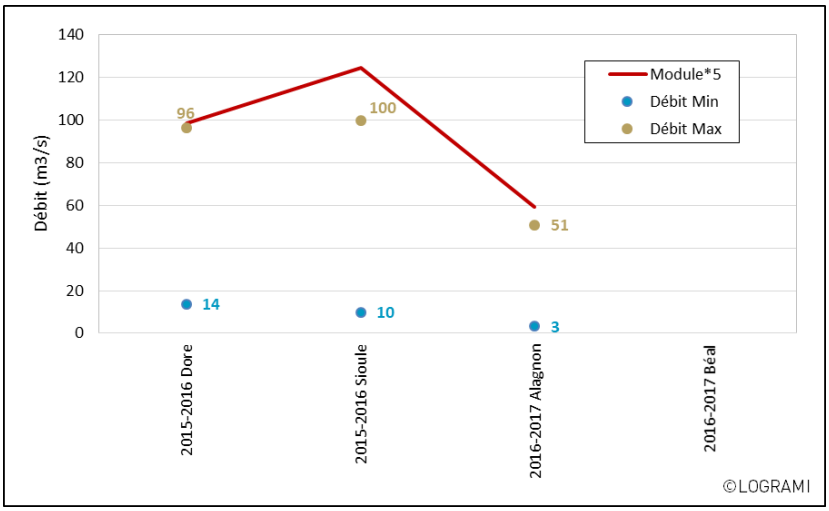


Figure 36 : Débit mesurés par rapport au module au stade émergence sur les cours d'eau étudiés en survie sous-graviers

Taux d'oxygénation du substrat

Stade « éclosion »

Rappelons que 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.

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

L'oxygénation du substrat varie d'un secteur à un autre mais également d'une année à une autre (Figure 37). L'écart le plus important constaté sur une même rivière est celui entre les frayères de la Gartempe en 2011-2012 (11 cm) et en 2014-2015 (20 cm).

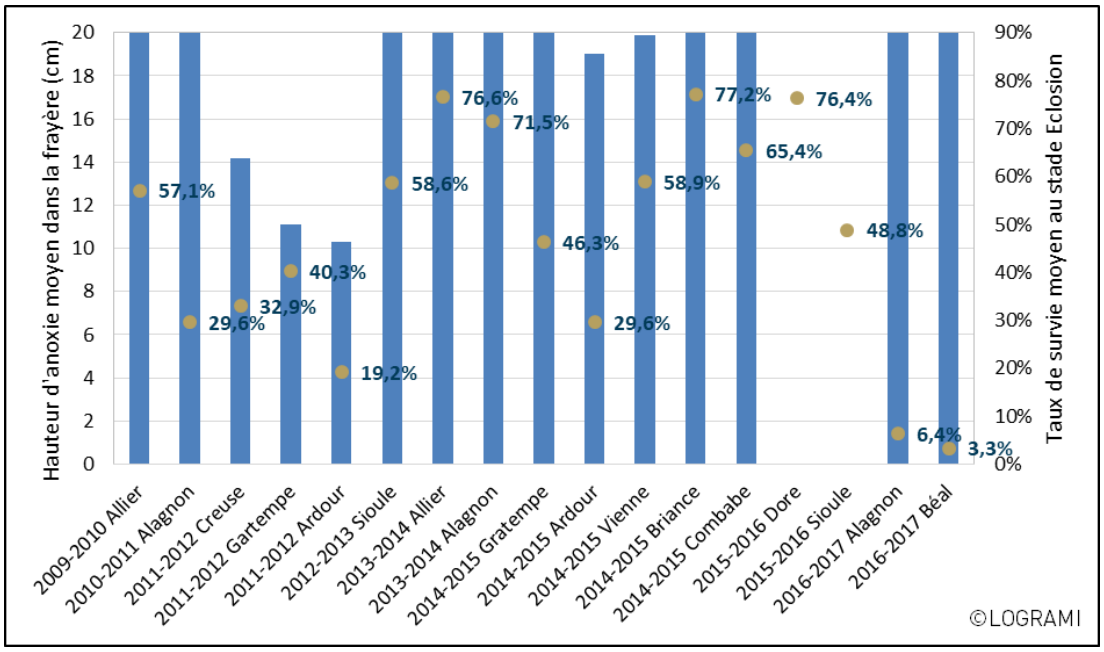


Figure 37 : Profondeurs oxygénées dans les frayères et taux de survie au stade éclosion

L'oxygénation la plus faible a été mesurée dans l'Ardour en 2011-2012 avec moins de 11 cm. La même année, les profondeurs oxygénées dans les frayères de la Gartempe et de la Creuse étaient également faibles.

Aucune donnée d'oxygénation n'est disponible pour la Sioule et la Dore en 2015-2016 au stade éclosion, les bâtons hypoxies ayant été retirés seulement au stade émergence.

Sur le bassin de l'Allier et ses affluents, les taux de survie fluctuent tandis que l'oxygénation est toujours restée totale.

Sur le bassin du Limousin, les profondeurs inférieures à 15 cm (Creuse, Gartempe et Ardour en 2011-2012) correspondent à des taux de survie compris entre 40,3 % et 19,2 %. L'oxygénation du substrat semble limiter la survie des œufs bien qu'elle ne soit pas le seul paramètre limitant.

Si on rassemble les moyennes interannuelles des profondeurs par secteur de sous bassin (sous bassin de l'Allier (à gauche) et le sous bassin de la Vienne (à droite)) (Figure 38), on note que :

- Pour les rivières du massif central, les taux de survie fluctuent tandis que l'oxygénation reste totale.
- Concernant les rivières du bassin Limousin, les profondeurs inférieures à 15 cm (Creuse, Gartempe et Ardour en 2011-2012) correspondent à des taux de survie compris entre 40,3 % et 19,2 %. L'oxygénation du substrat semble donc limiter la survie des œufs bien qu'il ne soit pas le seul paramètre limitant.

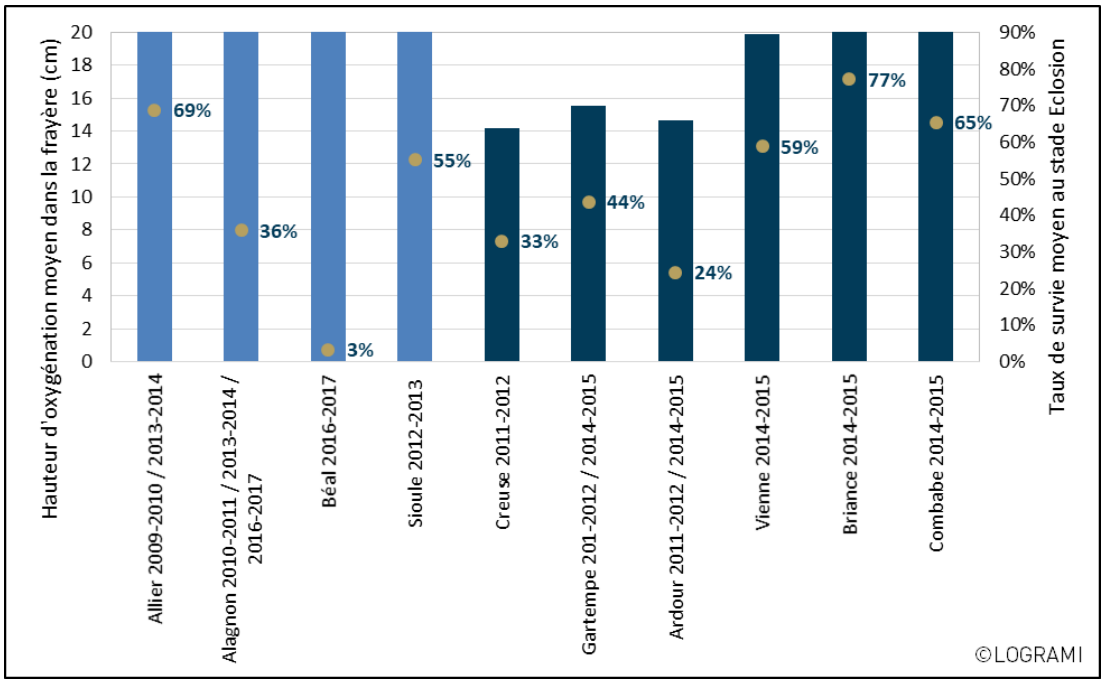


Figure 38 : Profondeurs oxygénées dans les frayères et taux de survie moyens par secteurs au stade éclosion

Stade « émergence»

Les taux de survie entre les stades éclosion et émergence varient indépendamment de la profondeur oxygénée (Figure 39). Pour chaque secteur étudié, l'oxygénation est « totale » mais cependant la survie varie grandement passant de 1,2 % sur l'Alagnon à 23,7 % sur la Dore.

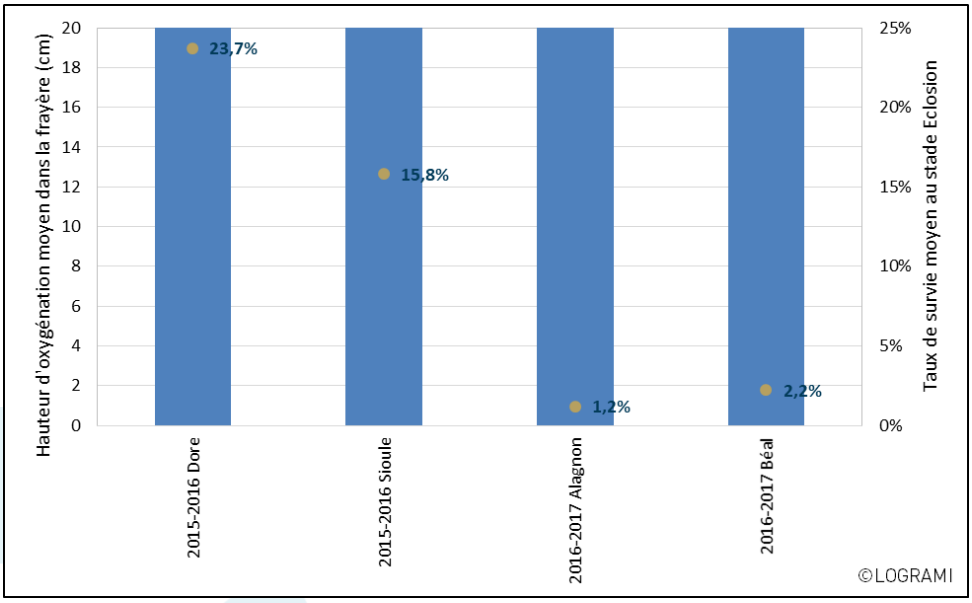


Figure 39 : Profondeurs oxygénées dans les frayères et taux de survie au stade émergence

L'analyse des résultats ne permet pas de mettre en évidence un lien fort entre le taux de survie et la profondeur d'oxygénation. En effet, les taux de survie faibles au stade « éclosion » et « émergence »ne s'expliquent pas par de mauvaises oxygénations.

Il est important de noter que les baguettes hypoxies ne se colorent de noir que lorsque l'oxygénation est inférieure à 2 mg/l et permet le développement des bactéries anaérobies (TREMBLAY, 2006). Selon LOUHI et al. (2008), les œufs fraîchement fécondés peuvent tolérer des taux d'oxygénation très faibles (0.8 mg/l). Cette tolérance ne dure pas longtemps, des conséquences physiques diverses sont constatées au terme de l'éclosion selon la durée et la période d'exposition des œufs à une oxygénation de 3 mg/l (MASSA et al., 1999). Ces impacts physiques réduisent les chances de survie des alevins et peuvent entrainer une mortalité plus importante après le stade éclosion et après le stade émergence. Ainsi, une oxygénation comprise entre 2 mg/l et 3 mg/l a donc pu impacter les œufs sans que cela puisse être constaté sur les baguettes.

De plus, les baguettes sont révélatrices d'une oxygénation moyenne sur toute la période d'incubation. Il est possible que des déficits en oxygènes soient survenus sur des durées suffisamment courtes pour ne pas laisser de marques sur les baguettes mais suffisamment longues pour impacter les embryons et alevins.

Les baguettes hypoxies nous livrent des informations utiles qui ont permis de comparer l'oxygénation générale des frayères des différents secteurs mais ne permettent pas d'expliquer les mortalités constatées (LOGRAMI, Rapports d'activité 2013, 2014, 2015 et 2016).

Conclusion

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 53,3 % sur l'ensemble des secteurs étudiés sur le bassin de la Loire (46,3 % sur le bassin de la Vienne et 47,6 % sur le bassin de l'Allier). Certaines années, les taux de survie affleurent les très bonnes conditions d'incubation (80 % de survie, PREVOST, comm. pers.) avec l'exemple de l'Allier (76,6 %), l'Alagnon (71,1 %) et la Briance (77,2 %) en 2014 et la Dore (76,1 %) en 2016.

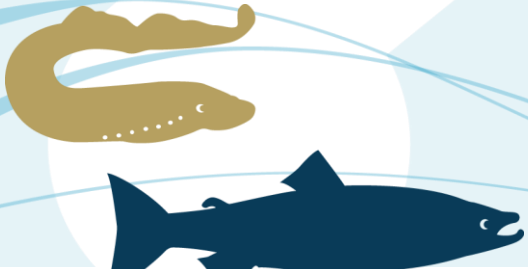
Depuis 2015, l'étude permet d'évaluer la capacité du milieu à produire des alevins émergents. Les résultats sont très variables sur les années 2015-2016 et 2016-2017. Ils nécessitent de poursuivre l'étude pour obtenir des résultats concluants. Les taux de survie au stade émergence obtenus dans la Dore et la Sioule avec respectivement 23,7 % et 15,8 % semblent montrer que ces rivières peuvent assurer une bonne survie des œufs jusqu'à ce stade.

Le suivi des paramètres physico-chimiques étudiés n'a pu mettre en évidence de liens majeurs entre ces derniers et les taux de survie.

Cette synthèse a permis d'identifier les limites des méthodes de suivis employées notamment sur l'oxygénation du substrat. Le nouveau protocole d'étude testé depuis l'année 2016-2017 (mesure de la conductivité hydraulique et du colmatage par les fines) semble apporter une précision supplémentaire dans la description des habitats de frayère et sera poursuivi durant les années à venir.

Les baguettes hypoxies ne permettent qu'une appréciation générale de l'oxygénation moyenne des frayères sur toutes les périodes d'incubation. Un suivi de l'oxygénation du substrat à intervalle de temps régulier par une sonde enregistreuse pourrait apporter des précisions expliquant certaines mortalités.

La qualité chimique de l'eau n'a jamais été étudiée. Pourtant les concentrations en nitrates, ion ammonium (MASSA et al, 2000) et l'acidité de l'eau (LACROIX, 2011 ; KORMAN et al, 2011 ; LACROIX et DONALD, 1987) auraient un impact sur la survie des œufs et des alevins. Un suivi régulier de ces paramètres dans le substrat des frayères pourrait être riche d'enseignement car aucune étude de grande échelle n'a encore été réalisée.



2.3.2. Capacité productive d'alevins de saumon

Un suivi des populations de tacons est réalisé chaque année sur les bassins versants de l'Allier en fin d'été-automne, afin d'apprécier l'abondance des juvéniles natifs de saumon de l'année (tacons 0+) sur des secteurs non alevinés. Les pêches de sondage sont réalisées selon un protocole standardisé et spécifique aux 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 2017, ces échantillonnages ont été réalisés pour la première fois sur la Dore.

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

Secteurs étudiés

Sur le bassin de l'Allier, la campagne d'échantillonnage de 2017 évalue la production de juvéniles issue de la reproduction naturelle de 2016, année où 442 géniteurs potentiels ont été contrôlés à Vichy (472 – 30 géniteurs capturés par le CNSS) dont 27 franchirent le barrage de Poutès.

En 2017, compte tenu des secteurs alevinés, seules les capacités productives naturelles de certains secteurs non alevinés ont été évaluées à l'automne en termes de production de tacons (Figure 40 et Tableau 33) :

- Sur l'Allier, il s'agit du **secteur aval du barrage de Poutès-Langeac (S3)** qui présente une forte exploitation par les géniteurs, en partie due au blocage par le barrage de Poutès, et les **secteurs amont du barrage de Poutès (S1 et S2)** où le nombre de géniteurs est comptabilisé annuellement mais qui est chroniquement en sous densité au regard des capacités d'accueil ;
- Sur la Sioule, le secteur situé **en amont des Thermes de Châteauneuf les Bains (63) jusqu'au barrage infranchissable de Queuille** (9 km) est dépourvu d'alevinage ;
- **L'Alagnon sur l'ensemble de son cours** n'a pas été aleviné en 2017 suite à une demande des acteurs locaux. Ainsi, pour la première fois depuis 2004, les échantillonnages automnaux de 2017 permettent l'évaluation de la production naturelle de cette rivière qui présente un fort potentiel pour le saumon et qui semble en voie de recolonisation durable ;
- Pour la première fois depuis les années 1994-1997, les productions de tacons d'automne de cinq affluents de l'Allier (**Couze Chambon, Couze Pavin, Couze d'Ardes, Senouire et Desges**) ont pu être évaluées.

Par ailleurs et pour la première fois également, **des échantillonnages printaniers ont été réalisés sur la Dore sur 5 stations entre Courpière et Ambert, avant les déversements du CNSS.**

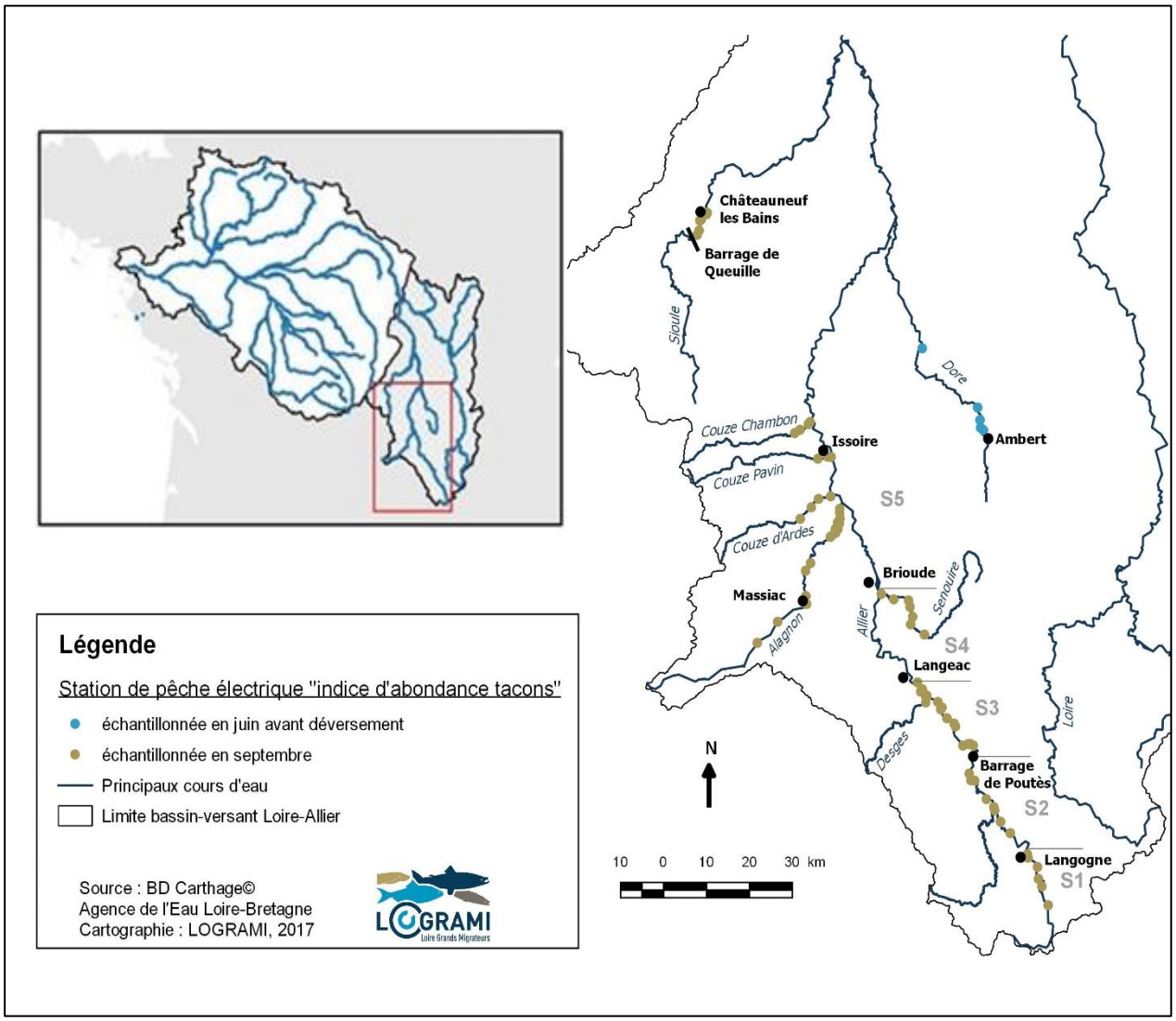


Figure 40 : Localisation des stations de pêche électrique de suivi d'abondance de juvéniles de saumon atlantique **natifs** sur le bassin de l'Allier en 2017

Tableau 33 : Répartition des stations échantillonnées dans le cadre de l'évaluation de la production d'individus natifs à l'automne sur le bassin de l'Allier en 2017

	Nb stations
Alagnon	16
Allier	28
Sioule	7
Couze Chambon	4
Couze d'Ardes	4
Couze Pavin	3
Desges	4
Senouire	7

Résultats sur la Dore au printemps

5 stations situées entre Courpière et Ambert ont été échantillonnées le 24 mai 2017, 4 jours avant les déversements du CNSS (« Lachaux », « Bru », « Pont de Perrier », « Amont de Vertolaye » et «Aval pont de Courpière »).

4 alevins 0+ natifs ont été capturés sur la station « Bru » (Figure 41). Les autres stations en étaient dépourvues. **Cette observation, bien que restreinte, atteste la réalisation d'une reproduction de saumons atlantiques sur la Dore en 2016. La production d'alevins natifs de la Dore s'avère néanmoins limitée.**



Figure 41 : Photographies des tacons natifs capturés sur la Dore sur la station « Bru » (Job, 63) le 24/05/2017

Résultats sur l'Allier

Des tacons 0+ ont été capturés sur 23 des 28 stations échantillonnées dans la zone refuge en septembre 2017 (Figure 42). Les captures de tacons 0+ natifs les plus apicales ont été réalisées en amont de Luc (48) à près de 965 m d'altitude.

Les 5 stations ne présentant pas de juvéniles de l'année sont toutes situées en amont du barrage de Poutès, en amont duquel seulement 27 géniteurs potentiels avaient été comptabilisés en 2016. Par ailleurs, hormis la station « les Vaysseires » qui présente un indice d'abondance faible, toutes les autres stations situées en amont du barrage ont un indice d'abondance très faible. **La production de tacons 0+ natifs en amont du barrage de Poutès peut être considérée comme très réduite en 2017.**

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 (nul à très élevé) mais avec une majorité d'indice moyens et élevés, la production naturelle peut être considérée comme élevée sur ce secteur en 2017.**

Avec un indice d'abondance moyen de 38,2 tacons 0+/5 min +/- 55,9 (calculé pour 10 stations historiques), l'année 2017 se caractérise par une production de tacons natifs dans la zone refuge inférieure à la moyenne 2008-2016 (48,6 tacons 0+/5 min +/- 58,8) (Figure 43).

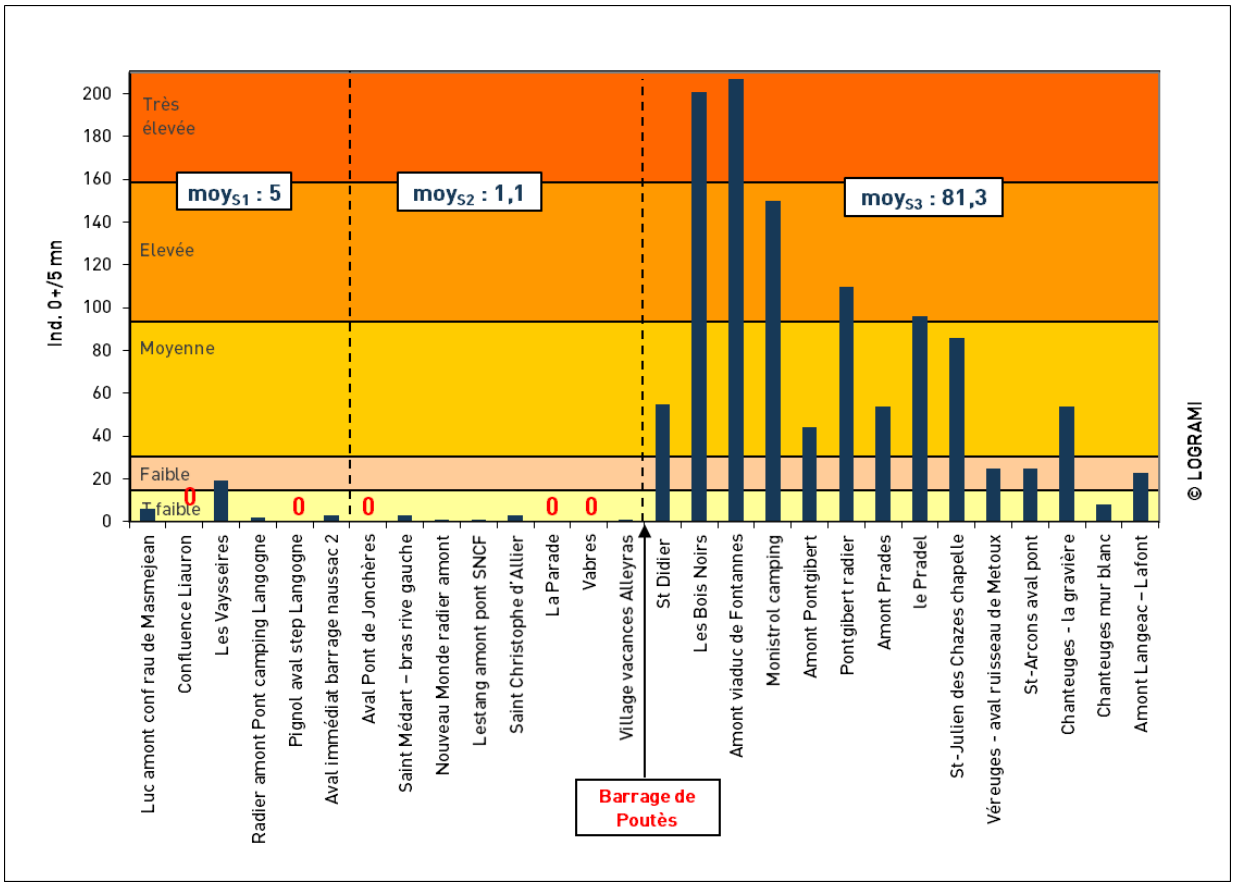


Figure 42 : Indices d'abondance de tacons natifs sur l'Allier en septembre 2017 selon leur succession amont/aval

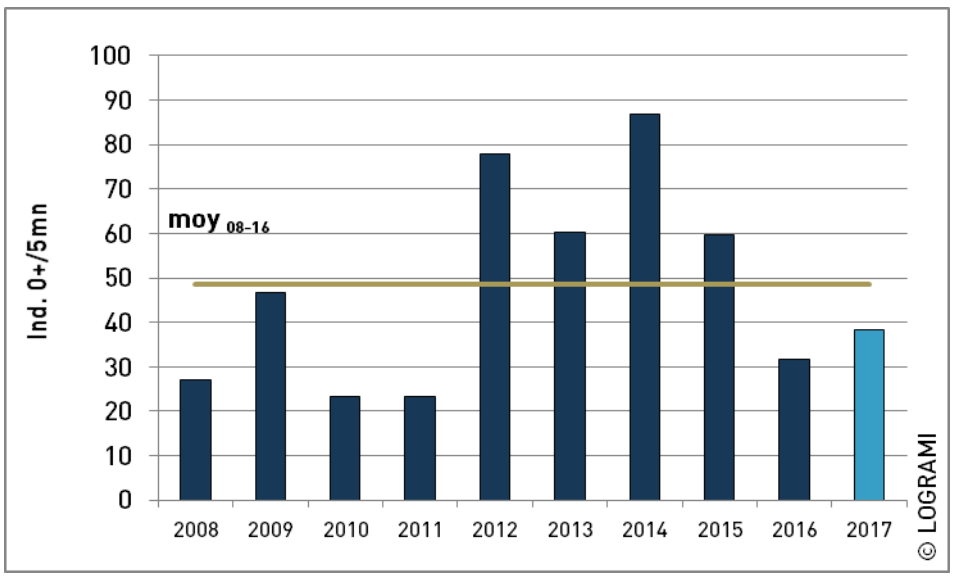


Figure 43 : Evolution de l'indice d'abondance tacons 0+ moyen dans la zone refuge de l'Allier depuis sa mise en place en 2008 (10 stations)

Les résultats 2017 confirment de nouveau que la zone refuge de l'Allier ne présente pas de problème de capacité productive de ses habitats mais plus un problème d'accessibilité de ces derniers (impact du barrage de Poutès).

Résultats sur l'Alagnon

Des tacons 0+ natifs ont été capturés sur 15 des 16 stations échantillonnées sur l'Alagnon et le Béal de l'Alagnon en septembre 2017 (Figure 44). Les captures de tacons 0+ natifs les plus apicales ont été réalisées en amont de Molompize (15) à 42 kilomètres de la confluence avec l'Allier. La présence de tacons 0+ a aussi été relevée sur la partie aval de l'Arcueil, petit affluent rive droite de l'Alagnon en amont de Massiac (15), à Bonnac (15) (40 km confluence Allier) par la FDAAPPMA du Cantal (Max Romain, com. pers.). Aucun tacon 0+ n'a été capturé à « Ferrières St Mary », station située la plus en amont.

Les indices d'abondance varient de « nul » à « moyen » pour une valeur moyenne inter-station de 19,5 ind. 0+/5 min, +/- 13,5. **L'abondance globale de tacons 0+ natifs sur l'Alagnon est considérée comme faible en 2017.**

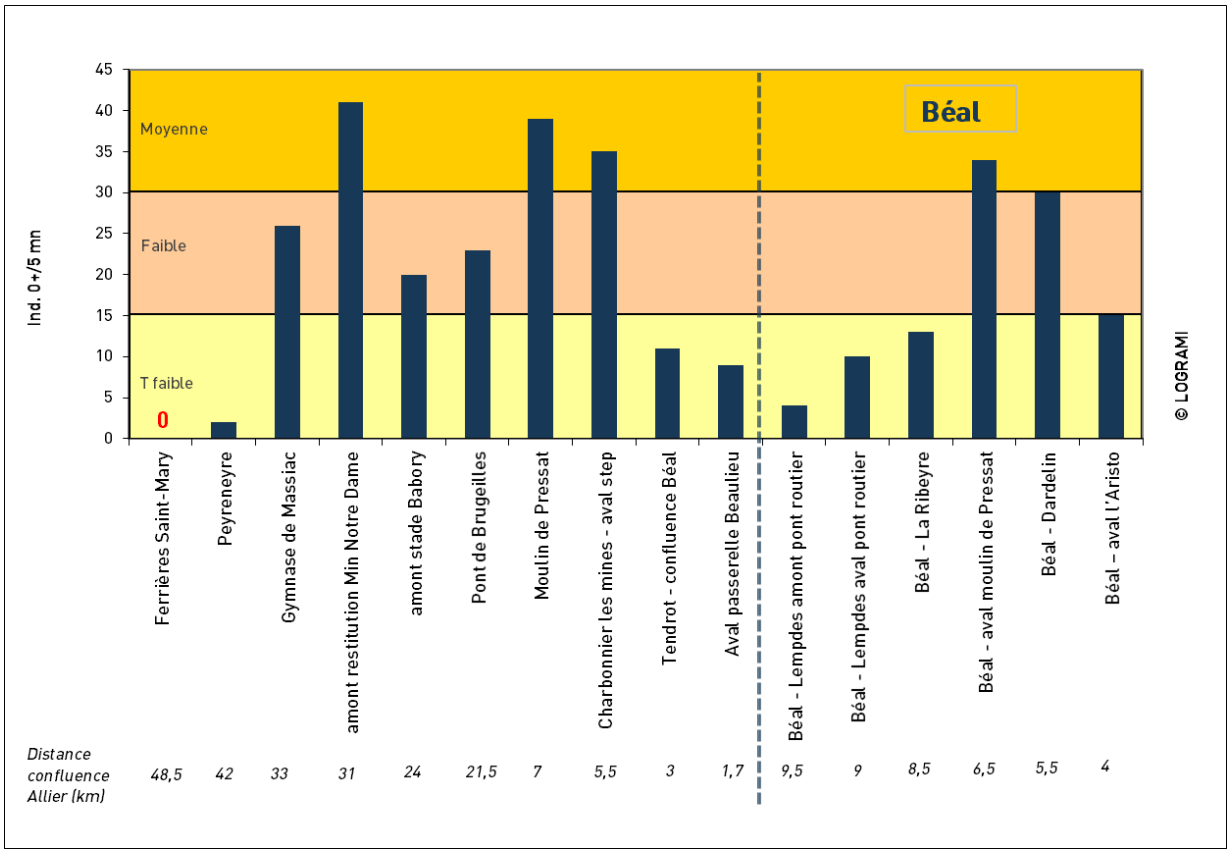


Figure 44 : Indices d'abondance de tacons natifs sur l'Alagnon et le Béal de l'Alagnon en septembre 2017 selon leur succession amont/aval

Bien qu'inférieures aux valeurs historiques (moyennes : 17,7 individus 0+ en 5 minutes +/- 11,8 contre 40 individus 0+ en 5 minutes +/- 20,3), en raison d'une abondance de frayères réduite en 2016, les abondances observées dans le Béal de l'Alagnon en 2017, traduisent une colonisation du Béal par les tacons 0+ similaire au modèle constaté depuis 2013 (Figure 45).

En l'absence d'alevinage, les résultats de la campagne de pêches électriques 2017 révèlent l'exploitation par les géniteurs de saumons atlantiques des 40 premiers kilomètres de l'Alagnon pour leur reproduction. Bien que l'abondance moyenne qui en découle soit jugée faible, ce résultat

encourageant démontre la capacité de production de l'Alagnon et confirme la pertinence de la mise en place de la gestion patrimoniale sur ce cours d'eau.

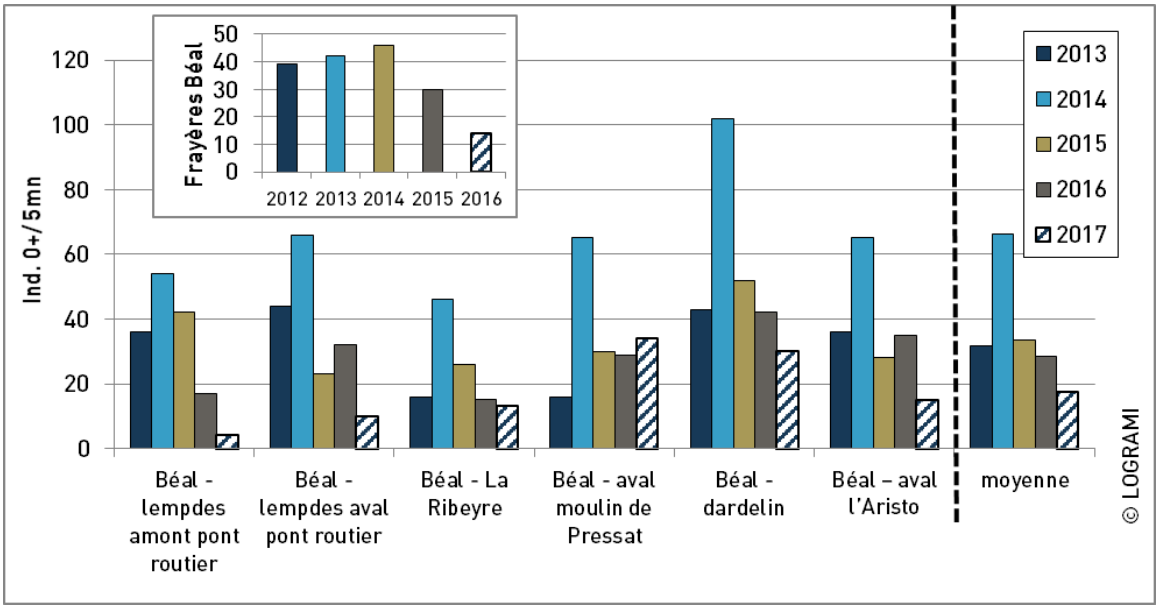


Figure 45 : Nombre de tacons 0+ natifs échantillonnés à l'automne en 5 minutes de pêche électrique sur les sites du Béal de 2013 à 2017 et frayères sur le Béal depuis 2012

Résultats sur la Sioule

En septembre 2017, des tacons 0+ natifs ont été capturés sur 6 des 7 stations échantillonnées dans la zone non alevinée de la Sioule (entre l'amont des Thermes de Châteauneuf les Bains et le barrage infranchissable de Queuille (63)) (9km) (Figure 46). Aucun tacon 0+ n'a été capturé sur la station située la plus en amont, « Les Plateaux ».

Les indices d'abondance varient de « nul » à « élevé » pour une valeur moyenne inter-station de 43,3 ind, 0+/5 min, +/- 35,6. **L'abondance globale de tacons 0+ natifs sur la Sioule en amont des Thermes de Châteauneuf les Bains peut être considérée comme moyenne en 2017.**

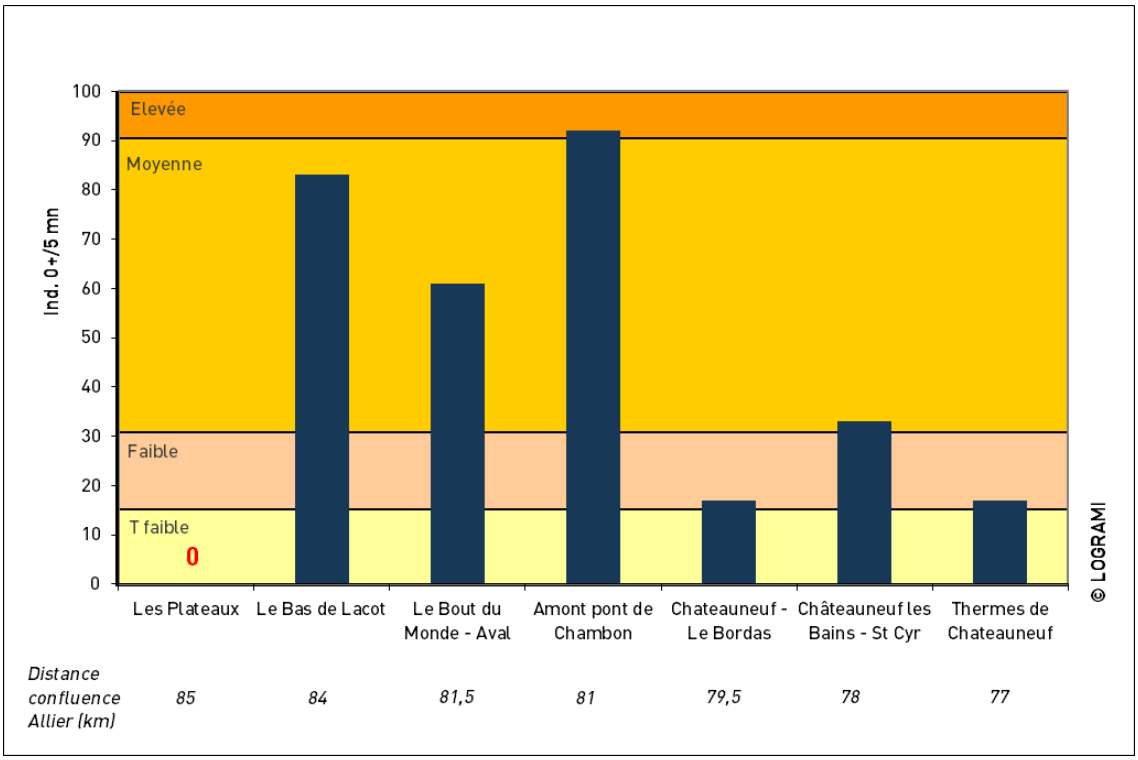


Figure 46 : Indices d'abondance de tacons natifs sur la Sioule en septembre 2017 selon leur succession amont/aval

Avec un indice d'abondance moyen de 37,4 tacons 0+/5 min +/- 38,0 (calculé pour 5 stations historiques), la production de tacons natifs de la zone amont de la Sioule en 2017 est nettement supérieure à la moyenne 2011-2016 (17,4 individus 0+ en 5 minutes +/- 29,1) (Figure 47). Les meilleurs recrutements en juvéniles sur cette partie de la Sioule semblent liés à une hydrologie faible à l'émergence et à l'absence de coup d'eau durant 1 mois après l'émergence (Tableau 34).

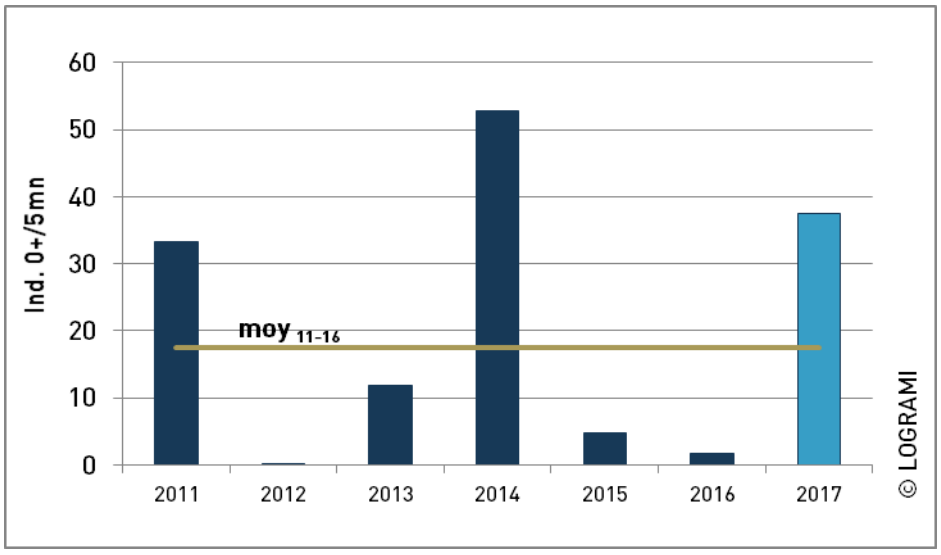


Figure 47 : Evolution de l'indice d'abondance tacons 0+ moyen de la Sioule en amont des Thermes de Châteauneuf les Bains (63) depuis 2011 (5 stations)

Tableau 34 : Indices d'abondance tacons et débit de la Sioule à Châteauneuf les Bains en avril-mai (émergence et post-émergence) (m3/s) depuis 2011, (Données hydro : DREAL Auvergne / HYDRO-MEDD/DE)

	IA supérieurs à la moyenne			IA inférieurs à la moyenne			
	2011	2014	2017	2012	2013	2015	2016
QMJ à l'émergence (date estimée avec ponte médiane le 1er décembre)	5	5	5	5,7	32,5	10,5	36,5
QMJ max avril-mai	18	24,6	22,4	48,8	50,6	36	48,8
Q Moyen avril-mai	4,7	9,8	8,1	23,1	30,4	12,5	24,3
IA moyen	24,5	49,9	38,0	0,4	8,9	4,4	2,2

Comme constaté en 2011 et 2014, les résultats 2017 mettent en évidence la capacité de la Sioule en amont des Thermes de Châteauneuf les Bains à produire des tacons 0+ natifs en quantité jugée moyenne. Cette production reste cependant aléatoire d'une année à l'autre. De multiples facteurs peuvent expliquer cette variabilité (nombre de frayères, survie sous graviers...) mais il semblerait que le débit à l'émergence et juste après l'émergence conditionne fortement le recrutement en juvéniles sur ce secteur.

Résultats sur la Desges

Pour la première fois, la Desges, affluent alti-ligérien rive gauche de l'Allier (confluence à Chanteuges) a été échantillonnée selon le protocole des indices d'abondance tacons 0+. Ce suivi fait suite à la caractérisation de ses habitats en 2016 qui avait abouti à l'estimation d'un potentiel d'accueil pour les juvéniles de saumon atlantique de 105 543 m² d'Equivalent Radier-Rapide (BACH et al., 2017).

Des tacons 0+ ont été capturés sur les 2 stations situées les plus en aval de la Desges, jusqu'au seuil de la Cambuse (ROE 28279), en amont de Chanteuges (43), à 2 km de la confluence avec l'Allier (Figure 48). L'abondance décroit vers l'amont, elle est faible en aval du Bourg de Chanteuges et très faible en aval du seuil de la Cambuse. Etant donné la courte distance entre la station la plus en amont accueillant des tacons 0+ (aval seuil de la Cambuse) et la confluence avec l'Allier, il n'est pas évident d'attribuer cette production de juvéniles à une reproduction effective sur la Desges. La proximité avec l'Allier, en zone refuge au niveau de la confluence (exempte d'alevinage) et où l'abondance des tacons natifs y est la plus importante de l'Allier, favorise la colonisation des premiers kilomètres aval de la Desges par ces derniers. Cette colonisation est plus aisée depuis l'arasement du seuil de l'ancienne scierie de Chanteuges (ROE 28257) en octobre 2016 (maîtrise d'ouvrage FDAAPPMA 43). Par ailleurs, au regard de la qualité salmonicole de l'eau de la Desges (BACH et al., 2017), on pourrait s'attendre à une abondance plus importante en cas de reproduction dans ce cours d'eau. Ainsi, il est plus probable que les tacons capturés sur la Desges soient des individus provenant de l'Allier. Incités par la compétition intra-spécifique et la territorialité qui s'expriment de plus en plus avec la croissance et la diminution des débits durant la période estivale, ils coloniseraient la Desges, jusqu'au premier ouvrage infranchissable à l'étiage : le seuil de la Cambuse (ROE 28279).

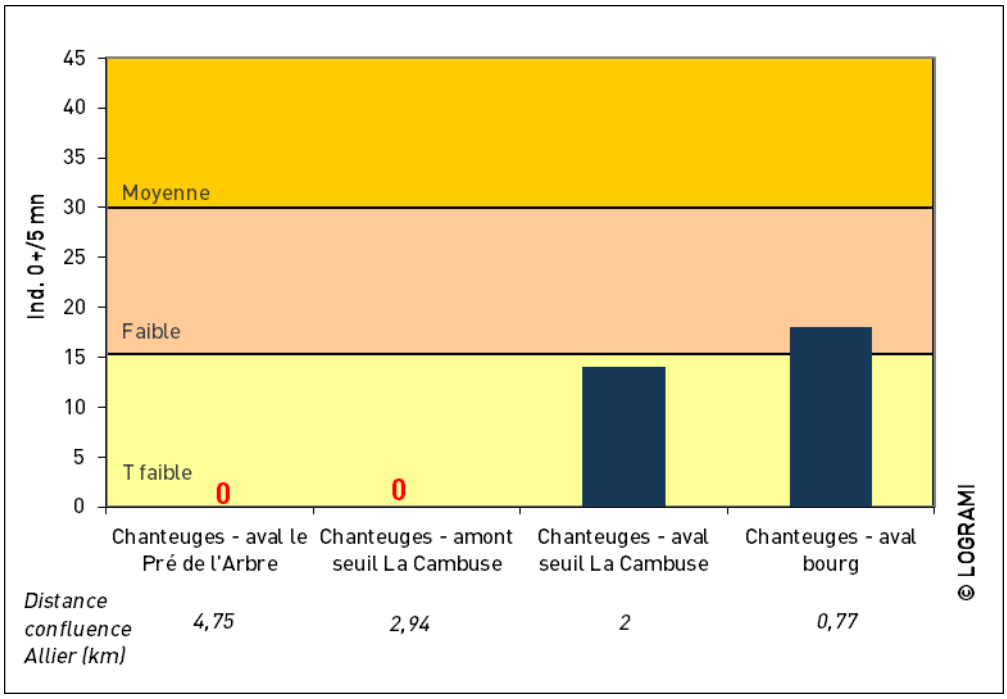


Figure 48 : Indices d'abondance de tacons natifs sur la Desges en septembre 2017 selon leur succession amont/aval

En 2017, en l'absence de suivi de la reproduction en 2016, il n'est pas possible de conclure sur la capacité de production de juvéniles natifs de saumon atlantique de la Desges. Les échantillonnages réalisés en 2017 révèlent néanmoins que les premiers kilomètres de la Desges, peuvent permettre le développement de tacons provenant de la zone refuge de l'Allier voisine dans une gamme d'abondance jugée très faible à faible. Leur colonisation paraît limitée par le seuil de la Cambuse (ROE 28279) (2km de la confluence).

Résultats sur la Senouire

Pour la première fois, la Senouire, affluent alti-ligérien rive droite de l'Allier (confluence dans la retenue de la Bageasse à Vieille Brioude) a été échantillonnée selon le protocole des indices d'abondance tacons 0+. Ce suivi fait suite à la caractérisation de ses habitats en 2016 qui avait abouti à l'estimation d'un potentiel d'accueil pour les juvéniles de saumon atlantique de 165 796 m² d'Equivalent Radier-Rapide (BACH et al., 2017).

Des tacons 0+ ont été capturés sur les 2 stations situées les plus en aval de la Senouire, jusqu'au seuil de Lavaudieu (43) à 5,65 km de la confluence avec l'Allier (Figure 49). Sur ces 2 stations, les abondances sont très faible et faible (limite moyenne).

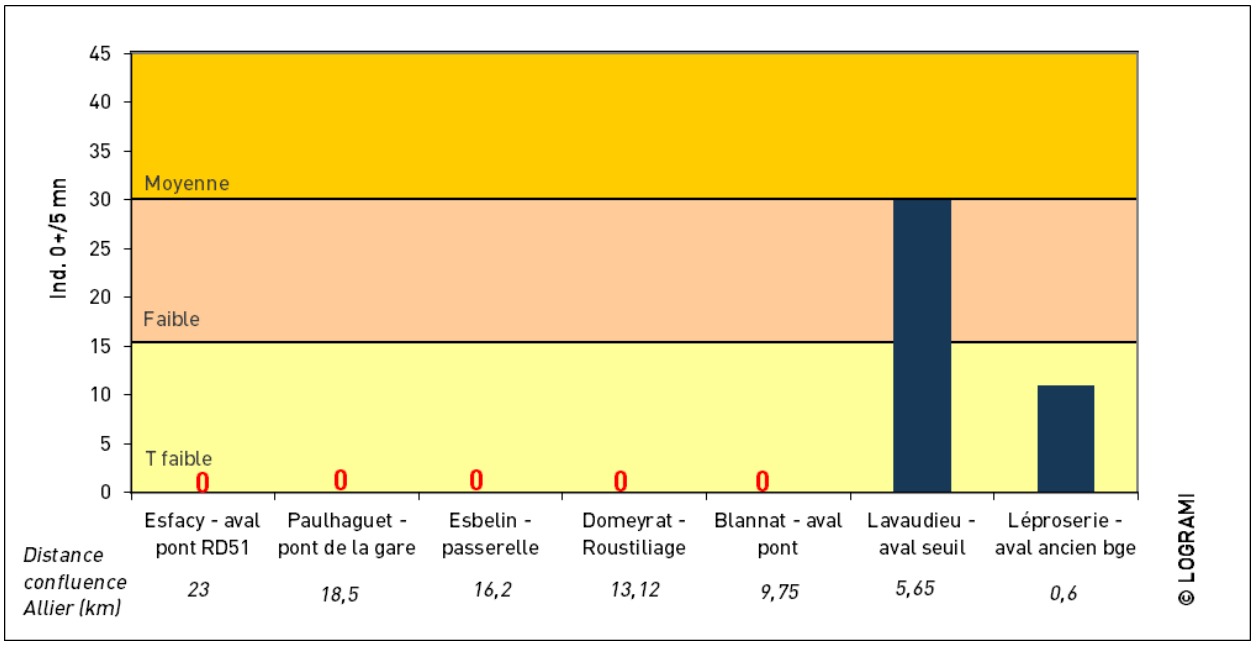


Figure 49 : Indices d'abondance de tacons 0+sur la Senouire en septembre 2017 selon leur succession amont/aval

Au regard de la distance à la confluence avec l'Allier et de l'abondance observée, il est fort probable que les tacons capturés à Lavaudieu soient issus d'une reproduction réalisée sur cet affluent en 2016. La crue de fin novembre 2016 a permis à au moins un couple de géniteurs de remonter la Senouire jusqu'à Lavaudieu.

Concernant les tacons 0+ capturés en aval de l'ancien seuil de la Léproserie, leur origine est plus difficile à déterminer. Ils peuvent très bien, par dispersion vers l'aval, être issus de la même frayère que ceux de Lavaudieu ou bien provenir de l'Allier (natifs ou déversés) à la recherche d'eau plus fraîche l'été.

Dans un passé relativement récent, la présence de tacons natifs 0+ a déjà été constatée jusqu'à Paulhaguet (18,5 km de la confluence) par la FDAAPPMA 43 en 2011 (reproduction 2010) et en aval de Lavaudieu par l'ONEMA en 2014 et 2016.

Malgré les très faibles débits estivaux, la Senouire, dans son secteur aval, peut produire des juvéniles de saumons en abondance jugée faible (quasiment moyenne). La Senouire peut également être colonisée sur ses premiers kilomètres par des tacons de l'Allier préférant son eau plus fraîche que celle de l'Allier.

Résultats sur la Couze d'Ardes

Pour la première fois, la Couze d'Ardes, affluent rive gauche de l'Allier (au Breuil sur Couze (63)) a été échantillonnée selon le protocole des indices d'abondance tacons 0+. Ce suivi fait suite à la caractérisation de ses habitats en 2015 qui avait abouti à l'estimation d'un potentiel d'accueil pour les juvéniles de saumon atlantique de 46 738 m² d'Equivalents Radier-Rapide (BACH et al., 2016).

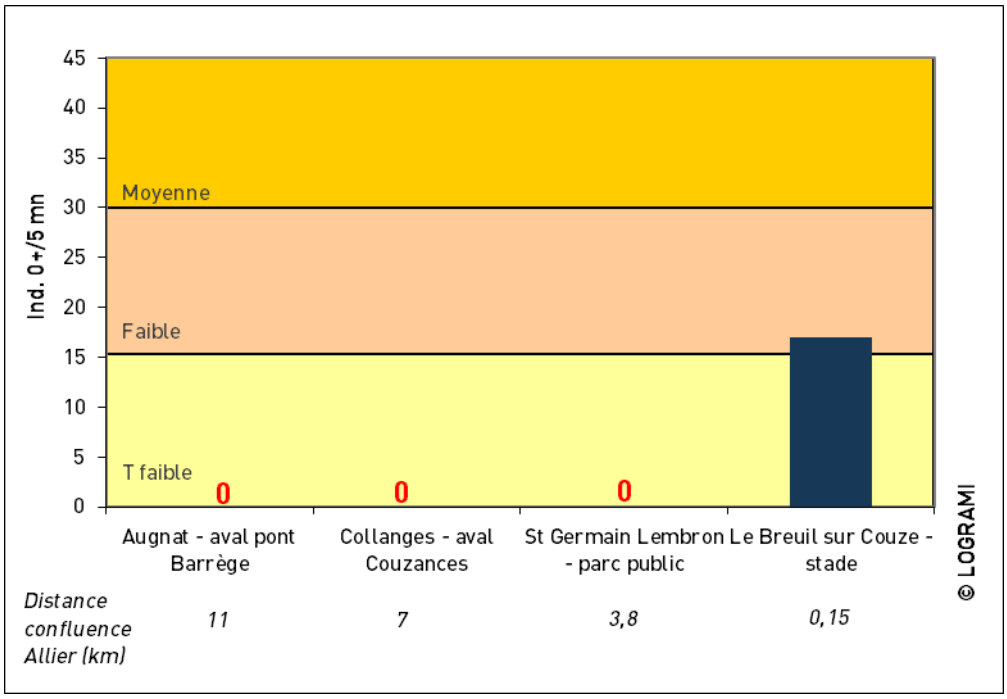


Figure 50 : Indices d'abondance de tacons 0+sur la Couze d'Ardes en septembre 2017 selon leur succession amont/aval

Seule la station située le plus en aval (150 m de la confluence avec l'Allier) présente des tacons 0+ dans une abondance considérée comme faible (Figure 50).

En l'absence de suivi de la reproduction en 2016, l'origine de ces tacons est indéterminée. Toutefois, il est fortement probable que ces individus proviennent des 22 500 alevins déversés dans l'Allier dans un rayon de 2 km en amont et en aval de la confluence. Ils coloniseraient la Couze d'Ardes à la recherche d'eau plus fraîche l'été.

La présence de tacons 0+, bien que probablement issus d'alevinage, sur la partie aval de la Couze d'Ardes, à proximité de la confluence avec l'Allier, confirme sa capacité à accueillir et à développer des juvéniles de saumons. Sa capacité à produire des alevins natifs à partir de la reproduction naturelle ne peut cependant pas être évaluée en 2017. La partie aval de la Couze d'Ardes constituerait également un refuge thermique pour certains tacons de l'Allier.

Résultats sur la Couze Pavin

Pour la première fois, la Couze Pavin, affluent rive gauche de l'Allier (à Issoire, 63) a été échantillonnée selon le protocole des indices d'abondance tacons 0+. Ce suivi fait suite à la caractérisation de ses habitats en 2015 qui avait abouti à l'estimation d'un potentiel d'accueil pour les juvéniles de saumon atlantique de 132 986 m² d'Equivalent Radier-Rapide (BACH et al., 2016).

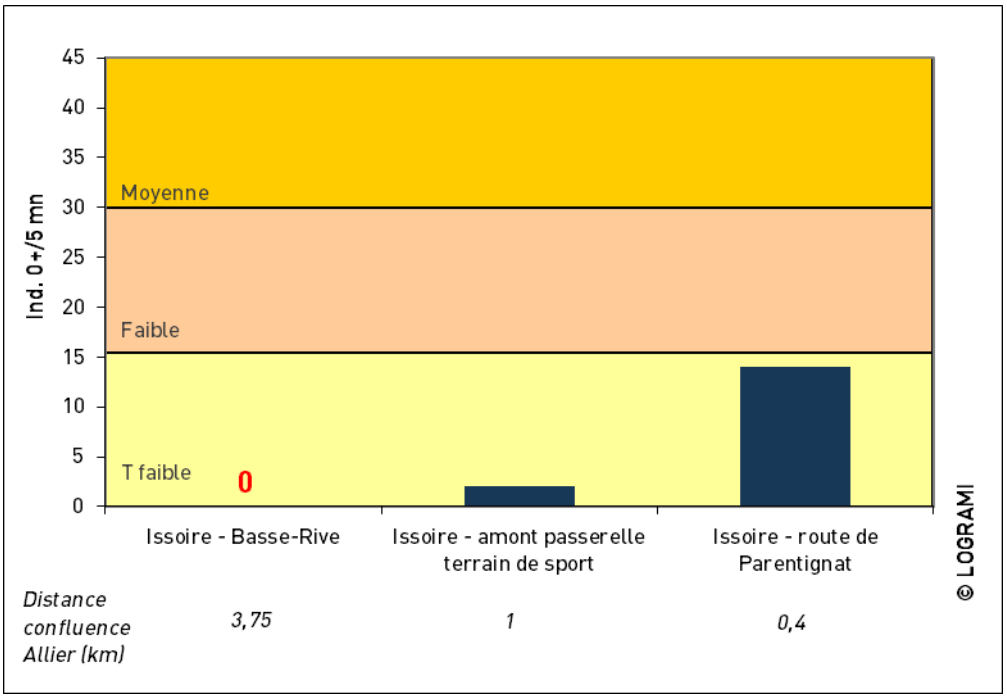


Figure 51 : Indices d'abondance de tacons 0+sur la Couze Pavin en septembre 2017 selon leur succession amont/aval

Des tacons 0+ ont été capturés sur les 2 stations situées les plus en aval de la Couze Pavin, dans le premier kilomètre en amont de la confluence avec l'Allier (Figure 51). L'abondance décroit vers l'amont mais correspond à une abondance très faible pour les 2 stations (14 puis 2 tacons).

En l'absence de suivi de la reproduction en 2016, l'origine de ces tacons est indéterminée. Toutefois, il est fortement probable que ces individus proviennent des 5 800 alevins déversés dans l'Allier dans un rayon de 2 km en amont et en aval de la confluence. Ils coloniseraient la Couze Pavin à la recherche d'eau plus fraîche l'été.

La présence de tacons 0+, bien que probablement issus d'alevinage réalisés sur l'Allier, sur la partie aval de la Couze Pavin, à proximité de la confluence avec l'Allier, confirme sa capacité à accueillir et à développer des juvéniles de saumons. Sa capacité à produire des alevins natifs à partir de la reproduction naturelle ne peut cependant pas être évaluée en 2017. La partie aval de la Couze Pavin constituerait également un refuge thermique pour certains tacons de l'Allier.

Résultats sur la Couze Chambon

Pour la première fois, la Couze Chambon, affluent rive gauche de l'Allier (à Coudes (63)) a été échantillonnée selon le protocole des indices d'abondance tacons 0+. Ce suivi fait suite à la caractérisation de ses habitats en 2015 qui avait abouti à l'estimation d'un potentiel d'accueil pour les juvéniles de saumon atlantique de 40 870 m² d'Equivalent Radier-Rapide (BACH et al., 2016).

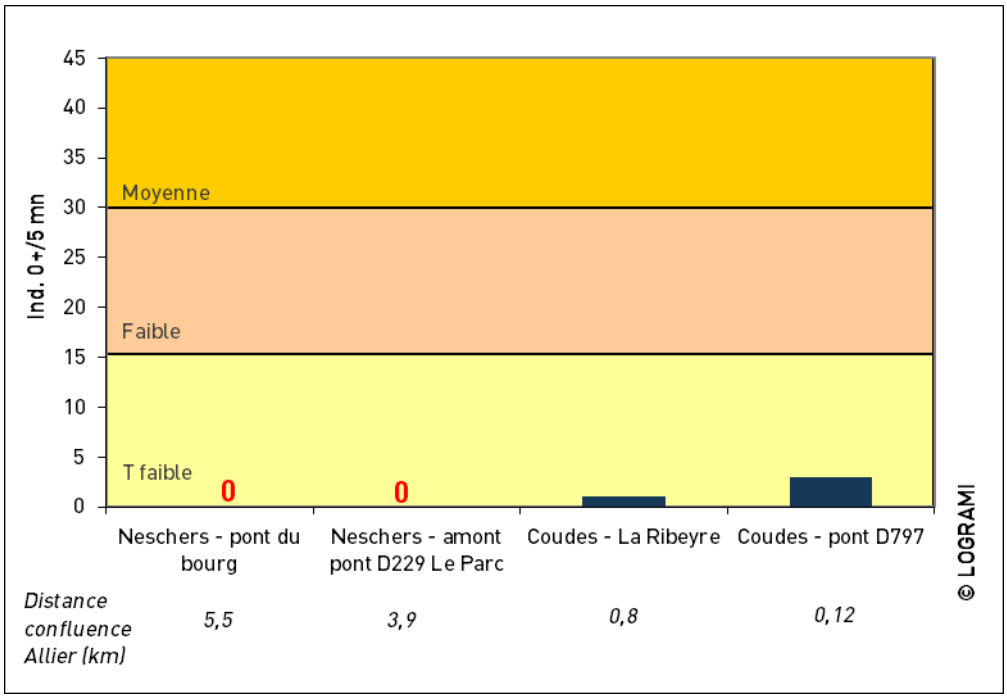


Figure 52 : Indices d'abondance de tacons 0+sur la Couze Chambon en septembre 2017 selon leur succession amont/aval

Des tacons 0+ ont été capturés sur les 2 stations situées les plus en aval de la Couze Chambon, dans les 800 premiers mètres en amont de la confluence avec l'Allier (Figure 52). L'abondance décroit vers l'amont mais correspond à une abondance très faible pour les 2 stations (3 puis 1 tacon).

En l'absence de suivi de la reproduction en 2016, l'origine de ces tacons est indéterminée. Toutefois, il est fortement probable que ces individus proviennent des 49 100 alevins déversés dans l'Allier dans un rayon de 2 km en amont et en aval de la confluence. Ils coloniseraient la Couze Chambon à la recherche d'eau plus fraîche l'été.

La présence de tacons 0+, bien que probablement issus d'alevinage réalisés sur l'Allier, sur la partie aval de la Couze Chambon, à proximité de la confluence avec l'Allier, confirme sa capacité à accueillir et à développer des juvéniles de saumons. Sa capacité à produire des alevins natifs à partir de la reproduction naturelle ne peut cependant pas être évaluée en 2017. La partie aval de la Couze Chambon constituerait également un refuge thermique pour certains tacons de l'Allier.

Conclusion

Les échantillonnages printaniers réalisés en 2017 sur la Dore ont mis en évidence la présence de tacons natifs sur une station. La production d'alevins de saumon natifs de la Dore reste néanmoins très faible.

Les échantillonnages automnaux réalisés en 2017 sur le bassin de l'Allier ont mis en évidence les capacités de production de tacons 0+ natifs des habitats :

- de l'Allier dans sa zone refuge ;
- de l'Alagnon sur ses 40 premiers kilomètres ;
- de la Sioule dans les 9 kilomètres en aval du barrage infranchissable de Queuille (EDF).

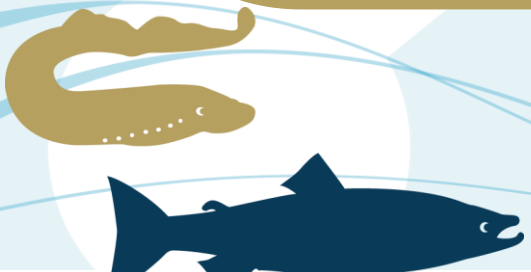
La production de tacons 0+ natifs dans la zone refuge de l'Allier en 2017 est inférieure à la moyenne historique. Le barrage de Poutès limite toujours fortement l'exploitation des capacités de production des habitats du Haut-Allier.

Sur l'Alagnon, en l'absence d'alevinage en 2017, la présence de tacons 0+ natifs sur les 40 premiers kilomètres est encourageante. Elle démontre la capacité de production de l'Alagnon et confirme la pertinence de la mise en place de la gestion patrimoniale sur ce cours d'eau.

La production de tacons 0+ natifs sur la zone amont de la Sioule en 2017 est supérieure à la moyenne historique. Les capacités de production de ce secteur sont réelles mais cette production, très variable d'une année à l'autre, semble être affectée par de forts débits à l'émergence et juste après l'émergence. Ce résultat interroge sur les conditions de vie des alevins dans ce secteur comparativement à d'autres secteurs du bassin de l'Allier.

Sur tous les affluents étudiés en 2017, excepté la Senouire, la présence de tacons 0+ suit le même schéma : des tacons 0+ ne sont capturés que dans les 2 premiers kilomètres en amont de la confluence avec l'Allier et les stations qui présentent les indices d'abondance les plus importants sont celles qui sont les plus proches de la confluence avec l'Allier. Même si des reproductions de saumons ne peuvent être écartées sur ces cours d'eau, il est probable, au regard des niveaux d'abondance relativement faibles, que les individus capturés aient colonisé ces cours d'eau depuis l'Allier.

La présence de tacons 0+, bien que probablement issus d'alevinage réalisés sur l'Allier, sur la partie aval des Couze(s), à proximité de la confluence avec l'Allier, confirme leur capacité à accueillir et à développer des juvéniles de saumons. L'hypothèse d'un refuge thermique semble privilégiée pour les Couze(s) (toutes affluents de la partie aval de l'Allier dans le secteur d'Issoire (63)). Pour la Desges, située plus en amont, l'importante abondance de tacons dans l'Allier au niveau de sa confluence (zone refuge) et la compétition intra-spécifique qui en découle peut expliquer cette colonisation. Enfin, sur la Senouire, la présence de tacons 0+ natifs jusqu'à Lavaudieu (43) confirme les données historiques de la FDAAPPMA 43 et révèle la capacité de ses habitats à produire des juvéniles de saumons.



2.3.2.2 Recherche au printemps d'alevins issus de la reproduction naturelle de saumons sur le bassin de la Gartempe

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 frisotants très peu profonds). Or, au printemps, ces zones sont parfois réduites en raison des niveaux d'eau plus élevés qu'en fin d'été.

Aucun grand nid de salmonidé n'a pu être observé sur la Gartempe et ses affluents durant l'hiver 2016-2017. Nous avons donc choisi de pêcher des sites habituellement fréquentés par le saumon pour la reproduction, soit d'aval en amont : Reculat, Moulin Verger, Moulin d'Ardent, Papeterie Laprade, Lavaugrasse (Tableau 35).

Tableau 35 : Sites pêchés pour la recherche de juvéniles de saumon sur la Gartempe au printemps 2017

Cours d'eau	Dépt	Commune(s)	Lieu-dit	X (L93)	Y (L93)
Gartempe	87	Darnac	Reculat	540 906	6571201
Gartempe	87	Saint Bonnet de Bellac	Aval Moulin Verger	544 960	6562585
Gartempe	87	Rancon	Moulin d'Ardent	557 892	6560719
Gartempe	87	Rancon	Papeterie Laprade	562 363	6560343
Gartempe	87	Bessines-sur-Gartempe	Lavaugrasse	572 816	6558916

Ainsi, 5 stations du cours principal de la Gartempe ont été pêchées (Figure 53). Trois d'entre elles ont été échantillonnées les années précédentes : Moulin d'Ardent, Papeterie Laprade et Lavaugrasse. Des alevins natifs y ont été observés en 2014, 2015 et 2016 à Lavaugrasse et en 2014 à Moulin d'Ardent.

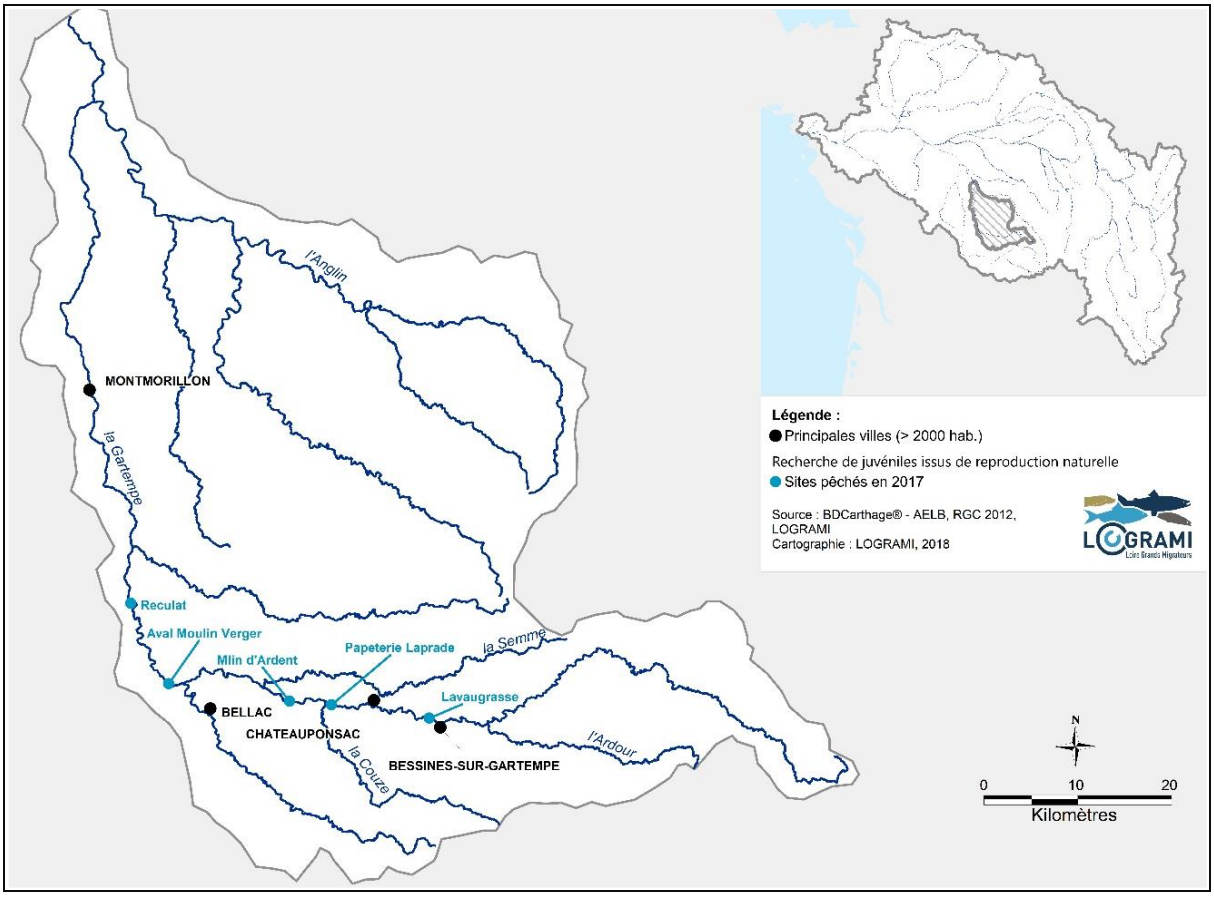


Figure 53 : Localisation des stations échantillonnées par pêches électriques pour la recherche de juvéniles de saumon sur le bassin de la Gartempe en mai 2017

Résultats

Les déversements d'alevins de saumons réalisés dans le cadre du marché de repeuplement par le Conservatoire National du Saumon Sauvage (CNSS) étant prévus les 8 et 9 juin 2017, les pêches ont été programmées et réalisées le 31 mai 2017.

Les cinq stations ont été prospectées dans de bonnes conditions, les débits étant faibles comparativement aux débits moyens du mois de mai 2017 et aux débits de référence. A Saint-Bonnet-de-Bellac, le débit le 31 mai était de 6,42 m^3/s contre un débit moyen en mai 2017 de 8,24 m^3/s et un débit moyen interannuel de mai de 18,40 m^3/s (Tableau 36). A Folles, le débit le jour de la pêche était de 3,58 m^3/s contre un débit moyen de mai de 4,16 m^3/s et une moyenne interannuelle sur le même mois de 9,10 m^3/s.

Tableau 36 : Débits journaliers (31 mai 2017) et débits moyens du mois de mai sur la Gartempe (Source : DREAL LIMOUSIN/HYDRO-MEDD/DE)

Station	Débit le 31/05/2017 (m^3/s)	Débit moyen de mai 2017 (m^3/s)	Débit moyen interannuel mai (m3/s)
La Gartempe à Saint-Bonnet-de-Bellac (1994-2017)	6,42	8,24	18,40
La Gartempe à Folles (1960-2017)	3,58	4,16	9,10

Un seul alevin identifié comme étant un saumon a été capturé sur la station de Lavaugrasse. Les pêches ayant eu lieu avant les déversements, cet individu peut pas être issu de ces déversements

Le suivi de la reproduction des saumons réalisé l'hiver précédent n'avait pourtant pas permis d'observer de nids, y compris sur la zone de Lavaugrasse. Il n'est pas exclu que la reproduction sur ce radier ait eu lieu après la date de la dernière prospection. Par ailleurs, le système de comptage de La Roche Etrangleloup situé à Châteauponsac, soit en aval de la station de Lavaugrasse, n'a détecté aucun saumon en montaison en 2016. Néanmoins, le comptage a connu une période d'arrêt.

Tableau 37 : Résultats des pêches d'échantillonnage de juvéniles de saumon réalisées en mai 2017 sur le bassin de la Gartempe (Source : LOGRAMI)

Cours d'eau	Lieu-dit	Nbre d'alevins	Nbre de tacons d'1 an ou +
Gartempe	Reculat	0	0
	Moulin Verger	0	0
	Moulin d'Ardent	0	**1**
	Papeterie Laprade	0	0
	Lavaugrasse	**1**	0

Malgré les hypothèses pouvant expliquer cette observation, la capture d'un seul individu à Lavaugrasse peut entraîner un doute sur la réalité de la reproduction du saumon à ce niveau en 2017. En effet, aucune frayère n'a été observée sur l'axe Gartempe fin 2016. Par ailleurs, aucun juvénile de saumon de l'année n'a été capturé sur les autres stations (Tableau 37). Pourtant, l'alevin capturé présente bien les caractéristiques du saumon contrairement à plusieurs juvéniles de truite capturés sur le même site le même jour (Figure 54).



Figure 54 : Individu capturé lors des prospections de juvéniles de saumon avant les déversements sur la Gartempe au lieudit Lavaugrasse au printemps 2017 et identifié comme un alevin de saumon (à gauche) et alevin de truite capturé sur le même site (à droite)

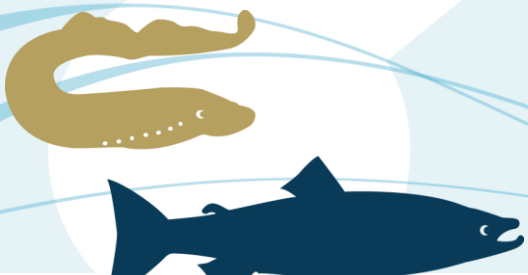
Une autre hypothèse pourrait être l'hybridation entre des jeunes saumons mâtures et la truite fario bien présente à ce niveau de l'axe. Il est reconnu par plusieurs auteurs qu'il existe une hybridation naturelle entre le saumon atlantique et la truite fario (BEALL et al., 1997). Par ailleurs, il a aussi été démontré que « La maturation sexuelle précoce des tacons mâles et leur comportement de « sneaker » pourraient également favoriser l'hybridation entre la truite et le saumon » (d'après CROZIER, 1984 ; MCGOWAN et DAVIDSON, 1992 a in BEALL et al., 1997). Enfin, HUTCHINGS et MYERS (1988) ont montré que 5 à 30 % des ovules peuvent être fécondés par des tacons mâles précoces, cette proportion pouvant augmenter avec le nombre de tacons présents.

A l'été 2017, la campagne de suivi d'implantation des juvéniles de saumon réalisée sur 16 stations déversées a été l'occasion de refaire une pêche à Lavaugrasse (le 29 août). Aucun alevin de saumon n'y a été capturé.

A noter qu'un tacon d'un an ou plus a été capturé à Moulin d'Ardent. Au vu de sa taille (197 mm), il est fort probable que cet alevin soit un individu âgé de 2 ans. Il peut être issu du déversement réalisé en 2015 à Moulin d'Ardent ou bien de déversements réalisés sur d'autres sites.

En 2017, la recherche de juvéniles issus de reproduction naturelle sur la Gartempe a permis de capturer un alevin sur la station de Lavaugrasse située à Bessines-sur-Gartempe. Aucun alevin de saumon n'a été pêché sur les quatre autres sites prospectés. Sur ces stations, les résultats sont cohérents avec le suivi de la reproduction réalisé l'hiver précédent puisqu'aucun nid de grand salmonidé n'avait pu être observé. Sur la station de Lavaugrasse, le seul individu capturé peut faire douter d'une réelle reproduction naturelle de saumon. L'hypothèse de l'hybridation entre un tacon et une truite fario est émise.

En conclusion, la production naturelle de juvéniles de saumon sur la Gartempe en 2017 a été nulle à très faible, en lien avec les conditions hydrologiques observées en 2016. La quasi-totalité des 92 saumons comptabilisés sur la Creuse à Descartes n'a vraisemblablement pas achevé sa migration jusqu'aux zones de reproduction, les faibles débits accentuant les difficultés de montaison engendrées par le cumul des seuils.



3. Les conditions environnementales et d'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 fonctionnement actuellement en système de puits (Figure 55). 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.

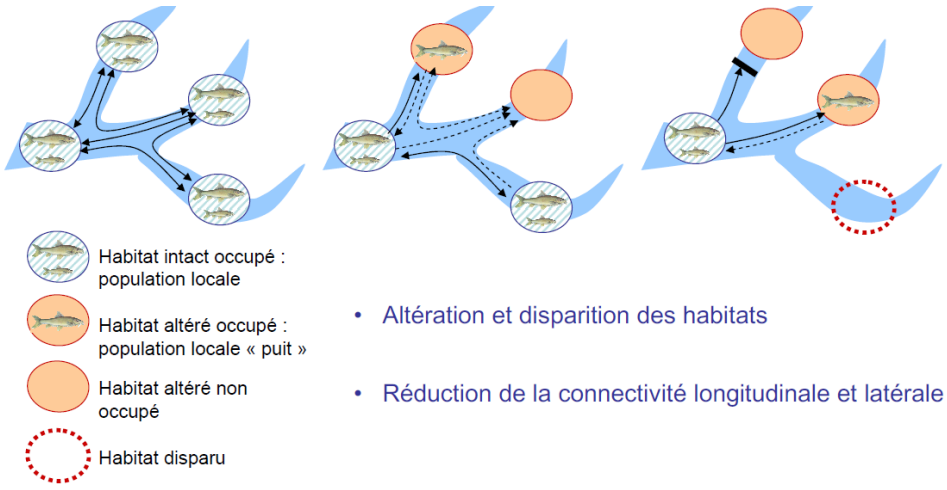


Figure 55 : Schéma d'altération, de disparition des habitats et de réduction de la connectivité longitudinale et latérale (Sources : C. Le Pichon, G. Gorges, J. Baudry, T. Faure et H. Boussard, 2006)

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. Ils sont d'ordre naturels avec les conditions environnementales mais également anthropiques, 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 2017

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 56).

Au moment de la rédaction du présent rapport, les débits 2017, mesurés aux différentes stations hydrologiques, n'ont pas été validés par les différents producteurs de données. **Les valeurs décrites ci-après sont donc susceptibles d'être modifiées.**

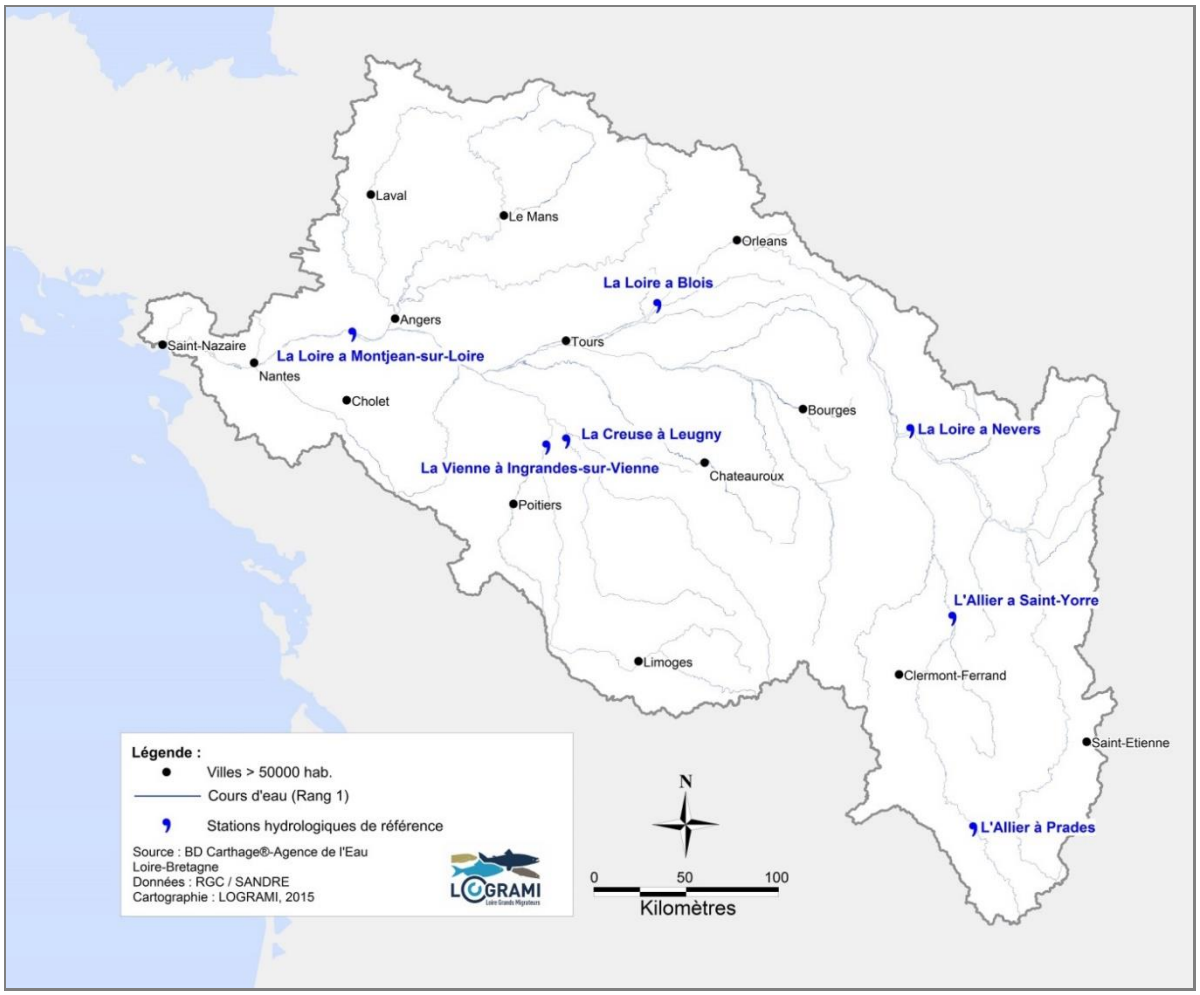


Figure 56 : Localisation des stations hydrométriques de référence sur le bassin de la Loire

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 57).

L'année 2017 est marquée par des niveaux d'eau très bas tout au long de l'année. Les débits moyens mensuels sont tous inférieurs aux débits de référence calculés sur une moyenne de 155 ans (en moyenne 2 fois moins importants sur l'ensemble de l'année).

Durant les mois de janvier et de novembre de l'année 2017, les niveaux d'eau sont extrêmement bas. En effet, les débits moyens mensuels de la Loire à Montjean sont respectivement 3,5 et 4 fois moins importants en janvier (409 m^3/s) et novembre (191 m^3/s) que les écoulements de référence avec des valeurs nettement inférieures au module (842 m^3/s).

Sur l'ensemble de l'année, un seul pic de crue supérieur à 1500 m^3/s est enregistré le 11 mars (1950 m^3/s). Cette crue est de faible intensité par rapport à l'historique de la station, où la crue biennale est de 3100 m^3/s.

La période d'étiage (juillet-août) est marquée par une hydrologie faible. Les débits moyens pour ces deux mois sont 1,8 fois moins importants que les écoulements de référence. Les débits moyens des mois de juillet et d'août sont respectivement de 178 et 143 m³/s.

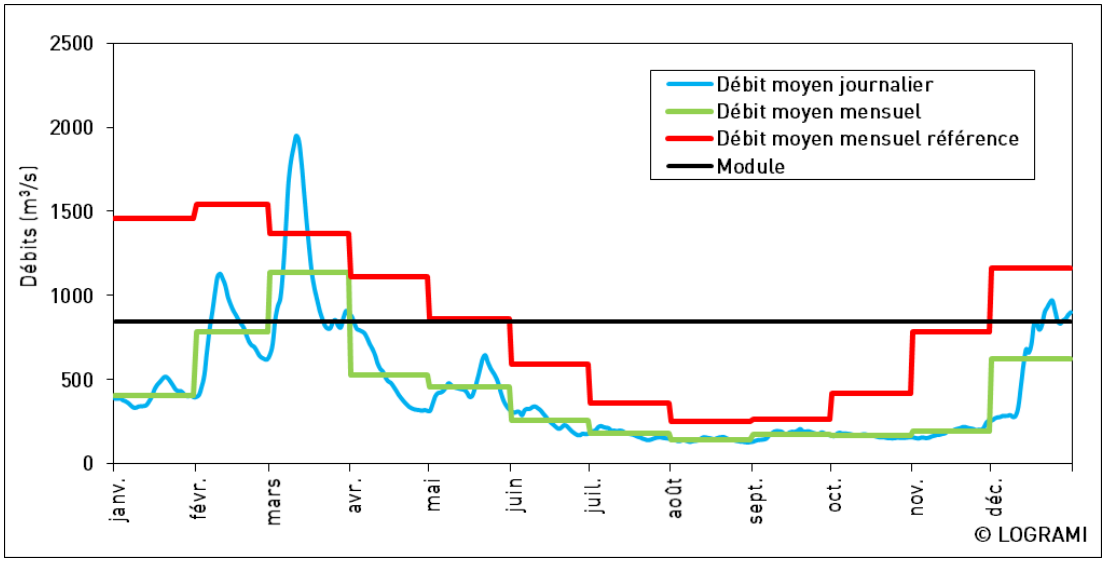


Figure 57 : Débits journaliers et mensuels de la Loire à Montjean-sur-Loire en 2017 (Données hydro : DREAL Pays-de-Loire /Hydro – MEDD/DE)

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 58).

La situation hydrologique de la Loire à Blois est peu différente de celle de la Loire aval (Montjean sur Loire). Les débits moyens mensuels de la Loire à Blois sont inférieurs aux débits moyens mensuels de référence calculés sur une moyenne de 155 ans.

Ainsi, les débits sont bas sur le premier mois de l'année, mais aussi sur les mois d'avril, mai et juin ainsi que sur les trois derniers mois de l'année avec en moyenne des débits 2 fois moins importants que les écoulements de référence.

Durant l'année, trois crues sont constatées et atteignent des pics journaliers supérieurs à 600 m³/s :

- La première crue a eu lieu entre le 3 et le 21 février avec un pic de crue journalier atteignant 706 m³/s le 8 février.
- La deuxième crue est la plus intense de l'année. Elle a eu lieu entre le 4 et le 19 mars avec un pic de crue journalier atteignant 1020 m³/s le 10 mars.
- La troisième est moins importante que les précédentes. Ce coup d'eau a lieu entre le 17 le 28 décembre avec un débit moyen journalier atteignant 630 m³/s le 22 décembre.

L'intensité de ces crues reste faible. En effet, elle ne dépasse jamais les valeurs d'une crue biennale (1700 m³/s).

La période d'étiage (juillet-août) est également marquée par une hydrologie faible. Les débits moyens pour ces deux mois sont en moyenne 1,7 fois moins importants que les écoulements de référence.

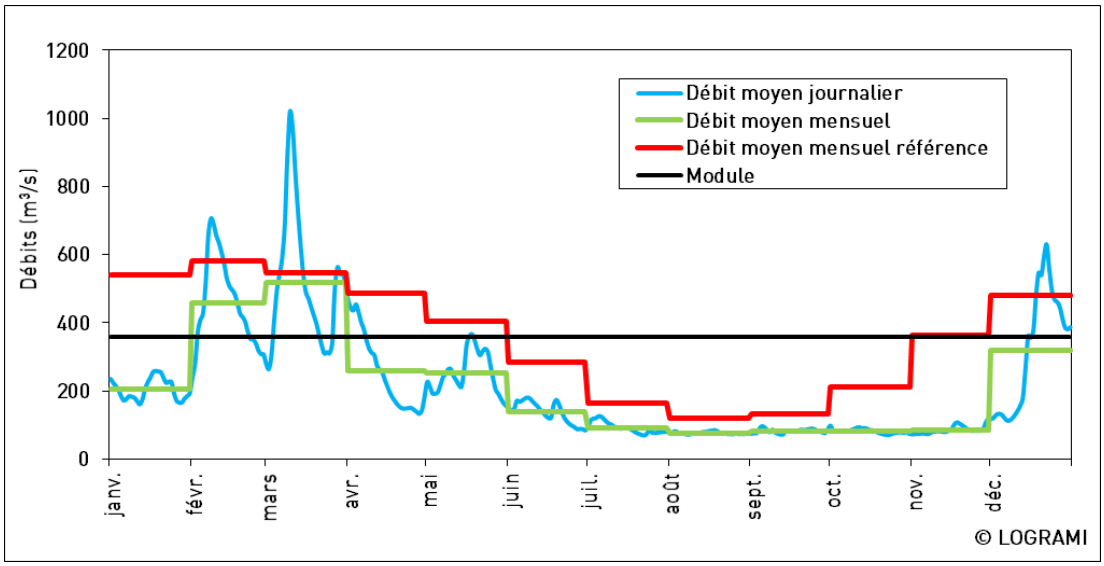


Figure 58 : Débits journaliers et mensuels de la Loire à Blois en 2017 (Données hydro : DREAL Centre / Hydro - MEDD/DE)

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 59).

L'analyse des débits mensuels de la Loire amont à la station de Nevers montre que les débits mensuels de l'année 2017 sont eux aussi globalement très inférieurs aux valeurs mensuelles de références (calculés sur 63 ans) hormis pour le mois de mars. En effet, un pic de crue est enregistré le 3 mars (298 m^3/s).

Deux autres pics de crue sont constatés dans l'année avec des valeurs supérieures aux moyennes de références mensuelles :

- Une première crue a eu lieu entre le 3 et le 10 février avec un pic de crue journalier atteignant 403 m^3/s le 6 février (moyenne référence pour le mois de février de 309 m^3/s).
- Entre le 4 et le 19 mars avec un pic de crue journalier atteignant 1020 m^3/s le 10 mars (moyenne référence pour le mois de février de 251 m^3/s).

Toutes ces crues sont de très faible intensité par rapport à l'historique de la station, où la crue biennale est de 1000 m^3/s.

Le caractère sec de l'année est très prononcé pour les mois de janvier, d'avril à juin et novembre où les moyennes mensuelles sont en moyenne 2 fois moins élevées que les valeurs de références. Ces faibles débits pendant la fenêtre de migration « avril-juin » ont pu avoir un impact important sur la migration des poissons.

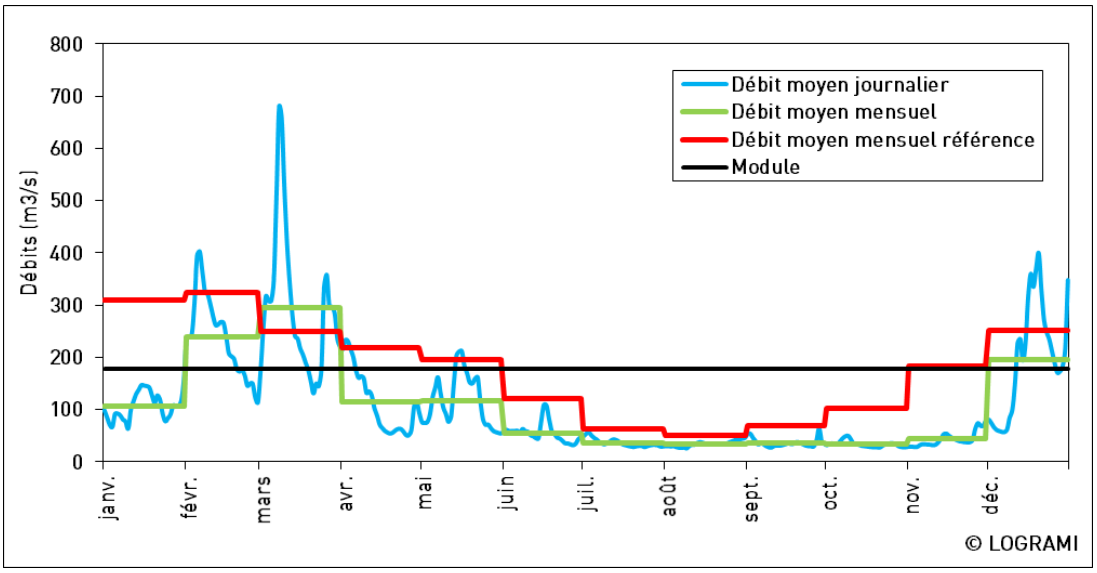


Figure 59 : Débits journaliers et mensuels de la Loire à Nevers en 2017 (Données hydro : DREAL Centre / Hydro - MEDD/DE)

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 60).

Les débits moyens mensuels de l'année sont tous inférieurs à ceux de référence (calculés sur 101 ans). Seule une crue dépasse les 300 m³/s : le 7 mars (373 m³/s). Son intensité est deux fois plus faible que la crue biennale (720 m³/s).

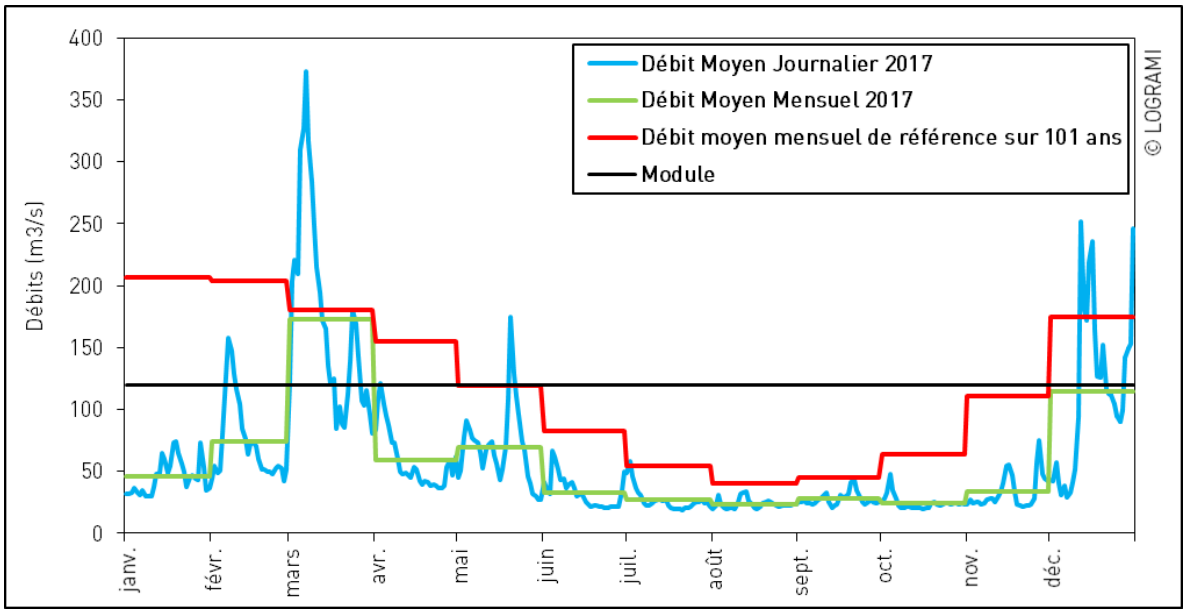


Figure 60 : Débits journaliers et mensuels de la Vienne à Ingrandes-sur-Vienne en 2017 (Données hydro : SPC VCA- Centre de Poitiers/Hydro – MEDD/DE)

Seuls les débits moyens mensuels du mois de mars dépassent le module. Le débit journalier moyen le plus faible est observé le 21 juillet avec une valeur de 19 m³/s. Le débit minimal calculé sur 30 jours consécutifs (VCN30) est de 23 m³/s entre le 12 juillet et le 10 août 2017. Cette période est considérée, par rapport à l'historique de la station, comme triennale sèche (36 % des VCN 30 depuis 1918 sont

inférieures). En 2017, **l'étiage est donc marqué sur la Vienne. Le reste de l'année, les débits sont très faibles.**

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 tous inférieurs à ceux de référence (calculés sur 55 ans). Il n'y pas réellement de périodes de hautes eaux, seul le débit moyen mensuel du mois de mars est supérieur au module (Figure 61). Le débit journalier moyen le plus faible est observé le 23 juillet avec une valeur de 8 m³/s. Sur 30 jours consécutifs, le débit minimal (VCN30) est de 10 m³/s entre le 16 juillet et le 14 août 2017. Cette période est considérée, par rapport à l'historique de la station, comme quadriennale sèche (24 % des VCN 30 depuis 1964 sont inférieures). **Les débits ont donc été très faibles en 2017 et l'étiage bien marqué.**

Une seule crue est distinguable en 2017 : le 7 mars avec 324 m³/s. Elle est de faible intensité par rapport à l'historique de la station, la crue biennale étant de 590 m³/s.

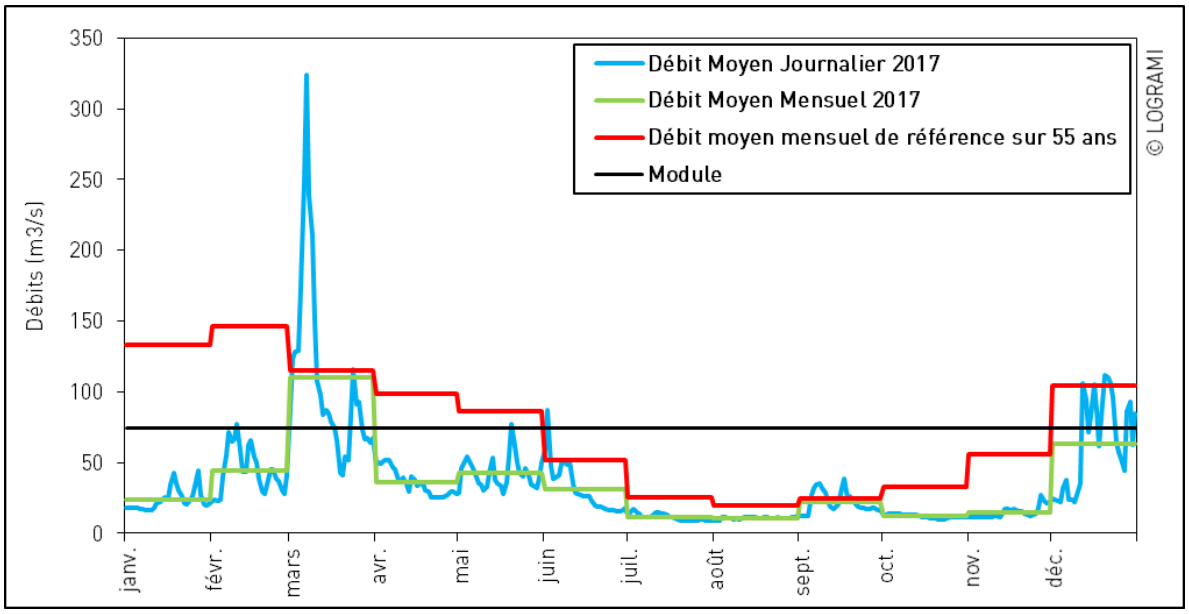


Figure 61 : Débits journaliers et mensuels de la Creuse à Leugny en 2017 (Données hydro : SPC VCA - Centre de Poitiers / Hydro - MEDD/DE)

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 62).

L'analyse des débits mensuels de l'Allier à la station de Saint-Yorre montre que les débits mensuels de l'année 2017 sont globalement inférieurs aux valeurs mensuelles de références (calculées sur 51 ans) hormis pour les mois de février et mars ou les débits mensuels sont proches des valeurs de référence. Trois pics de crues supérieures à 150 m³/s : le 5 février (277 m³/s), le 7 mars (190 m³/s) et le 26 mars

(196 m³/s) sont relevés pendant la période « février-mars ». Ces crues sont de faible intensité par rapport à l'historique de la station, où la crue biennale est de 540 m³/s.

Comme sur la Loire, les débits sont très faibles sur le premier mois de l'année, mais aussi sur les mois d'avril, mai et juin ainsi que sur les trois derniers mois de l'année avec en moyenne des débits 2 fois moins importants que les écoulements de référence.

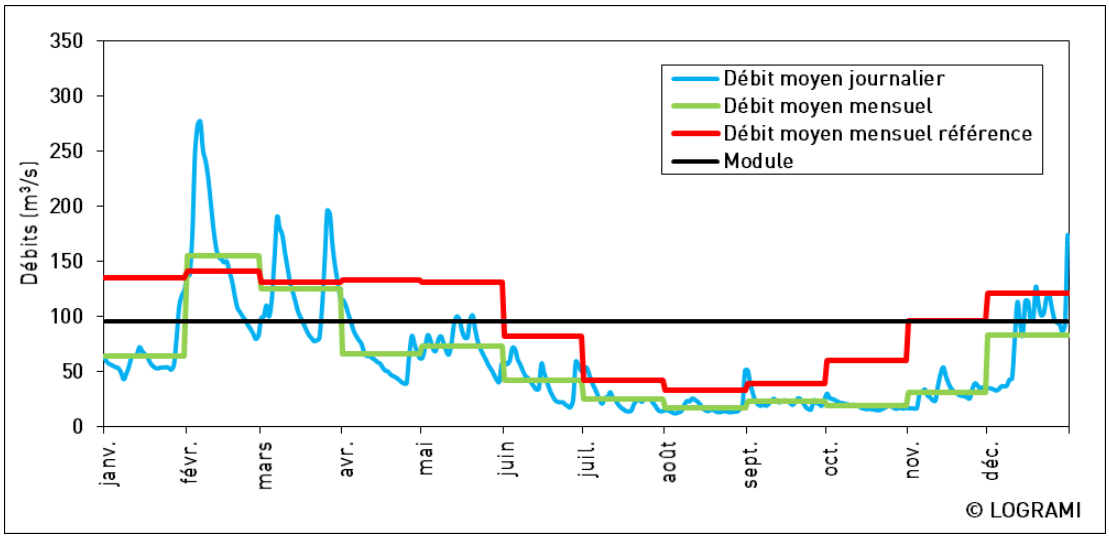


Figure 62 : Débits journaliers et mensuels de l'Allier à Saint-Yorre en 2017 (Données hydro : DREAL Centre / Hydro - MEDD/DE)

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 63).

Les débits moyens mensuels de l'Allier à Prades sont globalement inferieurs aux débits moyens mensuels de référence hormis pour les mois de février et mars.

Un manque d'eau prononcé est constaté pendant les mois de janvier, avril et mai. Sur ces mois, les débits mensuels sont en moyenne 1,7 fois moins importants que les débits mensuels de référence calculés sur 50 ans.

Les mois de février et mars ont une forte hydrologie avec une moyenne mensuelle environ 0,6 fois supérieure aux moyennes mensuelles de référence. Deux pics de crue sont visibles le 3 février (97 m³/s) et le 25 mars (98 m³/s). Néanmoins, ces crues sont de faible intensité par rapport à l'historique de la station, la valeur de la crue biennale étant de 200 m³/s.

En revanche, sur la période juillet-août, la situation hydrologique de l'Allier à Prades est différente de celle de l'Allier aval (Saint-Yorre). En effet, le soutien d'étiage opéré par le barrage de Naussac a estompé le phénomène de bas débits. Contrairement aux autres stations du bassin de la Loire, la période d'étiage (juillet-août) est marquée pour une hydrologie moyenne avec des moyennes mensuelles proches des valeurs de référence.

Cependant, durant les 3 derniers mois de l'année 2017, les niveaux d'eau sont extrêmement bas pour la saison. En effet, les débits moyens mensuels de l'Allier à Prades sont en moyenne 3,4 fois moins importants que les écoulements de référence avec des valeurs nettement inférieures au module (20 m³/s).

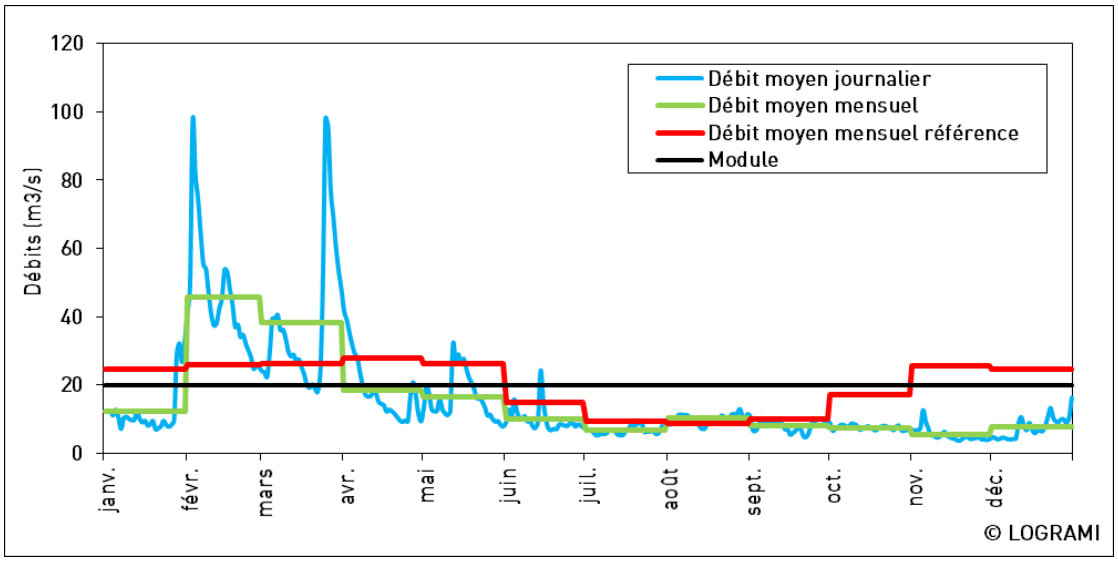


Figure 63 : Débits journaliers et mensuels de l'Allier à Prades en 2017 (Données hydro : DREAL Centre / Hydro - MEDD/DE)

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 mis en œuvre par LOGRAMI est complété par d'autres points de mesures sur ces principaux axes ainsi que 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 64). 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...).

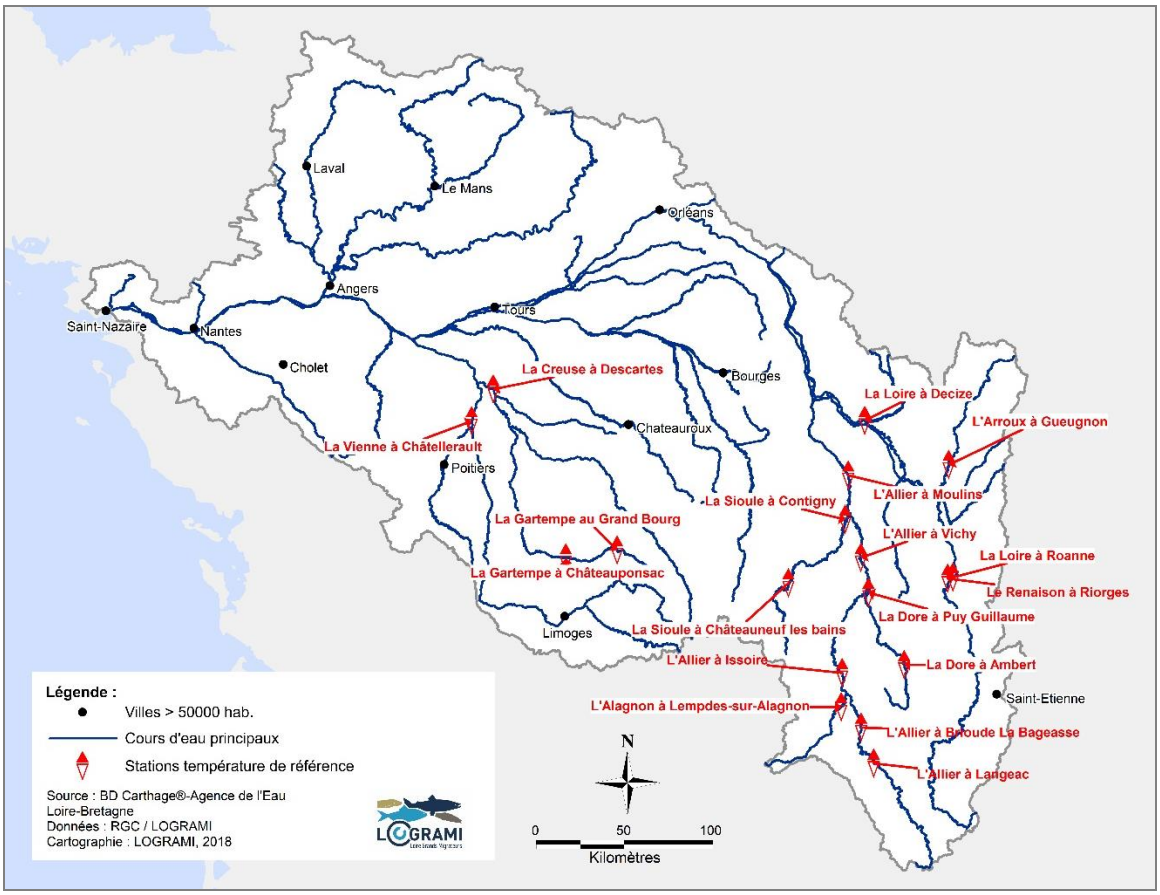


Figure 64 : Localisation des sondes températures suivies par LOGRAMI sur le bassin de la Loire

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 correspondre au mieux à 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 2017

Contexte et analyses

L'objectif de cette partie est d'avoir une vision globale des températures 2017 et du fonctionnement des enregistreurs thermiques équipant le bassin de la Loire. Il s'agit également de qualifier l'année 2017 au regard des années antérieures.

Fonctionnement du réseau

Au total, 27 sondes températures sont implantées sur le bassin de la Loire. Chaque rivière principale suivie possède généralement au moins deux sondes sur son cours afin d'étudier l'évolution du régime thermique.

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). Ainsi, suite aux forts débits rencontrés début 2018 sur l'ensemble du bassin de la Loire, plusieurs sondes n'ont pu faire l'objet d'une relève (Tableau 38).

Pour les enregistreurs ayant pu être téléchargés, un tableau de synthèse reprenant les éléments essentiels à la compréhension de leurs fonctionnements est effectué (Tableau 38).

Tableau 38 : Fonctionnement du réseau d'enregistreurs thermiques en 2017

Rivière	Localisation	Année début suivi	Période de défaillance en 2017	Pourcentage de fonctionnement en 2017
Loire	Decize	1998	RAS	100%
	Roanne	2012	RAS	100%
Arroux	Gueugnon	2006	RAS	100%
Renaison	Riorges	2016	RAS	100%
Allier	Moulins	2011	RAS	65%
	Vichy	1997	22/05/2017 au 26/08/2018	73%
	Issoire - Orbeil	2016	Sonde température non récupérée - Débit trop élevé	
	Brioude - La Bageasse	2016	RAS	100%
	Langeac	2016	RAS	100%
	Langogne	2011	Sonde disparue le 14/09/2016 (Non remplacée)	
Sioule	Contigny	2011	09/03/2017 au 25/08/2017	53%
	St Quintin sur Sioule	2013	RAS	100%
	Châteauneuf les Bains	2011	RAS	100%
Dore	Puy Guillaume	2011	RAS	100%
	Ambert	2011	RAS	100%
Alagnon	Lempdes sur Alagnon	2011	03/11/2017 au 31/12/2017	85%
	Massiac	2011	Sonde température non récupérée - Débit trop élevé	
Creuse	Descartes	2007	RAS	100%
	Argenton-Sur-Creuse	2012	Sonde température non récupérée	
Vienne	Nouâtre	2011	Sonde température non récupérée	
	Châtellerault	2004	08/09/2017 au 31/12/2017	68%

Rivière	Localisation	Année début suivi	Période de défaillance en 2017	Pourcentage de fonctionnement en 2017
	Bonneuil Matours	2011	Sonde température non récupérée	
Clain	Dissay	2016	Sonde température non récupérée	
Gartempe	Bussière Poitevine	2011	Sonde température non récupérée	
	Châteauponsac	2009	Sonde température non récupérée	
	Le Grand Bourg	2001	Sonde température non récupérée	
Ardour	Folles	2002	Sonde température non récupérée	

Le réseau « température » a globalement bien fonctionné durant l'année 2017. Sur l'ensemble des sondes installées depuis 1997 et téléchargées début 2018, seules les sondes de Châtellerault, Contigny, Lempdes sur Alagnon et Vichy ont eu un dysfonctionnement.

Les pertes de données sur les stations de Vichy, Contigny, Lempdes sur Alagnon et Châtellerault sont dues à un problème de téléchargement avec la navette de transfert et/ou les sondes températures.

Certaines sondes n'ont pas fait l'objet d'un téléchargement en ce début d'année 2018. En effet, les forts débits rencontrés sur la Vienne, l'Allier et l'Alagnon n'ont pas permis l'accès à certains thermographes.

Amplitude thermique

Une étude des maxima et minima journaliers de l'année 2017 permet de qualifier l'amplitude des températures de chaque station. Seules les sondes températures qui ont fonctionné plus de 85 % 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 65). La station de Decize enregistre l'amplitude thermique maximale de 2017 avec un écart de 30 °C entre le maximum enregistré (30,2 °C) et le minimum (0,1 °C).

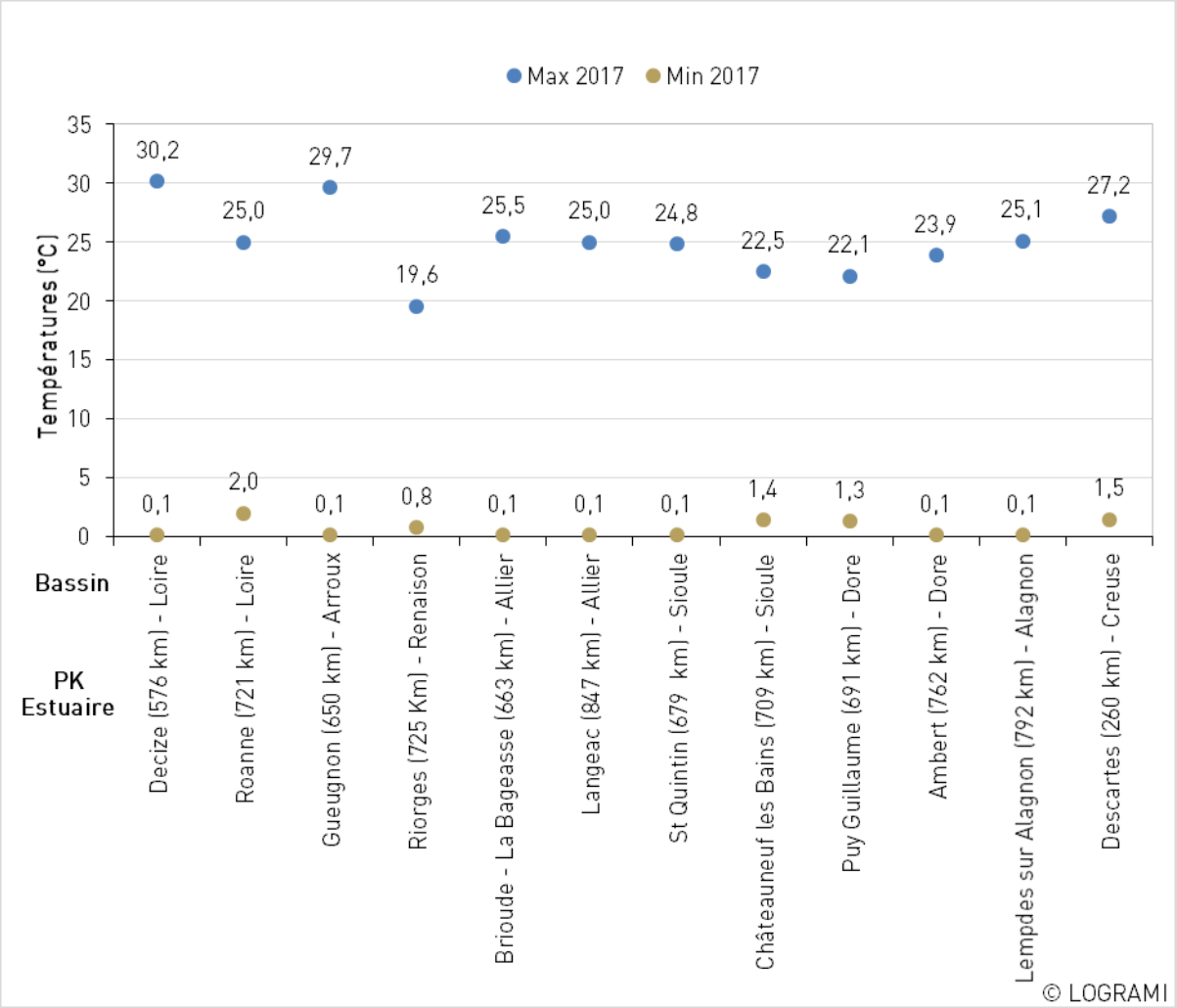


Figure 65 : Amplitude des températures de 2017 sur les différentes stations de mesure utilisées sur le bassin de la Loire

A l'inverse, les stations de Roanne sur la Loire, de Châteauneuf les Bains sur la Sioule et de Riorges sur le Renaison, toutes trois soumises à des eaux de grand barrage, ont enregistré les plus faibles amplitudes thermiques (respectivement de 23 °C, 21,1°C et 18,8° C). Les faibles températures estivales de l'eau de la Loire à Roanne, de la Sioule à Châteauneuf les Bains et du Renaison à Riorges peuvent s'expliquer en partie par la présence des barrages de Villerest, Queuille et du complexe Tache/Rouchain situés juste en amont des stations (Tableau 39). 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 les températures enregistrées sur ces trois sites incluent cet « effet barrage ».

Tableau 39 : Localisation des sondes de Roanne, Châteauneuf les Bains et Riorges par rapport à l'ouvrage amont

Rivière	Barrage	Positionnement de la sonde à l'aval de l'ouvrage (km)
Loire	Barrage de Villerest	7 km (Roanne)
Sioule	Barrage de Queuille	5 km (Châteauneuf les Bains)
Renaison	Complexe Tache/Rouchain	15 km (Riorges)

La température de l'eau pendant la période d'étiage peut être une cause de mortalités des saumons. En effet, la température influence de nombreux mécanismes biotiques chez le saumon atlantique tels que la survie estivale. Le seuil létal pour les géniteurs est de 27,5 °C. (COHENDET, 1993 ; MILLS, 1991) et de 25 °C pour les juvéniles (CRISP, 1993).

Le graphique ci-dessous présente pour chaque sonde température localisée sur les axes de reproduction du saumon du bassin de la Loire, les nombres de jour durant les mois de juin à août où la température moyenne journalière est supérieure à 25 et 27,5 °C (Figure 66).

En 2017, l'Allier à Langeac, la Sioule à St Quintin, la Dore à Puy Guillaume, l'Alagnon à Lempdes sur Alagnon, la Loire amont à Roanne ne présentent pas des températures estivales défavorables à la survie des saumons. Seules les stations sur la Creuse à Descartes et sur l'Arroux à Gueugnon présentent des températures moyennes journalières supérieures à 25 °C (respectivement 15 et 27 jours) et 27,5 °C (respectivement 1 et 3 jours) qui ont pu être défavorables à la survie de géniteurs.

Cependant, les géniteurs possèdent un comportement migratoire spécifique à l'arrivée des chaleurs estivales. Ces derniers se regroupent préférentiellement dans des endroits frais qui correspondent à des faciès profonds communément appelés « pools » où ils peuvent rester plusieurs mois (HAWKINS et SMITH, 1986 ; THIOULOUSE, 1972). Ces sites se trouvent généralement à l'aval des lieux de frai. Cette analyse ne prend pas en compte ce comportement migratoire car ces enregistreurs ne sont pas disposés dans ces sites de sédentarisation. Par conséquent, le caractère « favorable » ou « défavorable » à la survie estivale d'une rivière est applicable pour la phase de migration active des géniteurs et pour les tacons et les smolts.

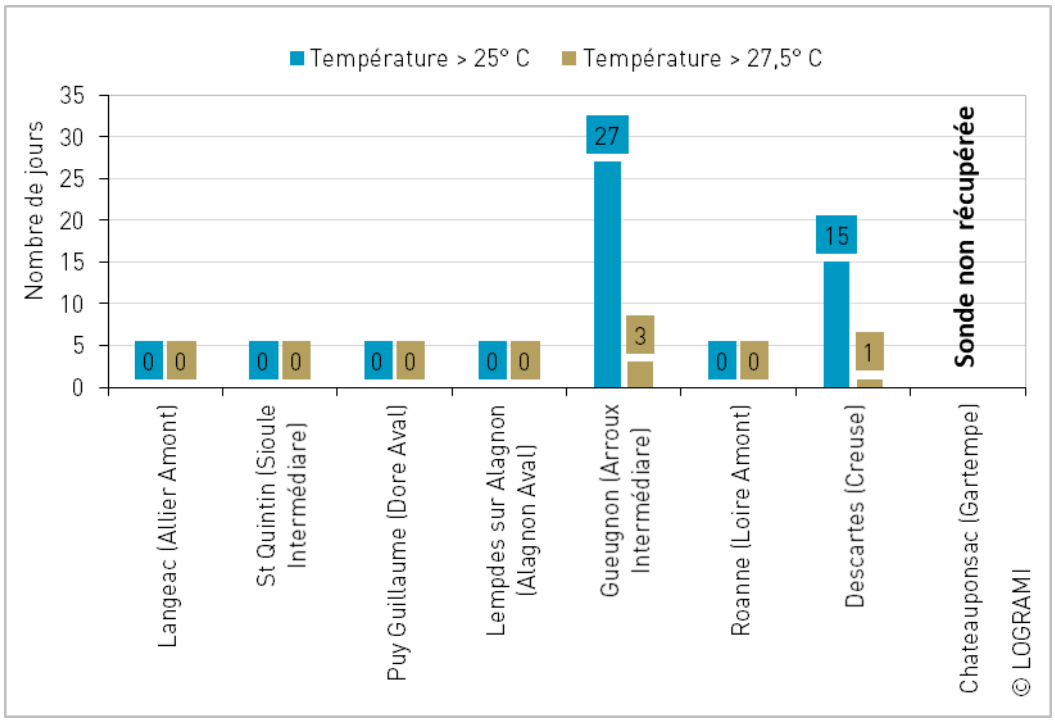


Figure 66 : Nombres de jours avec une température supérieure à 25 et 27,5°C pour les stations de mesure de Langeac, St Quintin, Lempdes sur Alagnon, Gueugnon, Roanne, Descartes et Châteauponsac pendant l'été 2017 (juin-juillet-aout)

Comparaison des moyennes mensuelles

Une comparaison des moyennes mensuelles 2017 aux moyennes mensuelles des années antérieures permet d'avoir une vision générale de l'année 2017. 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 2017 et les valeurs de référence sont présentées dans le Tableau 40.

Nous observons que pour les mois de janvier et novembre 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 – 3,8°C à la station de Contigny sur la Sioule au mois de janvier.

A contrario, il apparait que les températures du mois de juin ont été particulièrement élevées sur la Vienne, la Creuse, la Dore, la Loire amont, l'Arroux et l'Alagnon. Le plus fort écart positif enregistré est de + 3,9 °C à la station de Châtellerault sur la Vienne au mois de juin.

Cours d'eau	Station	Periode de référence	janvier	février	mars	avril	mai	juin	juillet	aout	septembre	octobre	novembre	décembre
Loire amont	Decize	1998-2016	-2,8	1,0	1,6	0,3	0,9	3,2	0,8	1,2	-1,0	1,1	-2,0	-0,3
	Roanne	2012-2016	-2,0	-0,4	1,4	1,2	0,4	1,6	1,2	0,8	-0,4	0,5	-1,1	-0,4
Arroux	Geugnon	2006-2016	-3,1	1,5	1,9	0,5	0,9	3,8	0,9	1,8	-0,4	1,3	-1,4	0,7
Allier aval	Moulins	2011-2016	-3,2	1,5	1,5	0,8	1,0	2,9	1,3	2,1	*	*	*	*
	Vichy	1998-2016	-3,6	1,8	2,6	1,9	*	*	*	*	-0,7	1,2	-0,9	0,1
Sioule	Contigny	2011-2016	-3,6	1,3	*	*	*	*	*	*	-0,8	0,0	-1,5	-0,1
	âteauneuf les Ba	2011-2016	-2,1	-0,5	1,1	1,0	0,2	-0,1	0,3	0,9	-0,5	0,1	-0,1	-0,1
Dore	Puy guillaume	2011-2016	1,1	1,1	0,3	0,9	1,3	-0,1	-0,2	-0,6	0,2	-2,1	-1,6	0,0
	Ambert	2011-2016	1,5	1,4	0,6	1,1	2,4	1,3	1,5	-1,1	-0,3	-2,3	-1,0	0,0
Alagnon	mpdes sur Alagn	2011-2016	-3,1	2,0	1,2	0,3	0,8	2,4	0,3	1,2	-1,5	-0,2	*	*
Creuse	Descartes	2007-2016	-2,5	1,1	0,9	0,8	1,2	3,6	0,6	0,5	-0,6	1,5	-1,0	-0,4
Vienne	Chatellerault	2004-2016	-1,4	2,0	1,7	1,7	1,5	3,9	2,2	3,4	*	*	*	*

Tableau 40 : Ecarts (°C) entre les valeurs moyennes mensuelles 2017 et les valeurs de référence par mois sur les stations de mesures du réseau (Sources LOGRAMI)

**Manque de données : Problème de sonde température*

<-2		Température nettement inférieure
-2<Δt<-1		Température inférieure
<-1<Δt<1		Température similaire
<1<Δt<2		Température supérieure
Δt>2		Température nettement supérieure

L'activité migratoire des poissons est conditionnée par les débits et la température de l'eau.

Les réseaux de mesures de débits montrent que l'année 2017 a présenté un profil très sec. Globalement, sur l'ensemble des stations hydrologiques analysées, les débits moyens mensuels sont inférieurs aux débits de référence. Seul le mois de mars a connu des débits proches voire supérieurs aux débits de référence. Cette hydrologie particulièrement faible a certainement été défavorable aux migrations de l'ensemble des espèces amphihalines.

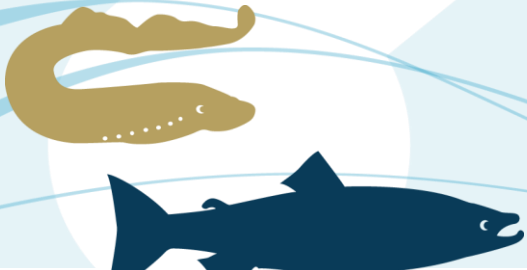
Concernant les températures, nous notons que le mois de janvier a été froid avec des valeurs en-dessous des références sur la plupart des sondes étudiées. A contrario, la période printanière (avril, mai, juin) a connu des températures élevées comparativement à l'historique, températures qui ont pu avoir un impact sur la progression des saumons en fin de migration printanière. En revanche, hormis sur l'Alagnon et la Vienne, les températures observées à l'étiage ont été comparables aux valeurs de référence, favorisant ainsi la survie estivale des saumons. Par ailleurs, un différentiel de température est constaté sur les tronçons de cours d'eau influencés par des lâchures de grands barrages (Loire, Sioule et Renaison) modifiant les évolutions thermiques estivales avec des apports d'eau fraîche.

3.2. Conditions de migration à la montaison

L'objectif est 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 ce jour, d'après les données issues de la mise à jour de juillet 2016 du Référentiel des Obstacles à l'Ecoulement (ROE) réalisé par l'AFB, 17 939 obstacles à l'écoulement ont été recensés sur le bassin de la Loire. Parmi eux, 686 ouvrages étaient équipés de 1 à 4 dispositif(s) de franchissement pisciaires, pour un nombre total de 794 dispositifs.

Le pourcentage d'ouvrages équipés sur le bassin Loire est donc, à la date de mise à jour, d'environ 4 %. Une partie d'entre eux se situe sur les cours d'eau à migrateurs.



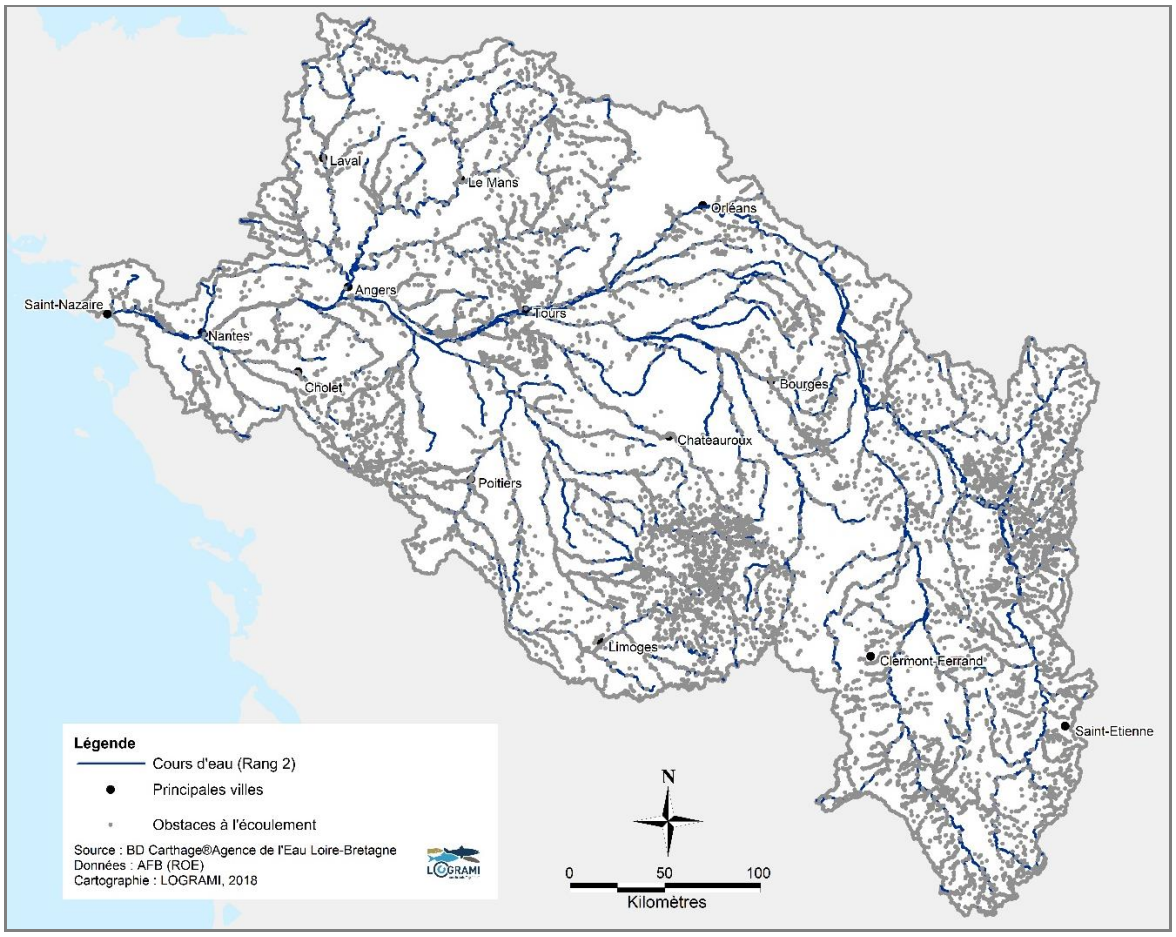


Figure 67 : Carte des obstacles à l'écoulement sur le bassin de la Loire (Source : ROE/AFB, mai 2018)

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).

Le nouvel outil mis en place par l'AFB permettant de caractériser la franchissabilité des ouvrages à la montaison est le protocole ICE pour « Informations sur la Continuité Ecologique » (BAUDOIN et al., 2014). L'expertise de l'ensemble des obstacles à l'écoulement n'étant pas réalisée sous ce format, nous avons choisi de présenter ici l'état de la franchissabilité telle qu'expertisée avec le système antérieur développé ci-dessus.

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 68 et Figure 73).

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 du complexe infranchissable de l'Isle-Jourdain.

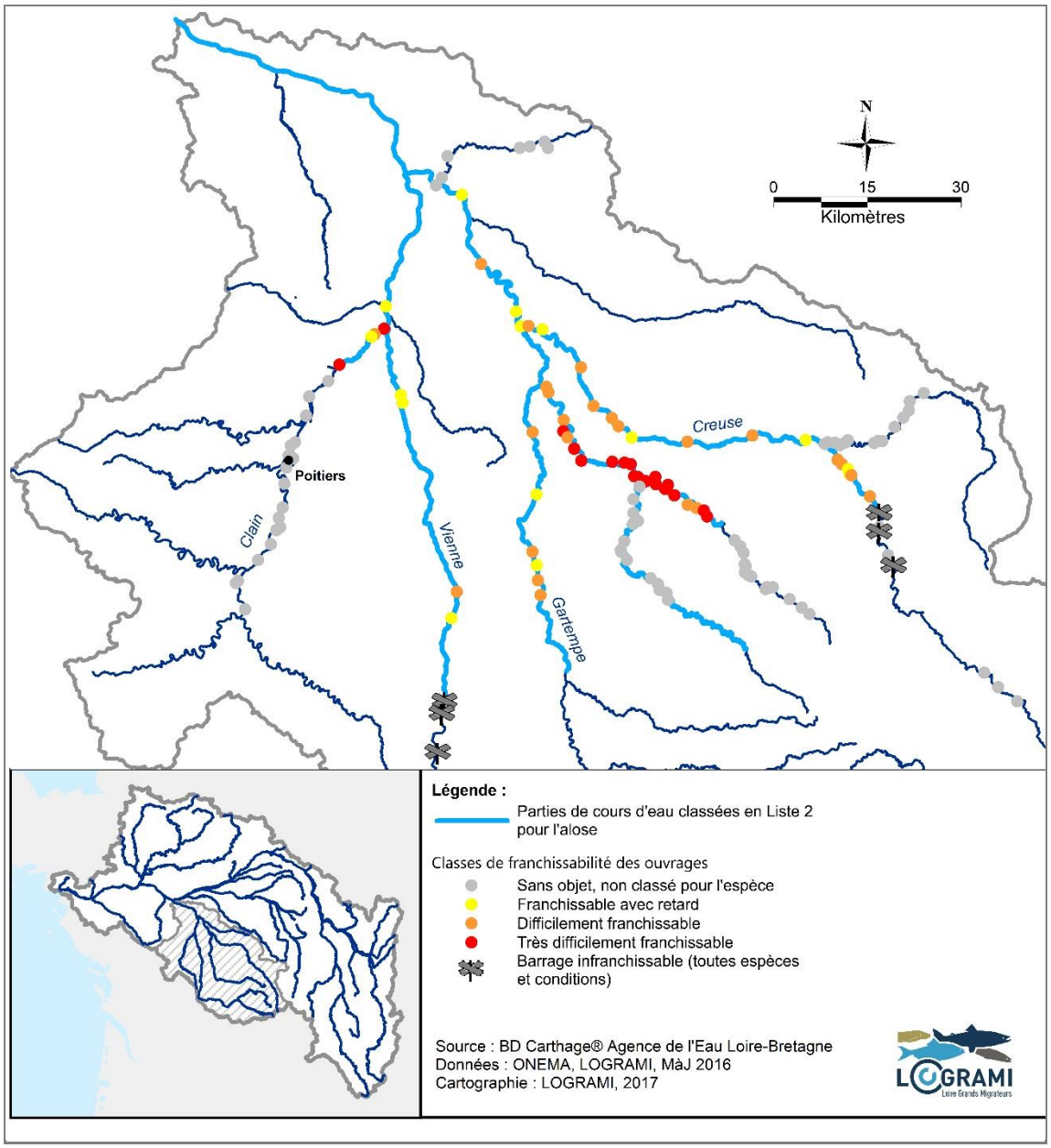


Figure 68 : Cours d'eau classés en Liste 2 (L.214-17) et franchissabilité des ouvrages sur cours d'eau pour les aloses sur le bassin Vienne-Creuse

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. Depuis 2016, année durant laquelle une rampe en enrochements a été réalisée sur le seuil du Moulin de Souhé, aucun nouvel aménagement n'a été réalisé sur cet axe.

Sur l'axe Creuse, le parcours colonisable 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. En 2017, aucun aménagement en faveur de la montaison n'a pu être réalisé sur les seuils étudiés. Sur la Creuse, l'étude a été complétée, pour chacun des ouvrages étudiés, de scénarios devant permettre le rétablissement de la franchissabilité sur les ouvrages étudiés avec un objectif de continuité à l'échelle de l'axe (tenant compte donc du cumul des seuils).

Sur l'Anglin, affluent de la Gartempe, l'étude préalable à un Contrat Territorial et prenant en compte la dimension continuité écologique dans un volet spécifique est en cours.

En 2017, aucun arasement, aménagement ou amélioration en faveur de la franchissabilité à la montaison n'a eu lieu sur les principaux axes à migrateurs (en-deçà des barrages infranchissables) du bassin de la Vienne.

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 avait 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 69).



Figure 69 : Dispositif de franchissement aménagé dans le substrat marneux sur le seuil des Madeleines, rivière Allier (© LOGRAMI)

En 2017, le seuil situé au niveau du franchissement de l'Allier par l'autoroute A89 a été aménagé pour permettre le franchissement piscicole (Figure 70). Cet aménagement a consisté principalement en :

- L'arasement de la crête du seuil sur une hauteur d'environ 80 cm et sur toute sa largeur,
- La création d'une brèche en rive gauche avec dévers latéral,
- La confection d'une rampe à macro rugosités de fond avec une pente de 4 % au niveau de la brèche.



Figure 70 : Aménagement pour le franchissement piscicole au niveau du seuil de l'autoroute A89 sur l'Allier – octobre 2017 (© LOGRAMI)

Le lancement des travaux de réaménagement du barrage de Poutès, initialement prévus en juin 2016, avaient été reportés. Ces travaux devaient 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 4 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,...) a finalement débutée au printemps 2017. Au moment de la rédaction du présent rapport, les projets de travaux de réaménagement du barrage de Poutès sont relancés. Il s'agirait de porter la hauteur du barrage à 7 m et d'ouvrir les clapets de manière à obtenir un effacement temporaire durant 3 mois à la période de montaison des saumons. Des aménagements en faveur de la dévalaison sont aussi prévus, en particulier des grilles de prise d'eau avec espaces inter-barreaux de 12 mm pour créer une réelle barrière physique. Le nouveau projet prévoit également le maintien du turbinage à 28 m^3/s contre 20 m^3/s dans le projet initial.

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 (Moulin Breland). Celui-ci a fait l'objet d'aménagements de dispositifs de franchissement couplés à une station de comptage des migrations en 2016, aménagements terminés début 2017 (Figure 71).



Figure 71 : Passe à poissons et station de comptage du barrage de Moulin Breland.





Figure 72 : Dispositifs de franchissement aménagés en 2016 sur la rivière Sioule, à gauche Moulin de la Ville, à droite Moulin d'Entremiolle (© LOGRAMI)

En 2016, 2 autres ouvrages ont fait l'objet d'aménagement avec des systèmes de franchissement piscicaire, le moulin de la Ville à Saint Pourçain sur Sioule (03) et le moulin d'Entremiolle à Bayet (03) (Figure 72). En 2017, le réaménagement du dispositif de franchissement du seuil de Carmone est en cours.

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

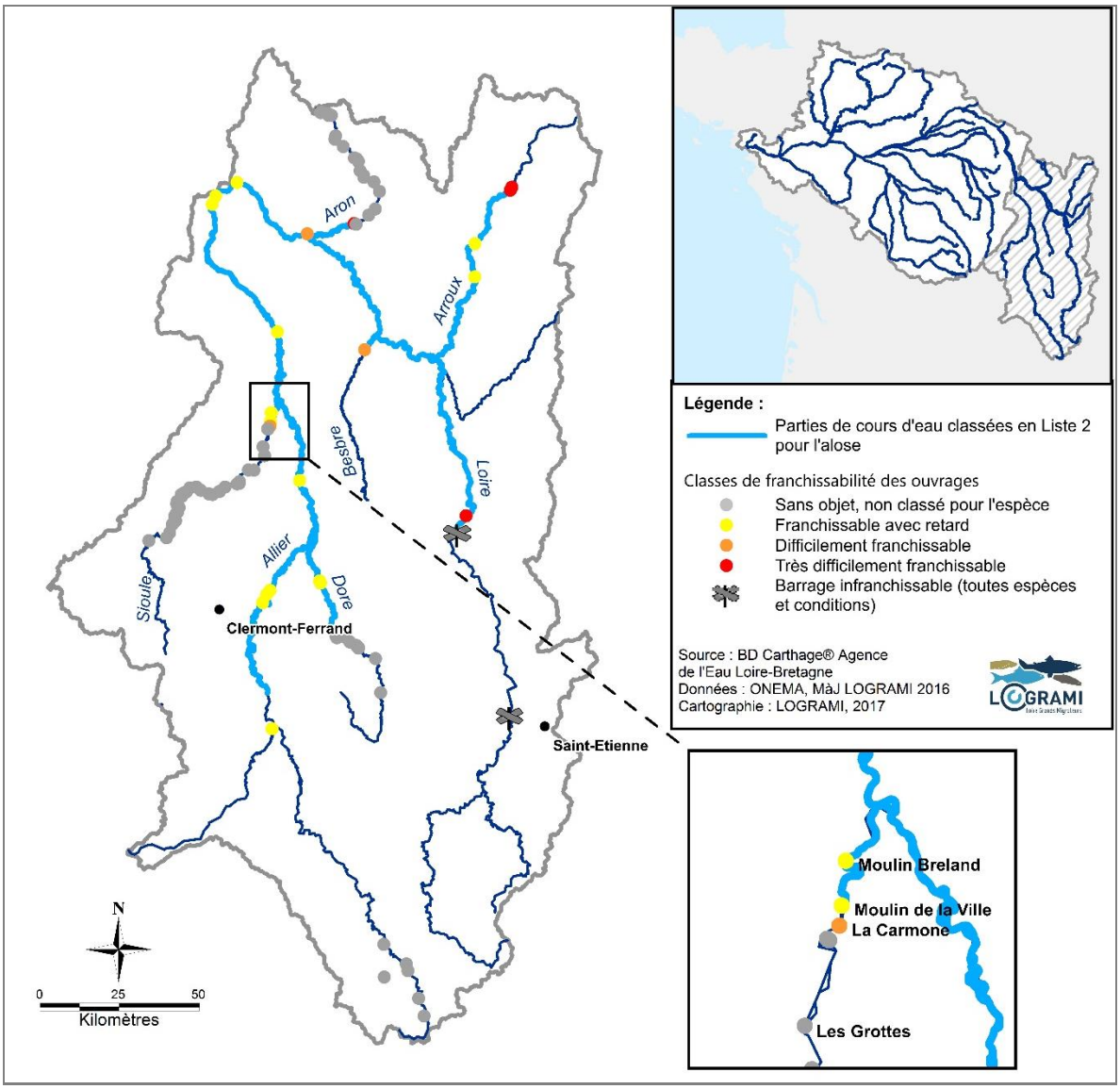


Figure 73 : Cours d'eau classés en Liste 2 (L.214-17) et franchissabilité des ouvrages sur cours d'eau pour les aloses sur le bassin Loire amont-Allier

Sur les principaux axes à migrateurs du bassin de la Loire, de nombreux projets et études en faveur du rétablissement de la continuité écologique sont en cours.

Néanmoins, en 2017, peu d'avancées concernant la franchissabilité à la montaison ont été notées hormis l'aménagement du seuil de l'A89 sur la rivière Allier et le réaménagement du dispositif de franchissement du seuil de Carmone sur la Sioule.

3.3. 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 répercutions en terme de qualité d'habitat de croissance et de zones de reproduction a 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 sur les axes Loire-Allier et 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 2017, aucune prospection n'a été menée pour suivre la reproduction de l'alose sur le bassin de la Loire. La recherche précise 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 à Roanne (1 alose comptée), soit à environ 720 km de l'estuaire (Figure 74).

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 (650 aloses) et de Châtellerault sur la Vienne (171 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**, l'Etablissement Public Loire a mis en place en 2017 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. Elle n'a pas permis de mettre en évidence de la reproduction sur la partie aval du Cher (CORNU et al., 2018).

- **Sur l'Allier**, seulement 20 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).



- **Sur l'Arroux,** 1 seule alose a été observée au vidéo comptage de Gueugnon (à 650 km de l'estuaire).

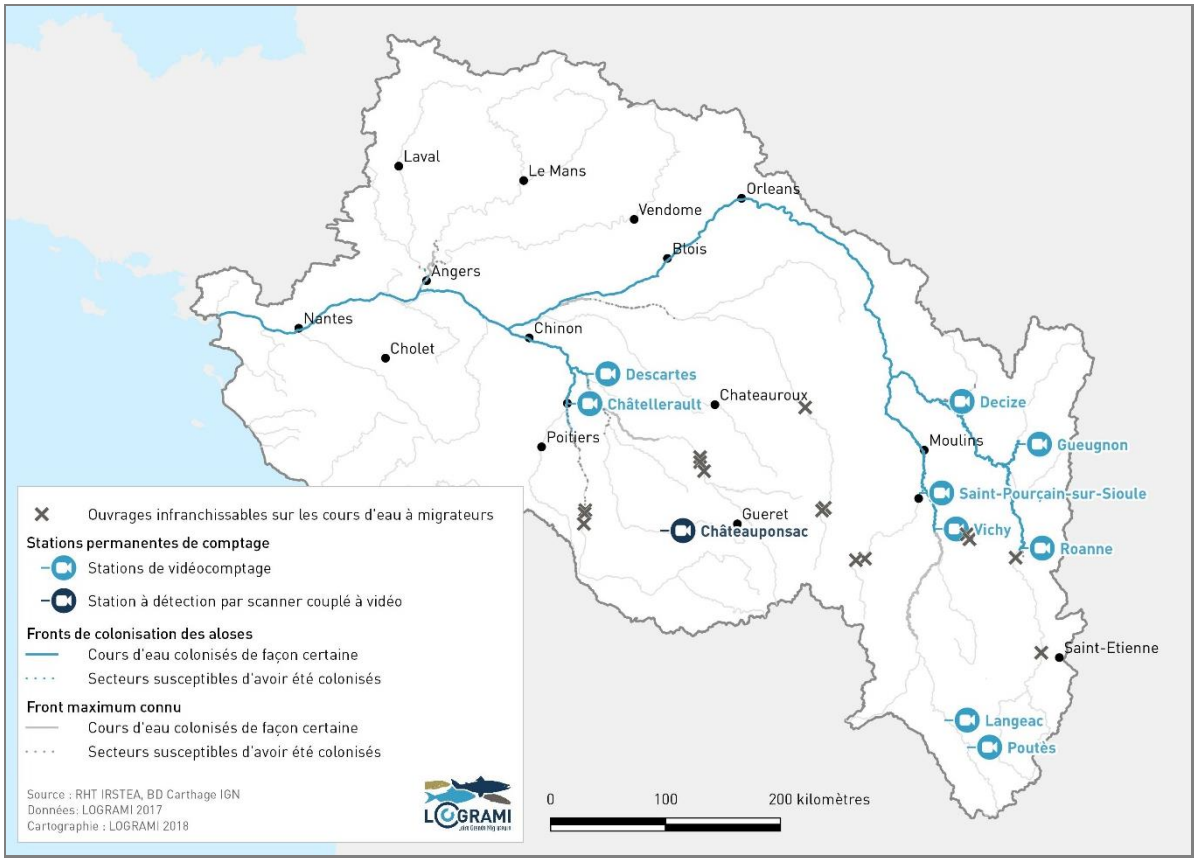


Figure 74 : Cours d'eau du bassin de la Loire colonisés par les aloses en 2017

3.3.2. Le front de colonisation de la lamproie marine

En 2017, les effectifs de lamproies ont été très faibles sur l'ensemble du bassin de la Loire. En conséquence très peu de nids ont pu être observés. Plusieurs observations ont malgré tout été réalisées sur les affluents de la Loire :

- **Sur le bassin du Cher**, la Fédération pour la pêche et la protection du milieu aquatique d'Indre-et-Loire a réalisé plusieurs vidanges de la rivière de contournement de l'ile de Balzac à Tours. Ces vidanges avaient pour but d'identifier la présence de poissons migrateurs dans ce dispositif. Une lamproie a ainsi pu être observée le 25 avril (à 20 km de la confluence avec la Loire soit à 255 km de l'estuaire). Par ailleurs, l'étude mandatée par l'Etablissement public Loire, maître d'ouvrage du suivi sur le Cher aval, n'a pas permis de constater de reproduction au-dessus de Tours. En complément, l'association LOGRAMI a réalisé des prospections plus en amont sur le Cher Sauvage (de Selles-sur-Cher à Saint-Aignan-Sur-Cher, le 15 juin 2017) et sur la Sauldre (de Pruniers-en-Sologne à la confluence avec le Cher, le 16 juin 2017). Malgré des conditions d'observation favorables, aucun nid n'a été identifié. Sur ce cours d'eau, le front de colonisation de la lamproie marine a donc été considéré à Tours (CORNU et al., 2018).

- **Sur le bassin de la Vienne,** compte tenu des très faibles effectifs recensés aux stations de comptage, les prospections sur les parties amont des cours d'eau ont été réduites. Ainsi, sur la Vienne, seul le secteur situé entre Châtellerault et Bonneuil-Matours a fait l'objet d'un suivi particulier. De même sur la Creuse, le suivi s'est limité au secteur à l'aval de la Roche-Posay et sur l'Anglin à l'aval de Mérigny. Aucun nid n'a été trouvé. Une descente en bateau a par ailleurs été organisée le 1er juin entre Descartes et la confluence avec la Vienne et entre Châtellerault et Nouâtre. Seulement un seul nid a été observé sur la Creuse. Cette descente a permis de confirmer que les lamproies ne se sont pas arrêtées à l'aval des stations de comptage. Les effectifs comptés sont donc bien représentatifs de la situation critique de l'espèce sur l'ensemble du bassin.

Ces observations couplées aux effectifs des stations de comptage ont permis de construire une carte de colonisation du bassin pour l'année 2017 (Figure 75). A noter que 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.

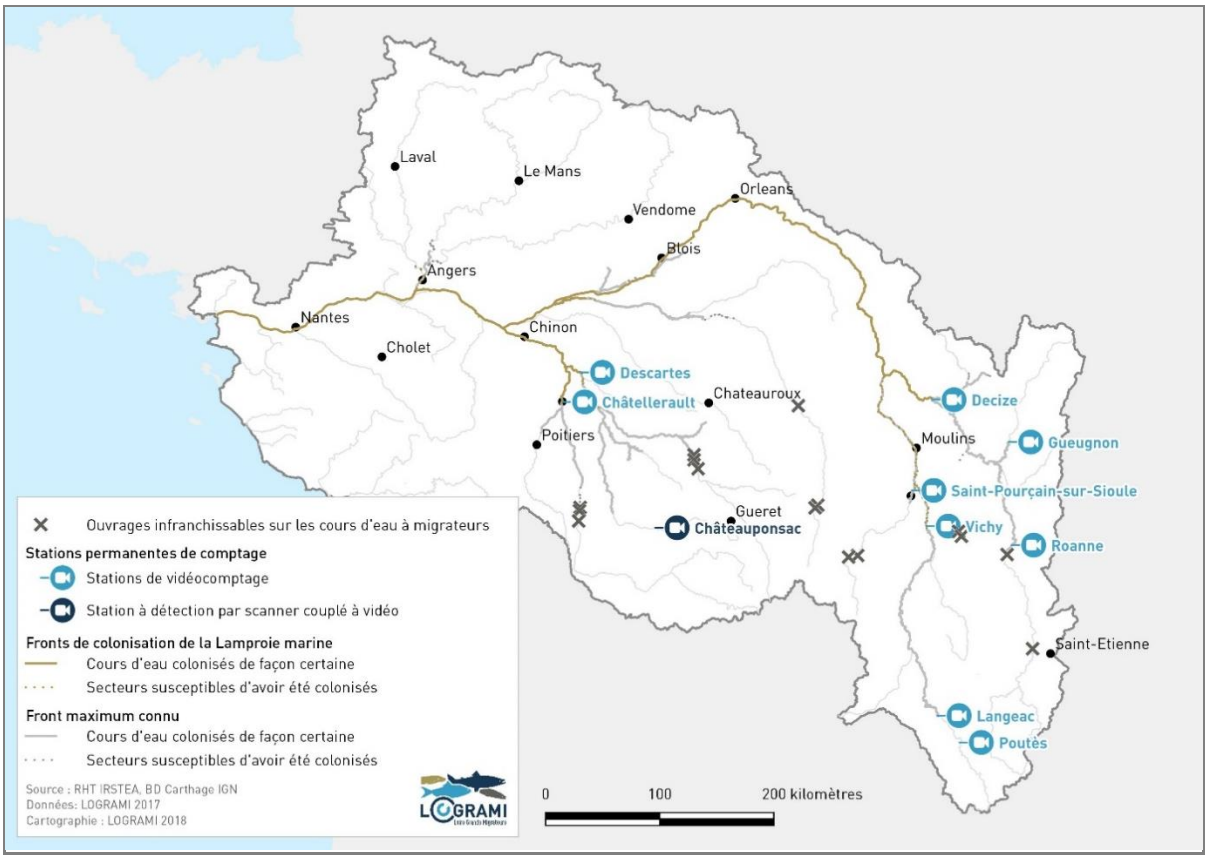


Figure 75 : Cours d'eau du bassin de la Loire colonisés par la lamproie marine en 2017

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 2017, un total de 92 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'AFB 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. Contrairement aux années précédentes, aucune frayère n'a été observée en 2017 sur les quelques zones potentielles disponibles sur cet axe.

Sur la Gartempe et ses affluents

En 2017, aucun saumon n'a été comptabilisé au barrage de la Roche Etrangleloup situé sur la moyenne Gartempe. La recherche de nids a donc été axée principalement sur les radiers situés en aval de Châteauponsac sur la Gartempe ainsi que sur deux affluents, l'Ardour et la Couze.

Deux journées de prospections à pied ont été réalisées entre le 30 novembre et le 18 décembre 2017. Les conditions de visibilité étant très limitées, seuls huit sites ont été visités. Aucune trace de reproduction n'a été constatée. Le suivi de la reproduction sur la Gartempe en 2017 ne permet donc pas de confirmer la limite du front de colonisation sur cet axe. **Compte tenu des conditions de visibilité et le faible nombre de secteurs parcourus, ce suivi ne doit pas être considéré comme exhaustif. En effet, l'ensemble des zones favorables pour la reproduction du saumon n'a pas été suivi. Il est par ailleurs possible que des saumons se soient reproduits tardivement, après la dernière prospection.**

A noter par ailleurs que 8 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

Les premières observations de frayères ont été réalisées, lors de prospections à pieds, le 7 novembre 2017 sur l'Alagnon (Béal) et le 18 novembre 2017 sur l'Allier. Les conditions hydrologiques observées en fin d'année 2017 ont été très favorables à la réalisation de tous les survols programmés (cf. § 3.1.1). Des prospections complémentaires ont aussi été réalisées à pieds sur le Béal de l'Alagnon (6ème année consécutive), ainsi que, pour la première fois depuis 2009, sur la Couze Pavin, la Senouire, la Desges et sur la Sianne dans leurs premiers kilomètres en amont de leur confluence avec l'Allier et l'Alagnon (Tableau 41). **Le linéaire total prospecté en 2017 sur le bassin de l'Allier s'élève à 457,5 km.**

Tableau 41 : Récapitulatif du déroulement des prospections de comptage de frayères de saumon sur l'ensemble du bassin de l'Allier en 2017 (Source : LOGRAMI)

Date	Cours d'eau	Secteur prospecté	linéaire (km)	Opérateurs repérage	Opérateur cartographie
06/11/2017 au 14/12/2017	Alagnon	Le Béal dans sa traversée de Lempdes sur Alagnon	1	1 LOGRAMI (12 prospections à pieds)	
07/11/2017 au 14/12/2017	Allier	L'Allier dans sa traversée de Monistrol d'Allier	1	1 LOGRAMI (3 prospections à pieds)	
24/11/2017	Alagnon	Tout le cours du Béal	6,8	1 LOGRAMI	
24/11/2017	Senouire	Lavaudieu - Confluence Allier	6,1	1 LOGRAMI	
27/11/2017	Couze Pavin	Issoire (seuil de l'Hôpital) - Confluence Allier	2,4	2 LOGRAMI	
27/11/2017	Desges	Seuil de la Cambuse - Confluence Allier	2,6	2 LOGRAMI	
05/12/2017	Sianne	Seuil de Ferrières-Bas – Confluence Alagnon	1,6	2 LOGRAMI	
06/12/2017	Alagnon	Ferrières St-Mary - Confluence Allier	50	2 LOGRAMI	1 LOGRAMI
07/12/2017	Allier	Laveyrune – Vic le Comte	196	2 LOGRAMI	1 LOGRAMI
08/12/2017	Dore	Confluence Dolore – Confluence Allier	104	2 LOGRAMI	1 LOGRAMI
09/12/2017	Sioule	Barrage de Queuille – Confluence Allier	87	2 LOGRAMI	1 LOGRAMI

En 2017, **387 frayères** ont été comptabilisées sur l'Allier et ses principaux affluents. La majorité des frayères sont rencontrées sur l'Allier (66,6%) (Figure 76). L'affluent le plus exploité est l'Alagnon, suivi de la Sioule et dans une moindre mesure la Dore. **Aucune frayère n'a été observée sur la Couze Pavin, la Senouire et la Desges.** Avec près **d'une frayère sur cinq** observées sur l'ensemble du bassin, la part de l'Alagnon en 2017 constitue un record (21,5% des frayères contre 11,7% +/- en moyenne sur les 6 comptages précédents) L'attractivité de cet affluent s'est avérée très prononcée en 2017.

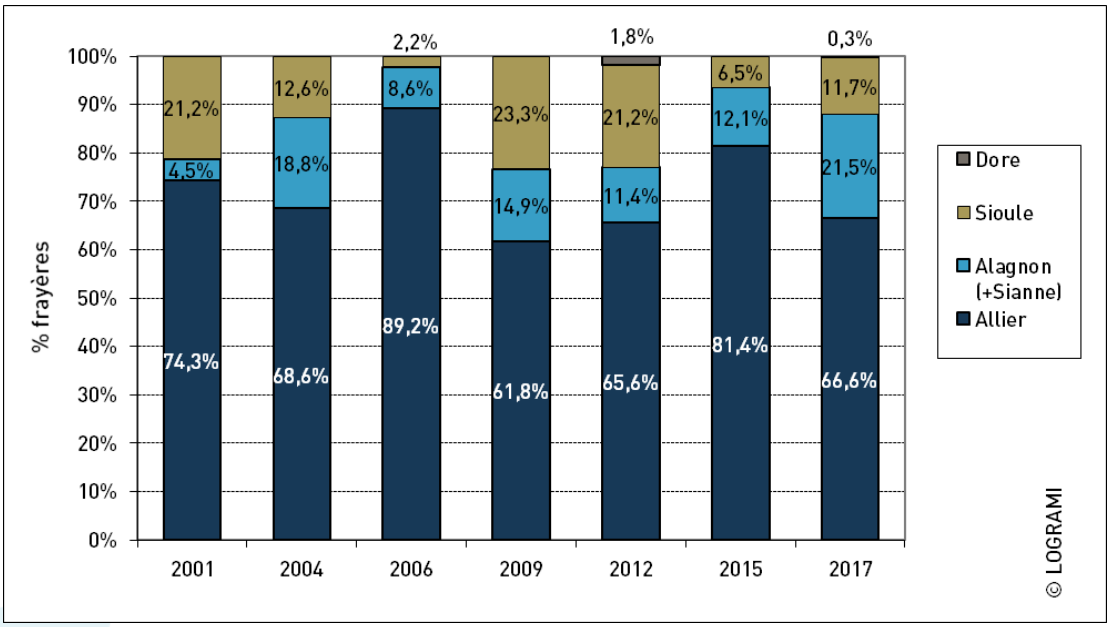


Figure 76 : Répartition des frayères de saumons sur le bassin de l'Allier lorsque tous les axes ont pu être suivis depuis 2001 (Source LOGRAMI-CSP)

Frayères sur l'Alagnon

Suivi 2017

Les premières observations de frayères ont été réalisées le 7 novembre 2017 sur le Béal de l'Alagnon.

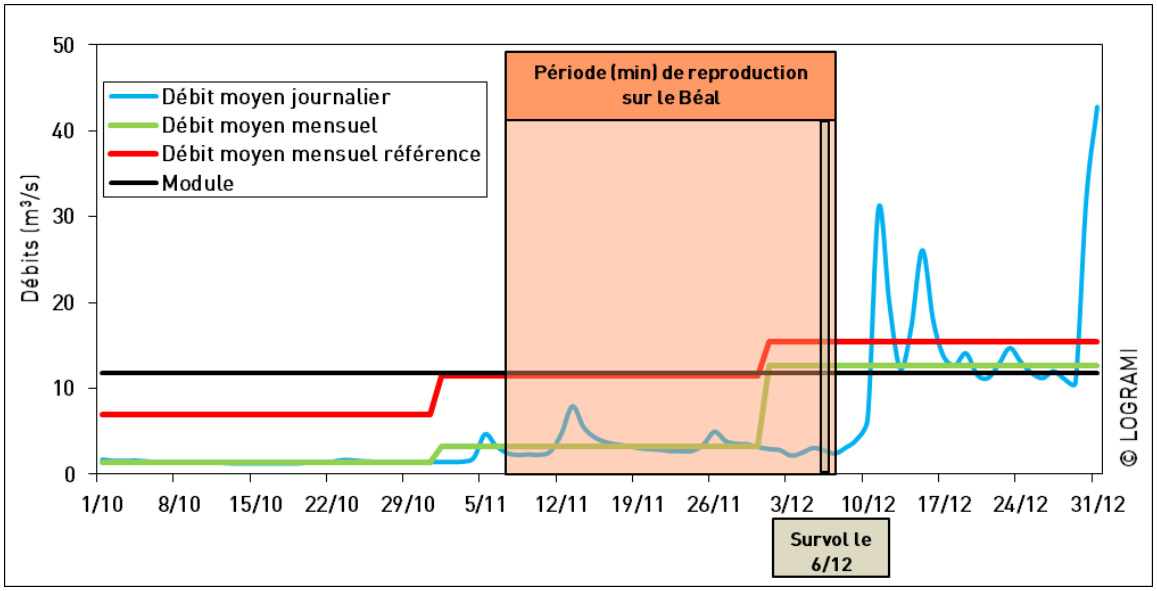


Figure 77 : Débits de l'Alagnon à la station de Lempdes sur Alagnon du 1er octobre au 31 décembre 2017 (Données hydro : DREAL Auvergne / HYDRO-MEDD/DE).

Les très faibles conditions hydrologiques observées en fin d'année 2017 ont été favorables à la réalisation d'un comptage exhaustif des frayères par survol (Figure 77). Ce dernier a été réalisé le 6 décembre 2017 entre Ferrières St-Mary (15) et la confluence avec l'Allier (63) sur 50 km. Par ailleurs et pour la 6ème année consécutive, le Béal dans la traversée de Lempdes sur Alagnon a fait l'objet d'un suivi régulier de l'activité de reproduction des saumons atlantiques. Ce suivi a été réalisé à pieds entre le 6 novembre et le 14 décembre 2017. Ce suivi régulier a aussi été complété par une prospection du Béal dans son entièreté (6,8 km) le 24 novembre 2017. 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 maitrisé. Enfin, la partie aval de la Sianne a été prospectée le 5 décembre 2017.

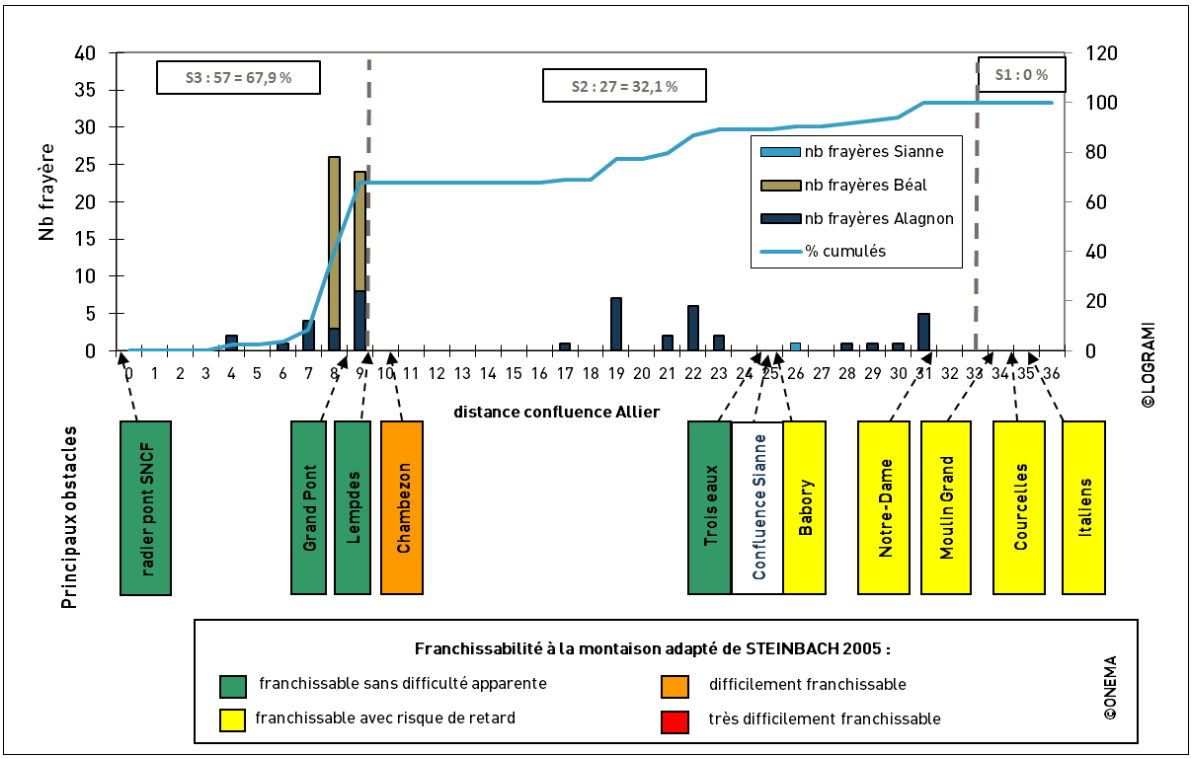


Figure 78: Répartition kilométrique des frayères de saumon atlantique sur l'Alagnon en 2017 et principaux obstacles à la migration (Source : LOGRAMI pour les frayères et ONEMA adapté pour la franchissabilité)



Figure 79 : Photographie de la frayère de saumon observée le 5/12/2017 sur la Sianne en aval de la pilière de Ferrière-Bas (Source LOGRAMI)

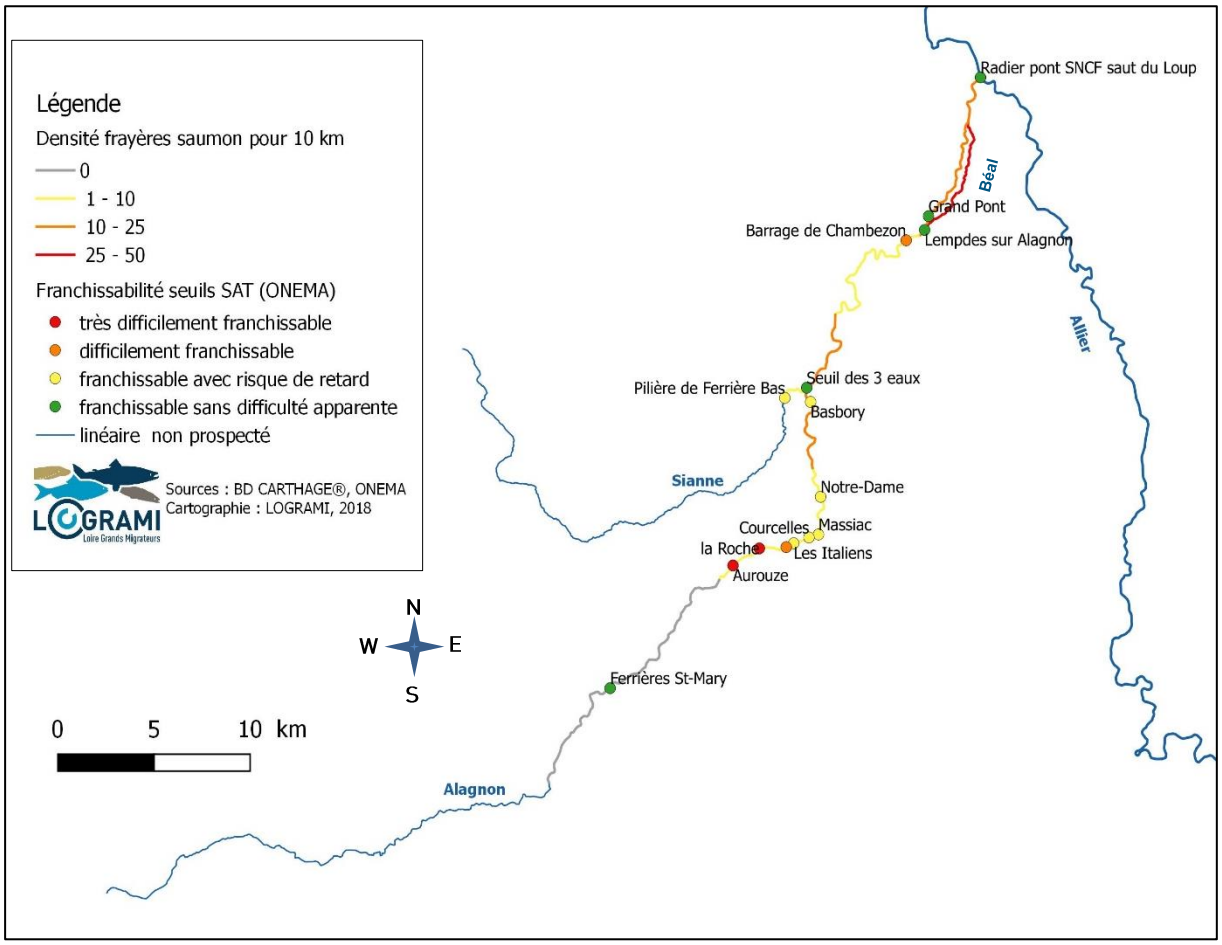


Figure 80 : Cartographie des densités de frayères de saumon atlantique sur le bassin de l'Alagnon en 2017 (par tronçon de 10 km) et principaux ouvrages

84 frayères ont été comptabilisées sur le bassin de l'Alagnon (Figure 78 et Figure 80) :

- **44 sur le cours principal,** sur 27 km entre Massiac (15 ; 812 km à la mer) et Beaulieu (63 ; 785 km à la mer) ;
- **39 sur le Béal,** dans ses 1500 premiers mètres amont entre le barrage de la prise d'eau de Lempdes sur Alagnon et Bos Sacrat ; 8 de ces frayères se situent sur la partie en aval du pont de l'autoroute, secteur habituellement peu fréquenté et en dehors de notre secteur témoin.
- **1 sur la Sianne,** en aval de la pilière de Ferrière Bas (Figure 79).

Soit :

- **67,9% (57) sont situées en aval du barrage de Chambezon (S3)** dont 39 sur les premiers 1500 mètres du Béal dans sa traversée de Lempdes sur Alagnon ;
- **32,1% (27) sont situées entre Lanau et Massiac** (aval du barrage de Notre-Dame) dont une sur la Sianne (S2) ;
- **Aucune frayère en amont de Massiac (S1).**

Cette répartition des frayères, qui s'apparente beaucoup à celles observées lors des 3 derniers suivis de 2011, 2012 et 2015 (Figure 81), semble de nouveau indiquer que seule une proportion minoritaire de géniteurs a pu franchir le barrage de Chambezon et exploiter la partie amont de cet axe jusqu'à Massiac

(15). Une nouvelle fois, l'importante densité de frayères observée sur les 2 premiers kilomètres du Béal à Lempdes sur Alagnon (43) révèle des difficultés de franchissement au niveau du barrage de Chambezon. Néanmoins, leur abondance témoigne de l'attrait de l'axe Alagnon pour les saumons de l'Allier comptabilisés à Vichy.

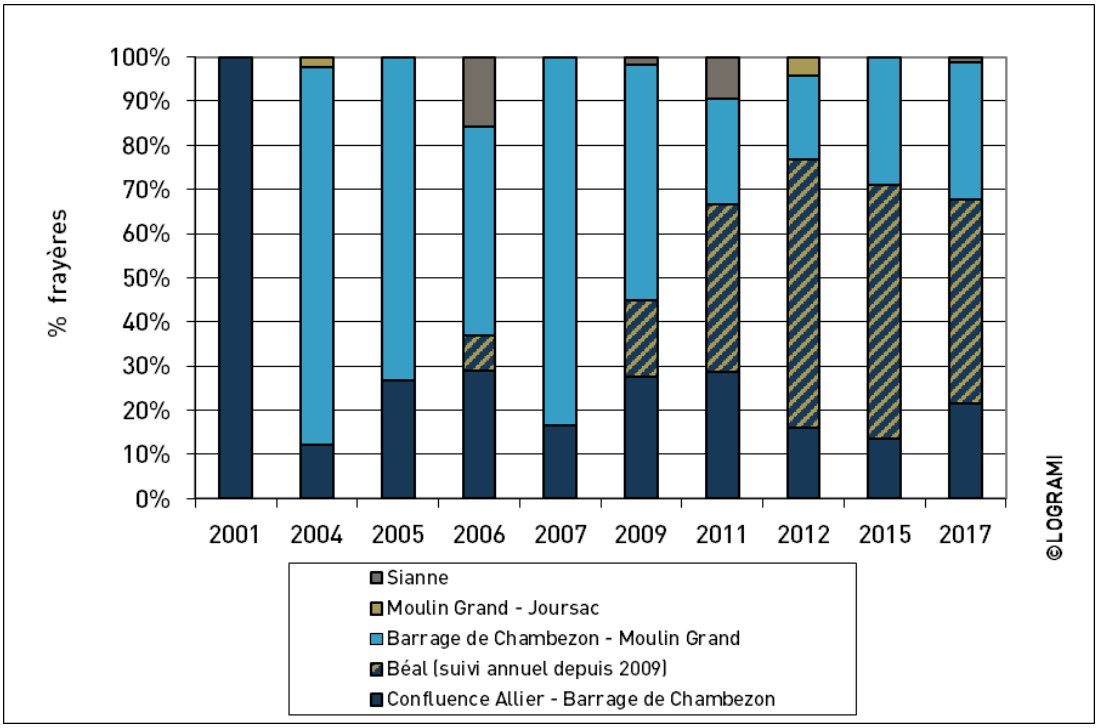


Figure 81 : Evolution interannuelle de la répartition des frayères de saumon comptabilisés sur les différents secteurs du bassin de l'Alagnon depuis 2001

Evolution interannuelle

Au regard des données existantes (absence de données attestant la réalisation d'un suivi du Béal pour les années 2001,2004, 2005 et 2007), avec 84 frayères comptabilisées contre 43,2 (+/- 24,4) en moyenne depuis la mise en place de ce suivi sur l'Alagnon en 2001 (9 années suivies), le comptage réalisé en 2017 constitue un record d'abondance de frayères de saumon atlantique pour ce bassin (Figure 82). Bien que présentant un nombre de frayères très proche (84 vs 82), le suivi de l'année 2017 se différencie de celui 2004 par une répartition majoritaire des frayères en aval du barrage de Chambezon (Figure 81). Le caractère très sec de l'année 2017 avec notamment l'absence d'évènement hydrologique significatif à l'automne peut expliquer cette répartition (Figure 77). Depuis 2009, cette répartition semble effectivement liée au débit automnal (Figure 83).

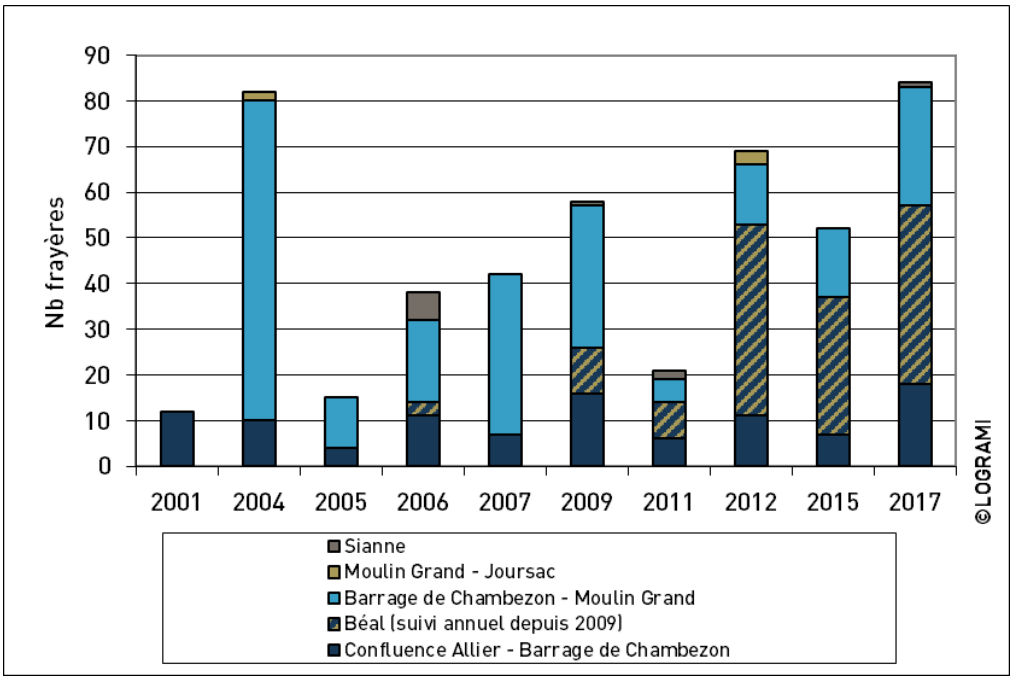


Figure 82 : Evolution interannuelle du nombre de frayères de saumon comptabilisées sur les différents secteurs du bassin de l'Alagnon depuis 2001

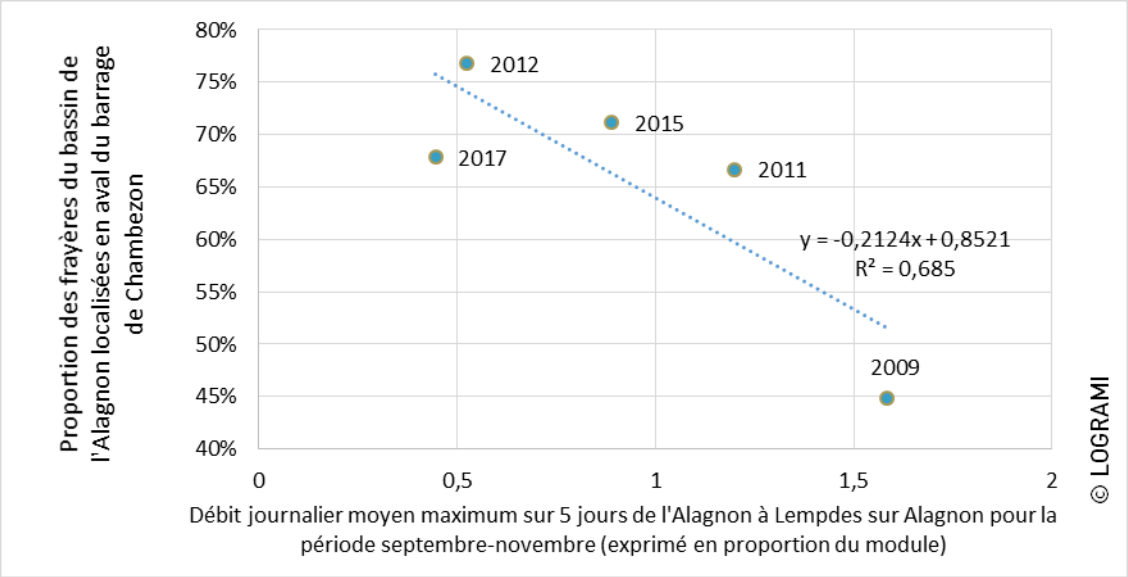


Figure 83 : Proportion des frayères du bassin de l'Alagnon localisées en aval du barrage de Chambezon en fonction du débit moyen journalier sur 5 jours maximum sur la période septembre-novembre de l'Alagnon à Lempdes sur Alagnon depuis 2009 (Source LOGRAMI et données hydro : DREAL Auvergne / HYDRO-MEDD/DE).

Le barrage de Chambezon conditionne toujours le front de colonisation des saumons sur l'axe Alagnon. Un effet « frayère forcée » est nettement marqué avec un repli dans les quelques kilomètres en dessous de l'ouvrage. Ce phénomène semble d'autant plus marqué lorsque l'hydrologie est faible à l'automne. Par ailleurs, les saumons ayant pu franchir l'obstacle ont un comportement migratoire orienté vers les zones les plus amont de l'axe (au moins jusqu'à Massiac).

Frayères sur l'Allier

Suivi 2017

Dans la rivière Allier, les saumons se sont reproduits en fin d'année 2017 dans de très faibles conditions hydrologiques (Figure 84). Ces conditions ont été favorables à la réalisation d'un comptage exhaustif des frayères par survol en hélicoptère. Ce dernier a été réalisé le 7 décembre 2017 entre Laveyrune (limite départements 07 et 48) et Vic le Comte (63) sur 196 km. Par ailleurs, le secteur de Monistrol sur Allier, non survolé pour des raisons techniques (important réseau de lignes Haute-Tension), a été prospecté à pieds entre le 7/11/2017 et le 14/12/2017.

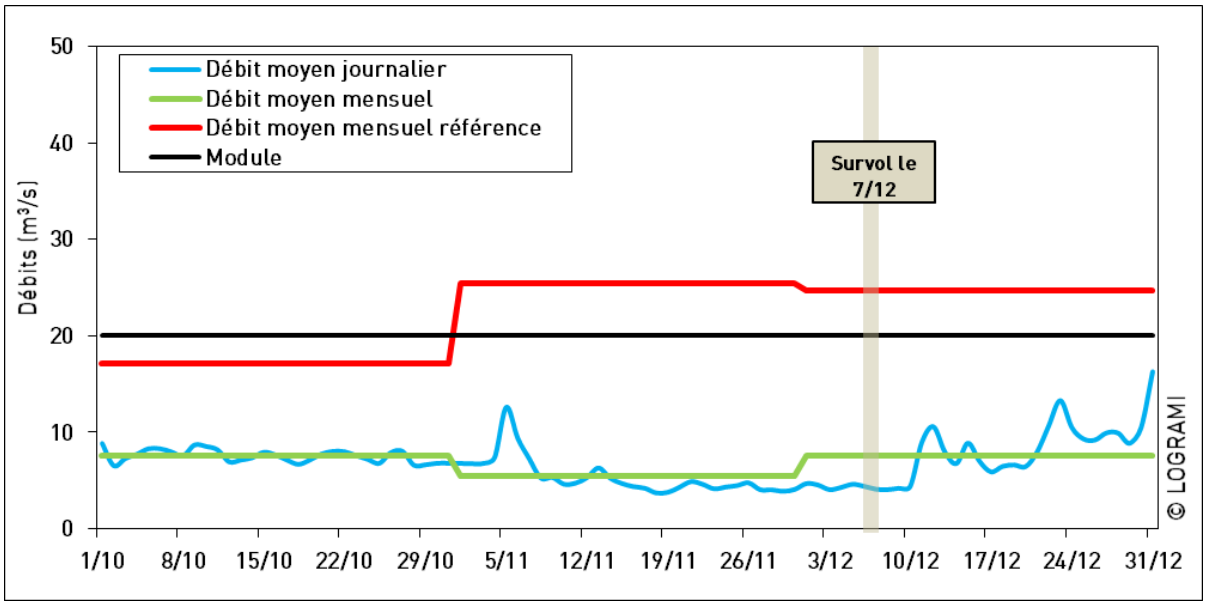


Figure 84 : Débits de l'Allier à la station de Prades du 1er octobre au 31 décembre 2017 (Données hydro : DREAL Auvergne / HYDRO-MEDD/DE).

257 frayères ont été comptabilisées sur l'Allier, entre Laveyrune (07-48; 942 km à la mer) et St Yvoine (63 ; 759 km à la mer) sur 183 km (densité moyenne de 1,4 nids/km) (Figure 85 et Figure 86) :

- Seulement 22,6 % (58) sont situées dans la zone refuge (zone non alevinée) en amont de Langeac dont 7 % (18) en amont du barrage de Poutès ;
- 77,4 % (199) sont situées en aval de Langeac, en dehors de la zone refuge ;
- Pour la première fois depuis 2009, la présence de frayères jusqu'à Issoire (limite aval du survol habituel) a conduit à allonger le survol jusqu'à Vic le Comte (63), ce qui a permis d'observer 9 frayères entre Issoire et St Yvoine (63) ;
- Au total, 93 % des frayères comptabilisées sur l'Allier (239) sont localisées en aval du barrage de Poutès dont seulement 3,1 % (8) directement situées dans le Viel-Allier, tronçon court-circuité par le complexe hydroélectrique de Poutès-Monistrol de 9 km de long.

Comme peuvent le témoigner les chiffres de comptages de géniteurs à Langeac et Poutès, l'absence de coup d'eau significatif à l'automne 2017 avant le début de la reproduction (observée le 7/11/2017 sur l'Alagnon) semble ne pas avoir permis de reprise de migration massive des saumons. En effet, seulement 81 saumons ont été observés à Langeac entre le 1/10/2017 et 16/12/2017 dont 48 (59,3%) après le début de la reproduction et seulement 14 saumons ont été observés à Poutès entre le 4/10/2017 et le 28/11/2017 dont 9 (64,3%) après le début de la reproduction. Seule la maturation sexuelle aurait provoqué le mouvement restreint de certains individus.

L'inhabituelle faiblesse de la densité de frayères constatée dans le Vieil Allier (tronçon court-circuité par le complexe hydro-électrique de Poutès-Monistrol) n'est pas le signe d'une amélioration soudaine de la franchissabilité du barrage de Poutès mais la conséquence de l'absence d'attrait hydrologique (aucune lâchure réalisée à l'automne par EDF).

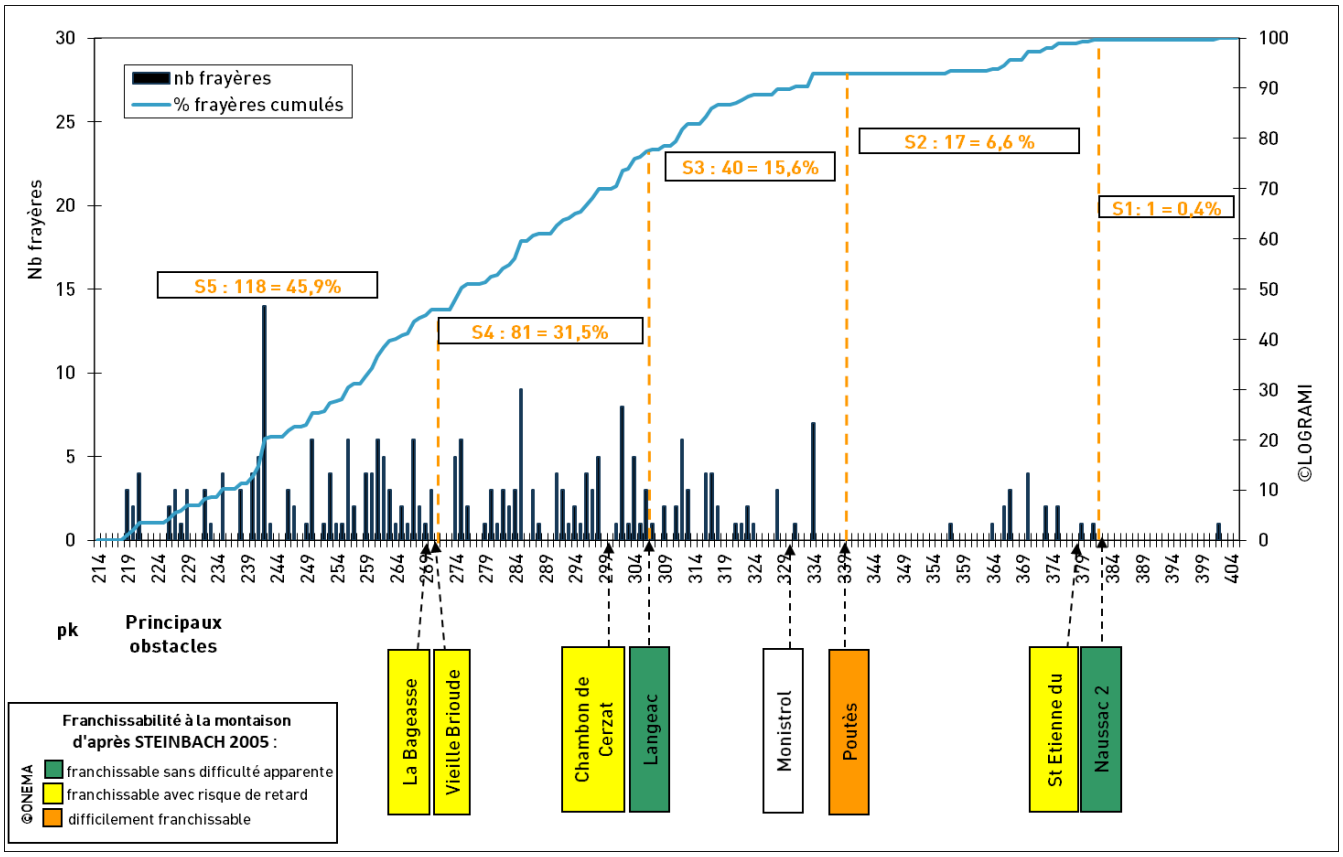


Figure 85 : Répartition kilométrique des frayères de saumon atlantique sur l'Allier en 2017 et principaux obstacles à la migration (Source : LOGRAMI pour les frayères et ONEMA adapté pour la franchissabilité)

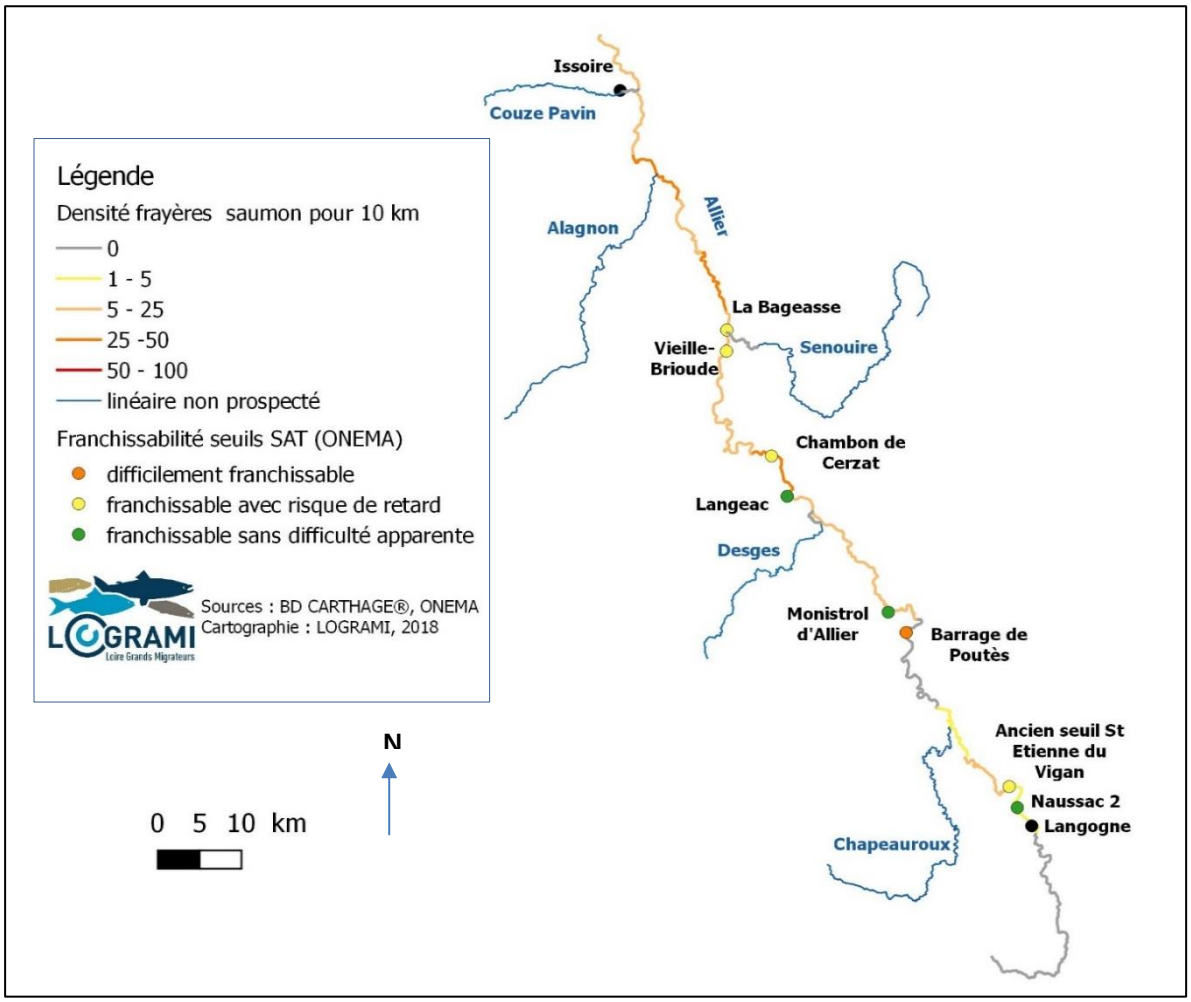


Figure 86 : Cartographie des densités de frayères de saumons atlantiques sur l'Allier en 2017 (par tronçon de 10 km) et principaux obstacles

Rapportées aux surfaces productives connues (données habitats MINSTER et BOMASSI 1999), la répartition des frayères de saumon sur les 5 grands secteurs de l'Allier en 2017 révèle une très forte diminution de l'exploitation des habitats par les géniteurs de l'aval vers l'amont de l'axe (Figure 87). Nous constatons surtout une très forte exploitation du secteur S5 avec 21 frayères par hectare d'équivalent « radier rapide » et une sous-exploitation des secteurs S2 et S1 avec respectivement 0,5 et 0,2 frayère par hectare d'équivalent « radier rapide ».

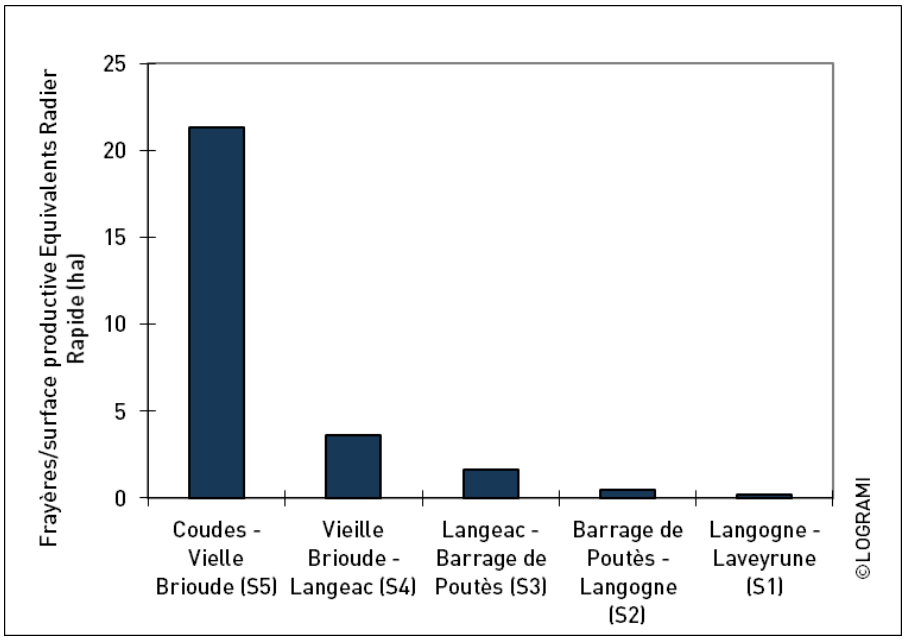


Figure 87 : Densités de frayères de saumon observées en 2017 par hectares de surfaces productives sur les 5 secteurs de l'Allier

Evolution interannuelle

Avec 257 frayères comptabilisées contre 280,9 (+/- 84,2) en moyenne depuis la mise en place de ce suivi sur l'Allier en 2000 (10 années suivies avant 2017), le comptage réalisé en 2017 correspond à un comptage « moyen ». Il constitue néanmoins le 5e moins bon résultat (Figure 88).

L'année 2017 se caractérise par :

- Un nombre de frayères record sur le secteur S5, le plus aval, avec 118 frayères contre une moyenne de 42,3 (+/- 31) sur la période 2000-2015 ;
- Des nombres de frayères sur les secteurs S3, S2 et S1 (zone refuge) comptant parmi les plus faibles observés sur la période 2000-2015 (2e plus faible pour S3 et minimum pour S2 et S1).

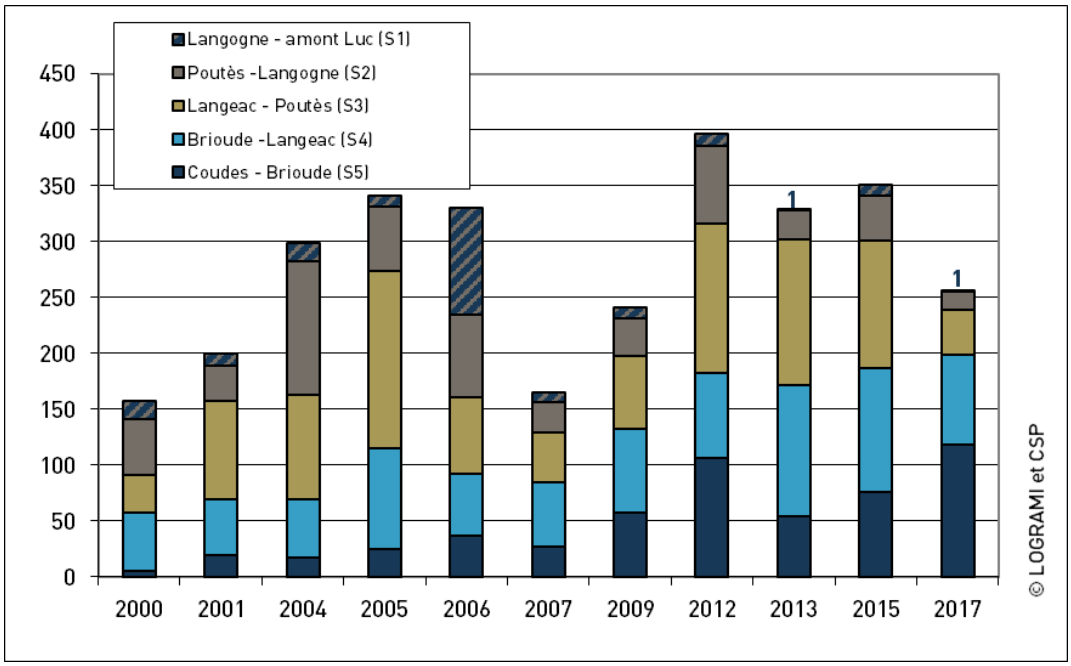


Figure 88 : Evolution du nombre de frayères de saumon comptabilisées sur les 5 secteurs de l'Allier depuis la mise en place du suivi en 2000

Alors que depuis 2007, nous constations une relative constance de la répartition des frayères le long de l'axe Allier avec un déséquilibre entre la surexploitation de la zone aval (S5+S4) et la sous exploitation de la zone amont (S3, S2 et S1), la répartition des frayères observées sur l'Allier en 2017 est atypique montrant un déséquilibre plus important entre la zone aval et la zone amont (Figure 89).

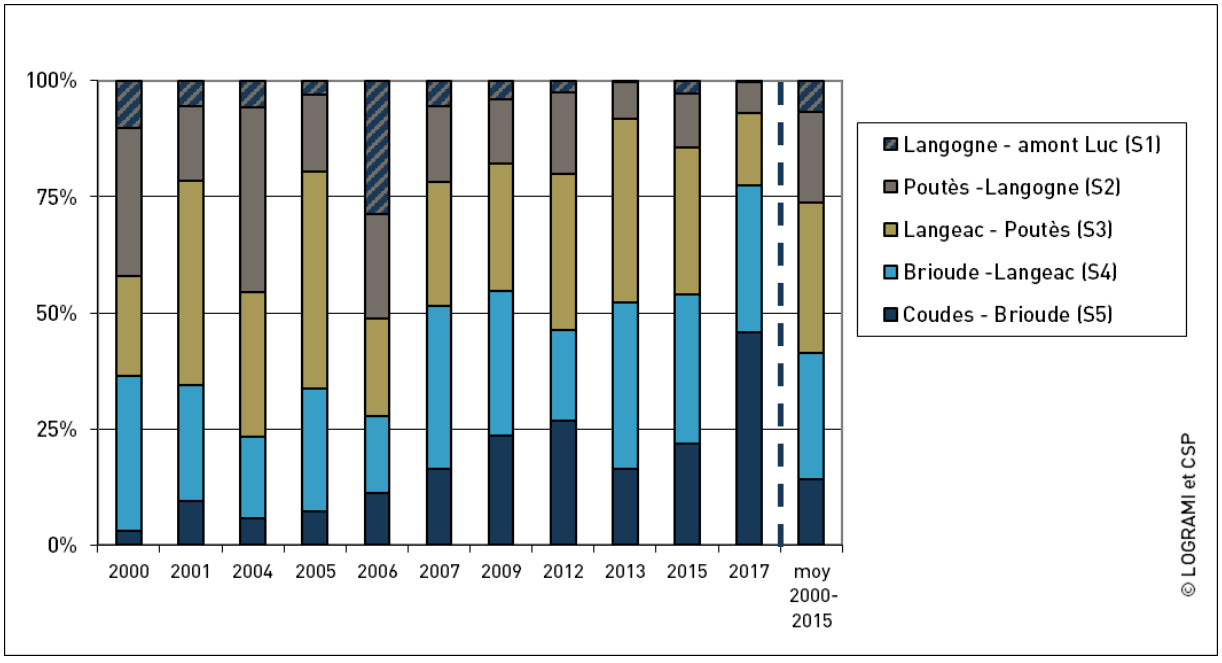


Figure 89 : Evolution de la répartition de frayères de saumon comptabilisées selon les 5 secteurs de l'Allier depuis la mise en place du suivi en 2000

Avec plus de 75 % des frayères observées en aval de Langeac, les frayères sont principalement concentrées sur la partie aval de l'axe Allier. Ces proportions atypiques constituent :

- Un record d'abondance relative maximum pour le secteur S5 (45,9 % contre 14,2 % (+/- 12,6) en moyenne),

- Un record d'abondance relative minimum pour les secteurs S3 (avec 15,7% contre 32,3 % (+/- 9,8) en moyenne) et S2 (avec 6,6 % contre 19,4 % (+/- 9,9) en moyenne).

Il semblerait que les faibles débits automnaux, ne favorisant pas les migrations vers l'amont, provoquent l'établissement d'une part plus importante de frayères sur le secteur aval S5 au détriment des secteurs amont (Figure 90). Les débits automnaux extrêmement faibles de l'Allier en 2017 (débit moyen journalier maximum calculé sur 5 jours de 10,6 m^3/s, soit 0,37 fois le module à Vieille-Brioude) expliquent la très forte concentration de frayères sur la partie aval de la zone potentielle de reproduction.

Le potentiel de production (survie des œufs, quantité et qualité habitats juvéniles) des secteurs aval étant moins importants que celui des secteurs amont (BACH et al., 2010 et 2015 ; MINSTER et BOMASSI, 1999), la répartition des frayères de saumons observées sur l'Allier en 2017 ne présage pas d'une très bonne production de juvéniles en 2018.

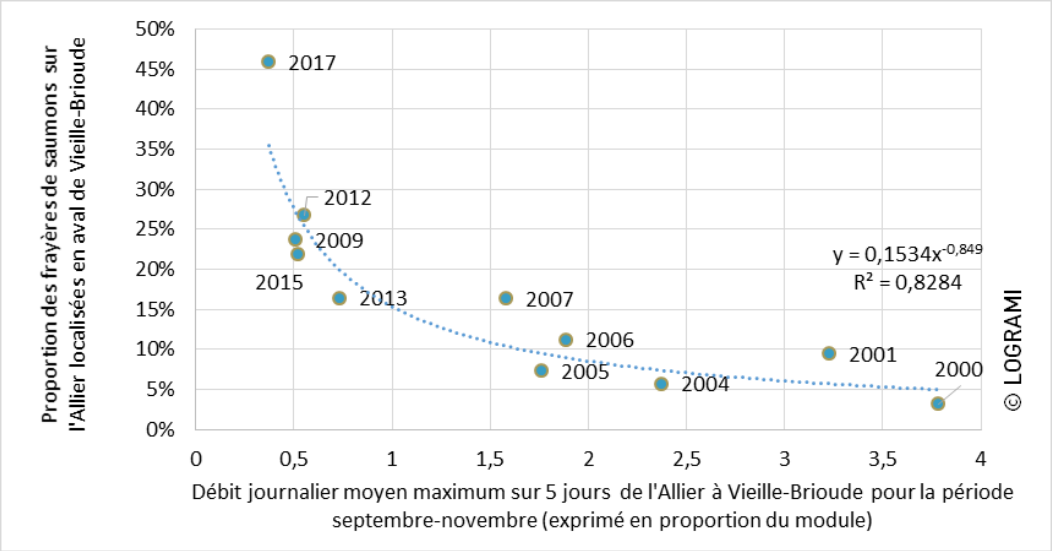


Figure 90 : Relation entre la part des frayères comptabilisées sur le secteur S5 et le débit journalier moyen maximum calculé sur 5 jours de l'Allier à Vieille-Brioude sur la période septembre novembre de l'année du comptage (Données hydro : DREAL Auvergne / HYDRO-MEDD/DE)

Frayères sur la Dore

Les très faibles conditions hydrologiques observées en fin d'année 2017 ont été favorables à la réalisation d'un comptage exhaustif des frayères par survol sur la Dore (Figure 91). Ce dernier a été réalisé le 8 décembre 2017 entre la confluence avec la Dolore (Marsac en Livradois, 63) et la confluence avec l'Allier (Ris, 63) sur 104 km.

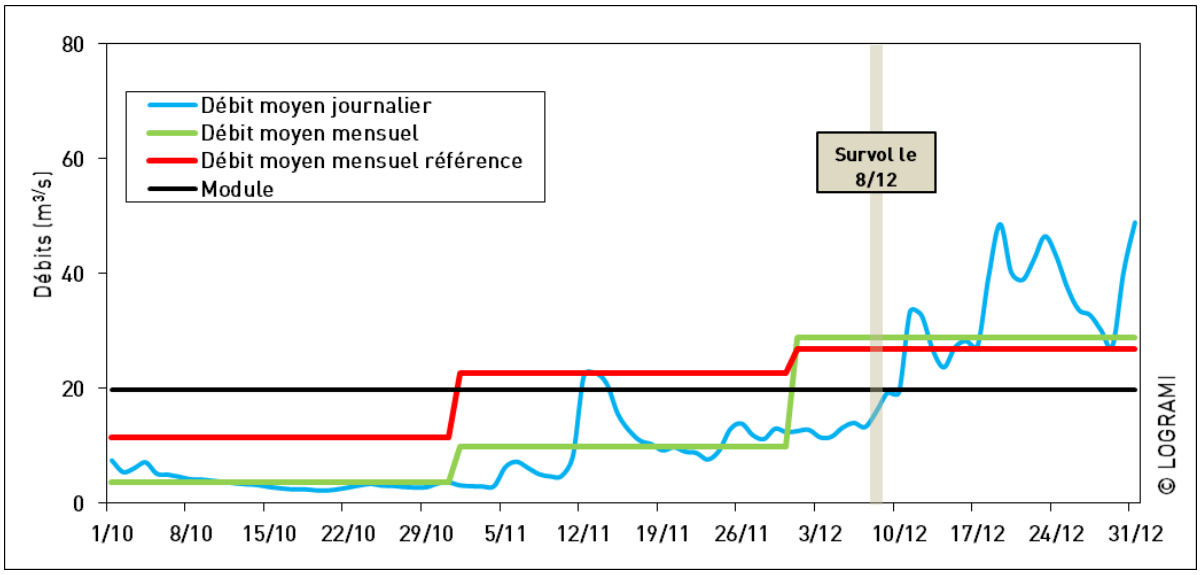


Figure 91 : Débits de la Dore à la station de Dorat du 1er octobre au 31 décembre 2017 (Données hydro : DREAL Auvergne / HYDRO-MEDD/DE).

Une seule frayère a été observée sur la Dore en amont de Vertolaye (63), en aval du gour de Champy (ROE41083).

Une nouvelle fois, le potentiel productif de la Dore (287 948 m² d'Equivalent Radier Rapide d'après MINSTER et BOMASSI, 1999) n'a pas été exploité significativement par des géniteurs de saumons en 2017. **Cette quasi-absence de retour de géniteurs sur la Dore malgré le déversement 73 215 alevins (+/- 22 052) depuis 2010 révèle des problèmes dans l'accomplissement des différentes étapes du cycle biologique des individus déversés (croissance en rivière, dévalaison, grossissement en mer, montaison).**

Pour des raisons encore ignorées, il semblerait que dès le premier été en rivière, des problèmes de mortalité soient rencontrés puisque les taux d'implantation des juvéniles déversés sont les plus faibles du bassin de l'Allier (cf. § 8.5.2.2). La production de smolts prêts à dévaler de la Dore est donc limitée. Par ailleurs, cette faible production doit être probablement fortement impactée par la présence, en aval des stations « alevinées », d'ouvrages hydro-électriques mal ou non équipés pour la dévalaison des smolts.

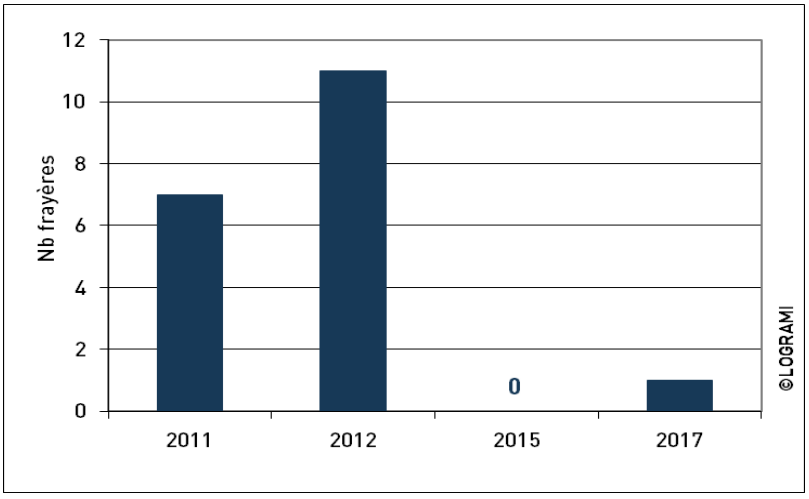


Figure 92 : Evolution du nombre de frayères de saumon comptabilisées sur la Dore depuis la mise en place du suivi par survol en 2011

Frayères sur la rivière Sioule

Suivi 2017

En l'absence de coup d'eau durant l'automne 2017, un comptage exhaustif des frayères par survol a pu être réalisé le 9 décembre 2017 entre le barrage de Queuille (63) et la confluence avec l'Allier (Contigny, 63) sur 104 km (Figure 93).

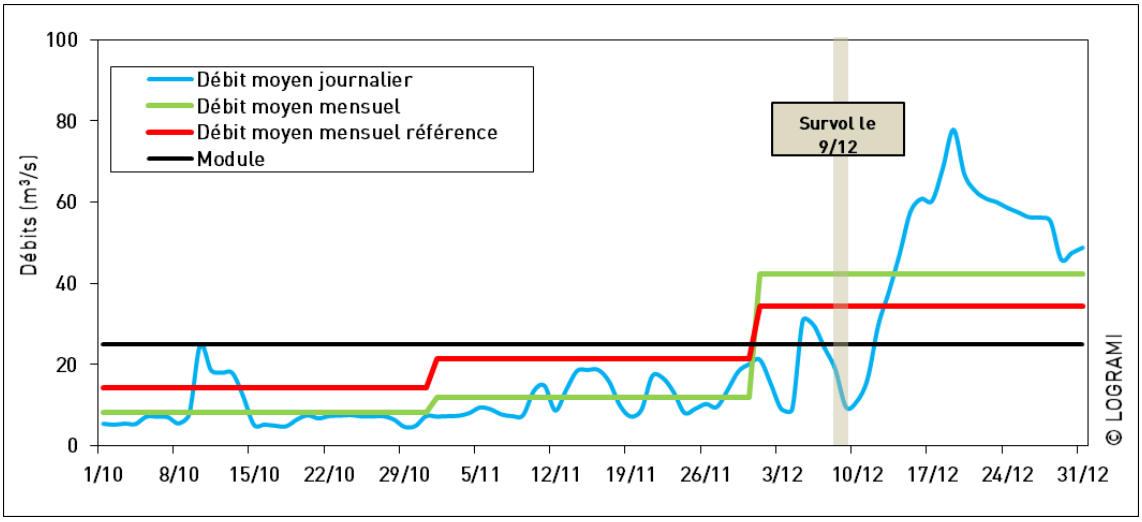


Figure 93 : Débits de la Sioule à la station de St Pourçain sur Sioule du 1er octobre au 31 décembre 2017 (Données hydro : DREAL Auvergne / HYDRO-MEDD/DE).

45 frayères ont été comptabilisées sur la Sioule, entre l'aval du barrage de Queuille (63 ; 713 km à la mer) et Saint-Pourçain sur Sioule (03 ; 637 km à la mer) sur 76 km (densité moyenne de 0,59 nids/km) (Figure 94 et Figure 95). 51,1 % des frayères ont été observées en aval d'Ebreuil dont 37,8 % (17) situées dans un secteur de 15 kilomètres entre l'amont du barrage des Grottes (03) et Jenzat (03). Nous avons-constaté une accumulation de 7 frayères en aval immédiat du barrage des Salles, qui pourrait signifier des difficultés de franchissement de cet ouvrage en 2017.

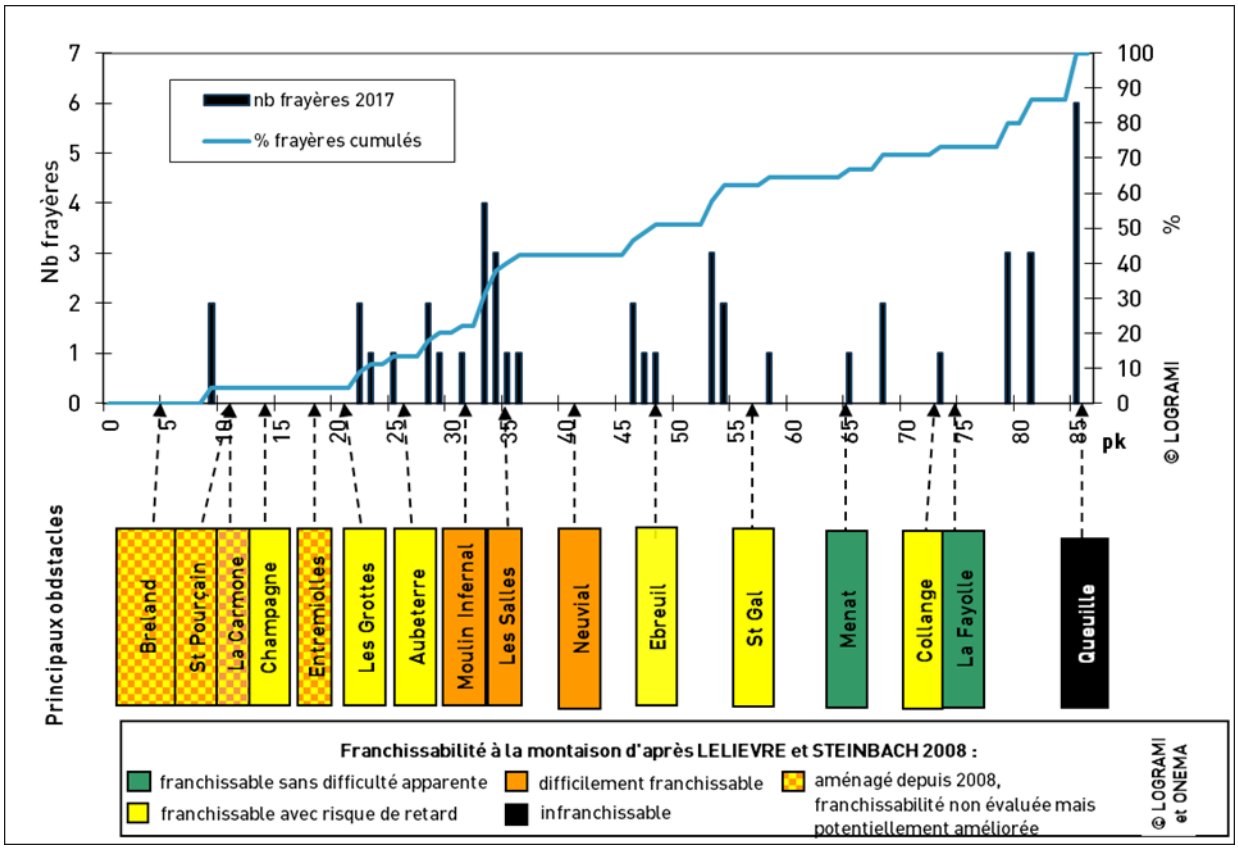


Figure 94 : Répartition kilométrique des frayères de saumon atlantique sur la Sioule en 2017 et principaux obstacles à la migration (Source : LOGRAMI pour les frayères et LOGRAMI-ONEMA adapté pour la franchissabilité)

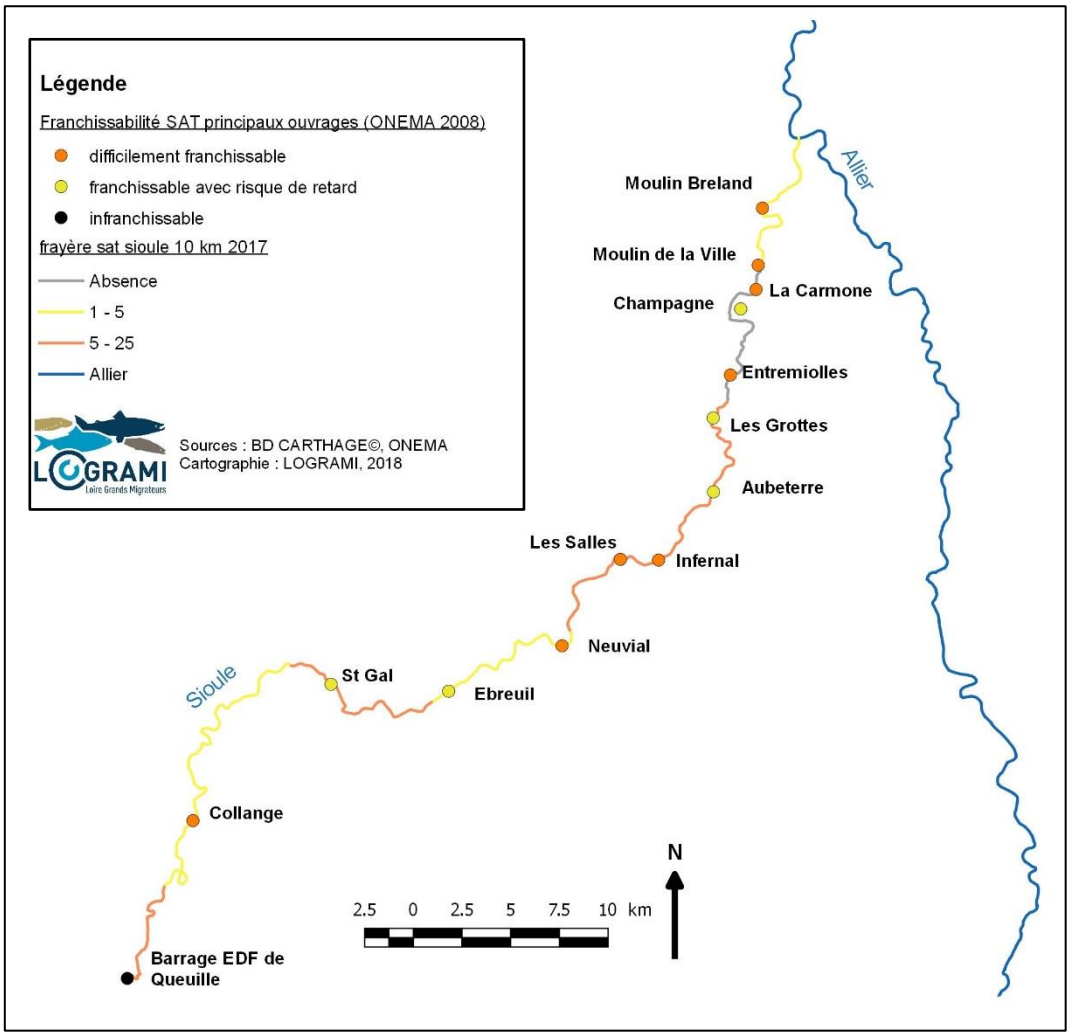


Figure 95 : Cartographie des densités de frayères de saumons atlantiques sur la Sioule en 2017 (par tronçon de 10 km) et principaux obstacles

Evolution interannuelle

Avec 45 frayères comptabilisées contre 58,2 (± 35,8) en moyenne depuis la mise en place de ce suivi sur la Sioule en 2001 (9 années suivies), le comptage réalisé en 2017 constitue le 4e moins bon résultat devant celui de 2006, 2015 et 2016 (Figure 96). L'importante proportion de frayères situées en aval d'Ebreuil en 2017 (Figure 97) est très probablement imputable aux très faibles conditions hydrologiques de l'année (Figure 98) et à des conditions thermiques estivales, à priori, non pénalisantes (moyenne journalière de la Sioule sur la période juin-août à St Quintin sur Sioule de 18,8°C).

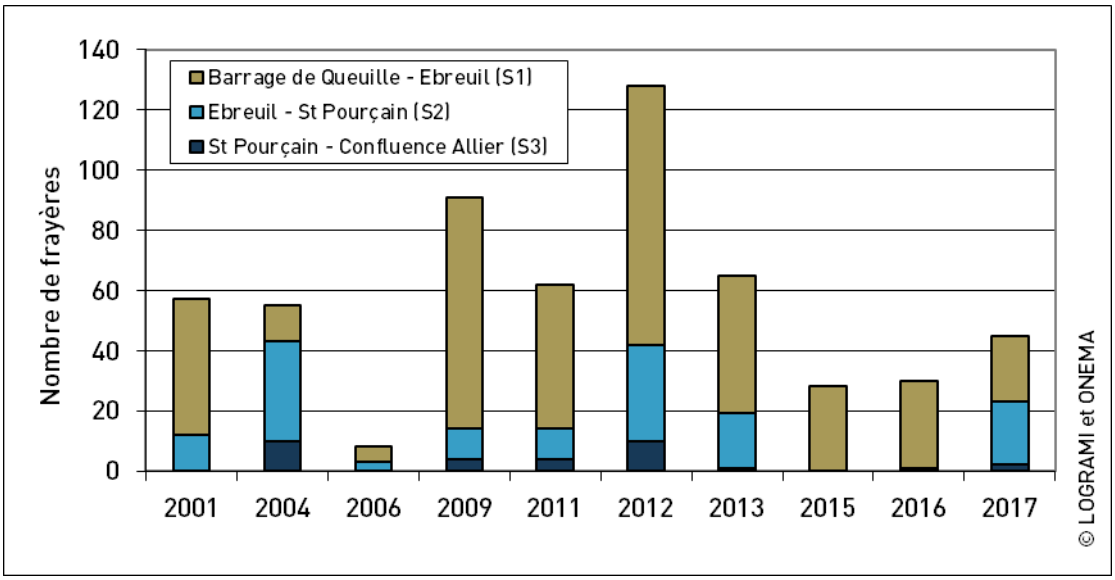


Figure 96 : Evolution du nombre de frayères de saumon comptabilisées sur les 3 secteurs de la Sioule depuis la mise en place du suivi en 2001

L'amélioration de la continuité de la Sioule aval, normalement apportée par les aménagements réalisés depuis 2016 à Moulin Breland, au Moulin de la Ville à St Pourçain Sioule et au Moulin d'Entremiolles, ne semble pas encore induire une augmentation du nombre de frayères de saumons sur l'axe. D'autres ouvrages impactant doivent encore être traités pour donner accès aux zones de frayères (La Carmone, les Grottes, Infernal, Les Salles...).

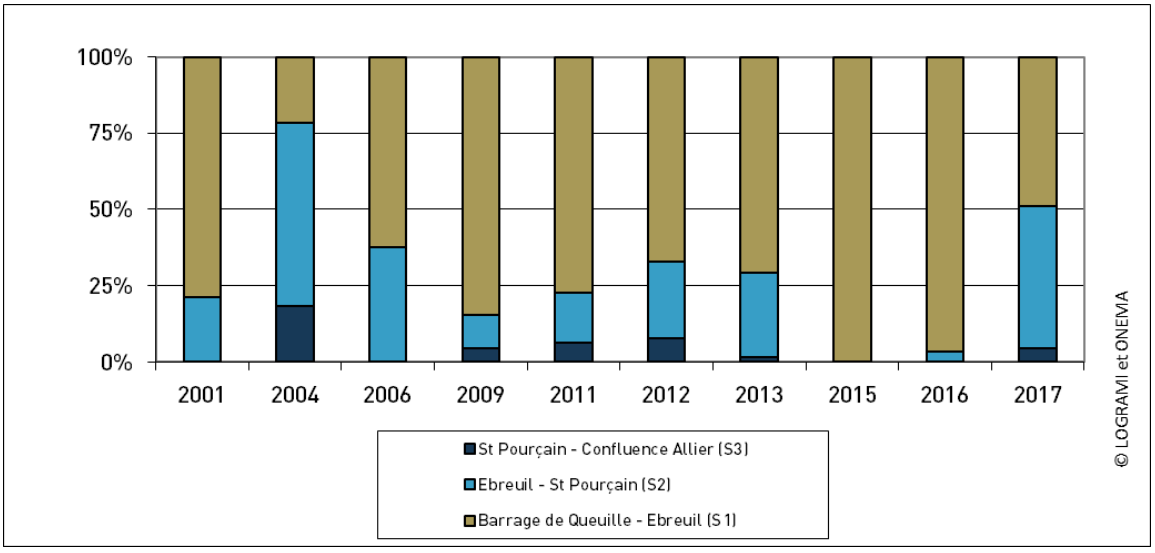


Figure 97 : Evolution de la répartition de frayères de saumon comptabilisées selon les 3 secteurs de la Sioule depuis la mise en place du suivi en 2001

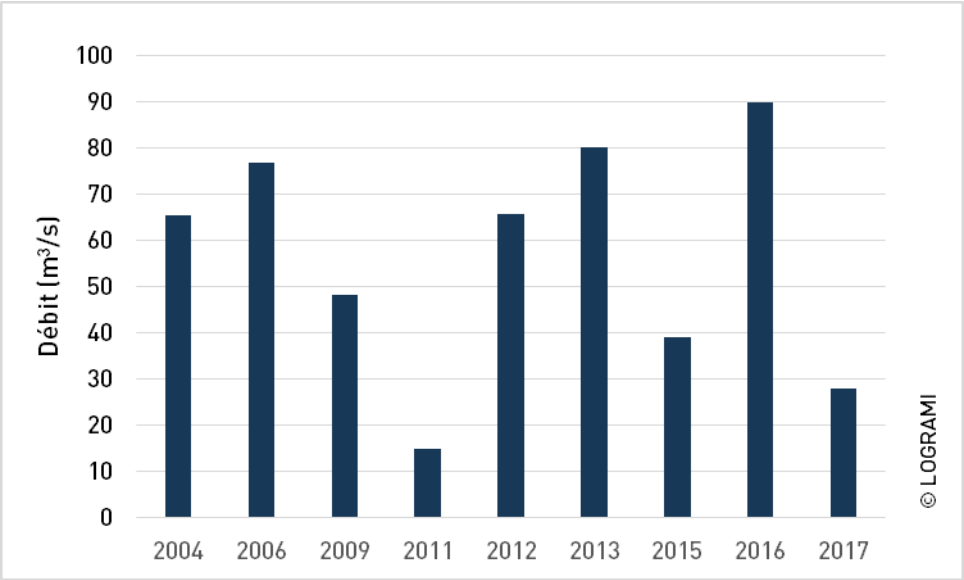


Figure 98 : Evolution du débit journalier moyen maximum calculé sur 5 jours de la Sioule à Saint Pourçain sur Sioule sur la période avril- novembre depuis 2004 (Données hydro : DREAL Auvergne / HYDRO-MEDD/DE).

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 99). Il est cependant à noter que les fronts indiqués sont des fronts à minima, certains 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.

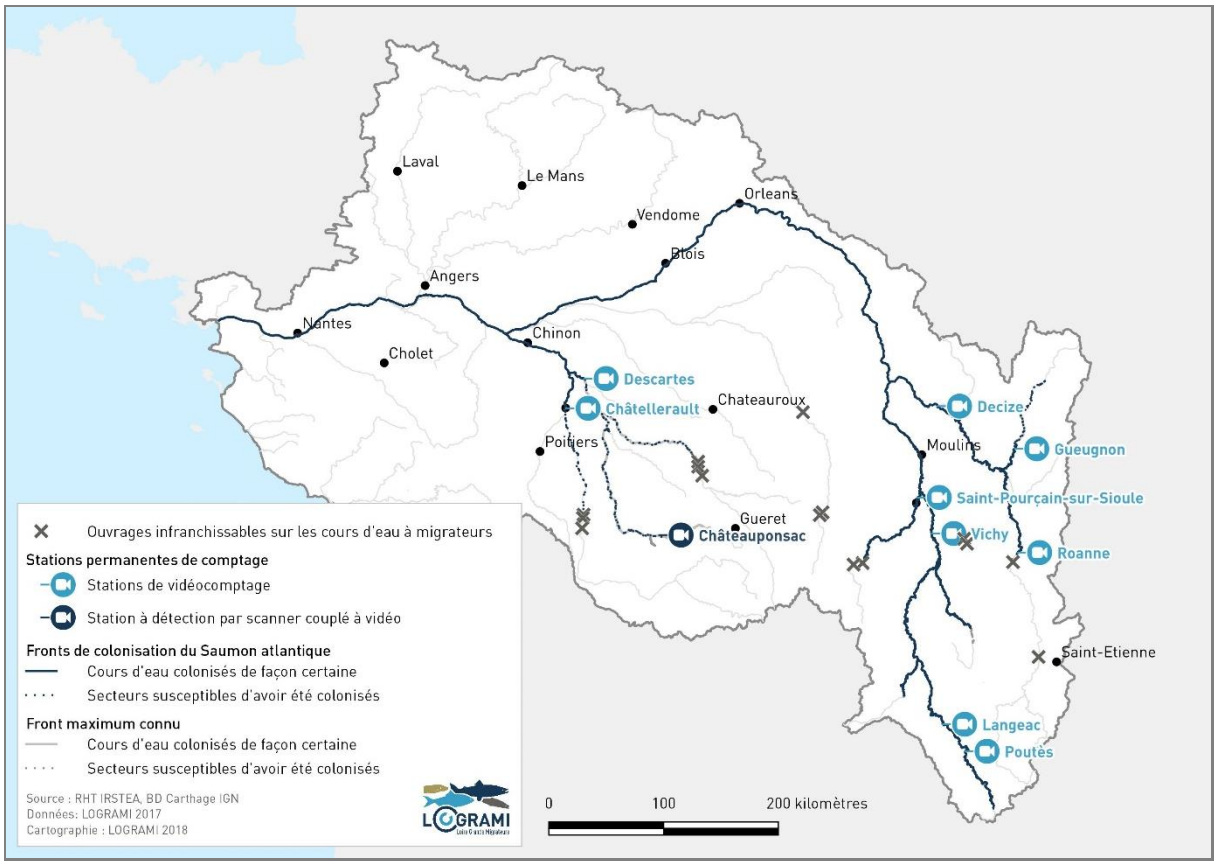


Figure 99 : Cours d'eau du bassin de la Loire colonisés par le saumon atlantique sur le bassin de la Loire en 2017

Sur les principaux axes fréquentés par l'alose, le front de colonisation de celle-ci n'a guère dépassé les stations de comptage (Roanne sur la Loire, Vichy sur l'Allier et Gueugnon sur l'Arroux). Sur la Vienne et la Creuse, les effectifs aux stations de comptage étant légèrement plus élevés, les fronts sont considérés au-delà de celles-ci, soit respectivement à Bonneuil-Matours et La Roche-Posay. Enfin, sur le Cher, aucune reproduction n'a été observée dans le cadre de l'étude portée par l'EPL. Ces fronts sont donc globalement bas au regard des fronts maximum connus ces dernières années.

Comme pour l'alose, les fronts de colonisation de la lamproie marine en 2017 sont localisés au niveau des stations de comptage ou quelques kilomètres au-dessus, soit très bas sur les axes. Sur le Cher, le front s'établit à Tours, aucune reproduction n'ayant été observée en amont de cette limite. Ce constat est la résultante de très faibles effectifs (confirmés par les observations aux stations de comptage) couplés aux conditions hydrologiques défavorables.

Concernant le saumon, aucune reproduction n'a pu être observée sur l'axe Creuse-Gartempe. Sur la Loire amont, les saumons ont colonisé la Loire jusqu'à Roanne et l'Arroux jusqu'à Gueugnon. Sur l'Allier et ses affluents, les fronts de colonisation ont été déterminés grâce aux survols réalisés en hélicoptère et aux observations à pieds. Les fronts de colonisation s'établissent assez haut malgré les faibles conditions hydrologiques. Néanmoins, les densités de frayères sont faibles sur les parties amont des axes. L'Alagnon a été plus colonisé en proportion des autres axes de l'amont (21,5% des frayères contre 11,7% +/- en moyenne (+/-4,9) sur les 6 comptages précédents). Les habitats de reproduction utilisés s'étendent sur 27 km et une frayère a été observée sur son affluent, la Sianne. Sur l'Allier, le front s'établit à Laveyrune. Comme chaque année, le tronçon Poutès-Naussac a été très peu colonisé par les saumons en raison de difficulté d'accès à cette zone ayant pour conséquence le recensement de 93 % des frayères en aval de Poutès. Sur la Sioule, le nombre de frayères observées est faible au regard des autres années de suivi. Malgré tout, le front de colonisation atteint le barrage infranchissable de Queuille, l'ensemble du linéaire colonisable a donc été fréquenté par les saumons.

3.4. Dévalaison des smolts sur la Gartempe

3.4.1. Contexte

Historiquement, les cours d'eau du bassin de la Vienne étaient fréquentés par le saumon atlantique. D'après BACHELIER (1963), les zones de frayères fréquentées par le saumon à la fin du 18ème siècle y étaient de 760 ha, soit 35 % des frayères du bassin Loire.

Comme sur tous les grands axes français, l'édification de grands ouvrages destinés à la production d'hydroélectricité a considérablement réduit son aire de répartition dès la fin du 19ème siècle. Suite à la création de nouveaux aménagements à l'ère industrielle, le saumon a totalement disparu du bassin de la Vienne.

Dans les années 1950, une politique de restauration de la population de saumon voit le jour. Les zones favorables à sa reproduction étant condamnées sur les deux axes principaux (Vienne, Creuse), le choix a été de repeupler la Gartempe, principal affluent de la Creuse, indemne de grand barrage hydroélectrique. Néanmoins, la Gartempe est jalonnée par de nombreux seuils de moulins (45 ouvrages considérés au minimum comme « assez difficilement franchissables » sur 119 seuils répertoriés) dont une partie a été convertie au cours du 20ème siècle pour la production hydroélectrique.

Depuis 2007, la montaison des saumons est contrôlée à la station de comptage de Descartes localisée sur la Creuse à une trentaine de kilomètres à l'aval de la confluence avec la Gartempe. A ce jour, une augmentation des effectifs de saumons franchissant la station de comptage de Descartes est observée avec en moyenne 93 saumons (+/- 52) franchissant chaque année l'ouvrage de Descartes (Figure 100).

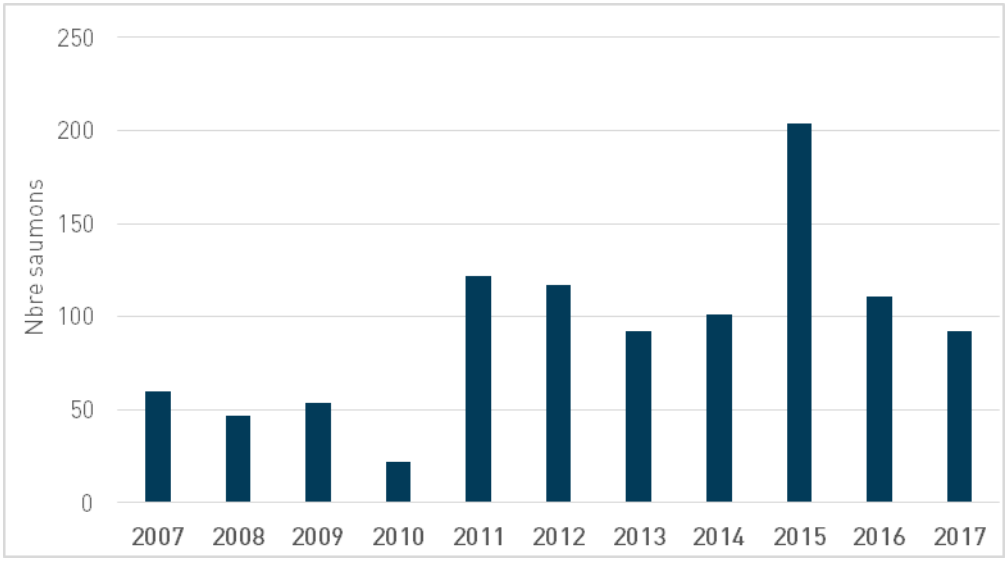


Figure 100: Bilan des passages de saumons à la station de comptage de Descartes depuis 2007 (LOGRAMI)

Toutefois les retours comptabilisés au niveau du barrage de la Roche Etrangleloup situé sur la moyenne Gartempe à l'entrée des zones historiques de frayères, témoignent des faibles montaisons sur cette partie de l'axe avec, en moyenne, une dizaine de saumons comptés chaque année depuis 2001 (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.** (COSYNS et al., 2013 ; BACH et al., 2017).

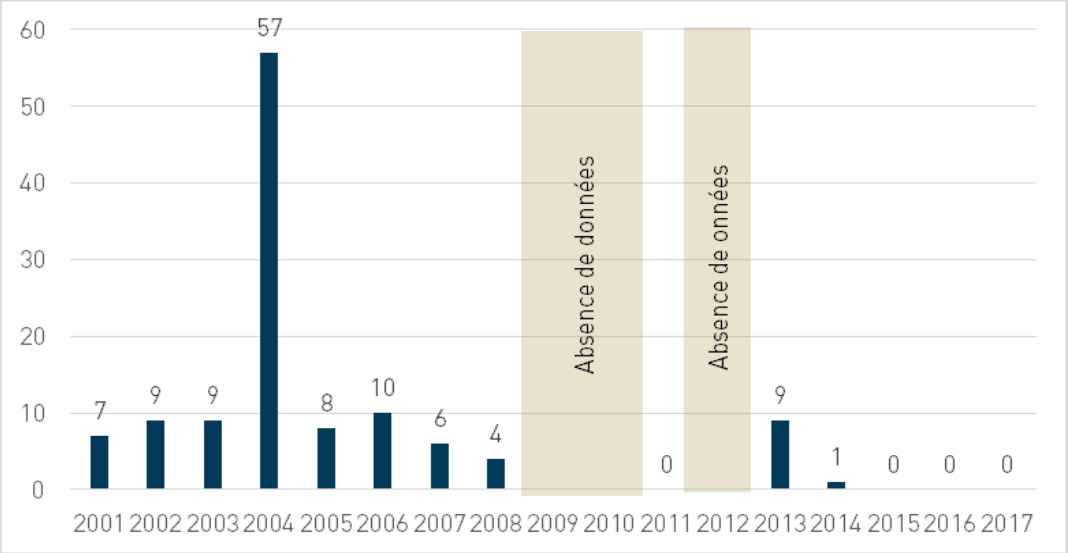


Figure 101 : Nombre de saumons comptabilisés au barrage de la Roche-Etrangleloup depuis 2001 (compteur à résistivité de 2001 à 2011 puis scanner à infrarouge à partir de 2013 (LOGRAMI)

Ces résultats montrent que les poissons parviennent à effectuer une partie de leur cycle mais que les retours sur leurs zones de reproduction sont encore bien insuffisants pour maintenir une population naturelle.

Outre les problèmes posés à la montaison par ces seuils dont peu sont aménagés de dispositifs de franchissement, malgré un classement au titre du L.432-6 depuis 1992 (liste des espèces), les usines hydroélectriques (15 actuellement en fonctionnement) entravent la dévalaison. En effet, elles ne disposent pas de prises d'eau ichtyocompatibles, à l'exception de trois récemment aménagées (2014 à 2017).

Afin de répondre aux objectifs de la Directive Cadre sur l'Eau, la Loi sur l'eau et les milieux aquatiques de 2006 est venue réformer les anciens classements de cours d'eau issus de la loi de 1919 relative à l'utilisation de l'énergie hydraulique et de l'article L432-6 du code de l'environnement. Deux listes de cours d'eau ont été établies et arrêtées pour chaque bassin hydrographique en application de l'article L.214-17 du Code de l'environnement. Dans les cours d'eau de la liste 1, aucune autorisation ou concession ne peut être accordée pour la construction de nouveaux ouvrages s'ils constituent un obstacle à la continuité écologique (article R214-109 du code de l'environnement). Le renouvellement de l'autorisation des ouvrages existants est subordonné à des prescriptions particulières. Dans les cours d'eau de liste 2, tout ouvrage doit être équipé et entretenu pour assurer la continuité écologique (libre circulation des sédiments et des poissons à la montaison et à la dévalaison).

Suite au classement de la Gartempe au titre du L.214-17 (de sa confluence avec la Creuse au Ruisseau de Chenaud (département 23) pour le saumon atlantique et l'anguille), les propriétaires d'usines hydroélectriques se sont vu notifier par l'administration (Haute-Vienne) la nécessité de mettre leurs installations aux normes.

L'objectif principal de cette étude est d'améliorer les connaissances relatives à l'incidence sur les smolts en dévalaison de deux ouvrages hydroélectriques, situés sur la Gartempe. Elle a pour but d'estimer un taux de franchissement pour chaque ouvrage, d'identifier les différentes voies et d'évaluer les temps de passage.

3.4.2. Méthodologie

3.4.2.1 Sites d'étude

Le suivi de la dévalaison a été réalisé au niveau des ouvrages hydroélectriques de la Roche Etrangleloup et du Moulin de Chaume situés au niveau des communes de Châteauponsac et Saint-Ouen-sur-Gartempe (87). Implantés sur la rivière Gartempe, ces deux ouvrages sont séparés par un linéaire de 20 km comportant 4 autres usines dont 3 étaient en fonctionnement lors de l'étude (Figure 102).

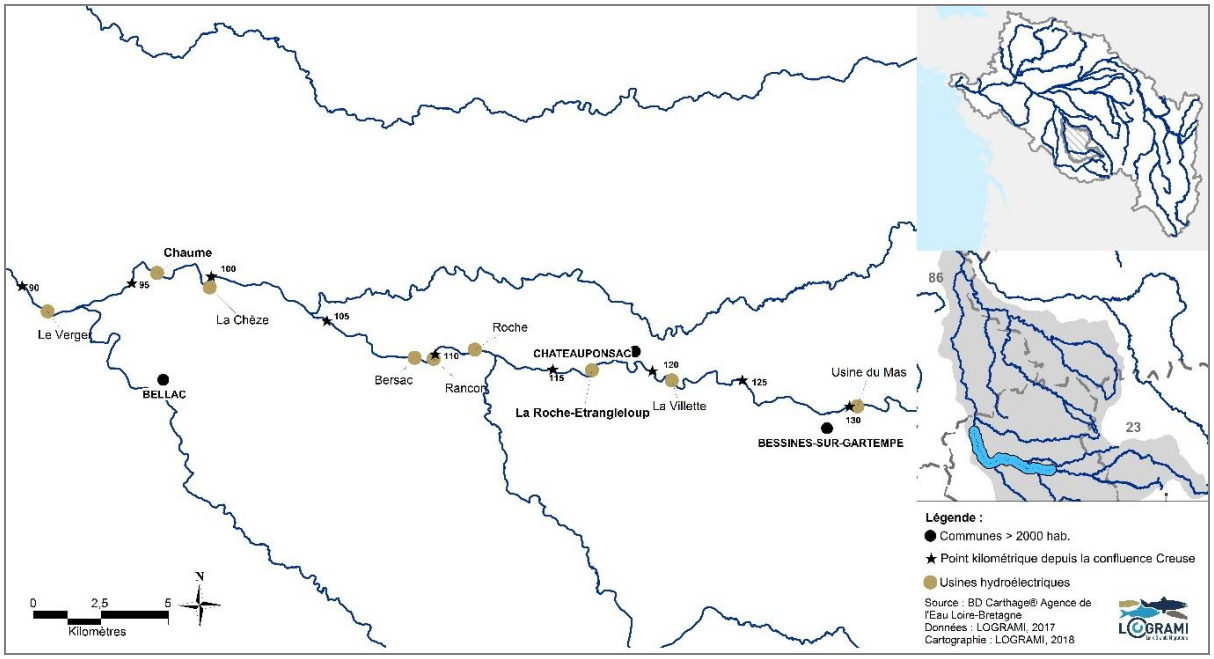


Figure 102: Localisation des deux ouvrages étudiés pour la dévalaison des smolts sur la Gartempe en 2017

Présentation du site de la Roche-Etrangleloup

Situé sur la commune de Châteauponsac, l'usine hydroélectrique de la Roche-Etrangleloup (code ROE : ROE16989-1 / ROE16989-2) constitue l'une des 20 microcentrales présentes sur la Gartempe, dont 15 étaient en fonctionnement au moment de l'étude.

Créée en 1901, cette usine est gérée par la société Forces Motrices de Châteauponsac. Le barrage mesure (usine comprise) 114 mètres et sa hauteur de chute est de 6,10 m. Elle est munie de deux turbines de type Francis, turbinant un débit maximum de 7,4 m^3s^{-1} (Tableau 42). En dehors des périodes de hautes eaux ou de chômage de l'usine, aucun débit ne transite dans le tronçon court-circuité, le débit réservé étant alloué à la passe à poissons (0,480 m^3/s) et à la goulotte de dévalaison (0,470 m^3/s) qui aboutissent dans le canal de restitution.

Tableau 42: Caractéristiques de l'usine hydroélectrique de la Roche Etrangleloup

Caractéristiques	
Hauteur de chute	6,10 m
Débit maximum turbiné	7,4 m^3s^{-1}
Débit réservé	0,94 m^3s^{-1}
Turbines	2

Depuis 1987, l'usine hydroélectrique de la Roche Etrangleloup est pourvue d'une passe à poissons composée de 22 bassins successifs à jets plongeants (Figure 103). Afin de dénombrer les saumons empruntant cette passe, un compteur à résistivité a été installé en 2001, et remplacé en 2013 par un compteur à scanner infrarouge, disposé au niveau de l'entrée hydraulique de la passe.



Figure 103 : Passe à poissons installée au niveau de l'usine hydroélectrique de la Roche Etrangleloup

En 2016, afin de satisfaire aux obligations règlementaires de libre circulation des poissons, différents aménagements ont été entrepris en vue de faciliter la dévalaison. Les grilles situées en tête de prise d'eau ont été modifiées avec la mise en place d'un plan de grilles fines à espacements inter-barreaux de 20 mm visant à prévenir toute dévalaison par les turbines. Celles-ci ont été complétées d'un exutoire de dévalaison ainsi que d'une goulotte dont le débit est restitué au pied de la passe à poissons (Figure 104).



Figure 104 : Vues du plan de grilles fines et de l'exutoire de dévalaison (à gauche) et de la restitution de la goulotte de dévalaison de la Roche Etrangleloup (à droite)

L'usine hydroélectrique de la Roche Etrangleloup est un des seuls ouvrages de la Gartempe disposant de dispositifs de dévalaison répondant aux nouvelles exigences réglementaires et connaissances en matière de comportement des poissons en dévalaison. Ce site est donc d'un intérêt majeur pour le suivi de la dévalaison des smolts.

Présentation du site du Moulin de Chaume

L'usine hydroélectrique du Moulin de Chaume (code ROE : ROE16834-1 / ROE16834-2) se situe sur la commune de Saint-Ouen-sur-Gartempe, 20 km en aval du site de la Roche Etrangleloup présenté ci-dessus. Cet ancien moulin fut reconverti en usine hydroélectrique en 1923 en vue d'alimenter l'usine

des chaineries limousines installée à Saint-Ouen-sur-Gartempe jusque dans les années 1950 (Figure 105).



Figure 105 : Vue aval (sortie hydraulique des turbines et de la passe à poissons) de l'usine hydroélectrique du Moulin de Chaume

Depuis 1984 cet ouvrage est doté en rive droite d'une passe à poissons à ralentisseurs de fonds suractifs, fonctionnant avec un débit de 0,6 m^3/s (Figure 106). Le tronçon court circuité de la rivière est alimenté par une vanne de décharge laissant passer un débit réservé de 0,9 m^3/s.



Figure 106: Vue hors d'eau de la passe à poissons à ralentisseurs (à gauche) et de la vanne de décharge du débit réservé (à droite) de l'usine hydroélectrique du Moulin de Chaume

L'usine hydroélectrique du Moulin de Chaume est équipée de trois turbines dont seulement deux fonctionnent en même temps : une turbine Francis avec un plan de grille de 30 mm et une turbine Kaplan avec un plan de grille de 40 mm (Tableau 43). Une troisième turbine de type Francis peut être démarrée si l'une des deux autres présente une défaillance.

Tableau 43: Caractéristiques de l'usine hydroélectrique du Moulin de Chaume

Caractéristiques	
Hauteur de chute	3,84 m
Débit maximum turbiné	15 m^3s^{-1}
Débit réservé	1,5 m^3s^{-1}
Turbines	3

3.4.2.2 Suivis télémétriques

L'étude de la dévalaison des smolts a été réalisée par suivi télémétrique. Deux technologies complémentaires ont été retenues en vue de répondre aux objectifs de l'étude : le radiopistage et le suivi par télémétrie Radio Frequency Identification (RFID).

Suivi par radiopistage

Objectif

Le suivi par radiopistage a été retenu en vue d'étudier le comportement de dévalaison des smolts au niveau des ouvrages étudiés. Il a été utilisé afin de quantifier les taux de transfert ainsi que les temps de passage au niveau des deux ouvrages étudiés. Les données acquises par radiotélémétrie ont également été utilisées afin de calculer les vitesses de dévalaison.

Principe

Le radiopistage est une technique de suivi télémétrique reposant sur la détection de signaux radio. L'émetteur radio, pourvu d'une batterie interne, est placé sur ou dans l'organisme étudié. Le signal, émis sous la forme d'ondes électromagnétiques, est détecté par une station réceptrice connectée à une antenne aérienne ou immergée. Pour une fréquence donnée, les individus marqués sont identifiés grâce à des périodes d'émission différentes (PPM : pulses per minute). En raison de limitations technologiques (non développé ici), il arrive que plusieurs fréquences soient utilisées lorsque l'étude porte sur un grand nombre d'individus.

Le récepteur scanne la fréquence utilisée pendant un laps de temps défini. En cas de réception d'un signal, il passe en analyse et enregistre le signal. En cas d'absence de signal pendant le scan, il peut passer à une autre fréquence si plusieurs fréquences sont utilisées (Figure 107). Les temps de détection sont déterminés par la période d'émission des émetteurs. Pour être enregistré, un signal doit être détecté à trois reprises. Ainsi, un émetteur dont la période d'émission est de 6 secondes (10 PPM) nécessitera un temps de 18 secondes pour être effectivement détecté et enregistré par le récepteur.

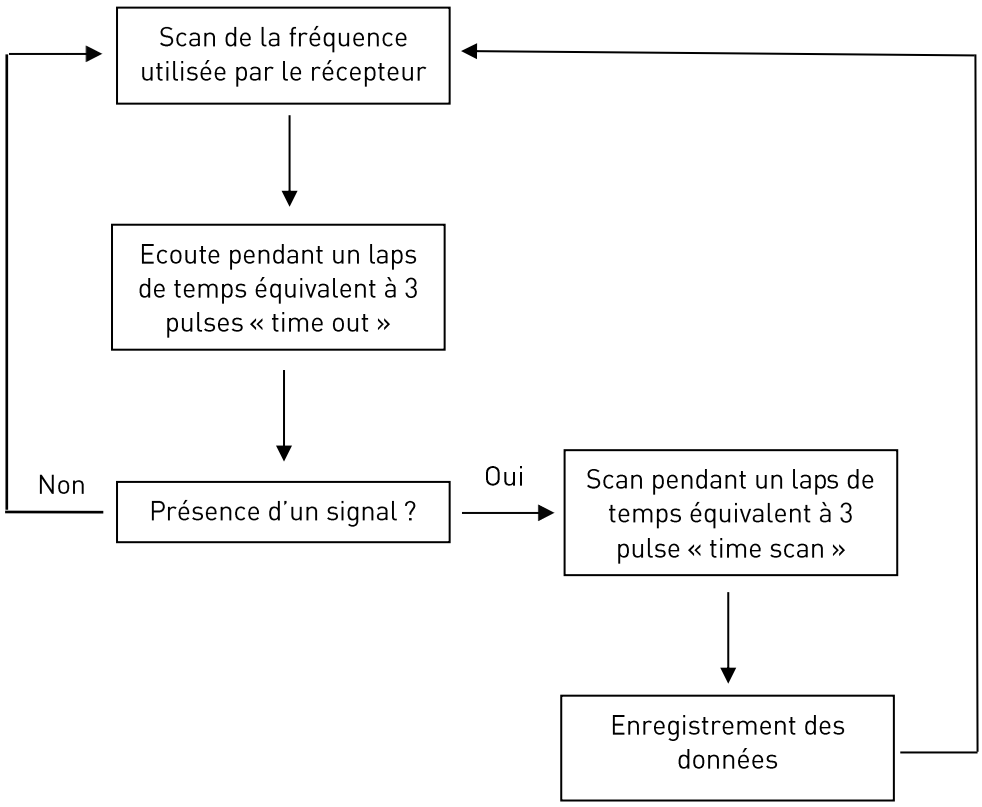


Figure 107: Schéma de fonctionnement d'un récepteur radio

Installations

Deux systèmes fixes de radiopistage ont été déployés au niveau des ouvrages hydroélectriques de la Roche-Etrangleloup et de Chaume. Chaque site a été équipé d'antennes radio (immergées et/ou aériennes) couplées à des postes radio R4500C permettant l'enregistrement et l'acquisition des données en continu (Figure 108).



Figure 108 : Récepteur R4500C utilisé dans le cadre du suivi par radiopistage sur la rivière Gartempe en 2017

Le réglage de chaque antenne a été réalisé afin de permettre une couverture séparée des zones amont et aval de chaque ouvrage, permettant une analyse optimale des taux de passages et des temps de passage. Les antennes immergées ont été réalisées à l'aide d'un câble de radiopistage coaxial RG58C/U 50 Ω à l'extrémité duquel le blindage a été dénudé sur 68,7 cm (Figure 109). Des antennes boucles ont été utilisées comme antennes aériennes (Figure 109).

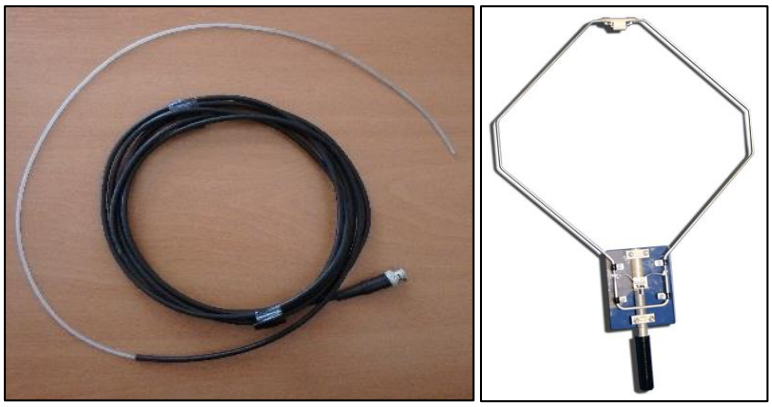


Figure 109: Antenne immergée (à gauche) et antenne boucle aérienne (à droite)

Site de l'usine hydroélectrique de la Roche-Etrangleloup

Deux antennes immergées ont été mises en place au barrage de la Roche-Etrangleloup.

- Une antenne en amont direct de l'ouvrage afin de détecter les poissons arrivant à l'ouvrage,
- Une antenne à l'aval de l'ouvrage à hauteur de la confluence du rejet des turbines, de la passe à poissons et de l'exutoire de dévalaison (Figure 110).

En raison de restrictions du nombre de récepteurs disponibles pour l'étude, le bras de décharge présent au niveau de l'ouvrage n'a pas été équipé mais comme nous le verrons par la suite, aucun phénomène de surverse n'a été observé durant le suivi.

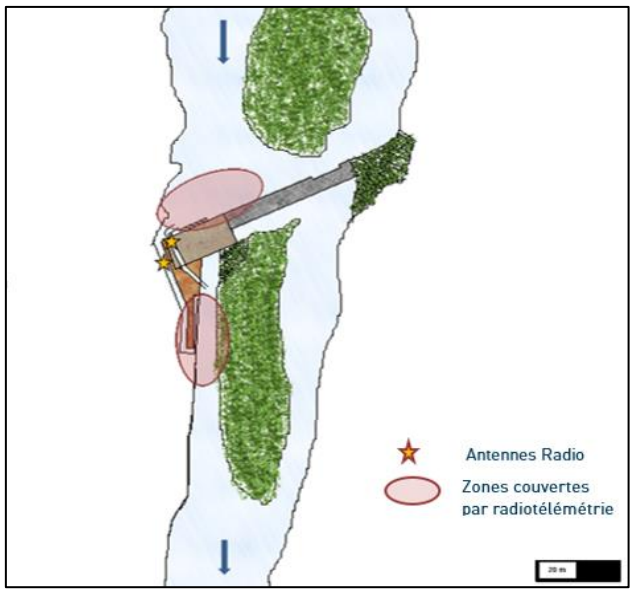


Figure 110: Illustration des zones couvertes par radiotélémétrie à l'usine hydroélectrique de la Roche-Etrangleloup

Suivi de l'usine hydroélectrique du Moulin de Chaume

L'installation mise en place au Moulin de Chaume comprenait une antenne immergée ainsi qu'une antenne aérienne. L'antenne aérienne a été disposée afin de détecter les smolts se présentant au niveau de l'ouvrage. L'antenne immergée a été installée à l'aval direct du rejet des turbines (Figure 111). Pour des raisons de restriction du nombre de récepteurs disponibles, le bras en rive gauche drainant le débit réservé n'a pas pu être suivi.

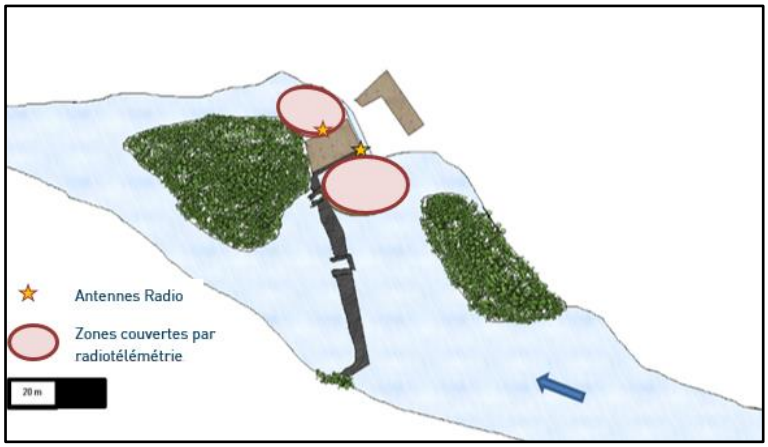


Figure 111: Illustration des zones couvertes par radiotélémétrie à l'usine hydroélectrique du Moulin de Chaume

Suivis mobiles

Des suivis mobiles à pied et en canoë ont été réalisés ponctuellement durant toute la période de suivi à l'aide d'antennes boucles afin de suivre la dévalaison des individus en aval des ouvrages étudiés et de localiser par bi-angulation les éventuels émetteurs immobiles (régurgitations / mortalités) (Figure 112 et Figure 113).

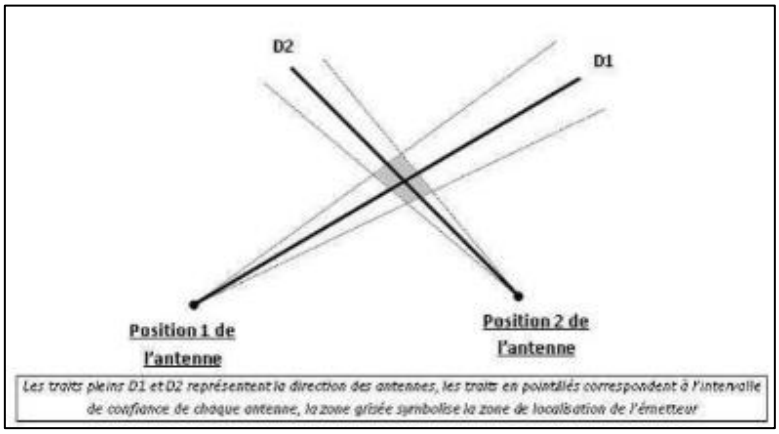


Figure 112: Principe de la détection par bi-angulation (Source : LOGRAMI)





Figure 113 : Suivis radio télémétriques mobiles

Suivi RFID

Objectif

Parallèlement au suivi par radiopistage, un suivi RFID a été mis en place dans le cadre de la présente étude.

L'objet de ce volet de l'étude était d'identifier avec précision les voies de dévalaison empruntées par les smolts au niveau du barrage de la Roche-Etrangleloup.

Au niveau du barrage de Chaume, la configuration de ce site ne permettant pas une étude précise des voies de dévalaison, l'objectif visait uniquement à compléter les données de vitesses de dévalaison acquises par radiopistage.

Principe

Cette méthode repose sur la mise en place d'antennes permettant la détection d'individus marqués à l'aide de transpondeurs passifs se trouvant dans le champ de détection (Figure 114). La portée de ces systèmes étant de l'ordre de quelques dizaines de centimètres, ils sont particulièrement adaptés à l'étude de voies de passages étroites et/ou peu profondes (passes à poissons, buses, etc..).

Une installation RFID type comprend un coffret de contrôle, permettant la lecture et le stockage des données de détections, un boitier d'accord, permettant le réglage des antennes et, enfin une ou plusieurs antennes de détection (Figure 114). Le principe de fonctionnement repose sur l'émission d'une impulsion de fréquence 134 kHz par une antenne constituée d'un enroulement de spires (2 à 3 en général) à travers lequel un champ magnétique énergisant est transmis. Lorsqu'un transpondeur passif passe dans le champ de l'antenne, le condensateur qu'il contient se charge par induction. Il émet alors son code d'identification qui est reçu par l'antenne et transmis vers le coffret de lecture où le numéro du transpondeur, la date, l'heure et le numéro de l'antenne sont stockés sur un module de sauvegarde. Le coffret de lecture et le transpondeur communiquent alternativement pour les systèmes « Half Duplex » (en opposition aux systèmes Full-Duplex où l'émission et la lecture sont simultanées).

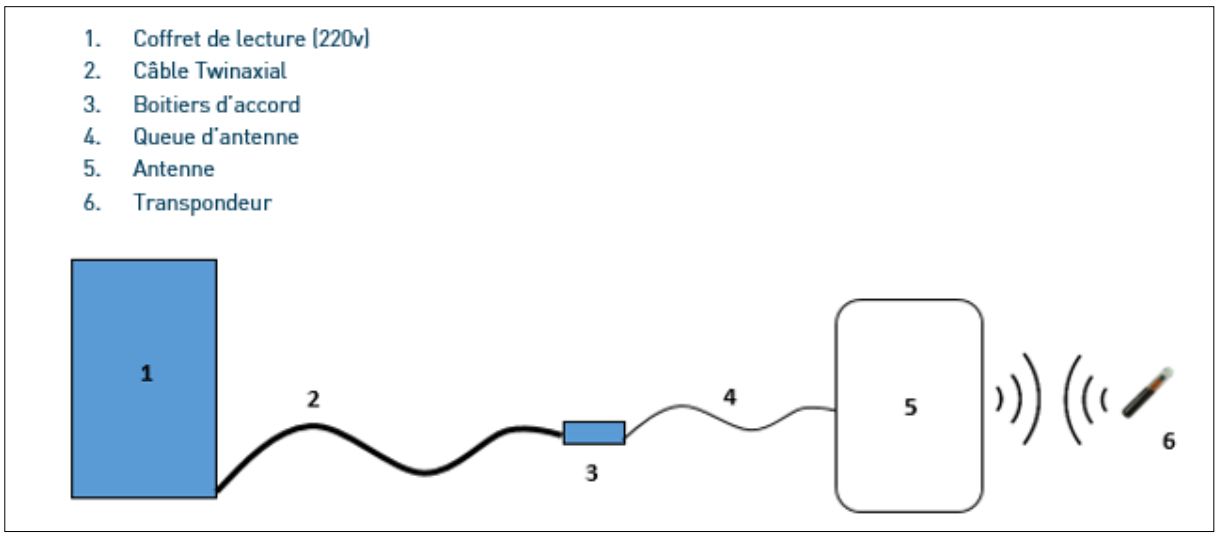


Figure 114: Principe de fonctionnement d'un système RFID

Installations

Deux systèmes RFID ont été mis en place au niveau des ouvrages étudiés. La conception ainsi que les réglages des antennes RFID ont été réalisés selon les recommandations du constructeur TIRIS : après mesure des valeurs d'inductance de chaque antenne, les réglages des condensateurs contenus dans les boitiers d'accord (model CIPAM® RI-ACC-008B) ont été effectués afin d'optimiser la portée de détection des différentes antennes. Pour chaque site, l'acquisition des données était assurée en continu par un coffret d'enregistrement RFID 134 KHz (CIPAM®, technologie TIRIS) alimenté sur secteur.

Des visites régulières ont été effectuées sur chaque site afin de veiller au bon fonctionnement des installations et à la stabilité des réglages durant toute la période d'étude.

Site de l'usine hydroélectrique de la Roche Etrangleloup

Deux antennes RFID ont été installées au niveau du seuil de l'usine de la Roche-Etrangleloup le 12 Avril 2017 :

- Une antenne au niveau de l'entrée hydraulique de la goulotte de dévalaison. Une attention particulière a été portée à l'installation de cette antenne en retrait de l'entrée hydraulique afin de détecter uniquement les individus qui empruntent la goulotte et non ceux qui ne feraient que s'en approcher (Figure 115). Considérant les importantes vitesses de courant observées au niveau de la goulotte de dévalaison, les détections enregistrées sur cette antenne correspondent avec certitude à des passages.
- Une seconde antenne au sein même de la passe à poissons au niveau du bassin numéro 16 (Figure 115). Même si la fonction principale des passes à poissons est de permettre la montaison de différentes espèces piscicoles, ces ouvrages peuvent en effet constituer des voies de dévalaison.



Figure 115 : Antennes RFID mises en place au niveau de la goulotte de dévalaison (à gauche) et de la passe à poissons (à droite) au barrage hydroélectrique de la Roche-Etrangleloup.

Site de l'usine hydroélectrique du Moulin de Chaume

Au barrage de Chaume, l'installation comprenant une unique antenne RFID a été mise en place le 20 avril 2017 et retirée le 17 mai 2017.

Contrairement au site de la Roche-Etrangleloup, la configuration de la passe à poissons ne permet pas la mise en place d'un cadre RFID à l'intérieur de cette dernière. L'antenne a donc été déployée au niveau de l'entrée hydraulique de la passe, seul endroit où la fixation d'une antenne était envisageable (Figure 116 et Tableau 44). Par ailleurs, il n'a pas été possible de disposer l'antenne en retrait de l'entrée hydraulique. Les détections enregistrées sur cette antenne ne permettent donc pas de discriminer les individus ayant effectivement emprunté la passe à poissons de ceux qui n'ont fait que s'en approcher à portée de détection. Les données enregistrées par cette antenne ne permettent donc pas l'analyse des voies de passages empruntées par les smolts au niveau de cet ouvrage mais constituent des données complémentaires sur les vitesses de dévalaison des smolts sur la Gartempe.



Figure 116: Antenne RFID mise en place au barrage hydroélectrique de Chaume

Tableau 44: Caractéristiques de l'antenne RFID mise en place au niveau du barrage hydroélectrique de Chaume.

Lieu	Dimensions	Câble	Inductance	Réglages	Portée amont
Passe à poissons	54 x 120 cm	3*6 mm²	29,4 µH	J2 J5 J8	35 cm

3.4.2.3 Marquage

Matériel biologique

Les smolts utilisés pour la présente étude proviennent de la pisciculture de Castel (24), gérée par l'association pour la restauration et la gestion des poissons migrateurs du bassin de la Garonne et de la Dordogne (MIGADO). En vue de limiter l'incidence des émetteurs sur la capacité de nage des smolts, une attention particulière a été portée à respecter un ratio maximum de 2 % entre le poids des émetteurs utilisés et celui des individus marqués conformément aux recommandations de la littérature (WINTER, 1983). Considérant le poids des émetteurs utilisés, la sélection des individus s'est donc portée vers des smolts d'un poids minimal de 70 g. Ce poids correspond au regard de la relation tailles/poids établie sur la base des déversements réalisés sur le bassin de la Loire (2002-2006), à une taille minimale de 185 mm (Figure 117).

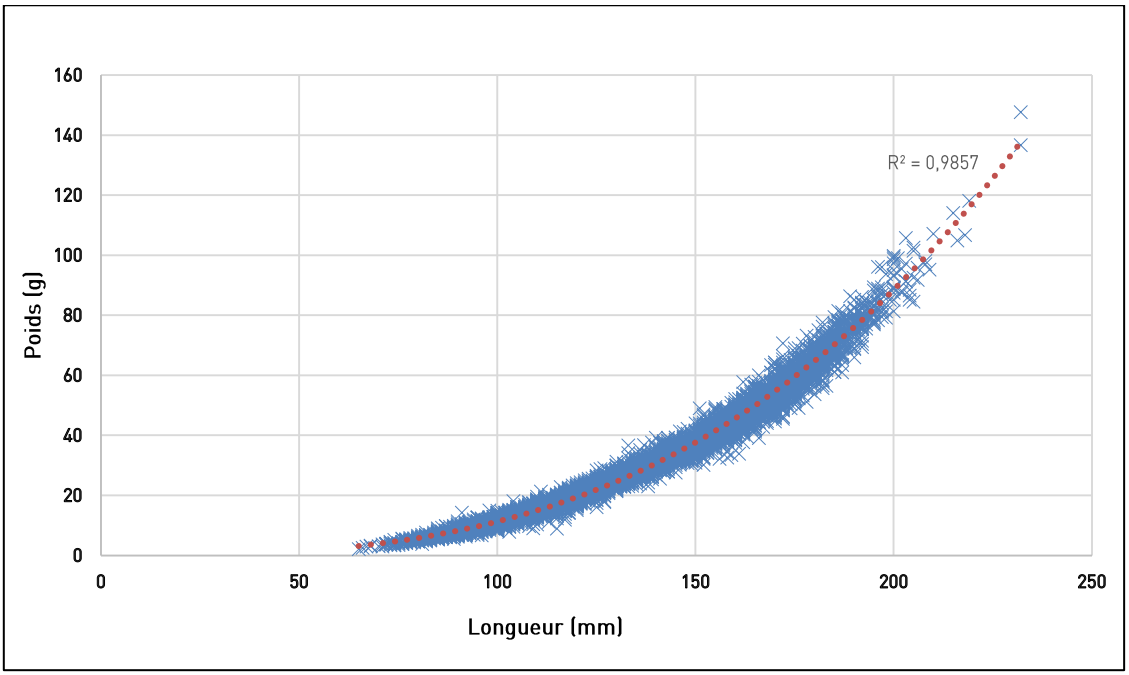


Figure 117 : Courbe de relation tailles/poids des smolts déversés entre 2002 et 2006 sur le bassin Loire (Données : LOGRAMI)

Marquage

Les piégeages de smolts en dévalaison réalisés sur la Gartempe par le Conseil Supérieur de la Pêche entre 1994 et 1998 démontrent que la migration de dévalaison s'étend de mars à juin, l'essentiel des poissons dévalant au cours des mois d'avril et mai (Figure 118).

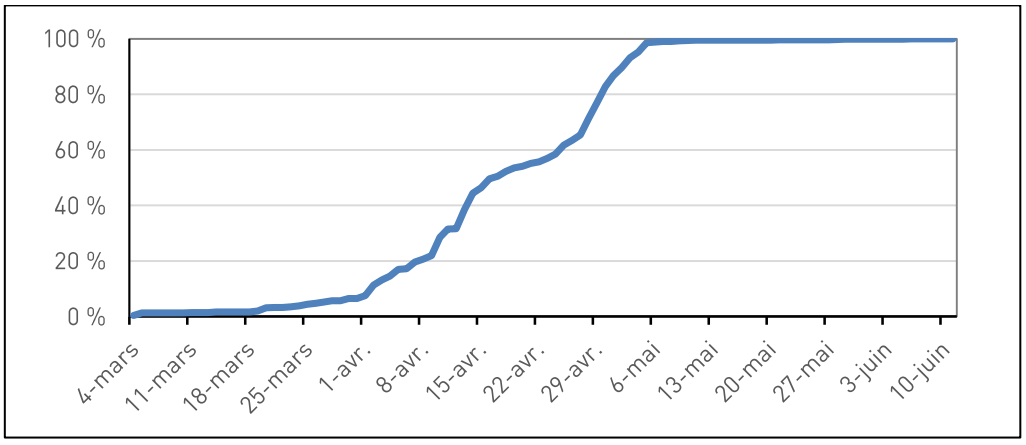


Figure 118: Pourcentages cumulés des effectifs de smolts dévalant piégés sur la Gartempe entre 1994 et 1998 (Données : CSP)

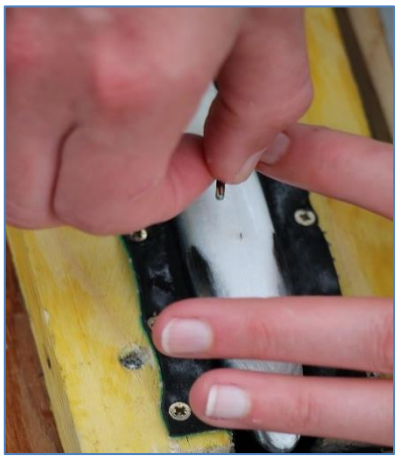
Ces données ont été utilisées pour programmer les dates de marquage. Deux campagnes ont ainsi été réalisées les 18 et 26 avril 2017 durant la période de dévalaison naturelle des smolts sur la rivière Gartempe.

Avant marquage, les poissons ont été transportés et conservés dans des cuves oxygénées (2 * 2 * 0,5 m). Après avoir été acclimatés à la température de l'eau de la Gartempe, les smolts ont été anesthésiés à l'aide d'une solution d'huile de clou de girofle diluée à 10 % (dosage : 3 ml $_{eugénol}$ / 10 l $_{eau}$) avant d'être manipulés pour mesure, pesée et marquage. Aucun double marquage (radio et RFID) n'a été effectué.

Marquage RFID

Les smolts ont été marqués à l'aide de transpondeurs passifs TIRIS (Texas Instruments Registration and Identification System) 12 mm HDX (2,12 mm x 12 mm ; 0,1gr).

Pour chaque marquage, les instruments et transpondeurs ont été désinfectés à l'alcool à 90 %. Les transpondeurs ont été implantés dans la cavité abdominale via une incision au scalpel d'environ 2 mm réalisée au niveau de l'extrémité postérieure des nageoires pectorales après désinfection de la zone de chirurgie à la Biseptine (Figure 119).



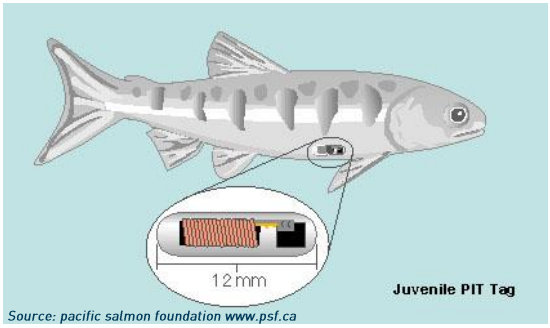


Figure 119: Marquage RFID

Marquage par Radio-émetteurs

Les smolts ont été marqués à l'aide d'émetteurs radio F1710 Advanced Telemetry System® (18 mm x 7 mm ; 1,4 g) implantés dans la cavité stomacale par intubation après anesthésie (Figure 120 et Figure 121). La durée de vie de ces émetteurs varie de 6 à 11 jours en fonction de leur période d'émission. Etant donné le nombre d'individus suivis dans le cadre de la présente étude, deux fréquences distinctes ont été utilisées. Les fréquences 48.241 et 48.151 MHz ont été utilisées respectivement pour les poissons relâchés en amont du barrage de la Roche Etrangleloup et pour ceux relâchés en amont du barrage de Chaume.

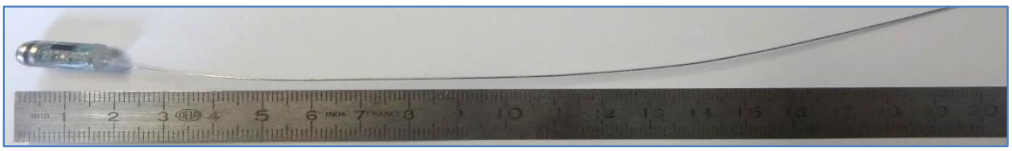


Figure 120 : Emetteur Advanced Telemetry System ® F1710 (Source : LOGRAMI)



Figure 121 : Marquage d'un smolt avec un radio émetteur inséré par voie intra-gastrique

Stabulation

Après marquage, les smolts ont été placés dans les cuves de transport oxygénées et alimentées en eau par la Gartempe jusqu'à récupération complète avant d'être relâchés dans le milieu naturel. La température de l'eau dans les cuves a été régulièrement surveillée afin d'éviter tout choc thermique.

Lâchers

Les lâchers ont été effectués les 18 et 26 avril 2017 consécutivement aux opérations de marquage (Figure 122).

- RFID : Les lâchers des 18 et 26 avril 2017 ont été réalisés à 930 m en amont du barrage de la Roche-Etrangleloup (46°7'49.825'' N ; 1°15'54.046''E)
- Radiopistage :
  - Le lâcher du 18 avril 2017 a été réalisé à 930 m en amont du barrage de la Roche-Etrangleloup (46°7'49.825'' N ; 1°15'54.046''E)
  - Le lâcher du 26 avril 2017 a été réalisé à 1 100 m en amont du barrage de Chaume (46°9'35.45'' N ; 1°03'28.33''E)

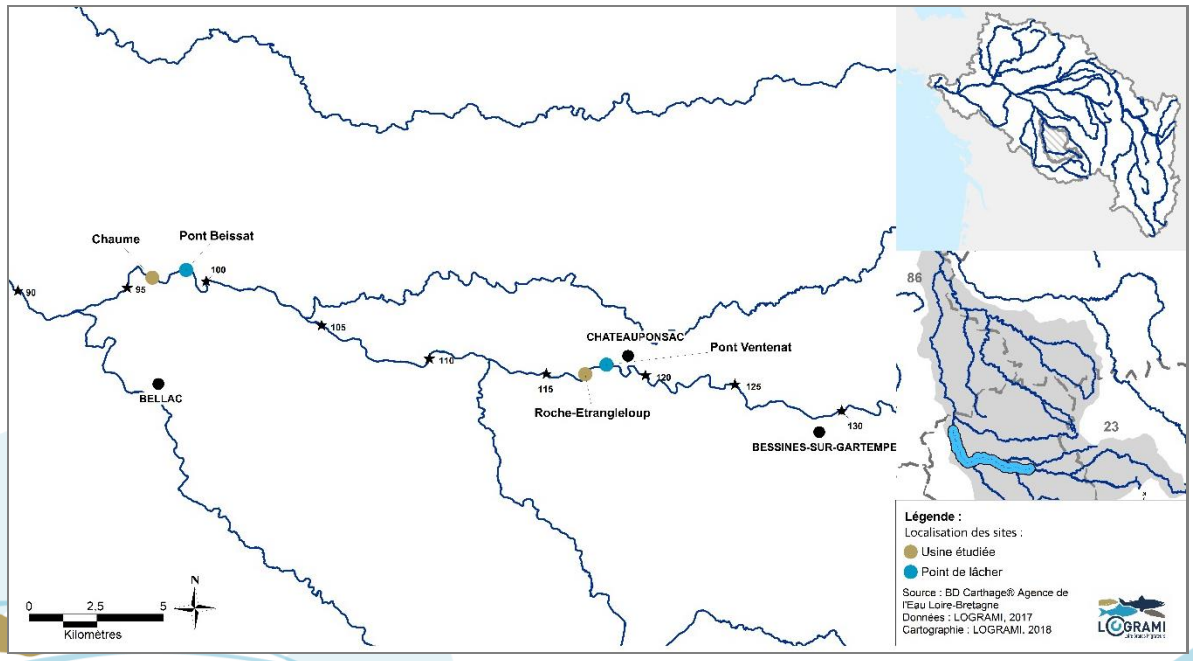


Figure 122: Zones de lâchers des smolts marqués à l'aide de transpondeurs passifs et de radio-émetteurs lors de la campagne de suivi de la dévalaison 2017 sur la Gartempe

3.4.2.4 Paramètres environnementaux

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.

Températures

La température moyenne horaire de la Gartempe est enregistrée à l'aide d'une sonde de température (HOBO Pendant Temperature Data Logger UA-001-64 ; précision de 0,1°C +/- 0,47°C à 25°C) placée dans la passe à poissons de l'usine de la Roche-Etrangleloup (depuis 2009).

Débits

Afin de suivre les variations hydrologiques de la zone d'étude durant la période de suivi et d'identifier d'éventuels évènements de surverses au niveau des ouvrages étudiés, les débits de la Gartempe ont été récupérés sur la Banque Hydro (http://www.hydro.eaufrance.fr). La station de référence correspond ici à la station de Folles, située à 20 km en amont de l'usine hydroélectrique de la Roche-Etrangleloup (Code station : L5101810).

Afin d'estimer les valeurs de débits au niveau même des ouvrages étudiés, les débits de la station hydrologique de Folles ont été ajustés en pondérant le débit enregistré au niveau de cette dernière par le rapport des surfaces de bassins versants (Tableau 45).

Tableau 45 : Estimation des débits au niveau des ouvrages étudiés

	Station hydrologique de Folles	Usine de Roche-Etrangleloup	Usine du Moulin de Chaume
Surface bassin versant (km^2)	570	665	1044
Facteur de pondération	-	1,16	1,83
Moyenne annuelle (m^3/s)*	8	9,33	14,64

*(http://www.hydro.eaufrance.fr)

3.4.3. Conditions environnementales

3.4.3.1 Températures

Entre le 15 avril et le 15 mai 2017, la température moyenne journalière de la Gartempe au barrage de la Roche-Etrangleloup était en moyenne de 12,7 °C avec un minimum journalier à 9, 5 °C enregistré le

27 avril 2017 et un maximum journalier de 16,2 °C, enregistré le 15 mai 2017. La température de la Gartempe est restée en dessous du seuil inhibiteur de dévalaison des 18 °C, offrant des conditions thermiques adéquates pour la dévalaison des smolts. Les températures enregistrées sur la période de suivi sont globalement supérieures aux moyennes journalières enregistrées à ces dates sur la période 2009-2016 (Figure 123).

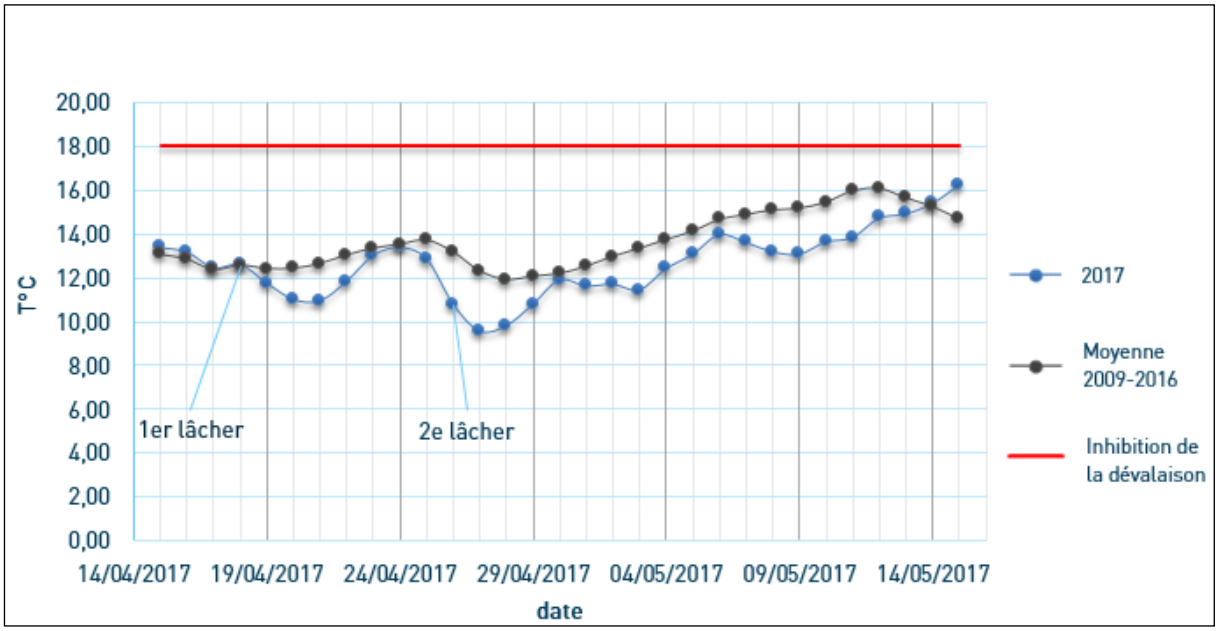


Figure 123 : Températures journalières de la Gartempe au barrage de la Roche-Etrangleloup du 15/04/2017 au 15/05/2017 (Sources: LOGRAMI)

3.4.3.2 Débits

En raison d'un printemps 2017 relativement sec et des faibles précipitations enregistrées durant le suivi, les débits de la Gartempe observés entre le 15 avril 2017 et le 15 mai 2017 furent extrêmement bas, avec des valeurs moyennes journalières de l'ordre de 3,7 m^3 au niveau de l'usine de la Roche-Etrangleloup (Figure 124) et de 6,8 m^3 au niveau de l'usine de Chaume (Figure 125). En comparaison aux débits journaliers moyens calculés sur cette même période sur les onze dernières années, les débits de la Gartempe en 2017 étaient environ trois fois plus faibles, témoignant de conditions hydrologiques exceptionnellement basses au printemps 2017.

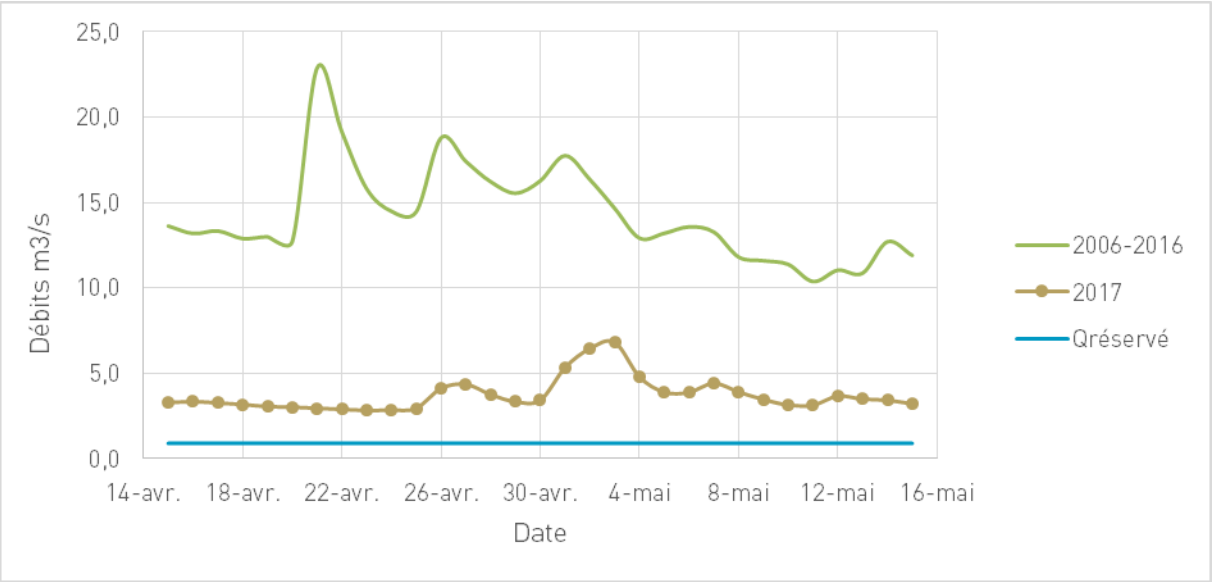


Figure 124 : Débits calculés à l'usine hydroélectrique de la Roche-Etrangleloup entre le 15/04/2017 et le 15/05/2017 (Sources : www.hydro.eaufrance.fr; LOGRAMI).

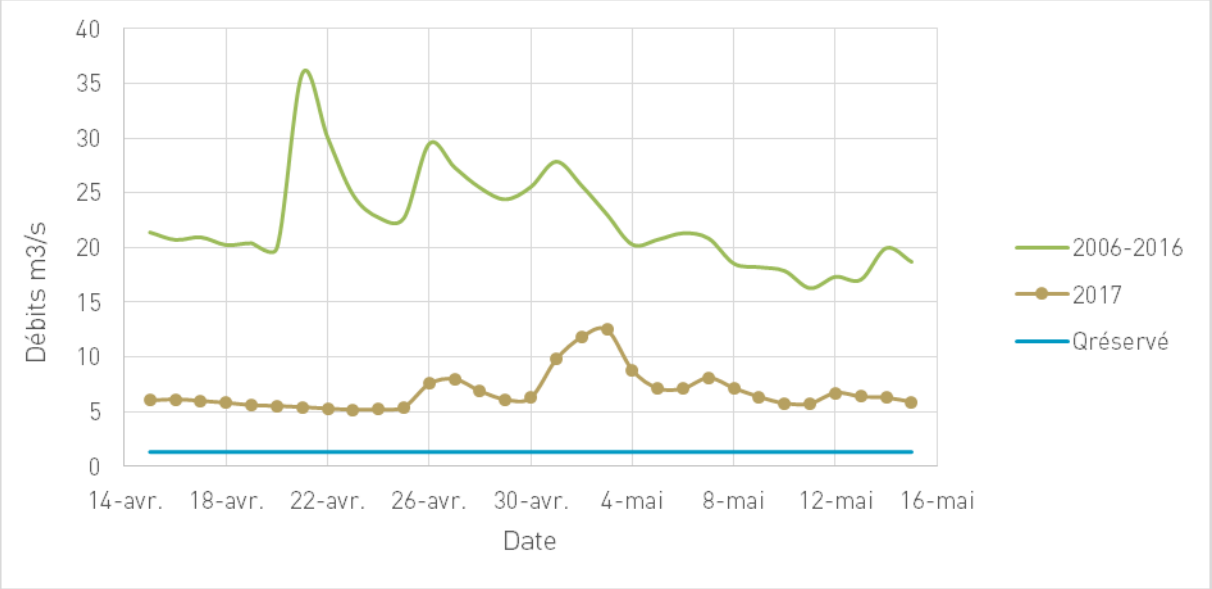


Figure 125: Débits calculés à l'usine hydroélectrique du moulin de Chaume entre le 15/04/2017 et le 15/05/2017 (Sources: www.hydro.eaufrance.fr; LOGRAMI).

3.4.4. Caractéristiques des smolts

Au total, **188 smolts** d'une longueur moyenne de 192,7 mm (± 7,2 mm, médiane 192 mm) et d'un poids moyen de 78 g ((± 7, 5 g, médiane 77,5 g) ont été marqués pour répondre aux objectifs de cette étude. Durant les campagnes de marquage, une attention particulière a été portée à réserver les individus de plus petite taille au marquage RFID pour lequel les émetteurs ont un poids moindre en comparaison aux émetteurs radio.

3.4.4.1 Marquage par radio-émetteurs

Au total, **93 smolts** d'un poids moyen de 77,9 g (± 7, 6 g, médiane 78 g) et d'une longueur moyenne de 193 mm (± 7 mm, médiane 194 mm) ont été marqués à l'aide de radio-émetteurs F1710 Advanced Telemetry System® (18 mm x 7 mm ; 1,4 g), permettant de satisfaire au ratio de 2 % pour la majorité des smolts marqués avec seulement 9 individus pour lesquels ce ratio a légèrement été dépassé avec un ratio maximum de 2,3 %.

Une première campagne de marquage a été réalisée le 18 avril 2017 en vue d'étudier le comportement de dévalaison des smolts au niveau de **l'usine hydroélectrique de la Roche-Etrangleloup** et de quantifier les taux de passage et temps de passage. Lors de ce premier marquage, 47 smolts (LF moyenne= 193 mm ± 8 mm ; LF médiane = 193mm,) ont été marqués à l'aide d'émetteurs radio et relâchés en amont de La Roche Etrangleloup. Le poids moyen des smolts variait de 62 g à 98 g avec une moyenne de 78,1 g (± 7,4 g) (médiane = 78 g).

Pour réaliser le suivi de l'usine de Chaume, la campagne de marquage par radio-émetteurs a été réalisée le 26 avril 2017. Au total, 46 smolts (LF moyenne= 193 mm ± 7 mm, LF médiane = 194 mm,) ont été marqués à l'aide d'émetteurs radio en vue d'étudier le comportement de dévalaison des smolts au niveau de l'usine hydroélectrique du Moulin de Chaume et de quantifier les taux de passage et temps de passage.

3.4.4.2 Marquage RFID

Par ailleurs, **95 smolts** (LF moyenne = 192 mm ± 8 mm ; LF médiane = 190 mm,) ont été marqués à l'aide de transpondeurs passifs TIRIS® 12 mm HDX (2,12 mm x 12 mm ; 0,1gr). Ils ont tous été relâchés en amont de l'usine de La Roche Etrangleloup, seule équipée de dispositifs de suivis RFID (cf. § 3.4.2.2).

Deux campagnes de marquage ont été réalisées les 18 (n = 49) et 26 avril 2017 (n = 46) en vue d'étudier les voies de passages empruntées par les smolts en dévalaison au niveau de l'usine hydroélectrique de la Roche-Etrangleloup.

Au total, 95 smolts (LF moyenne = 192 mm ± 8 mm ; LF médiane = 190 mm) ont été marqués à l'aide de transpondeurs passifs.

3.4.5. Premiers résultats

3.4.5.1 Avertissement

Les résultats présentés ci-dessous ne représentent qu'une partie des résultats et analyses pouvant être déduits de cette première année d'étude. Ils seront, par ailleurs, à contextualiser au regard des conditions environnementales de l'année, en particulier des faibles conditions de débits observées en 2017. De même, ces résultats doivent être analysés au regard du nombre de poissons détectés au droit de chaque usine ainsi que des conditions d'exploitation durant la période d'étude.

3.4.5.2 Régurgitations et mortalités directes

Le marquage par voie intra-gastrique peut entrainer des phénomènes de régurgitation. Lorsqu'elles surviennent, les régurgitations sont souvent observées dans un laps de temps assez court après le marquage. Elles résultent généralement d'un marquage non optimal (mauvaise implantation du tag, taille de l'émetteur non adaptée).



Ont été considérés régurgités, les émetteurs retrouvés dans les bacs de réveil ou, immobiles et à proximité immédiate des zones de lâchers dans les heures suivant les opérations de lâchers.

Au total 12 radio-émetteurs ont été régurgités suite à la campagne de marquage du 18 avril 2017 (n= 47), correspondant à un taux de régurgitation de 25%. Par ailleurs, aucune mortalité directe n'a été observée suite au marquage par radio-émetteurs.

Le suivi radio télémétrique de l'usine hydroélectrique de la Roche-Etrangleloup a donc porté sur un effectif de 35 smolts (Tableau 46).

Au total 7 radio-émetteurs ont été régurgités suite à la campagne de marquage du 26 avril 2017 (n= 46), correspondant à un taux de régurgitation de 15%. Par ailleurs, aucune mortalité directe n'a été observée suite au marquage par radio-émetteurs. Le suivi radio télémétrique de l'usine hydroélectrique du moulin de Chaume a donc porté sur 39 smolts.

Tableau 46 : Régurgitations et mortalités observées suite aux campagnes de marquage des smolts sur la Gartempe du 18/04/2017 et du 26/04/2017

	Radiopistage 18/04/2017	Radiopistage 26/04/2017	RFID 18/04/2017	RFID 26/04/2017
Nombre de smolts marqués	47	46	50	46
Rejets bac de réveil	9	2	1	0
Rejets rivière	3	5	NC	NC
Mortalités directes	0	0	0	0
Nombre de smolts suivis	35	39	49	46

Contrairement au radio pistage, pour lequel il est possible de relocaliser des émetteurs régurgités, il est impossible de dénombrer les rejets de transpondeurs passifs en rivière en raison des limitations de cette technologie (caractère passif des émetteurs, faible portée.). Ce paramètre n'a donc pas pu être estimé pour les marquages RFID. Seul un rejet a pu être observé dans un bac de réveil le 18 avril. Aucune mortalité directe n'a été observée suites aux campagnes de marquage RFID.

Le suivi RFID de l'usine hydroélectrique de la Roche Etrangleloup a porté sur l'intégralité des poissons marqués à l'aide de transpondeurs passifs (n = 95).

3.4.5.3 Temps de passage

Sur la base des données de radiopistage, les temps de passage, correspondant, pour un individu donné, à la différence entre l'heure de première détection en amont d'un ouvrage et l'heure de première détection en aval de ce dernier, ont été calculés en vue d'estimer les éventuels retards au niveau des ouvrages étudiés.

Temps de passage = $Heure\ de\ première\ détection\ en\ aval - Heure\ de\ première\ détection\ en\ amont$

L'analyse des données révèle que les smolts suivis par radiopistage ont franchi l'ouvrage de la Roche-Etrangleloup dans un laps de temps allant de 1 minute à plus de 11 heures, correspondant à un temps moyen de passage de 2 h 34 min (± 3 h 09 min, médiane : 1 h 12).

Concernant l'usine hydroélectrique du Moulin de Chaume, les smolts ont franchi l'ouvrage dans un laps de temps allant de 24 minutes à plus de 92 heures, correspondant à un temps moyen de passage de 13 h 35 min (± 21 h 25min, médiane 5 h 20 min) (Figure 126).

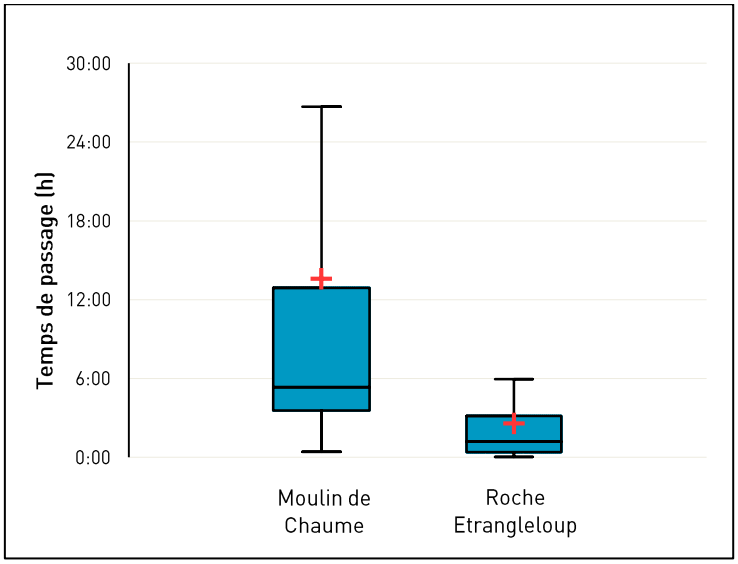


Figure 126: Temps de passages des smolts enregistrés au niveau des usines hydroélectriques du Moulin de Chaume et de la Roche Etrangleloup (Intervalle de confiance 95 %) sur la Gartempe en 2017

Les temps moyens de passage enregistrés au niveau de l'usine du Moulin de Chaume (13 h 35 min), sont très nettement supérieurs à ceux enregistrés à la Roche Etrangleloup (2 h 34 min), témoignant de la difficulté des smolts à trouver une voie de dévalaison au niveau de cet ouvrage et du retard important engendré par le passage de ce dernier.

3.4.5.4 Comportement au niveau des ouvrages

Afin d'analyser les éventuelles perturbations causées par la présence de l'usine hydroélectrique du Moulin de Chaume sur le comportement de dévalaison des smolts, une analyse des allers-venues a été réalisée sur la base des données de radio-télémétrie enregistrées sur les antennes positionnées à l'amont de l'ouvrage. Un aller-retour est défini par une absence de plus de 30 minutes entre deux détections dans la zone amont du barrage.

Contrairement aux résultats obtenus au niveau de l'usine de la Roche-Etrangleloup, où la très grande majorité des smolts ne manifeste aucun comportement d'allers-venues, les données de radiopistage enregistrées dans la retenue de l'usine hydroélectrique du Moulin de Chaume démontrent d'importants mouvements d'allers-venues en amont de l'ouvrage (Figure 127).

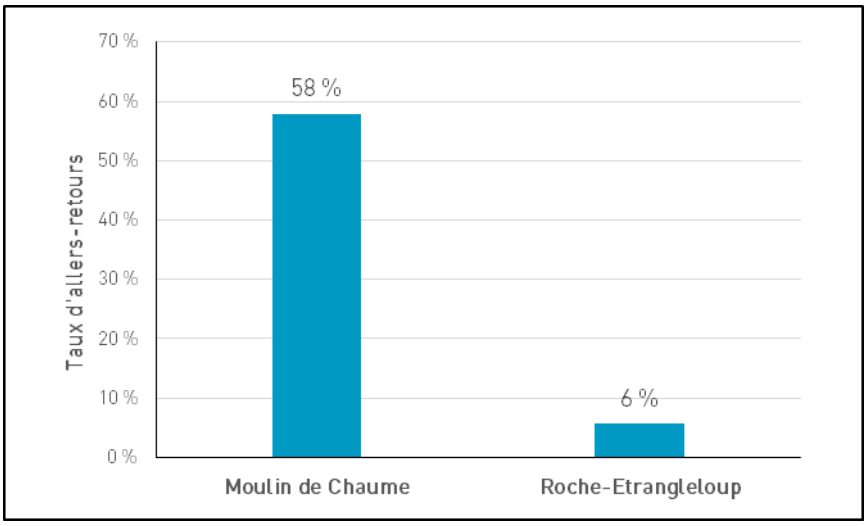


Figure 127: Pourcentage de smolts ayant manifesté des comportements d'allers-retours en amont des usines hydroélectriques de la Roche-Etrangleloup et du Moulin de Chaume

Outre la présence de nombreux seuils de moulins pénalisant la remontée du saumon atlantique, la Gartempe abrite 20 ouvrages utilisés pour la production hydroélectrique dont 15 étaient en fonctionnement en 2017. Parmi ces usines, seules deux étaient équipées de dispositifs récents d'évitement des turbines à la dévalaison. Afin d'accompagner l'évolution réglementaire et la mise aux normes de ces installations demandée par l'administration, un suivi de la dévalaison de smolts au droit d'usines équipées et non équipées de dispositifs pour la dévalaison est réalisé. 2017 en constitue la première année de suivi.

Cette étude a utilisé deux techniques de suivi : le radiopistage et le suivi passif (Radio Frequency Identification). En 2017, deux usines ont pu être étudiées : Roche-Etrangle-loup à Châteauponsac et Chaume à Saint-Ouen-sur-Gartempe. L'objectif étant de connaître les taux de transfert ainsi que les temps de passage des smolts au niveau des deux usines. A La Roche-Etrangleloup, site équipé d'un dispositif de dévalaison, la technique du RFID permet d'étudier les voies de passages des smolts.

Au cours de cette première année d'étude, un total de 188 smolts a été marqué dont 93 avec des radio-émetteurs (radiopistage) et 95 à l'aide de transpondeurs passifs (suivi RFID). Suite aux rejets des marques post-marquage, un total de 169 smolts a été suivi. Il faut noter que cette première campagne a été réalisée dans des conditions hydrologiques faibles.

Les premières analyses révèlent une différence importante entre les temps de passage des smolts aux deux usines, celle de La Roche Etrangleloup équipée d'un dispositif de dévalaison et celle du Moulin de Chaume non équipée. De même, 58 % des smolts se présentant à l'usine du Moulin de Chaume ont réalisé de nombreux allers-retours contre 6 % à l'usine de la Roche Etrangleloup.

L'ensemble des résultats et analyses sera présenté dans un rapport spécifique. L'ex-

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 ; 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 dix stations de comptage installées le long des principaux axes de migration du bassin de la Loire (Figure 128).

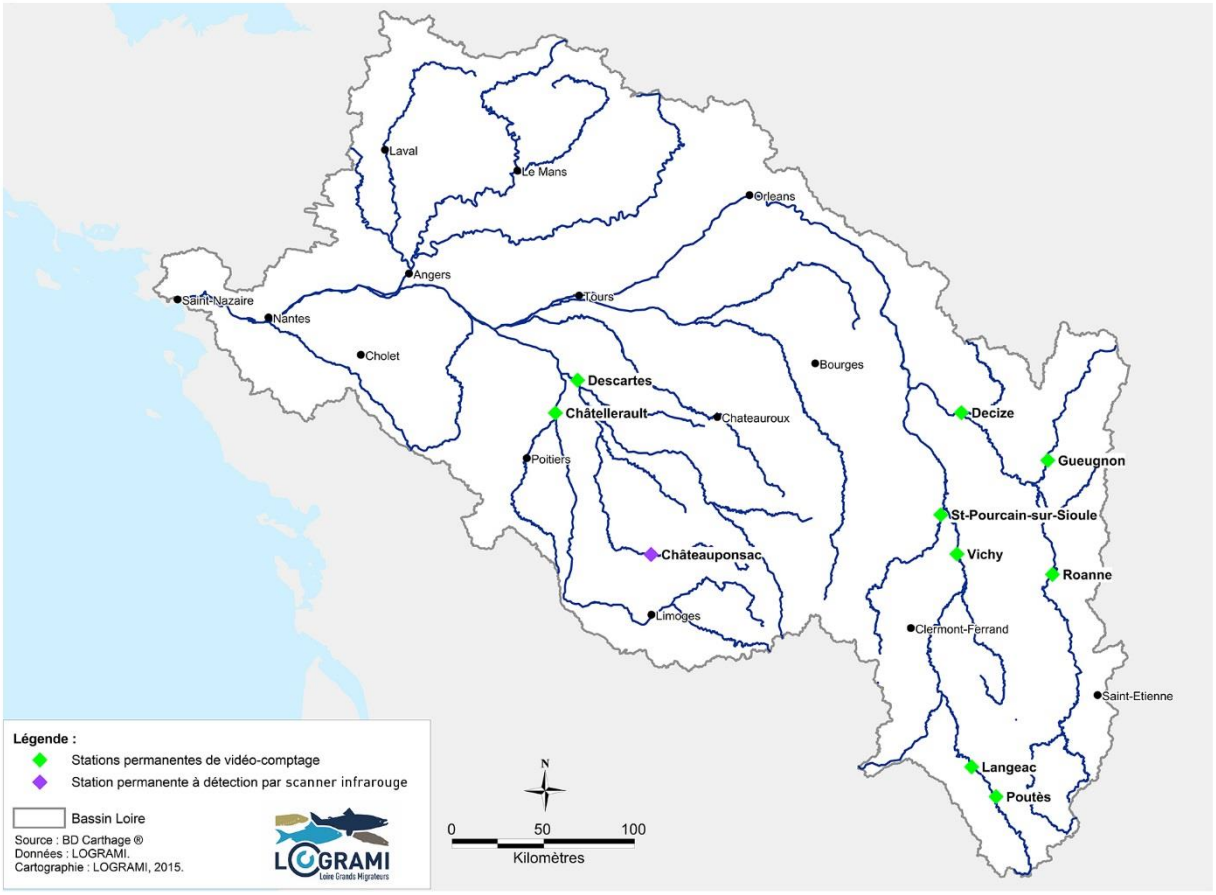


Figure 128 : Répartition des stations de comptage sur le bassin de la Loire en 2017

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-Etrangle-loup 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 sur l'Allier 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.
- Une nouvelle station vient être implantée sur le bassin de la Sioule. Cette station de comptage est implantée au niveau de la microcentrale hydroélectrique de Moulin Breland qui turbine l'eau de la Sioule. Cet ouvrage se situe à 4,7 km de la confluence avec l'Allier, sur la commune de Saint Pourçain sur Sioule dans le département de l'Allier (03).

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 129 : 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'ENSEEIHT 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, initialement placé dans une des échancrures de la passe à bassins, a été déplacé en sortie piscicole de la passe. 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 montaison, 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.

Depuis mars 2017, l'aménagement de la nouvelle station de comptage de Saint-Pourçain-sur-Sioule au niveau du premier barrage de la Sioule doit permettre d'évaluer de façon plus précise, les stocks de poissons migrateurs qui s'engagent sur cet axe. Elle permettra notamment d'évaluer le programme de restauration du saumon atlantique mis en œuvre sur la Sioule. Dans le cadre d'un renouvellement de concession de cet ouvrage en 2010, les dispositifs de franchissement présents au niveau de l'usine hy-

droélectrique et du barrage ont fait l'objet d'un réaménagement en 2015. Quelques défauts de conception (étanchéité) ont retardé la mise en fonctionnement du local de comptage. Après un travail d'assainissement des locaux par notre équipe, la station a été mise en service le 15 mars 2017. Cependant des améliorations sont encore à apporter afin d'obtenir un local de comptage fonctionnel (Installation d'une VMC et d'une nouvelle pompe) et une détection des poissons optimale (Installation d'un déflecteur, rapprochement du rétro-éclairage). Ce nouvel équipement constitue une station de contrôle supplémentaire qui vient enrichir le réseau du bassin Loire Allier. Cependant, il est important de préciser que le comptage des espèces au niveau de cet ouvrage est non exhaustif puisqu'il existe une seconde voie de passage non contrôlée par vidéo au niveau de la passe à poissons du barrage.

Fonctionnement des passes à poissons en 2017

Les dispositifs de franchissement doivent être fonctionnels toute l'année. Ainsi, pour l'année 2017, les passes à poissons doivent totaliser 8760 heures de fonctionnement (365 x 24 heures). A défaut de qualifier le niveau de fonctionnement, une analyse est effectuée sur les heures de mise en eau des passes à poissons (Tableau 47) :

Tableau 47 : Récapitulatif des périodes de mise en eau des passes à poissons au niveau des ouvrages équipés de sttaions de comptage du bassin de la Loire en 2017 (Sources : LOGRAMI)

Passe à poissons	Période de fonctionnement	Durée de mise en eau de la passe
Descartes	01/01/2016 au 31/12/2016	99,5 %
Châtellerault	01/01/2017 au 31/12/2017	99,5 %
Châteauponsac	01/01/2017 au 31/12/2017	???
St Pourçain sur Sioule	01/01/2017 au 31/12/2017	99,9 %
Vichy (RD+RG)	01/01/2017 au 31/12/2017	99,9 %
Langeac Usine (RG)	01/01/2017 au 18/9/2017 27/09/2017 au 17/10/2017 20/10/2017 au 8/11/2017 23/11/2017 au 31/12/2017	92,0 %
Langeac Barrage (RD)	01/01/2017 au 31/12/2017	99,9 %
Poutès (1)	01/01/2017 au 25/02/2017 10/04/2017 au 09/06/2017 18/09/2017 au 31/12/2017	49,2 %
Decize	01/01/2017 au 06/03/2017 11/03/2017 au 25/03/2017 01/04/2017 au 17/12/2017	96,4 %
Gueugnon	01/01/2017 au 31/12/2017	99,9 %
Roanne	01/01/2017 au 25/09/2017 27/09/2017 au 31/12/2017	99,4 %

(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

En 2017, la maintenance du dispositif de comptage a nécessité 40 interventions d'un ou de plusieurs agents de LOGRAMI. 20 vidanges ont ainsi été réalisées, dont 16 dans le but de nettoyer les vitres de la station de comptage. Ces vidanges ont entrainé la fermeture de la passe à poissons durant environ 28 heures. Durant les 40 interventions, des dysfonctionnements de l'ouvrage pouvant entrainer des retards migratoires ont été notés.

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 24 des 40 visites de maintenance réalisées. Dans la majorité des cas, les dispositifs de franchissements ont été sous alimentés et donc pas ou peu fonctionnels (Figure 130). 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.



Figure 130 : Photographies illustrant les défauts de gestion du barrage de Descartes en 2017 : côte du plan d'eau plus basse que la côte légale (à gauche) et passe à anguilles à sec (à droite)

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. Ainsi en respectant la côte légale, aucune surverse ne devrait avoir lieu sur cette rive. En 2017, il a été constaté une surverse à 13 reprises. 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 sur-prédation par les oiseaux ou les carnassiers.

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. Une chute anormalement élevée a été constatée à quatre reprises (de 50 à 80 cm entre le 26 juin et le 18 juillet) rendant infranchissable le barrage pour certaines espèces.

Par ailleurs, 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. Sur les 40 visites effectuées, un colmatage de la partie supérieure de la grille a été constaté à 23 reprises, entrainant une diminution du niveau d'eau allant jusqu'à 25 cm. Il est à noter qu'aucun gros défaut d'entretien, bloquant la migration, n'a été constaté cette année.

Ainsi, en prenant en compte la gestion de l'ouvrage et l'entretien, sur 40 visites, la passe à poissons était non fonctionnelle à 4 reprises (chute aval de la vanne asservie trop importante) et peu fonctionnelle (défaut léger d'entretien ou défaut sur la gestion des clapets) à 30 reprises. **Seules 6 visites (soit 15 %) ont permis de constater aucune anomalie.** Il est à noter que LOGRAMI informe de manière régulière le gestionnaire de ces dysfonctionnements.

Châtellerault

La passe a été vidangée à 13 reprises en 2017, 11 d'entre elles ont été réalisées par des agents de LOGRAMI dans le but de nettoyer les vitres de la station et 2 par des agents d'EDF pour la maintenance

du dispositif et pour assurer la sécurité de plongeurs intervenant dans la retenue. **Ces vidanges ont rendu l'ouvrage infranchissable durant plus de 56 heures.**

Les débits transitant par le canal de décharge en rive droite peuvent concurrencer l'attrait de la passe à poissons située 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. **En 2017, ces clapets ont pu être fermés dès le début du mois d'avril et n'ont été rouverts qu'au mois de décembre. Il n'y a donc pas eu de concurrence d'attrait avec la rive gauche durant la période de migration.**

Châteauponsac

Le système de comptage présent sur le barrage de la Roche Etrangleloup n'enregistre pas de vidéos lors de la vidange de la passe à poissons. La durée de fonctionnement de celle-ci ne peut donc pas être réellement quantifiée. Aucune vidange durable n'est cependant à noter cette année.

Fonctionnement des passes à poissons du bassin de l'Allier

Saint Pourçain sur Sioule

Depuis la mise en service de la station de comptage le 15 mars 2017, le nettoyage des vitres a occasionné la fermeture de la passe à poissons de l'usine à 6 reprises cumulant 4h03.

Des travaux de maintenance sur l'usine hydroélectrique ont occasionné 3 vidanges de la passe à poissons (6h02).

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

Vichy

Le nettoyage des vitres pour obtenir une détection optimale des poissons de Vichy a provoqué des arrêts de fonctionnement. Au total, 62 interventions de la mairie (vidanges) ont eu lieu cette année dont 33 sur la passe rive droite et 29 sur la passe rive gauche. L'arrêt des deux dispositifs a seulement duré 19h29. A noter, pendant une vidange de passe en rive droite le 14 avril, un saumon s'est retrouvé bloqué dans le dernier bassin. Ce dernier a franchi la station de comptage lors de la réouverture de la passe.

Le remplacement des systèmes de rétroéclairage (changement des néons gaz par des réglettes à LED) a occasionné la fermeture des passes à poissons à plusieurs reprises cumulant 1h01 en rive droite et 1h35 en rive gauche.

Le décolmatage de certains bassins a également occasionné la fermeture des dispositifs de franchissement pendant 3 min en rive droite (le 25 avril) et 1h44 en rive gauche (le 11 juillet et le 1 aout).

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

Langeac

L'entretien des passes à poissons ont donné lieu à des fermetures ou des non-alimentations en eau des passes à poissons.

Au barrage, seulement 3 fermetures de la passe à poissons ont eu lieu pour le nettoyage des vitres. Ces arrêts cumulent 2h22. Le fonctionnement de la passe est donc de 99,9 % du temps de l'année.

A l'usine, également 3 fermetures de la passe à poissons ont eu lieu pour le nettoyage des vitres cumulant 2h31. A ces fermetures, 11 baisses du niveau d'eau dans la passe à poissons liées à la fermeture de l'alimentation en eau du canal d'amenée ont été notées. Certaines de ces baisses de niveau restent sans explication. Ces fermetures sont de courtes durées. Une fermeture de la passe a eu lieu le 15 mai pendant 4,5 heures pour le remplacement de la crémaillère de la vanne d'alimentation de la passe à

poissons. Plusieurs fermetures de la passe à poissons ont eu lieu pour le remplacement des grilles de prise d'eau de la centrale. Ces grilles munies de barreaux espacés de 20 mm doivent créer une barrière comportementale lors de la dévalaison des smolts, ou une barrière physique pour la dévalaison des anguilles (Figure 131). La plus longue fermeture a eu lieu entre le 8 et le 23 novembre pour la pose des grilles. **Depuis le 23 novembre 2017, la prise d'eau de la centrale hydroélectrique de Langeac est équipée d'un plan des grilles de 20 mm**. Notons au passage que du mois de juin au mois de novembre, la centrale hydroélectrique de l'usine de Langeac n'a pas fonctionné. Le fonctionnement de la passe de l'usine pour l'année 2017 est donc de 92 %.



Figure 131 : Prise d'eau de l'usine de Langeac après le remplacement du plan de grille le 23 novembre 2017

Poutès

L'ascenseur du barrage de Poutès réalise une remontée de la cuve avec déversement de son contenu dans la retenue toutes les 2 heures. Au total, le nombre théorique de remontées est donc de 4380 (12 x 365). A ces remontées peuvent s'ajouter des remontées provoquées pour contrôler le bon fonctionnement des différents organes de l'ascenseur.

Au cours de l'année 2017, 2154 remontées de l'ascenseur ont été réalisées. Ces remontées représentent **49,2 % du total théorique de fonctionnement de l'ascenseur**. Ce chiffre est le plus faible depuis la mise en service de l'ascenseur. Il tient compte bien entendu comme toutes les années des journées ou des cycles sont supprimés pour cause de gel. 66 journées sont concernées par les arrêts pour gel, dont 25 sans aucune remontée.

Deux longs arrêts inhabituels de l'ascenseur ont eu lieu en 2017. Ces arrêts sont liés à l'impossibilité d'alimenter en eau l'ascenseur pendant des abaissements de la retenue.

Le premier abaissement de la retenue a lieu du 25 février au 10 avril pour permettre d'alimenter un exutoire expérimental de dévalaison barrage baissé. Cet abaissement supprime 526 cycles de l'ascenseur (Figure 132).



Figure 132 : Exutoire temporaire de dévalaison au barrage de Poutès pendant l'abaissement de la retenue en 2017

Le second abaissement de la retenue est réalisé entre le 9 juin et le 18 septembre (Figure 133). Il a pour but un « curage » partiel de la retenue dans l'objectif de reconfiguration du complexe de Poutès Monistrol. 1209 cycles de l'ascenseur sont donc rendus impossibles pour la réalisation de cette opération.



Figure 133 : Reprofilage des fonds de la retenue de Poutès réalisé entre le 9 juin et le 18 septembre 2017

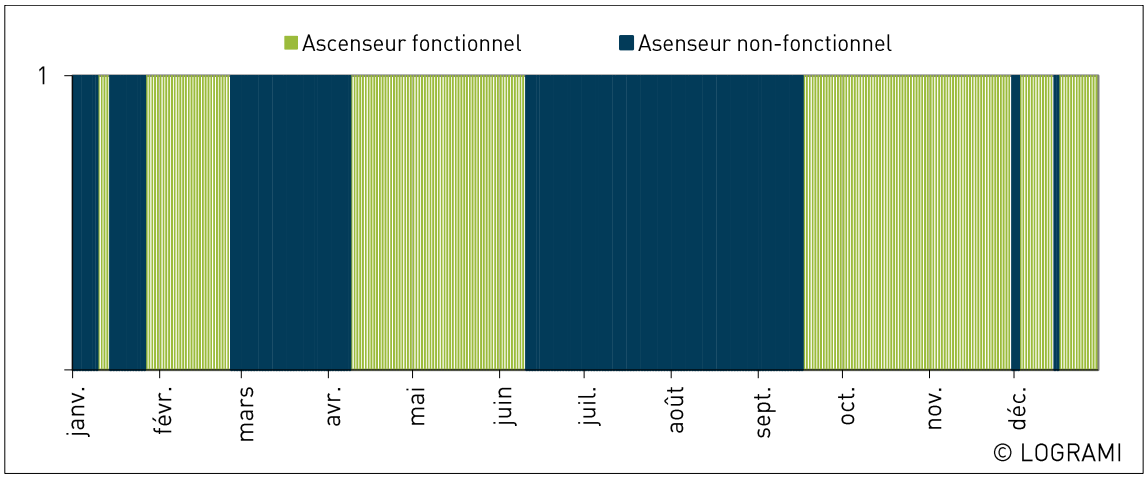


Figure 134 : Périodes de non fonctionnement de l'ascenseur du barrage de Poutès en 2017

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 2h24 sur l'ensemble de l'année 2017 (5 vidanges). La majeure partie du temps, le nettoyage peut être effectué sans condamner le dispositif de franchissement (17 interventions représentant 1h06 de nettoyage).

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 16,3 jours sur l'ensemble de la saison. Les périodes pour lesquelles un mauvais fonctionnement de la passe est constaté entre le 6 et 11 mars (4,3 jours), le 25 mars et le 1 avril (7,1 jours) ont pu avoir un impact pour la migration des poissons.

Suite à 3 crues de la Loire amont, la passe à poissons est restée fermée pour éviter son endommagement (Figure 135). Certains individus ont pu emprunter les vannes totalement abaissées du barrage sans être détectés par le système de comptage.

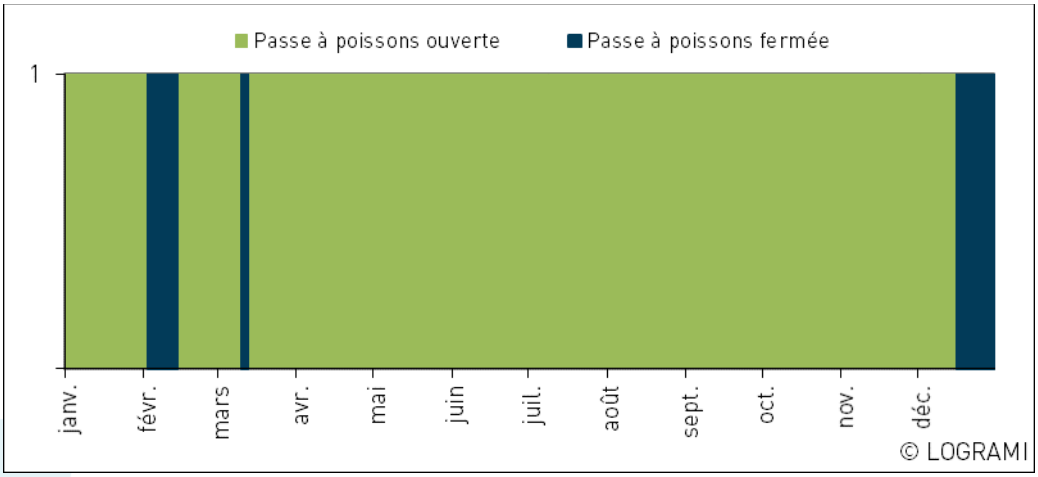


Figure 135 : Périodes de fermeture de la passe à poissons du barrage de Decize en 2017

Les périodes de fermeture de la passe à poissons du barrage de Decize en 2017 sont les suivantes :

- 1ère fermeture du 2 au 13 février (pic de 403 m³/s le 6 février),
- 2nde fermeture du 11 au 13 mars (pic de 679 m³/s le 8 mars),
- 3ème fermeture du 17 au 31 décembre (pic de 399 m³/s le 20 décembre),

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, 31 interventions ont eu lieu en 2017. Elles représentent un arrêt de fonctionnement de la passe de 7h29.

Le démontage du socle de la plaque du déflecteur pour son remplacement (déflecteur arraché lors d'une vidange) a provoqué la fermeture du dispositif de franchissement pendant 16 min le 18 octobre.

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

Roanne

En 2017, 8 vidanges ont été nécessaires pour l'entretien des vitres de la station de Roanne (3h38).

Des travaux de maintenance sur l'usine hydroélectrique ont occasionné 24 vidanges de la passe à poissons (8h37).

L'accumulation 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 10,2 jours sur l'ensemble de la saison (du 17 au 24 février : 7 jours et du 11 au 14 juin : 3,2 jours). Ces périodes ont pu avoir un impact pour la migration des poissons.

Des interventions sur la station de comptage (étanchéité vitre : 2,1 jours, remplacement déflecteur : 8 min) ont également provoqué la fermeture de la passe à poissons (Figure 136).

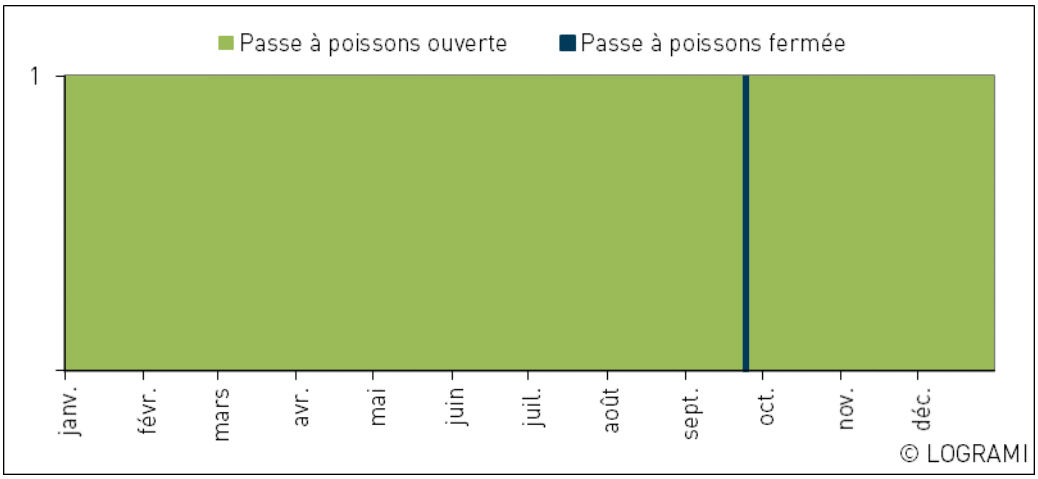


Figure 136 : Périodes de fermeture de la passe à poissons du barrage de Roanne en 2017

Fonctionnement des stations de comptage en 2017

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 48) :

Tableau 48 : Récapitulatif de la période de fonctionnement des stations de comptage du bassin de la Loire en 2017 (Sources : LOGRAMI)

Passe à poissons	Période de suivi vidéo	Fonctionnalité de l'enregistrement
Descartes	01/01/2017 au 13/07/2017 18/07/2017 au 31/12/2017	97,3 %
Châtellerault	01/01/2017 au 31/12/2017	100 %
Châteauponsac	02/02/2017 au 31/12/2017	91,2 %
St Pourçain sur Sioule	15/03/2017 au 31/10/2017 10/11/2017 au 25/12/2017	76,7 %
Vichy (RD+RG)	01/01/2017 au 31/12/2017	99,9 %
Langeac Usine (RG)	01/01/2017 au 31/12/2017	99,9 %
Langeac Barrage (RD)	18/05/2017 au 31/12/2017	44 %
Poutès	01/01/2017 au 31/12/2017	100 %
Decize	01/01/2017 au 31/12/2017	100 %
Gueugnon	01/01/2017 au 31/12/2017	100 %
Roanne	01/01/2017 au 31/12/2017	99,9 %

Fonctionnement des stations de comptage du bassin de la Vienne

Descartes

Suite à une panne de l'onduleur alimentant les deux caméras de la station, un arrêt du comptage a eu lieu du 13 au 18 juillet 2017. Cet arrêt a duré plus de 120 heures. La perte de données est faible, durant cette période les passages de poissons migrateurs sont en effet peu nombreux.

Châtellerault

En 2017, aucune panne du vidéo comptage n'est à noter. Le système a été fonctionnel durant la totalité de l'année.

Châteauponsac

Pour fiabiliser le comptage et assurer la sécurité du matériel, il a été demandé en 2016 à l'EPTB Vienne (propriétaire du dispositif) d'étudier les possibilités de déplacer le compteur en amont de la passe à poissons (Figure 137). 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.

Le système de comptage « Riverwatcher » a donc été fonctionnel du 2 février au 31 décembre 2017. 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.



Figure 137 : Photographies du nouvel emplacement du système de comptage à Chateauponsac

Fonctionnement des stations de comptage du bassin de l'Allier

St Pourçain sur Sioule

La mise en service de la station est effective depuis le 15 mars 2017.

Trois coupures de courant sont survenues. Deux le 21 mars et une le 14 avril. Elles cumulent respectivement un total 1h43, 1h16 et 15h34.

Lors d'une relève de fichiers le 15 juin, l'objectif de la caméra a été cassé. Il a été remplacé dans la journée. L'enregistrement a été interrompu pendant 3h41.

Des problèmes électriques (flash noir et blanc pendant l'enregistrement vidéo) sont survenus et cumulent un total de 3h39 min.

De fortes infiltrations d'eau dans le local fin octobre ont fait disjoncter le compteur. Le matériel a dû être retiré entièrement du local entre le 31 octobre et le 10 novembre afin d'être séché et diagnostiqué. Après avoir assaini le local avec l'installation d'un chauffage et d'une bâche, le matériel a été réinstallé. Cette perte d'information (10,5 jours) n'est pas dommageable pour le suivi de la station puisqu'elle n'intervient pas pendant la forte période de migration des poissons.

Suite à une coupure de courant le 25 décembre, le logiciel de comptage ne s'est pas relancé. Cette panne cumule un total de 7 jours entre le 25 et 31 décembre. La présence du LUPUS© a permis de continuer à enregistrer et ainsi d'éviter la perte de données.

Ainsi, sur l'ensemble de l'année 2017, l'enregistrement a donc été effectif à 76,7 % durant tout le temps de fonctionnement de la passe.

Vichy

Trois coupures de courant sont survenues le 27 mars, 28 mars et 14 mai et cumulent respectivement un total 1 min, 7h52 et 5 min.

Quelques problèmes électriques (flash noir et blanc pendant l'enregistrement vidéo) sont survenus en rive gauche pendant un total de 48 min.

A quatre reprises, les logiciels de comptage sont tombés en panne (2 fois en rive droite et 2 fois en rive gauche). Ces interruptions cumulent un total de 31,6 jours (18,4 jours en rive droite et 13,2 en rive gauche). La présence des postes de secours et du LUPUS© a permis d'éviter la perte de données.

Le remplacement du système de rétro-éclairage a occasionné une détection difficile des poissons (manque de lumière et de contraste) pendant 28 jours en rive droite (10 janvier au 7 février) et 63 jours

en rive gauche (5 janvier au 7 mars). L'installation temporaire d'un spot lumineux à l'intérieur des locaux a permis de pallier à ce manque de luminosité pour permettre une détection à minima des individus.

Ainsi, sur l'ensemble de l'année 2017, l'enregistrement a donc été effectif à 99,9 % durant tout le temps de fonctionnement de la passe.

Langeac

La station de comptage de l'usine a fonctionné pratiquement toute l'année (99,9 %). Seuls 2 arrêts ont eu lieu. Le premier pour un entretien et nettoyage complet de l'ordinateur (3h20). Le second suite à un enregistrement d'images noires inexpliqué pendant 8h43.

Au barrage, après l'inondation de la station de comptage de décembre 2016, le matériel de suivi n'a pu être remis en place que le 18 mai 2017 lorsque l'accès à la fibre optique reliant le barrage et l'usine a pu être utilisé pour réaliser un enregistrement déporté comme il l'était en 2003 avec une liaison vidéo. Au total, ce point de comptage n'a pu être suivi que 44 % du temps de l'année. Par ailleurs, plusieurs disfonctionnements de ce nouveau matériel numérique ont été rencontrés au cours de cette année. Les solutions apportées ont été la mise en place d'un onduleur pour la caméra installée au barrage, puis l'interrogation à distance de l'enregistrement pour contrôler le fonctionnement de l'enregistrement. Certaines pannes d'enregistrement étaient une simple coupure de courant parfois quelques heures après notre passage.

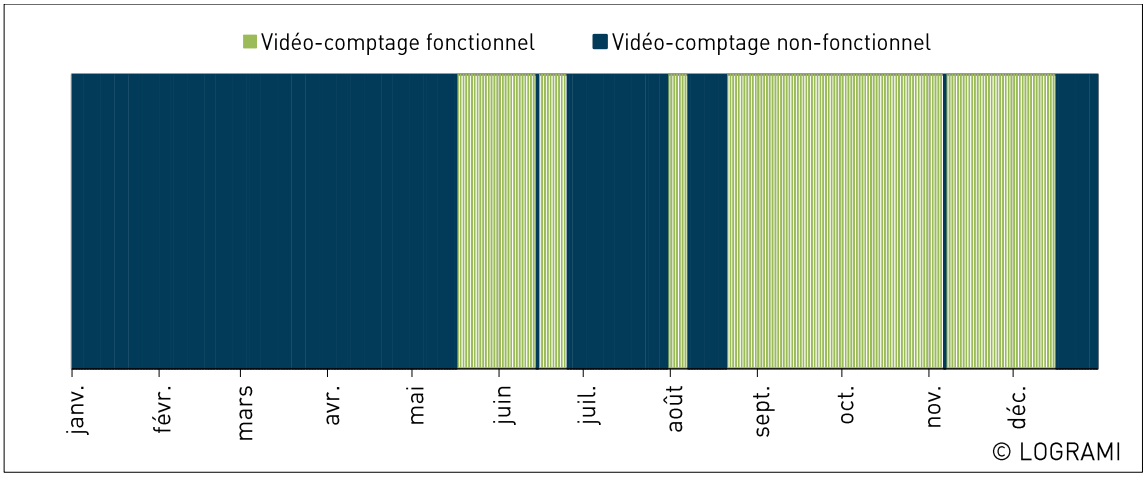


Figure 138 : Fonctionnement du suivi vidéo au barrage de Langeac en 2017

Poutès

Au barrage de Poutès, le suivi est total pour cette année 2017. Rappelons que sur ce site, 3 enregistrements différents sont réalisés :

- Le premier avec un enregistrement vidéo classique utilisé depuis de nombreuses années (magnétoscope Panasonic 6730) (N°1),
- Le second avec un enregistreur numérique Lupus© qui filme en continu les images de l'ascenseur (N°2),
- Le troisième Lupus©, avec une détection de mouvement pour réduire la durée de l'enregistrement (N°3).

Les seuls problèmes qui peuvent arriver sur ce site sont :

- La coupure électrique, mais le matériel d'enregistrement est sur onduleur avec un renvoi de message d'alerte à EDF en cas de problèmes,
- La panne de caméra ou de l'amplificateur d'image qui permet la division de l'image sur les trois systèmes d'enregistrement sans perte de qualité d'image.

Fonctionnement des stations de comptage de la Loire amont

Decize

Deux néons ont grillé dans le caisson de rétroéclairage. Cette perturbation a eu lieu pendant un total de 11,8 jours entre le 25 novembre et le 7 décembre. Durant cette période, la détection des poissons a été réduite (manque de contraste). Cependant, le spot lumineux à l'intérieur du local a permis de pallier à ce manque de luminosité pour permettre une détection des individus.

En 2017, l'enregistrement a donc été effectif 100 % du temps de fonctionnement de la passe.

Gueugnon

Aucun arrêt technique n'est à noter pour la station de comptage de Gueugnon en 2017. Le vidéo comptage a donc été fonctionnel durant toute l'année.

En 2017, l'enregistrement a donc été effectif 100 % du temps de fonctionnement de la passe.

Roanne

Deux coupures de courant sont survenues le 7 avril et le 17 septembre et cumulent respectivement un total 26 min et 1h14.

Le logiciel de comptage a connu une panne le 3 mars. Cette interruption totalise 3,5 jours. La présence du LUPUS© a permis de pallier à la perte d'information.

Deux pannes du néon inférieur dans le système de rétro-éclairage (12,1 jours entre 17 et le 26 septembre et 40 jours entre 21 octobre et 29 novembre) ont rendu plus compliquée la détection des poissons. Néanmoins, la perte de données est très faible, voire nulle, durant ces périodes où les passages de poissons migrateurs sont peu probables.

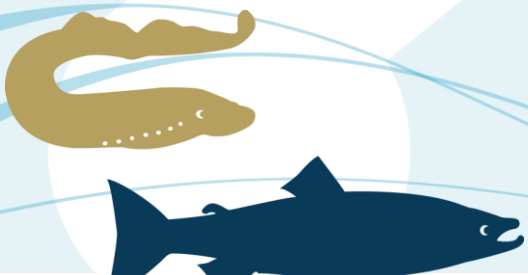
En 2017, l'enregistrement a donc été effectif 99,9 % du temps de fonctionnement de la passe.

4.4. 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 139). Il s'agit de la station de comptage la plus proche de l'estuaire. En moyenne, la moitié de la migration à Descartes a lieu dès le 7 mai (+/- 9 jours). A l'inverse la migration est plus tardive à Vichy sur l'Allier, où 50 % de la migration a lieu au 30 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 Châtellerault sur la Vienne** (50 % des passages ont en moyenne eu lieu le 19 mai (+/- 13 jours) à Châtellerault et le 21 mai (+/- 10 jours) à Decize).

L'amplitude totale de migration est plus importante à Descartes (104 ± 26 jours) et à Châtellerault (114 +/- 19 jours) qu'à Decize (53 +/- 12 jours) et Vichy (66 +/- 22 jours) où les périodes de migration sont beaucoup plus concentrées.

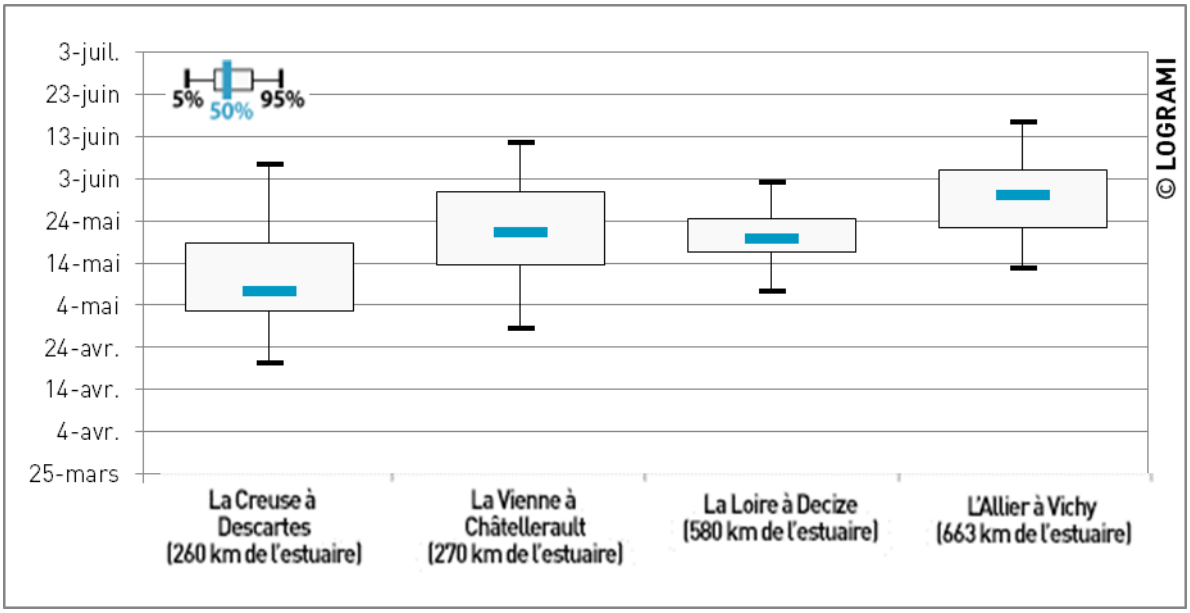


Figure 139 : Comparaison des périodes de passages des aloses aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire en moyenne sur chaque site depuis la mise en place des stations

En 2017, les rythmes et amplitudes de migration des aloses ont aussi varié d'une station à l'autre (Figure 140). **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 et celles situées plus en amont (11 et 13 jours entre Descartes et Vichy et Decize). Avec seulement 20 aloses à Vichy, la migration s'est concentrée sur une période très courte (13 jours). Aux autres stations, cette période est beaucoup plus importante avec 68 jours de migration à Decize, 80 jours à Descartes et 103 jours à Châtellerault.

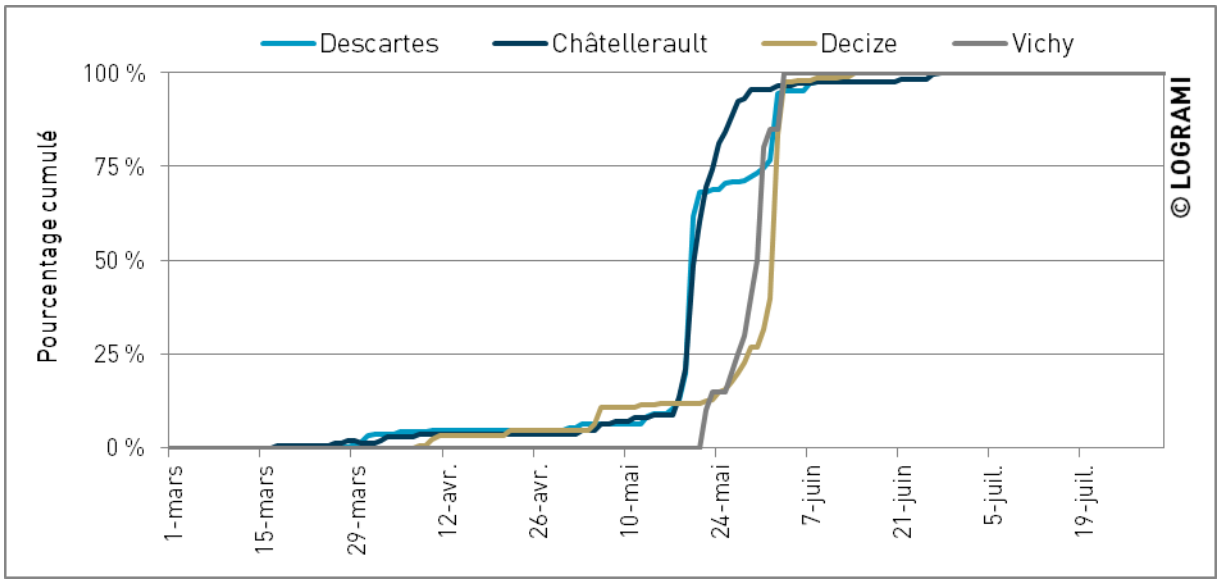


Figure 140 : Comparaison des rythmes de migration des aloses en 2017 aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire

Variations interannuelles par station de comptage

Sur la Creuse à Descartes, la première alose a été comptabilisée le 27 mars, la dernière le 14 juin. **La période de migration 2017 est très tardive par rapport aux années précédentes.** La moitié des individus a franchi l'ouvrage le 20 mai alors qu'en moyenne de 2007 à 2016, 50 % des aloses étaient comptabilisées le 5 mai (+/- 8 jours). **L'amplitude de migration est moins importante que les années précédentes puisque 90 % des aloses sont passées en 34 jours en 2017** contre 49 en moyenne de 2007 à 2015 (+/- 12 jours) (Figure 141).

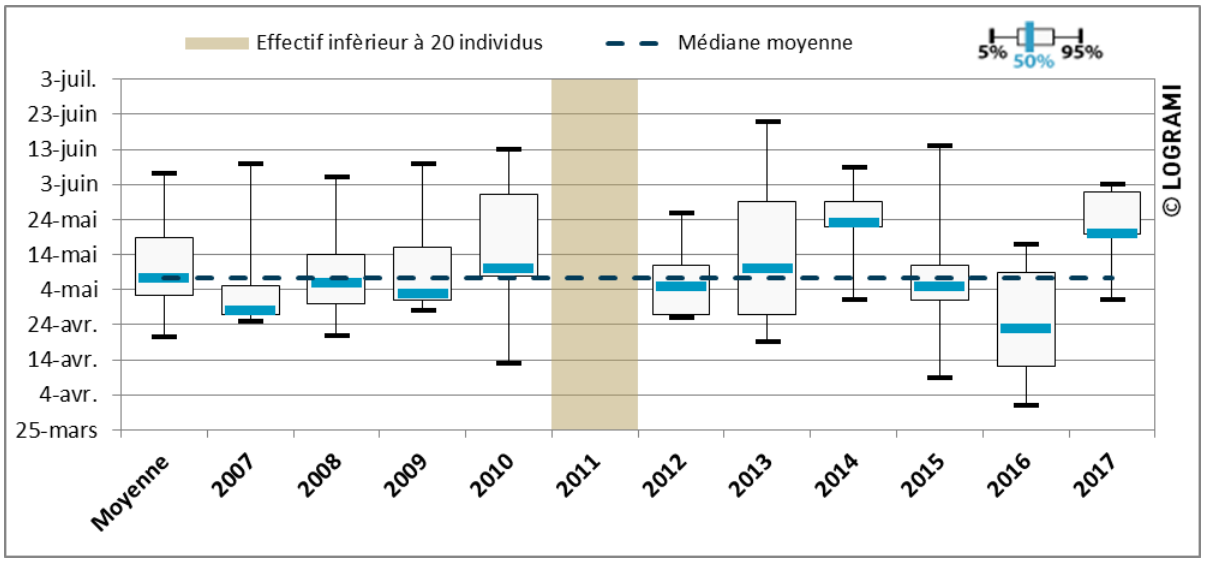


Figure 141 : Comparaison des périodes de passages des aloses à Descartes depuis 2007

Sur la Vienne à Châtellerault, la première alose a été comptabilisée le 17 mars, la dernière le 27 juin. **La période de migration est similaire à celle des années précédentes.** En 2017, la moitié des individus a franchi l'ouvrage le 21 mai, soit à la même date que la moyenne historique (50 % des passages ont été effectués à partir du 21 mai (+/- 11 jours). La durée de la période de migration est par contre deux fois plus courte que celles des années précédentes, **90 % des individus sont en effet passés en 24 jours** contre en moyenne 47 jours (+/- 10) entre 2004 et 2016 (Figure 142).

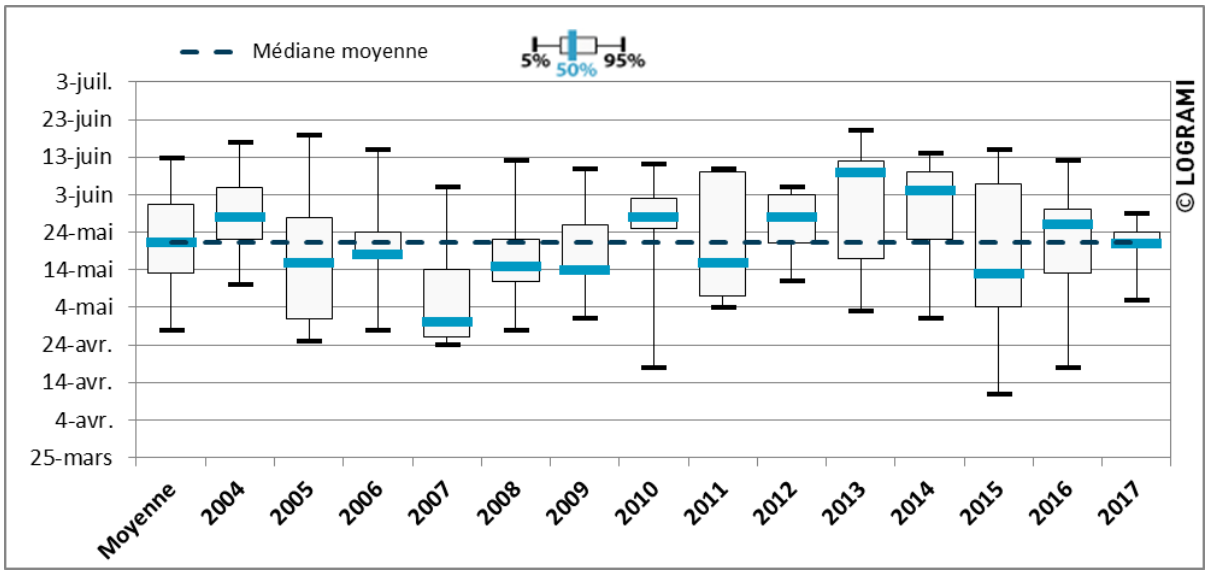
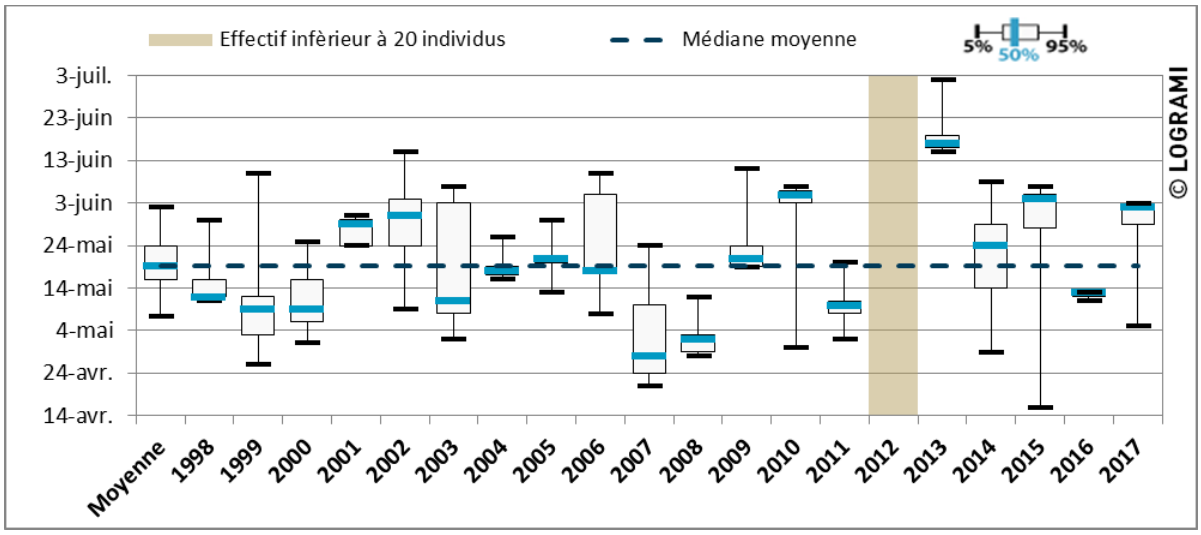


Figure 142 : Comparaison des périodes de passages des aloses à Châtellerault depuis 2004

A la station de comptage de Decize, la première alose a été comptabilisée le 8 avril et la dernière 14 juin. **La période de migration de l'année 2017 est plus tardive que celle des années précédentes** (période 1998-2016) (Figure 143). La moitié des individus a franchi l'ouvrage de Decize le 2 juin, alors qu'en moyenne, sur la période 1998-2015, la moitié des individus est passée le 19 mai (+/- 13 jours). **90% des individus sont en effet passés en 30 jours en 2017** contre en moyenne 27 jours (+/- 14 jours) pour la période 1998-2016.



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

Figure 143 : Comparaison des périodes de passages des aloses à Decize depuis 1998

En 2017 à Vichy, 20 aloses ont été observées. La première est observée le 21 mai et la dernière le 3 juin, ce qui représente un total de 13 jours de migration. **La période de migration est similaire à celle des années précédentes.** En moyenne, depuis le début des suivis en 1997, 50 % des passages ont été effectués le 29 mai (+/- 8 jours) contre le 31 mai en 2017 (Figure 144). Cependant, **90% des individus sont en effet passés en 13 jours** en 2017 contre en moyenne 37 jours (+/- 11 jours) pour la période 1998-2016.

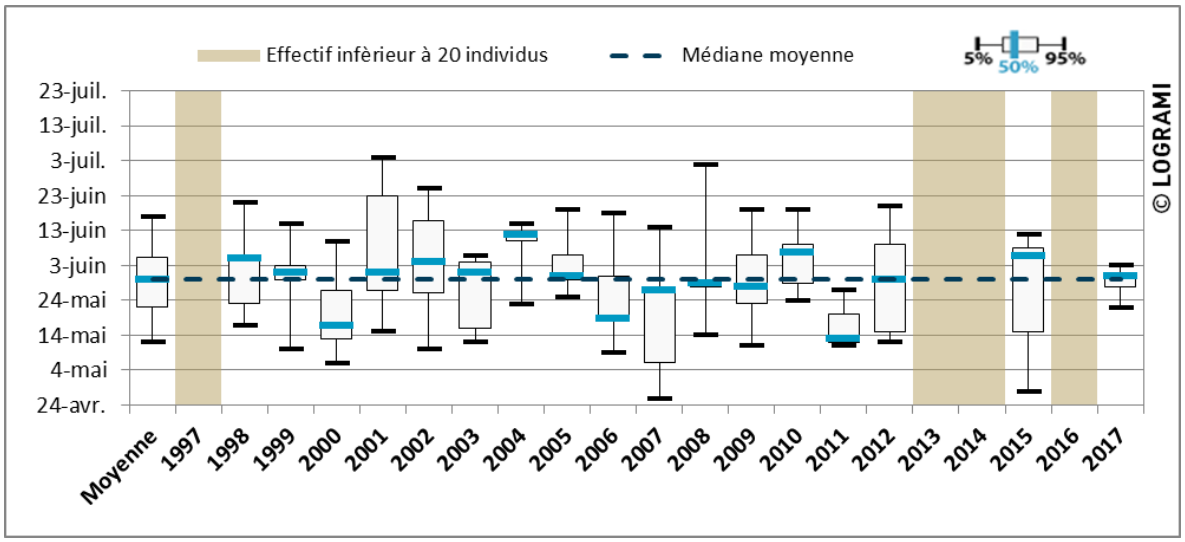


Figure 144 : Comparaison des périodes de passages des aloses à Vichy depuis 1998

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 145). 50 % de la migration a lieu en moyenne le 2 mai (+/- 11 jours) à Descartes et le 4 mai (+/- 11 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'alose, beaucoup plus importante sur les stations de comptage situées à l'aval : 130 (± 41) jours à Descartes, 103 (+/- 30) jours à Châtellerault, 33 (+/- 13) jours à Decize et 31 (+/- 5) jours à Vichy.

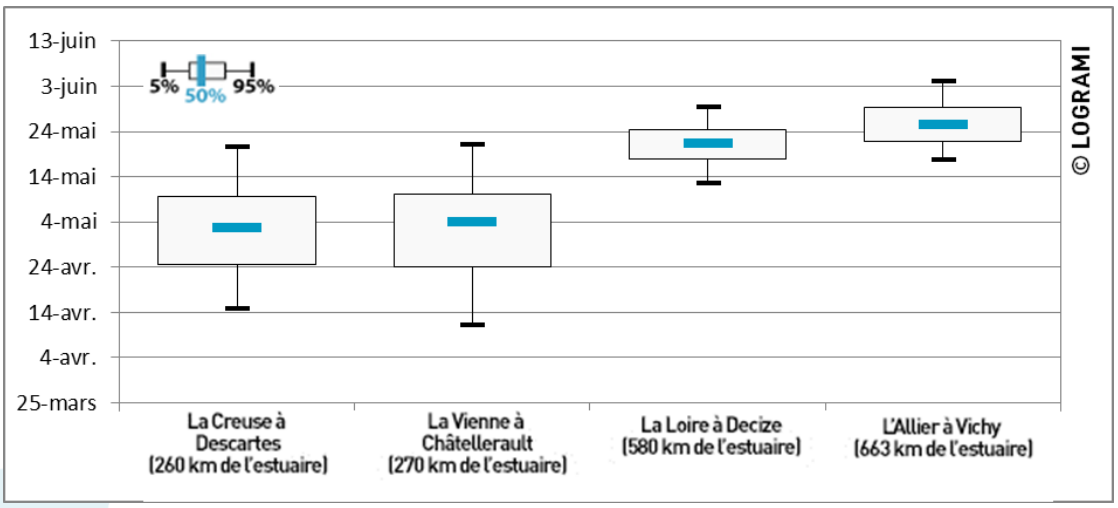


Figure 145 : Comparaison des périodes de passages des lamproies marines aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire en moyenne sur chaque site depuis la mise en place des stations

En 2017, aucune lamproie marine n'a été comptée à Vichy et un seul individu a été observé à Decize. Seuls les rythmes de migration à Descartes et à Châtellerault peuvent donc être comparés (Figure 146). **Les passages à la station de comptage de Châtellerault sont légèrement plus précoces que ceux**

de Descartes. Un seul jour de décalage est cependant à noter entre les deux rythmes à 50 % de migration.

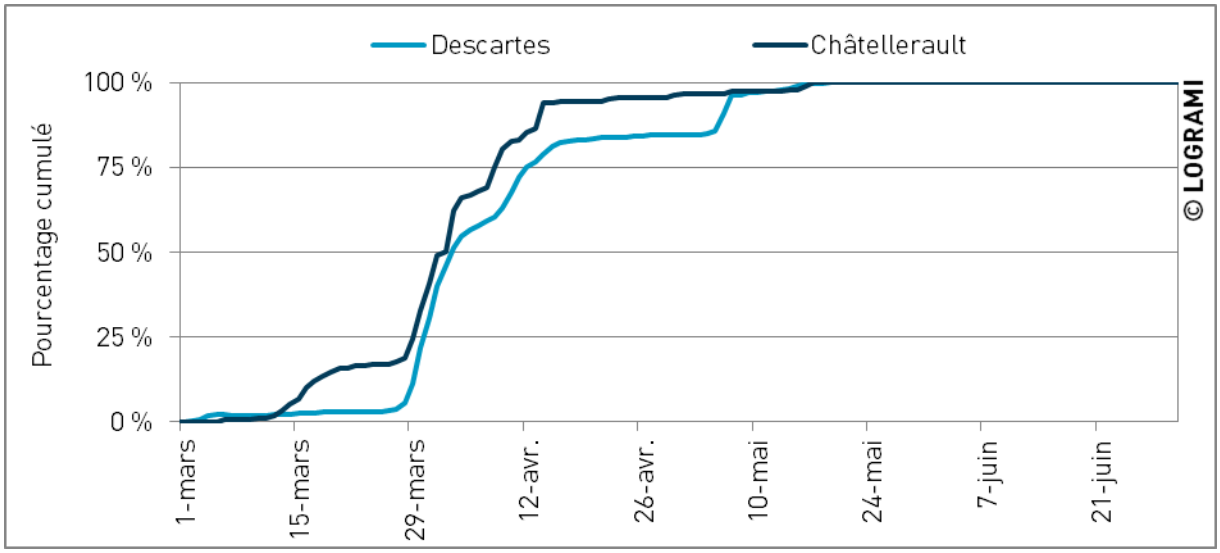


Figure 146 : Comparaison des rythmes de migration de lamproies marines en 2017 aux stations de comptage de Châtellerault (Vienne) et de Descartes (Creuse)

Variations interannuelles par station de comptage

Sur la Creuse à Descartes, la première lamproie marine a franchi le barrage le 3 mars, la dernière le21 mai. **La période de migration des lamproies marines en 2017 est très précoce par rapport à celle des années précédentes.** La moitié des individus a en effet franchi le barrage de Descartes le 4 avril alors que, de 2007 à 2016, en moyenne 50 % des lamproies étaient comptabilisées à partir du 5 mai (+/- 5 jours) (Figure 147). 75 % des lamproies ont été observées avant le 13 avril 2017 alors que les années précédentes seulement 4 % de la migration a eu lieu à cette date. L'amplitude de migration totale des lamproies s'étend sur seulement 80 jours contre en moyenne 135 jours (± 40) les années précédentes. 90 % des individus ont franchi le barrage de Descartes en 40 jours, soit une durée de migration beaucoup plus proche de la moyenne de 2007 à 2016 (36 jours (+/- 6).

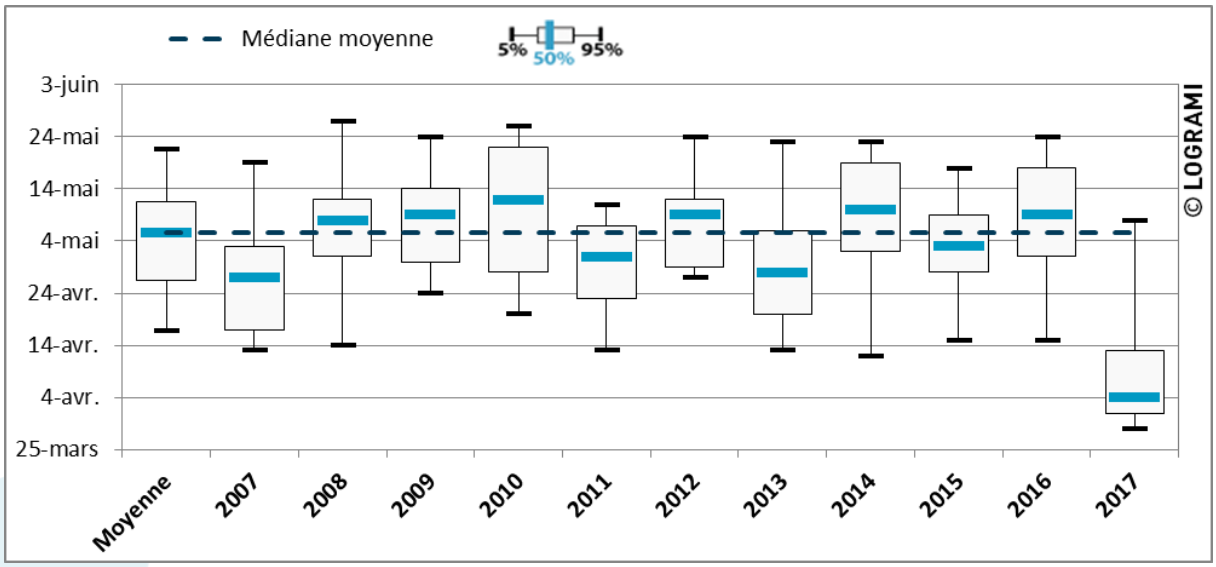


Figure 147 : Comparaison des périodes de passages des lamproies marines à Descartes depuis 2007

En 2017, sur la Vienne à Châtellerault la première lamproie est observée le 7 mars, la dernière le 18 mai. **La période de migration est, comme sur la Creuse, très précoce par rapport aux années précédentes** (Figure 148). La moitié des passages a eu lieu le 3 avril alors, qu'en moyenne de 2004 à 2016, 50 % des passages étaient effectués dès le 6 mai (+/- 6 jours). En 2017, 90 % des passages ont été réalisés en 41 jours, cette durée de migration est similaire à celles des années antérieures (en moyenne 41 jours +/- 10). L'amplitude de migration totale est par contre beaucoup plus faible (73 jours en 2017 contre 105 +/- 30 de 2004 à 2016).

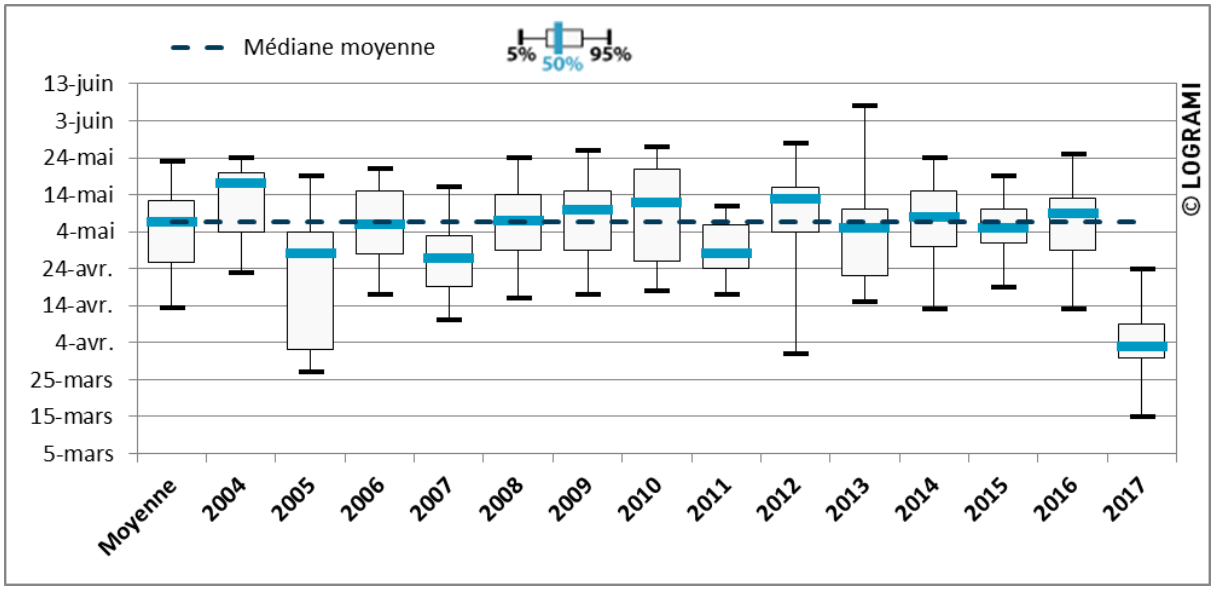


Figure 148 : Comparaison des périodes de passages des lamproies marines à Châtellerault depuis 2004

En 2017, à la station de comptage de Decize, un seul individu a franchi le barrage le 2 avril. **C'est le passage le plus précoce enregistré depuis le début des suivis en 1998** (Figure 149). En moyenne entre 1998 à 2015, 50 % des passages sont effectués le 21 mai (+/- 10 jours). 90% des passages ont été effectués en 18 jours (+/- 8) pour les valeurs de référence (1998-2016).

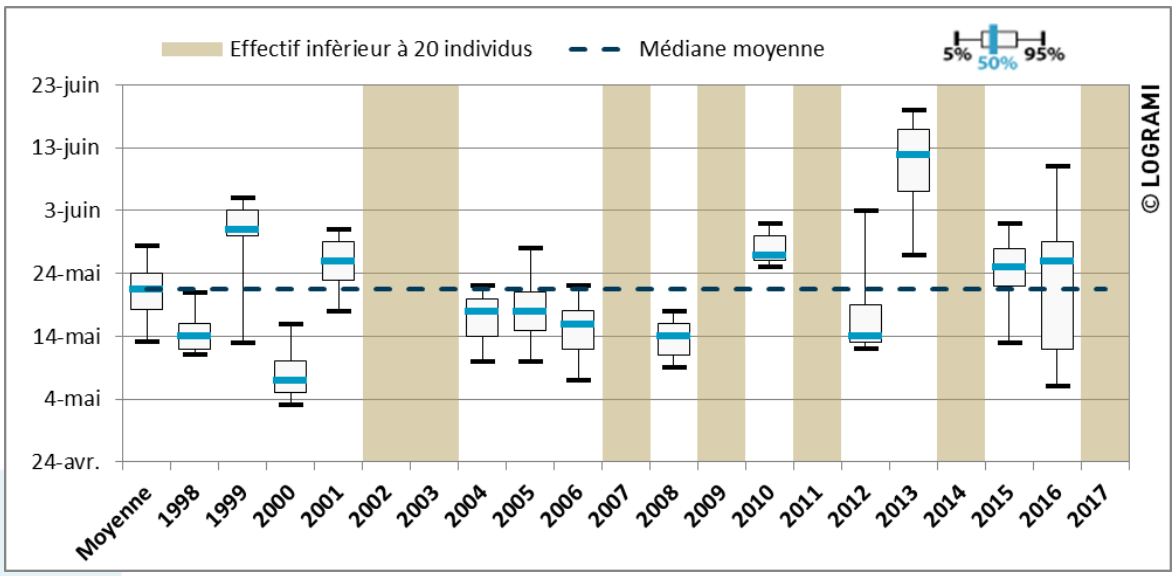


Figure 149 : Comparaison des périodes de passages des lamproies marines à Decize depuis 1998

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 (+/- 5 jours) (Figure 150). 90 % des passages sont quant à eux effectués en 31 jours (+/- 5 jours) entre le 17 mai et le 4 juin.

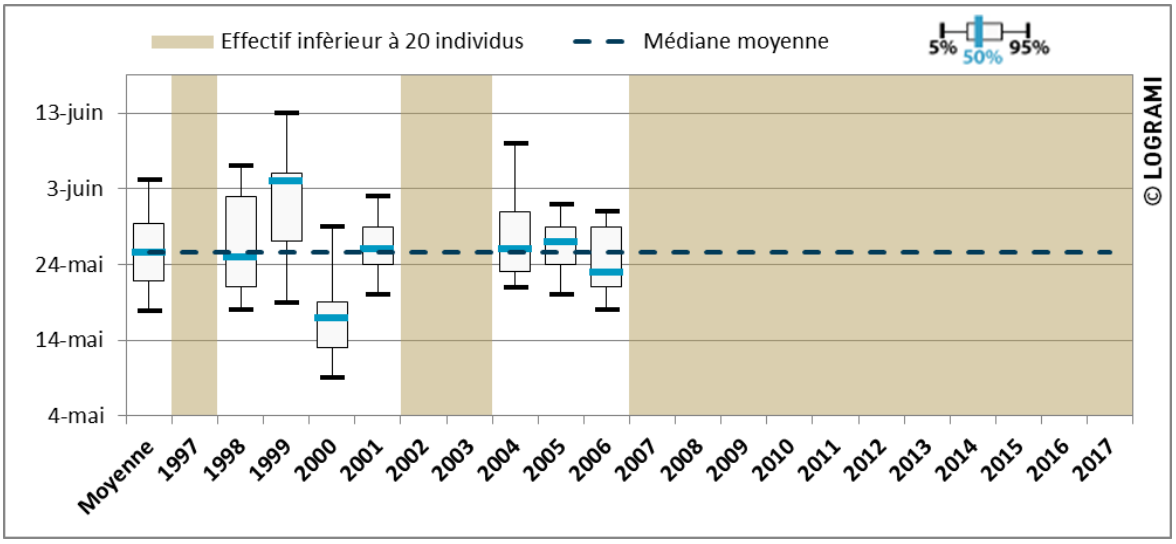


Figure 150 : Comparaison des périodes de passages des lamproies marines à Vichy depuis 1997

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.

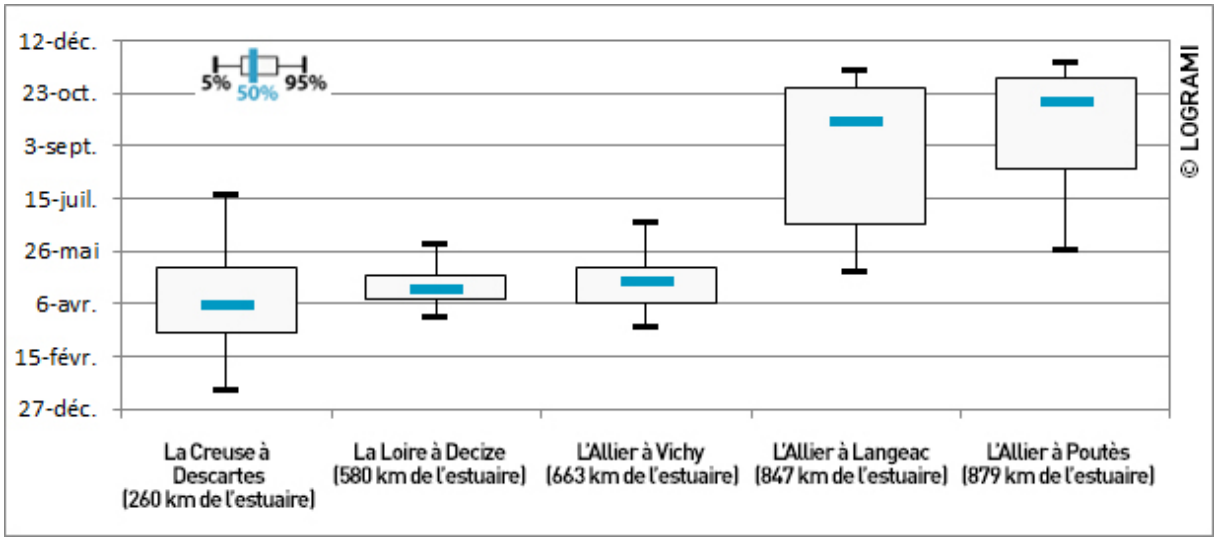


Figure 151 : Comparaison des périodes de passages des saumons atlantiques aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire en moyenne sur chaque site depuis la mise en place des stations

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 151). La moitié **des passages ont lieu en moyenne avant le 4 avril (+/- 21 jours) alors que 50 % de la migration sont réalisés le 20 avril (+/- 8 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 252 jours à Descartes (+/- 52), 84 jours à Decize (+/- 22) et 276 jours à Vichy (+/- 39).

Avec des amplitudes moyennes de 237 jours (+/- 9) et de 204 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 1er octobre (± 48 jours) à Langeac et après le 13 octobre (± 33 jours) à Poutès).

En 2017, 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 : 29 jours entre Descartes et Vichy et 160 jours entre Vichy et Poutès (Figure 152). L'amplitude totale de migration fut de 203 jours pour Descartes, 258 jours pour Vichy et 232 jours pour Poutès. Elle est beaucoup plus courte pour Decize (65 jours) et Saint-Pourçain-Sur-Sioule (65 jours) où aucun saumon automnal n'a été observé. A noter, les comptages à la station de Saint-Pourçain-Sur-Sioule ont débuté le 15 mars. Ainsi le rythme migratoire sur cette station ne tient pas compte des individus de début de migration.

A Langeac, suite à des problèmes techniques, le suivi vidéo a débuté tardivement. Le rythme et l'amplitude migratoire ne peuvent donc pas être décrits.

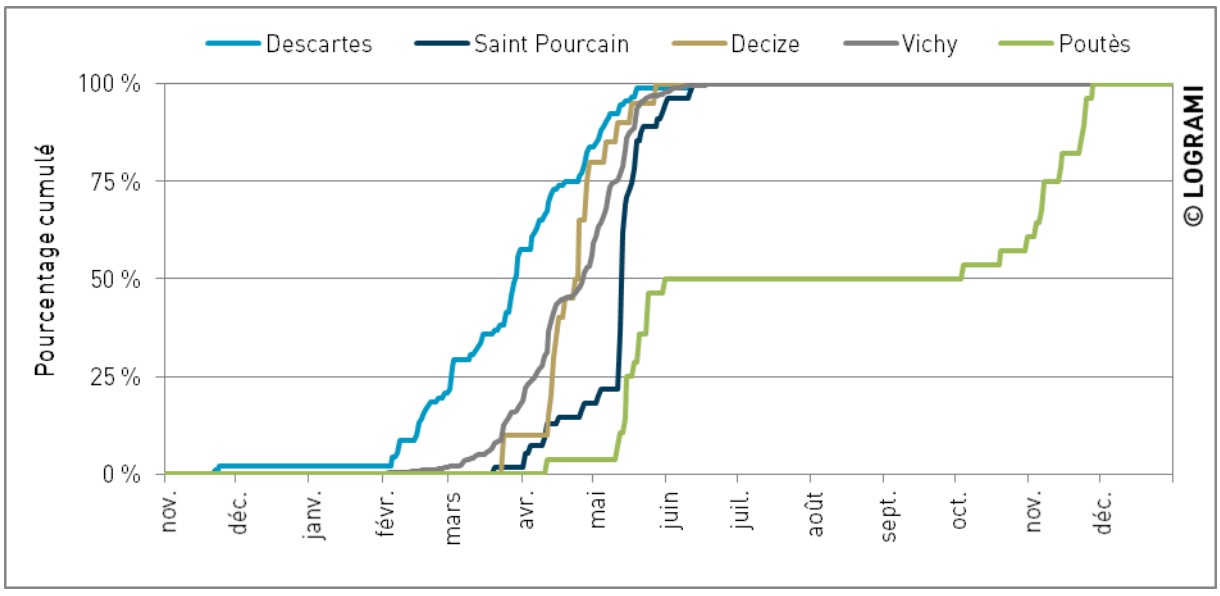


Figure 152 : Comparaison des rythmes de migration de saumons en 2017 aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire

Variations interannuelles par station de comptage

Sur la Creuse à Descartes, le premier saumon a franchi le barrage le 22 novembre 2016 et le dernier a été comptabilisé le 12 juin 2017. **La période de migration en 2017 est proche de celles des années**

précédentes. 50 % des individus sont passés avant le 29 mars alors qu'en moyenne, de 2007 à 2016, ce chiffre est atteint le 4 avril (+/- 22 jours) (Figure 153). L'amplitude est beaucoup plus courte que celles des années précédentes, **90 % des saumons sont passés en 97 jours** contre 186 jours (+/- 36) de 2007 à 2016. L'absence de saumons de 1 an de mer, migrant en début d'été, explique en partie cette faible amplitude.

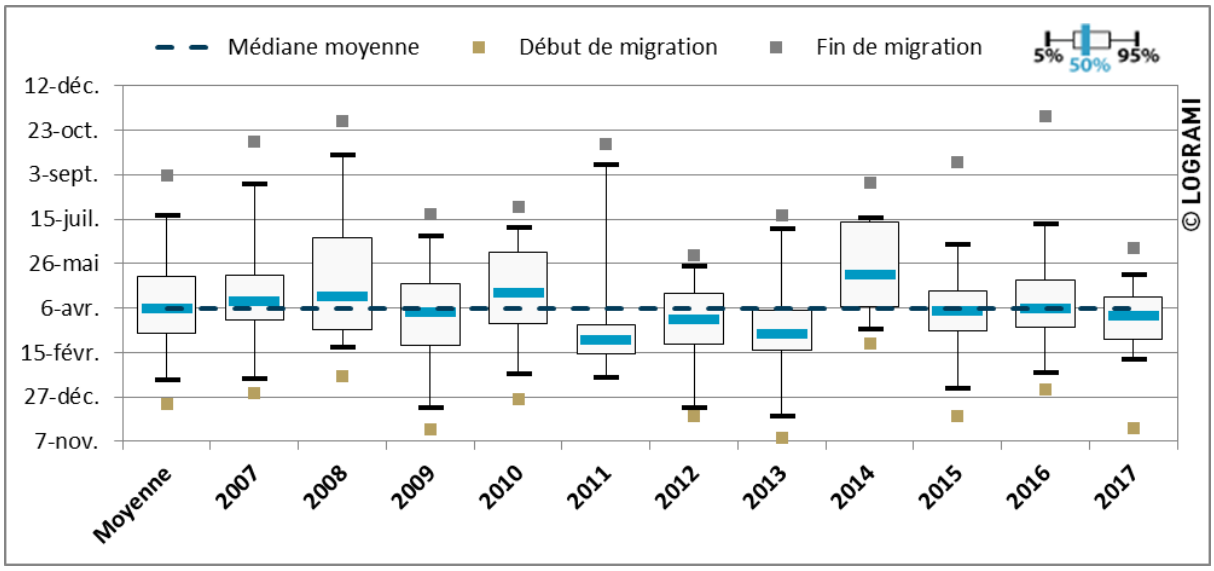


Figure 153 : Comparaison des périodes de passages de saumons à Descartes depuis 2007

En 2017, sur l'Allier à Vichy, le premier saumon a été observé aux passes à poissons le 1er février et le dernier le 16 octobre, ceci représente une période de migration de 258 jours. **La période de migration est similaire à celle des années précédentes** (Figure 154). La moitié des passages a eu lieu au 26 avril tandis qu'en moyenne de 1997 à 2016, 50 % des passages étaient effectués au 26 avril (+/- 6 jours). En 2017, **90 % des passages ont été réalisés en 67 jours**. Cette durée de migration est plus courte que celle des années antérieures (en moyenne 101 jours +/- 44).

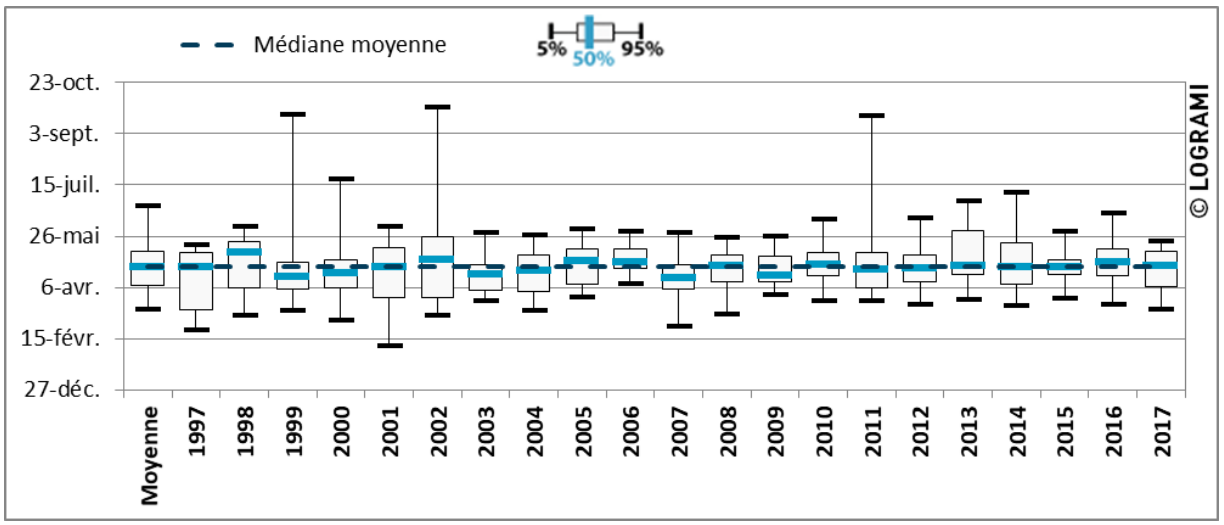


Figure 154 : Comparaison des périodes de passages de saumons à Vichy depuis 1997

A Langeac, en 2017, la dynamique de migration semble très proche de la migration de 2004 (Figure 155). Cette figure est faussée par l'absence de comptage au barrage avant le 18 mai. Notons que le

premier saumon filmé franchissant le barrage de Poutès est observé le 11 avril, alors que le premier saumon franchissant le barrage de Langeac est filmé à l'usine le 7 mai. Cette remarque illustre le passage de saumons par la passe à poissons du barrage (avant la remise en place de l'enregistrement) ou la passe canoë pendant l'absence de comptages au barrage et lors de crues (débit moyen journalier à la station de Langeac les 25 et 26 mars, 100 m³/s). L'interprétation de cette figure pour l'année 2017 est donc à faire avec beaucoup de prudence, étant donné le suivi partiel. L'absence de comptage au printemps décale artificiellement les passages vers l'automne. Notons que seuls 7 passages de saumons à l'usine ont lieu entre les 7 et 18 mai avant la remise en service de l'enregistrement du barrage (interrompu par l'inondation des locaux du barrage en décembre 2016).

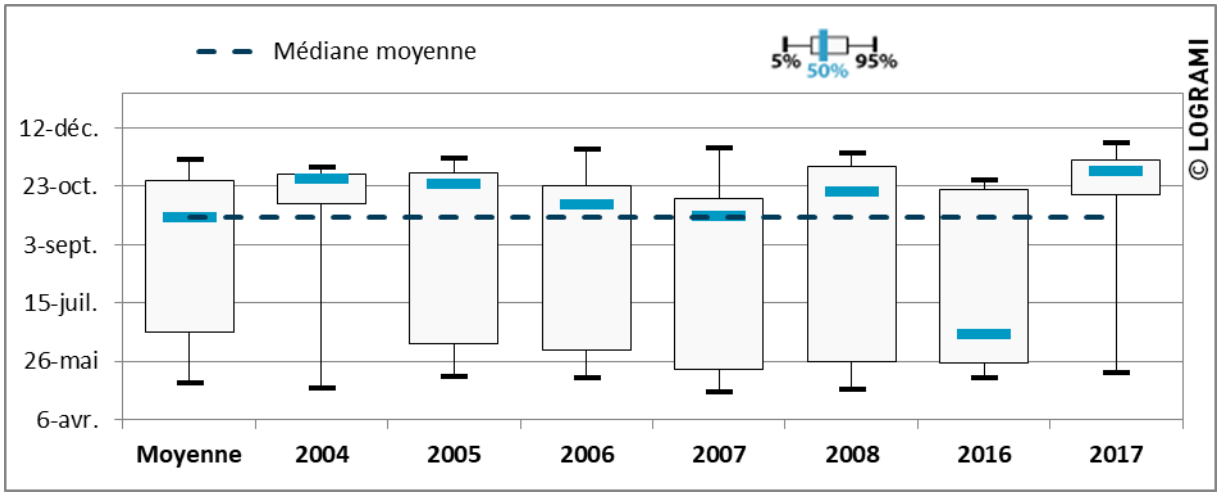


Figure 155 : Comparaison des périodes de passages de saumons à Langeac de 2004 à 2008 et de 2016 à 2017

En 2017, à Poutès, La période totale de migration, s'étale entre le 11 avril et le 28 novembre, soit 232 jours. 90 % des passages se sont étalés sur 199 jours (entre le 11 mai et le 28 novembre) (Figure 156). **Cette durée de migration est supérieure à la moyenne des années antérieures** (180 jours +/- 39). 50 % des passages ont été réalisés au 4 octobre, ce qui est très proche de la médiane interannuelle (14 octobre).

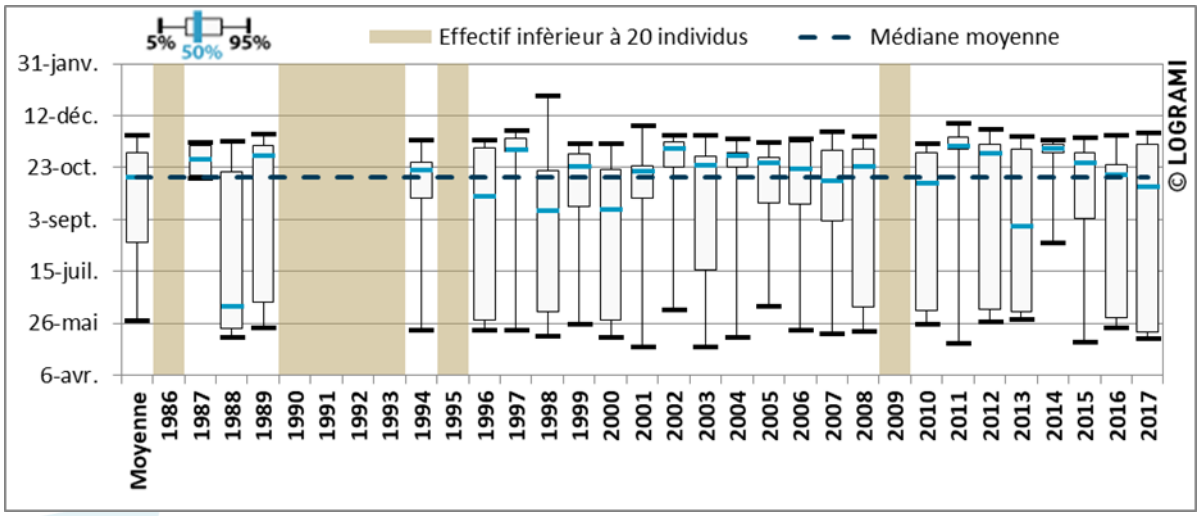


Figure 156 : Comparaison des périodes de passages de saumons à Poutès depuis 1986

A la station de comptage de Saint-Pourçain-Sur-Sioule sur la Sioule, 55 saumons ont été observés entre le 20 mars et le 12 juin soit sur une période de 85 jours. **La moitié des passages a eu lieu au 12 avril. Il est important de préciser que les individus de début de cohorte n'ont pas été comptabilisés.** Lors du de la mise en service de la station de comptage le 15 mars, 37 saumons avaient déjà franchi l'ouvrage de Vichy situé quelques kilomètres en amont sur l'Allier.

Sur la Loire à Decize, le premier saumon a été observé le 24 mars et le dernier le 27 mai. La migration s'est donc déroulée sur une période totale de 65 jours. **La période de migration est quasi similaire à celle des années précédentes.** La moitié des passages a eu lieu au 25 avril tandis qu'en moyenne de 1997 à 2016, 50 % des passages étaient effectués au19 avril (+/- 9 jours). **L'amplitude de migration totale est par contre plus faible** (65 jours en 2017 contre 89 +/- 23 de 2009 à 2016).

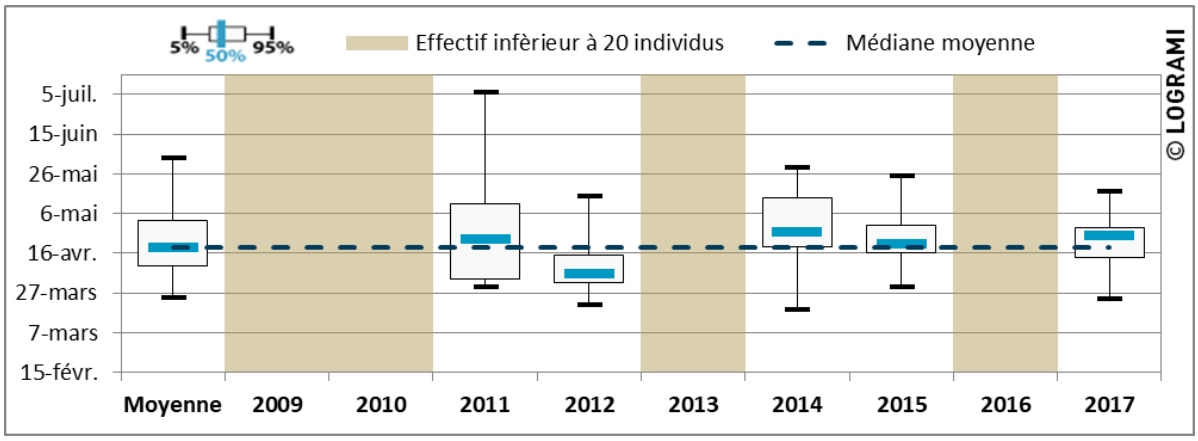


Figure 157 : Comparaison des périodes de passages de saumons à Decize depuis 2009

A la station de comptage de Gueugnon sur l'Arroux, 6 saumons ont été observés entre le 30 avril et le 12 mai soit sur une courte période de 13 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 158, 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.

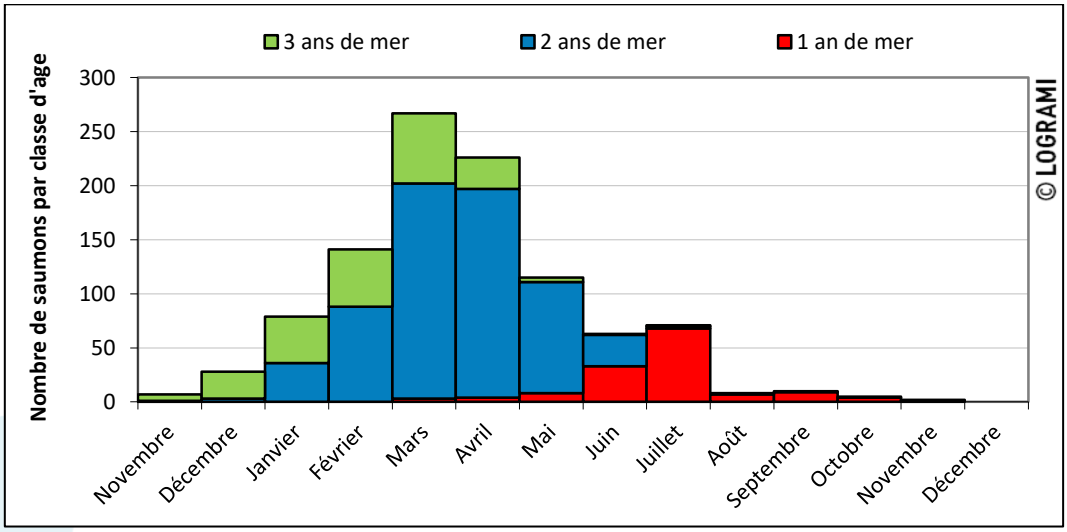


Figure 158 : Répartition annuelle des passages de saumons ayant franchi le barrage de Descartes depuis 2007 selon leur classe d'âge (n=1 022)

La Figure 159 reprend l'ensemble des saumons comptés depuis 1997 à Vichy avec leur répartition mensuelle par classe de taille.

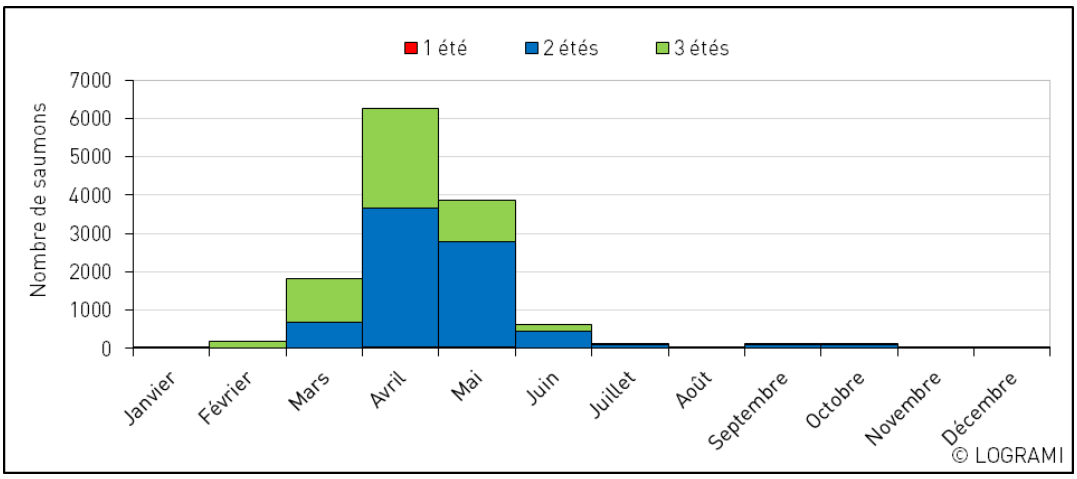


Figure 159 : Répartition annuelle des passages de saumons ayant franchi le barrage de Vichy depuis 1997 selon leur classe d'âge (n=13193)

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, 56 % des individus de 2 ans de mer sont comptés avant fin avril. Très peu d'individus d'un an de mer arrivent sur le haut du bassin. Ces derniers sont contrôlés majoritairement du mois d'avril au mois de juillet (94 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 : 96,8 % des passages avant le mois de juin,
- 3 ans de mer : 97,7 % des passages avant le mois de juin.

Une seconde vague de migration est observée à l'automne (septembre à octobre). Elle est composée essentiellement de saumons de 2 ans de mer qui représentent 60 % de l'effectif automnal (168 individus sur 278 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 160). L'absence de passage des gros saumons de 3 ans de mer à Poutès au printemps est en partie constatée lorsqu'il n'y a pas de déversements printaniers au barrage, particulièrement lors des années avec des débits réservés dans le Vieil Allier de 0,5 ou 2,5 m^3/s. Les valeurs de débits lors des premières années de fonctionnement de l'ascenseur étaient de 0,5 m^3/s de 1986 à 1993. Ce débit est augmenté à 2,5 m^3/s de 1994 à 2012. **Depuis le 3 mai 2012, le débit réservé dans le Vieil Allier a été augmenté. Le débit réservé est actuellement de 5 m^3/s du 15 mai au 14 octobre, et de 4 m^3/s du 15 octobre au 14 mai.**

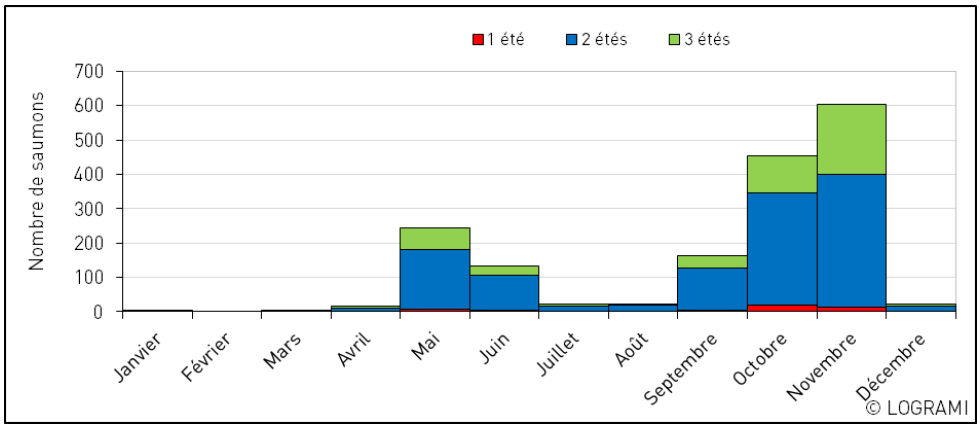


Figure 160 : Répartition annuelle des passages de saumons ayant franchi le barrage de Poutès depuis 1986 selon leur classe d'âge (n=1 682)

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 Châtellerault. D'autres voies de passages étant possibles pour cette espèce aux autres stations du bassin de la Loire, en dehors du barrage de Poutès.

La première anguille a été comptabilisée le 17 mai, la dernière le 5 septembre. **La période de migration de l'année 2017 est plus précoce que celle des années précédentes** (Figure 161). La moitié des individus a franchi l'ouvrage de Châtellerault au 30 mai, alors qu'en moyenne de 2004 à 2016, la moitié des individus est passée au 5 juin (± 19 jours). La durée de la période de migration est aussi plus courte que celle des années antérieures. **90 % des individus sont en effet passés sur 44 jours**, contre en moyenne 56 jours (± 20) de 2004 à 2016.

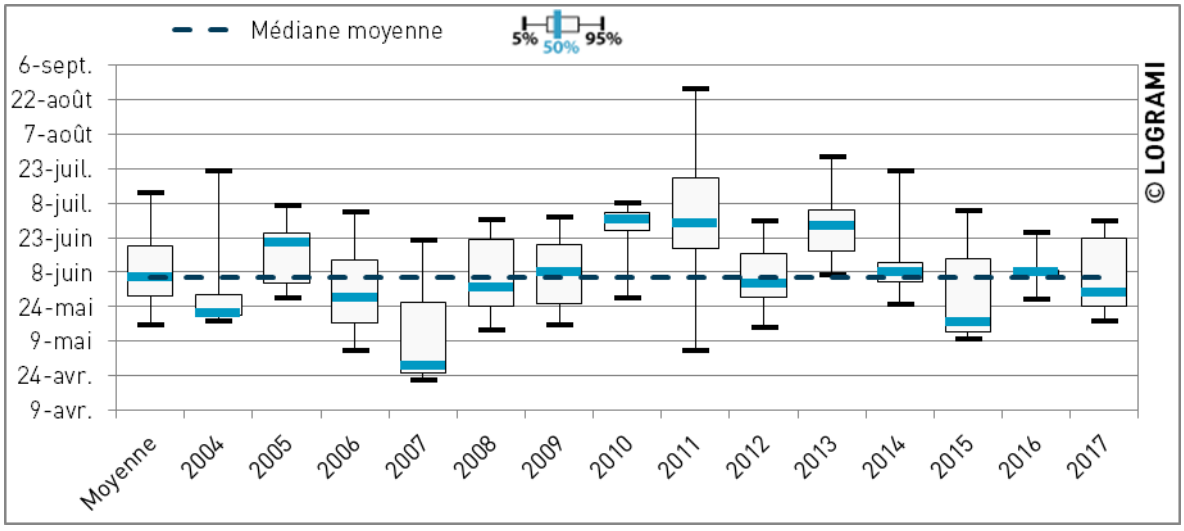


Figure 161 : Comparaison des périodes de passages des anguilles à Châtellerault depuis 2004

4.4.1.5 Amplitude de migration des mulets

L'amplitude et la période de migration des mulets porcs ne peuvent être décris qu'à partir des données des stations de comptage du bassin de la Vienne. Les effectifs sont en effet trop faibles aux autres stations du bassin de la Loire pour faire ressortir une période migratoire.

Sur la Creuse à Descartes, le premier mulet porc a été observé le 29 mars et le dernier le 10 juillet (soit une période totale de 104 jours). La période de migration est similaire à la moyenne historique. En 2017, la moitié des individus a franchi le barrage le 17 mai alors qu'historiquement en moyenne 50 % de la migration a lieu avant le 18 mai (+/- 15 jours).

La période de dévalaison ne peut pas être décrite pour cette station, en effet les mulets dévalants sont peu nombreux à emprunter la passe à poissons, la majorité d'entre eux franchissent le barrage par les clapets.

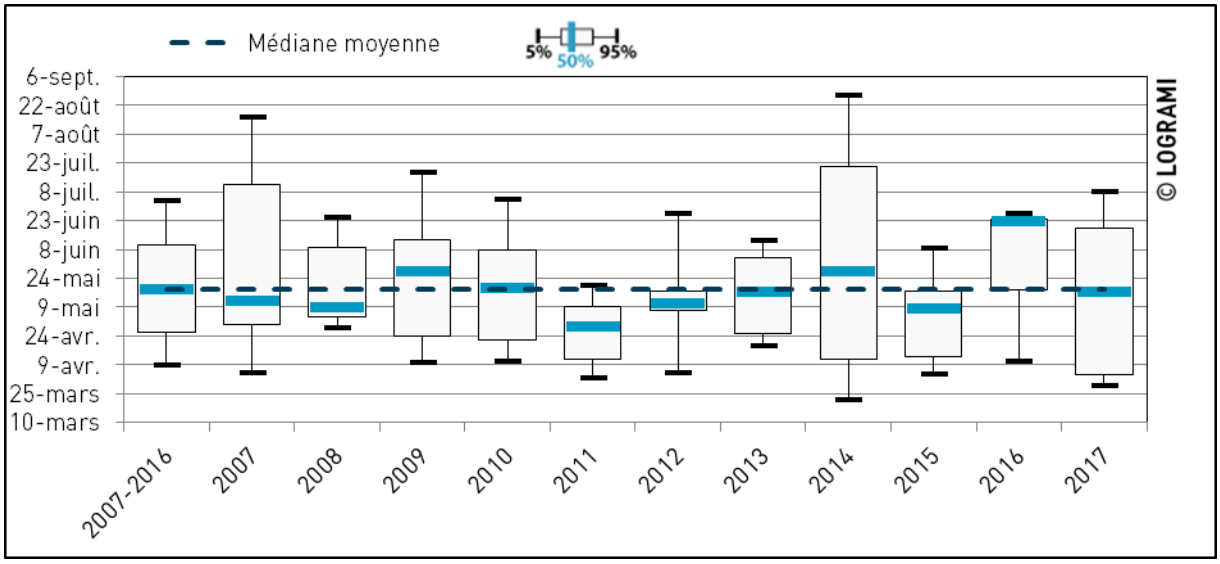


Figure 162 : Comparaison des périodes de passages des mulets porcs à Descartes depuis 2007

Sur la Vienne à Châtellerault, le premier mulet en montaison a été comptabilisé le 19 mars et le dernier le 15 juillet (soit une période totale de 119 jours). La période de migration est globalement similaire à la moyenne historique. De 2004 à 2016, 50 % de la migration s'est en effet déroulé avant le 13 juin (+/- 24 jours), alors qu'en 2017 la moitié des mulets a franchi le barrage dès le 7 juin.

La dévalaison a débuté le 29 juin, habituellement, elle commence beaucoup plus tard (en moyenne les premiers mulets redescendent à partir du 26 juillet (+/- 28 jours)). La période est aussi plus précoce que les années précédentes, 50 % des mulets ont emprunté la passe en dévalaison alors qu'en moyenne la moitié des individus sont redescendus au 4 septembre (+/- 22 jours).

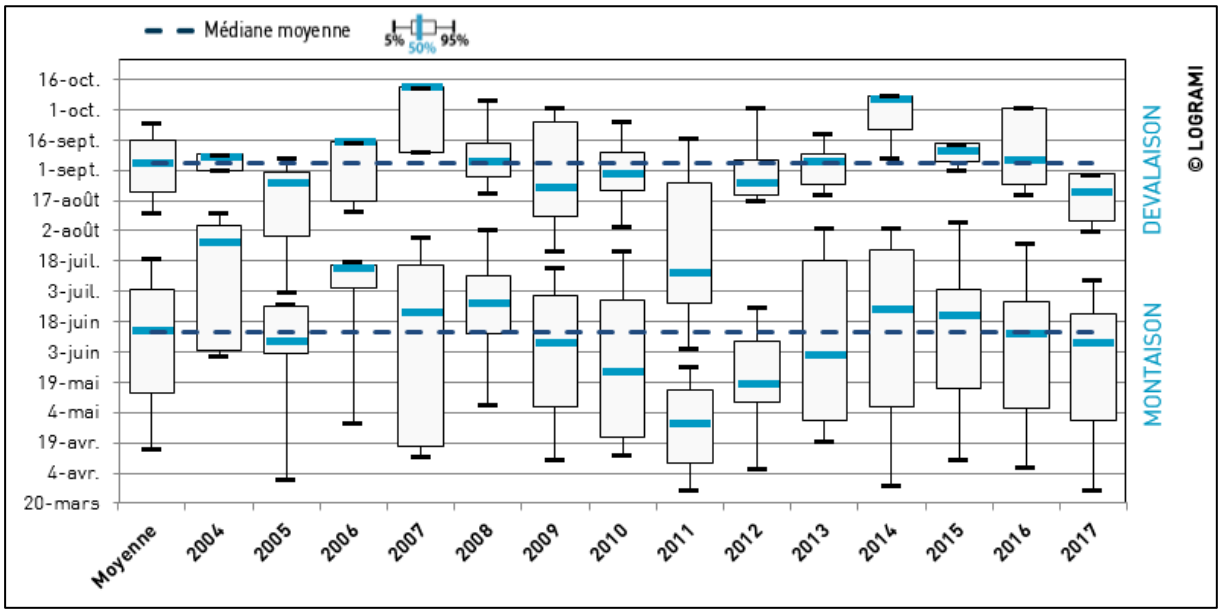


Figure 163 : Comparaison des périodes de passages des mulets porcs à Châtellerault depuis 2004

4.4.2. Passages journaliers en 2017

4.4.2.1 Passages journaliers des aloses

Sur la Creuse à Descartes, la migration a été très faible durant le mois d'avril et le début du mois de mai. Les très faibles débits n'ont pas favorisé la migration. Le premier pic se distingue le 20 mai avec le comptage de 269 aloses (soit 41 % de l'effectif). Ce pic s'explique par une augmentation des débits passant de 28 à 77 m³/s entre le 17 et le 20 mai. De même un second pic de migration est observable le 2 juin lors d'une augmentation de débit. Les passages sont par la suite faibles et discontinus. (Figure 164).

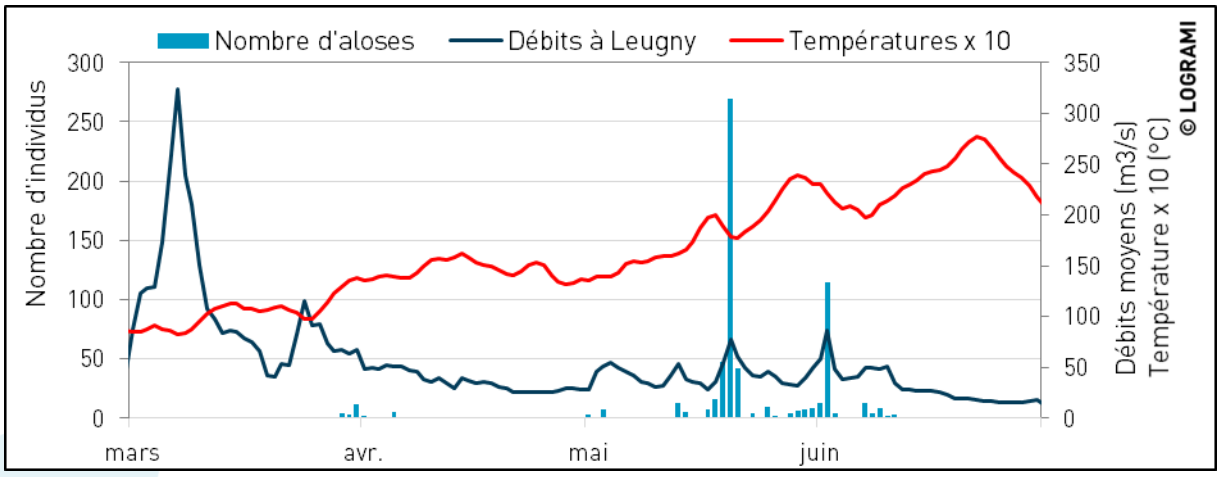


Figure 164 : Passages journaliers d'aloses à Descartes en relation avec la température de l'eau et les débits de la Creuse à Leugny en 2017 (n=650) (Source hydro : SPCVCA – Centre de Poitiers / Hydro – MEDD/DE)

Sur la Vienne à Châtellerault, avant le 15 mai, les passages d'aloses sont discontinus et faibles. La période de migration est condensée sur une dizaine de jours du 18 mai au 27 mai avec 143 individus observés (soit 84 % de l'effectif). Cette augmentation des passages est en relation directe avec l'augmentation des débits. Durant cette période, un pic de migration est observé le 20 mai avec 47 aloses franchissant l'ouvrage (soit 27 % de l'effectif). (Figure 165). Durant le mois de juin, les passages seront très faibles et discontinus.

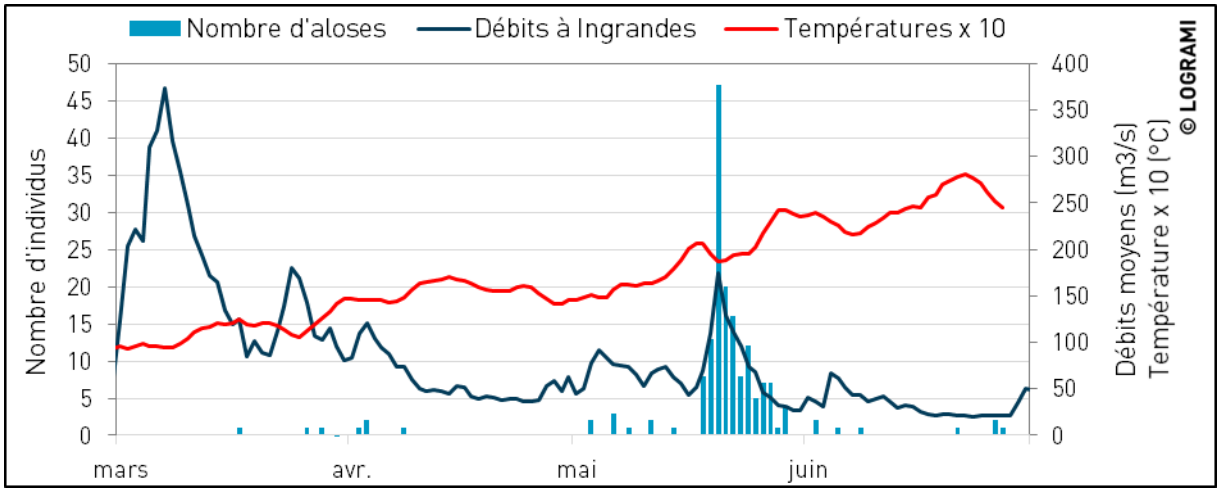


Figure 165 : Passages journaliers d'aloses à Châtellerault en relation avec la température de l'eau et les débits de la Vienne à Ingrandes-sur-Vienne en 2017 (n=171) (Source hydro : SPCVCA – Centre de Poitiers / Hydro – MEDD/DE)

A la station de Decize sur la Loire, nous constatons que l'activité migratoire s'intensifie nettement lorsque les températures de l'eau dépassent 24°C (Figure 166). La période de migration s'étale sur 68 jours entre le 8 avril et la 14 juin. La première alose observée à la station de Decize en 2017 est la plus précoce jamais comptabilisée depuis le début des suivis en 1998 (8 avril en 2017 contre le 10 avril en 2011). Les passages restent faibles et discontinus durant tout le mois d'avril et ce jusqu'à mi-mai. Pendant cette période, 24 aloses ont franchi l'ouvrage et représentent 8,4 % de l'effectif total. La migration s'est vu ralentie à plusieurs reprises par l'augmentation des débits de la Loire avec des pics de débit de 114 m^3/s le 29 avril, 162 m^3/s le 7 mai et 2012 m^3/s le 16 mai. L'augmentation des débits mi-mai a eu pour conséquence l'ouverture de certaines hausses du barrage concurrençant ainsi l'attrait de la passe à poissons et retardant le passage des aloses. Après cet évènement, seulement 5 aloses seront observées. L'augmentation de débit mi-juin (pic de débit à 109 m^3/s le 16 juin) associée à la diminution de température a eu pour effet d'inhiber la migration des aloses.

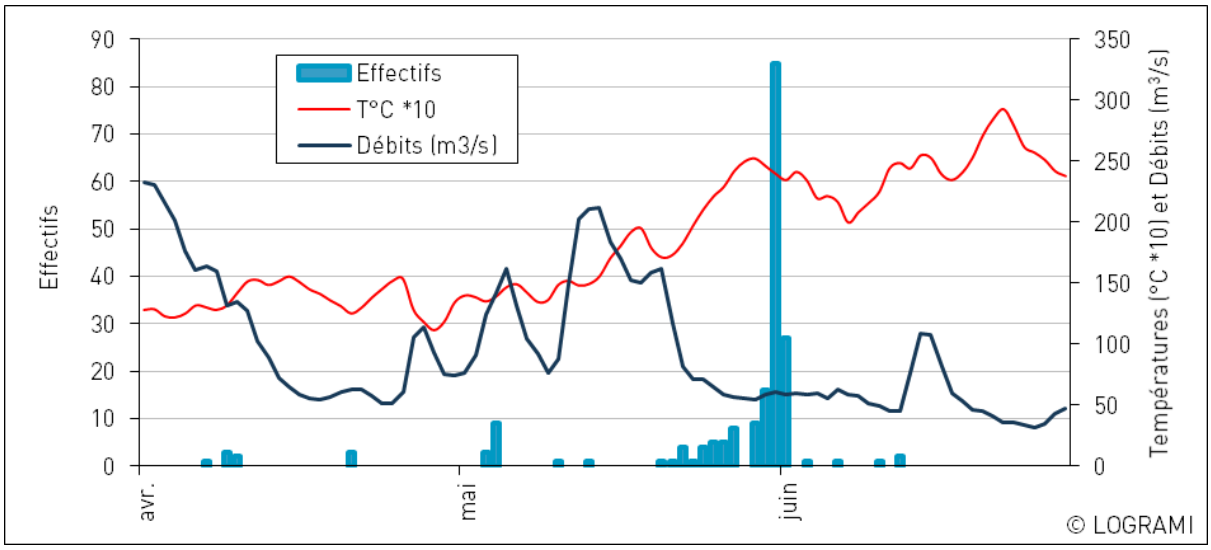
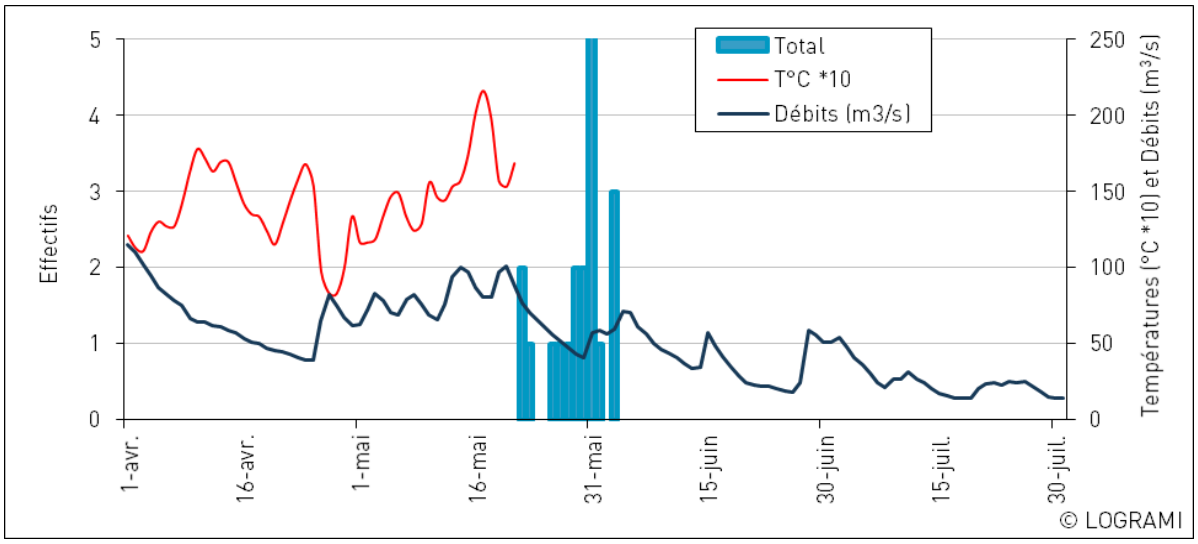


Figure 166 : Passages journaliers d'aloses à Decize en relation avec la température de l'eau et les débits de la Loire amont à Nevers en 2017

A la station de Vichy sur l'Allier, nous constatons que l'activité migratoire débute lorsque les températures de l'eau dépassent 16°C (Figure 167). La période de migration s'étale sur 13 jours entre le 22 mai et la 3 juin. Le pic de migration a lieu le 31 mai avec 6 aloses franchissant l'ouvrage (soit 30 % de l'effectif).



**Manque de données Température entre le 22 mai et le 26 juillet*

Figure 167 : Passages journaliers d'aloses à Vichy en relation avec la température de l'eau et les débits de l'Allier à St Yorre en 2017

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 à partir de la fin du mois de mars. La majorité des passages a lieu durant le mois d'avril durant lequel la température se stabilise au-dessus de 10 °C. 78 % des passages ont ainsi eu lieu entre le 28 mars et le 16 avril. **Le pic de migration a lieu le 30 mars avec le passage de**

108 lamproies dans la même journée (soit 10 % de l'effectif annuel). Du 17 avril au 5 mai, seulement 36 lamproies ont été comptées (Figure 168). Les années précédentes, la majorité des individus migraient durant cette période.

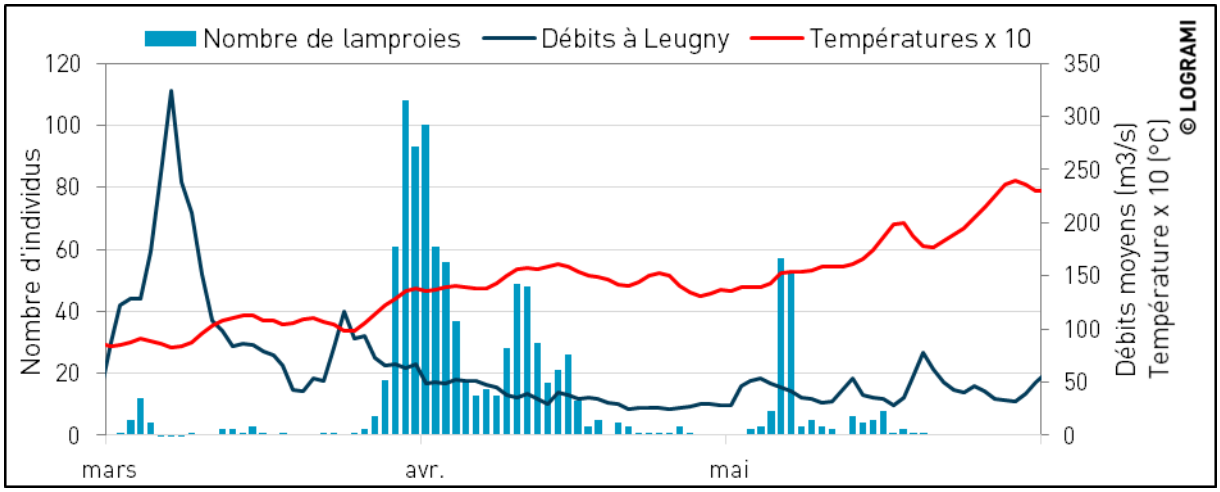


Figure 168 : Passages journaliers de lamproies marines à Descartes en relation avec la température de l'eau et les débits de la Creuse à Leugny en 2017 (n=1 050) (Source hydro : SPCVCA – Centre de Poitiers / Hydro – MEDD/DE)

A la station de **Châtellerault sur la Vienne,** les passages sont très faibles durant toute la période de migration, seul un pic journalier dépasse les 20 individus (le 3 avril avec 21 individus, soit 12 % de l'effectif). Ils deviennent rares et discontinus dès le 15 avril, seulement 11 lamproies sont comptées après cette date (Figure 169). Habituellement, la migration s'intensifie après cette date.

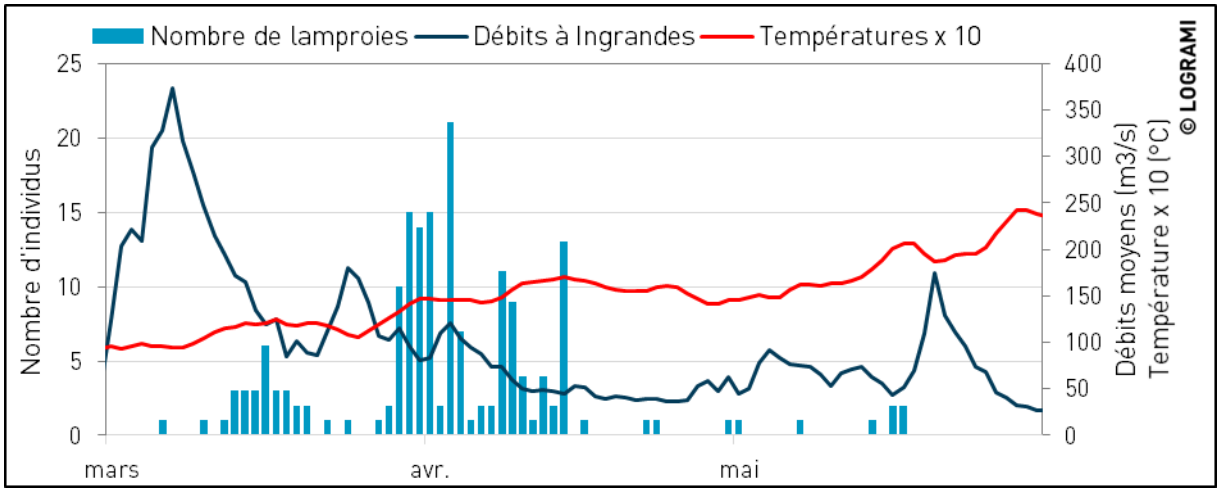


Figure 169 : Passages journaliers de lamproies marines à Châtellerault en relation avec la température de l'eau et les débits de la Vienne à Ingrandes-sur-Vienne en 2017 (n=177) (Source hydro : SPCVCA – Centre de Poitiers / Hydro – MEDD/DE)

Sur la Loire à Decize, une seule lamproie a été comptabilisée à la station le 2 avril 2017 avec une température de la Loire de 12 °C. A noter, comme pour le premier passage d'alose à Decize cette année, le passage de la lamproie marine est le plus précoce jamais comptabilisé depuis le début des suivis en 1998.

4.4.2.3 Passages journaliers des saumons atlantiques

Sur la Creuse à Descartes, les deux premiers saumons ont été comptés fin novembre 2016. Les individus suivants n'ont été observés que début février. La migration s'est par la suite intensifiée jusqu'à la fin du mois de mai. Les pics journaliers de migration sont de faibles intensités, le maximum de passages

en un jour étant de 5 saumons (le 2 mars) (Figure 170). Un seul saumon a été compté durant le mois de juin. Les températures très élevées ont probablement été fatales aux autres individus présents sur le bas du bassin versant.

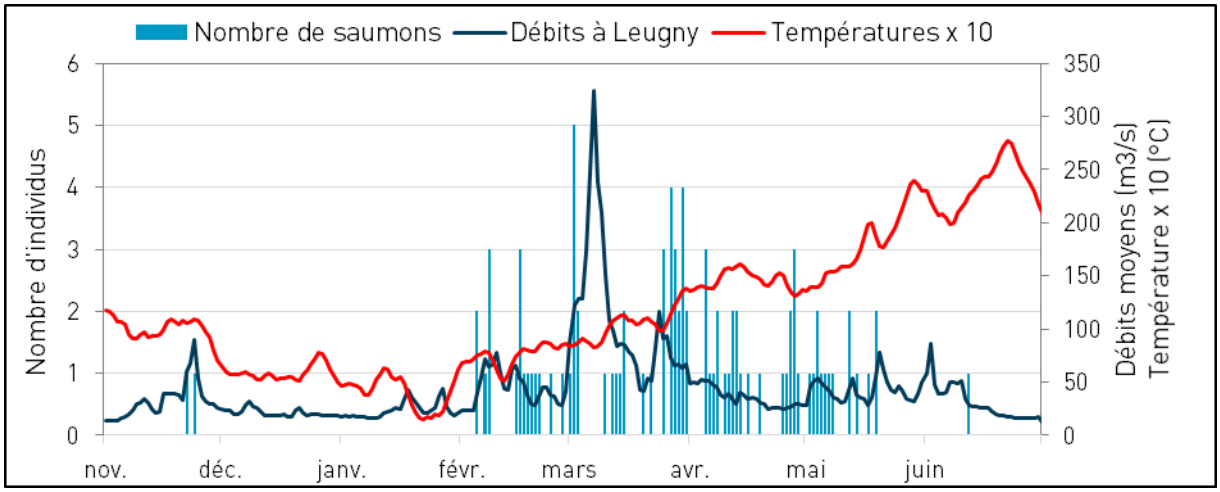


Figure 170 : Passages journaliers de saumons à Descartes en relation avec la température de l'eau et des débits de la Creuse à Leugny en 2016 (n=111) (Source hydro : SPCVCA – Centre de Poitiers / Hydro – MEDD/DE)

Sur la Vienne à Châtellerault, le premier saumon a été observé le 15 février, le dernier le 31 octobre. Les passages sont diffus durant toute la période de migration. Aucun pic de migration ne peut être dégagé compte tenu de l'effectif très faible de l'année (8 individus comptés en 2017).

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 9,5 °C et 24,2 °C. La migration s'est vue coupée en deux par l'augmentation des débits de la Loire fin mars.

L'essentiel des passages a lieu entre le 13 et la 29 avril avec 14 individus comptabilisés (soit 66,6% de l'effectif total). Le pic de migration journalier est enregistré le 25 avec 3 individus observés. Après cette période, les passages de saumons au mois de mai sont discontinus et faibles (4 individus).

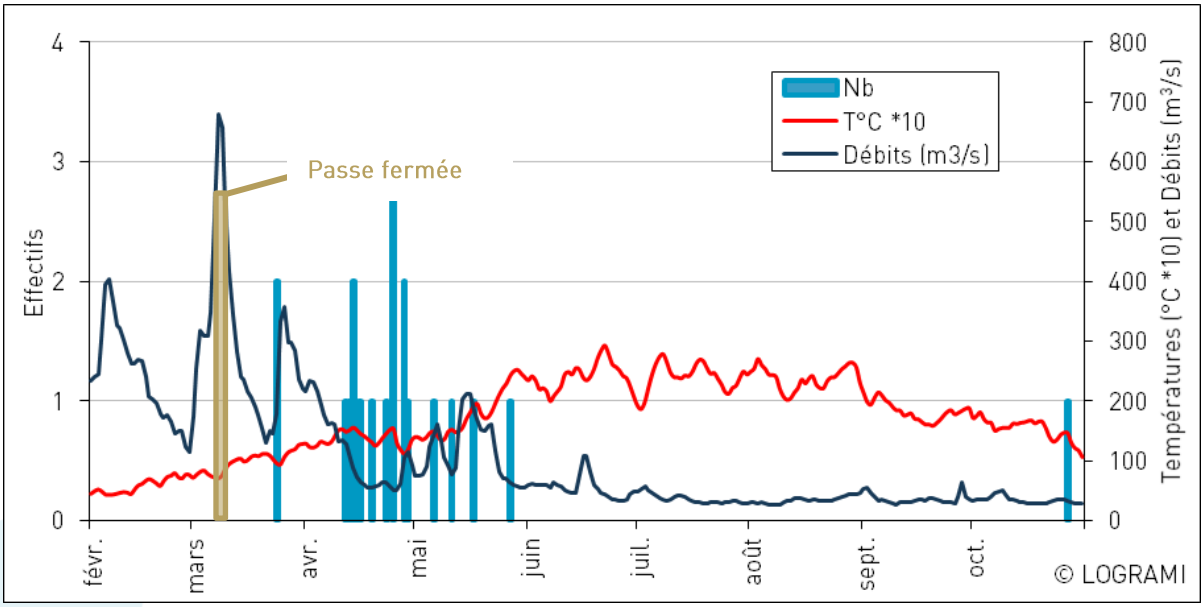
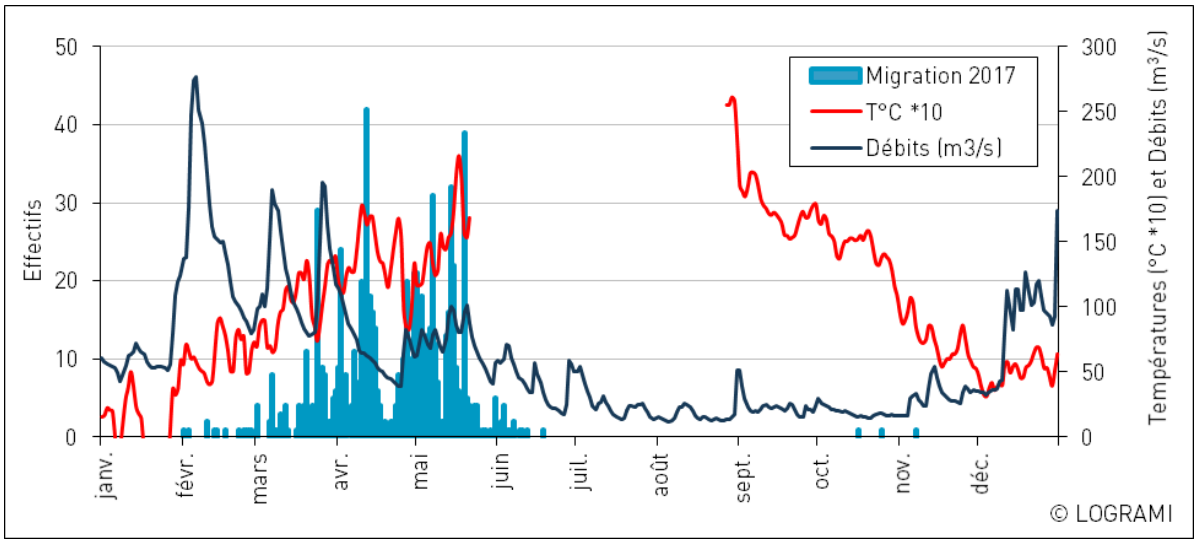


Figure 171 : Passages journaliers de saumons à Decize en relation avec la température de l'eau et les débits de la Loire amont à Nevers en 2017

Sur l'Arroux à Gueugnon, le premier saumon a été observé le 30 avril, le dernier le 13 mai. Les passages sont concentrés sur une période de 13 jours. Un pic journalier de 2 individus peut tout de même être noté le 3 mai. Les remontées des saumons se sont déroulées avec des températures de l'eau comprises entre 12,7 °C et 13,7 °C.

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 172).



**Manque de données Température entre le 22 mai et le 26 juillet*

Figure 172 : Passages journaliers de saumons à Vichy en relation avec la température de l'eau et les débits de l'Allier à St Yorre en 2017

Pendant la phase de migration printanière, l'analyse de l'évolution du flux migratoire permet de dégager trois périodes de forte activité migratoire. Les périodes de forts passages observés du 20 au 27 mars (69 individus), du 6 avril au 16 avril (145 individus) et du 26 avril au 20 mai (353 individus) représentent 75,2 % de la cohorte. Le pic journalier est le 12 avril avec 42 passages enregistrés.

Cependant, une crue printanière avoisinant les 200 m³/s le 26 mars a ralenti l'activité de migration. L'activité a également été ralentie par une chute brutale des températures de 7°C mi-avril. En effet, la température de l'Allier est passée en 14 jours de 15,2 °C à 8,2 °C

Pendant la phase de migration automnale, seulement 3 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 8,6 °C et 15,2 °C.

A Langeac sur l'Allier, les 103 saumons dénombrés dans les passes à poissons du barrage et de l'usine, représentent 15,3 % des saumons comptabilisés à Vichy (déduction faite des 81 saumons capturés à Vichy et transportés à la salmoniculture de Chanteuges). Les passages printaniers pour ce site sont faibles cette année (Figure 173) car la vidéo du barrage où une très forte majorité des comptages est réalisé, n'a pu être remise en service que le 18 mai, après les premiers passages de poissons. Le pourcentage de passages entre Vichy et Langeac est le plus faible de toutes les années, en partie pour cette raison.

Le premier saumon observé à Vichy situé 184 km plus en aval a lieu le 1er février soit plus de 3 mois plus tôt qu'à Langeac (7 mai). Cette observation du premier saumon à Langeac ne correspond pas à la

réalité de la migration, le premier saumon étant observé beaucoup plus tôt à Poutès (11 avril). Ce poisson, ainsi qu'un nombre inconnu de ses congénères a donc pu emprunter la passe du barrage de Langeac avant la mise en place de l'enregistrement de cet endroit le 18 mai, ou franchir le barrage lors de la crue de fin mars où les débits moyens journaliers atteignent 100 m³/s pendant 2 jours.

Les passages printaniers ne totalisent que 22 poissons des 103 saumons comptabilisés soit 21 % des contrôles de l'année. En 2016, plus de la moitié (88 /169 saumons) étaient pendant la période printanière.

Lors de la période de migration printanière, les saumons ont bénéficié de forts débits au cours du mois de mars, avec un pic de crue de 101 m³/s en fin de mois. 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.

Pendant la phase de migration automnale (qui inclut la totalité du mois de septembre), 81 individus ont été comptabilisés à la station de Langeac, uniquement au barrage. La centrale de l'usine étant arrêté du mois de juin au mois de novembre, elle ne constituait pas un attrait pour les migrateurs. Comme en 2016, les faibles débits rencontrés pendant cet intervalle n'incitaient pas la reprise de migration des saumons (Figure 173). 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 sous le seuil de 14 °C.

Lors du pic de passage des saumons du 5 novembre, la température de l'eau n'est que de 9,1 °C.

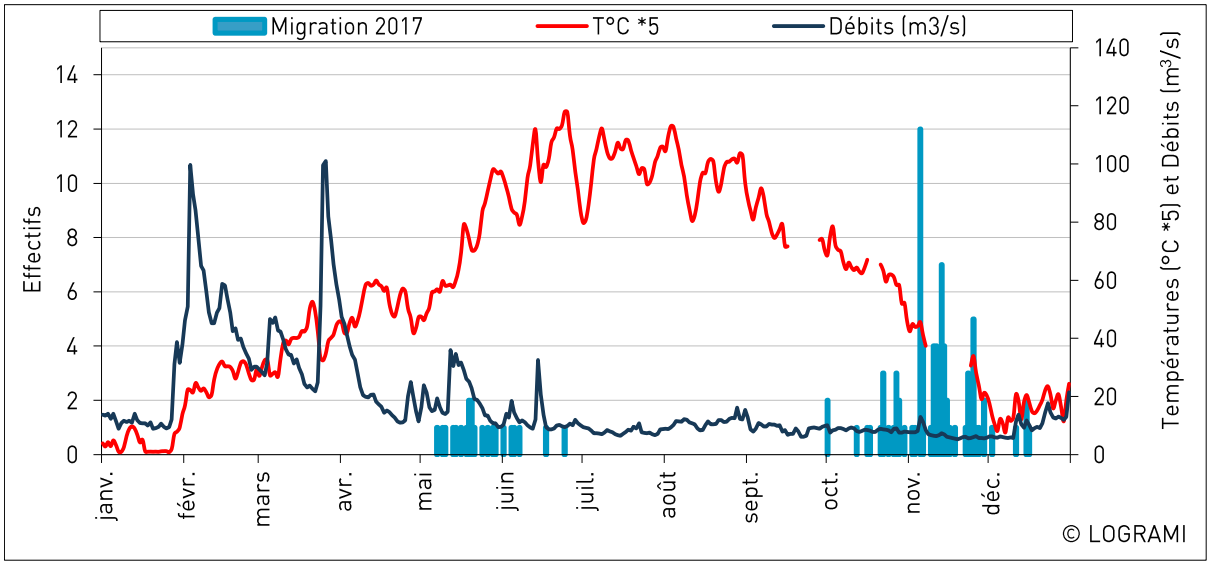


Figure 173 : Passages journaliers de saumons à Langeac en relation avec la température de l'eau et les débits de l'Allier à Langeac en 2017

A Poutès sur l'Allier, les 28 saumons observés dans l'ascenseur ne représentent que 4,2 % des saumons comptabilisés à Vichy ; et 27,2 % des passages dénombrés à Langeac (déduction faite des 81 saumons capturés à Vichy et transportés à la salmoniculture de Chanteuges). Ces chiffres sont très inférieurs aux données historiques avec en moyenne 12 % des passages de Vichy. Ils sont les seconds plus faibles pourcentages (après 2009, 3,2 %) depuis le début du suivi en continu à la station de Vichy en 1997.

Deux périodes d'abaissement de la retenue pour permettre la dévalaison barrage baissé et pour le curage de la retenue en vue des futurs travaux de reconfiguration ont eu lieu respectivement du 25 février au 10 avril et du 9 juin au 18 septembre.

Les passages printaniers (jusqu'au 31 aout) pour cette station sont proportionnellement importants par rapport aux années passées. Ils représentent 50 % des passages annuels. Ces 14 saumons sont dénombrés au cours de 9 journées entre le 11 avril et le 21 mai. Notons que le premier saumon remontant l'ascenseur est observé le lendemain de la remontée de la retenue et remise en service de l'ascenseur. Depuis 1986, les passages au printemps ne représentent que 28,2 % (+/-20) des passages de l'année en moyenne. Le premier saumon observé à Poutès a lieu 26 jours avant le premier passage observé à Langeac situé 32,4 km plus en aval. Ce constat qui pourrait paraître aberrant est lié aux possibilités de passage par le barrage lors de crues, et surtout à la remise en service tardive de la station de comptage au barrage de Langeac.

Pendant la phase de migration automnale (qui inclut la totalité du mois de septembre), 14 individus ont été comptabilisés à la station de Poutès dont la migration était étalée sur 12 journées.

Au cours de l'année, aucun pic de passage journalier n'est observé, les passages étant très diffus sur 21 jours.

L'absence de déversement après le 7 avril 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 Vichy, Langeac et Poutès.

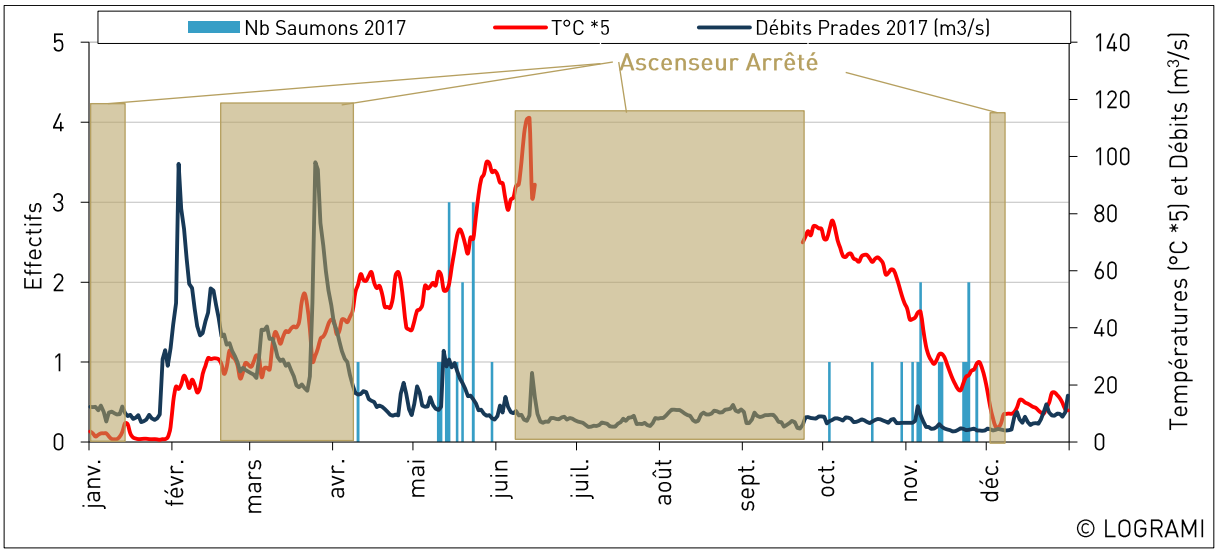


Figure 174 : Passages journaliers de saumons à Poutès en relation avec la température de l'eau et les débits de l'Allier à Prades en 2017

4.4.2.4 Passages journaliers des anguilles

Sur la Vienne à Châtellerault, la migration des anguilles a débuté mi-mai lorsque les débits de la Vienne ont augmenté (passant de 56 m³/s à 175 m³/s entre le 15 et le 20 mai). Des individus sont observés régulièrement jusqu'au début du mois de juillet. Les passages journaliers restent très faibles durant cette période. Le pic de migration a eu lieu le 24 juin, avec seulement 5 anguilles comptabilisées (soit 9 % de l'effectif annuel). Aucun passage n'a été observé pendant l'été, les deux derniers individus ont été comptés début septembre (Figure 175).

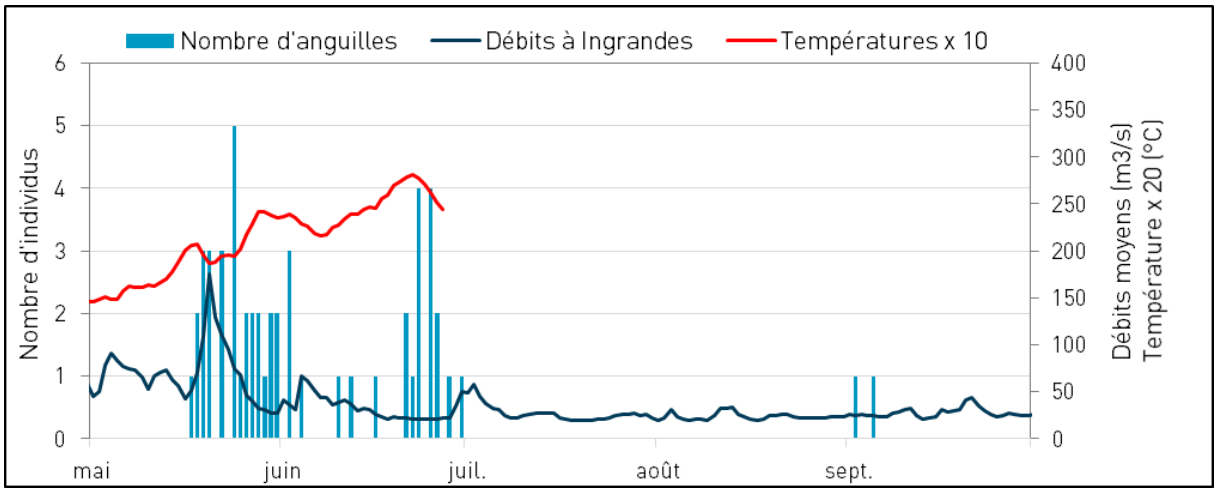


Figure 175 : Passages journaliers d'aguilles à Châtellerault en relation avec la température de l'eau et les débits de la Vienne à Ingrandes-sur-Vienne en 2017 (n=53) (Source hydro : SPCVCA – Centre de Poitiers / Hydro – MEDD/DE)

4.5. Comportement nycthéméral 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 nycthémérales 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 (*Universal Time Coordinated*). 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 UTC (Figure 176).

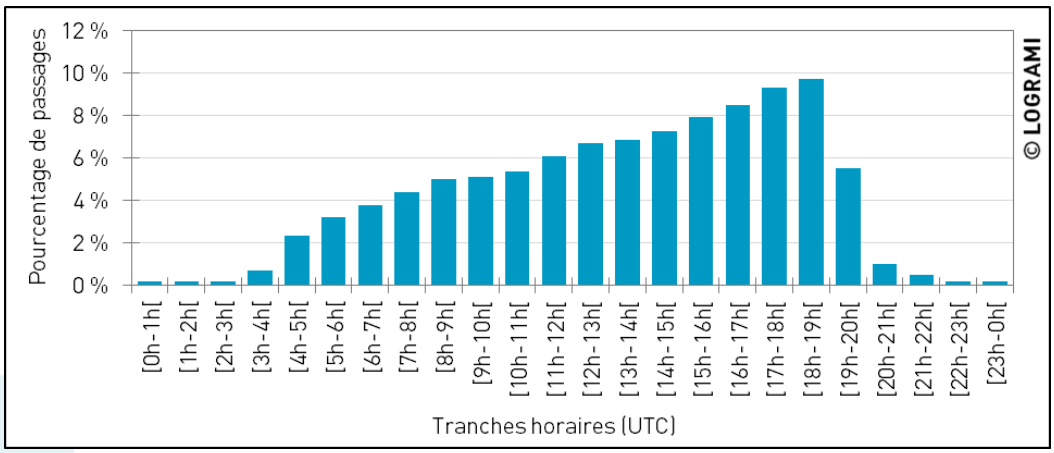


Figure 176 : Passages horaires des aloses aux stations de comptage du bassin de la Loire (n= 122 999)

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 177).

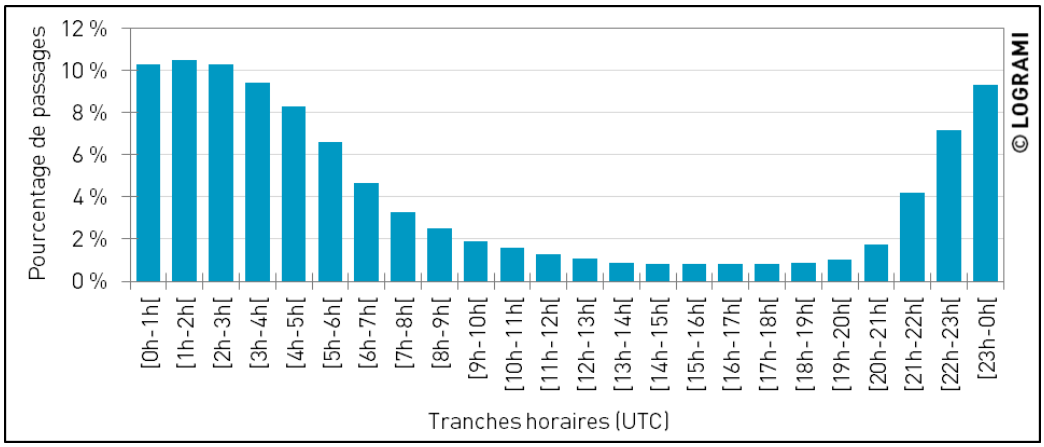


Figure 177 : Passages horaires des lamproies marines aux stations de comptage du bassin de la Loire (n=498 431)

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 178). 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.

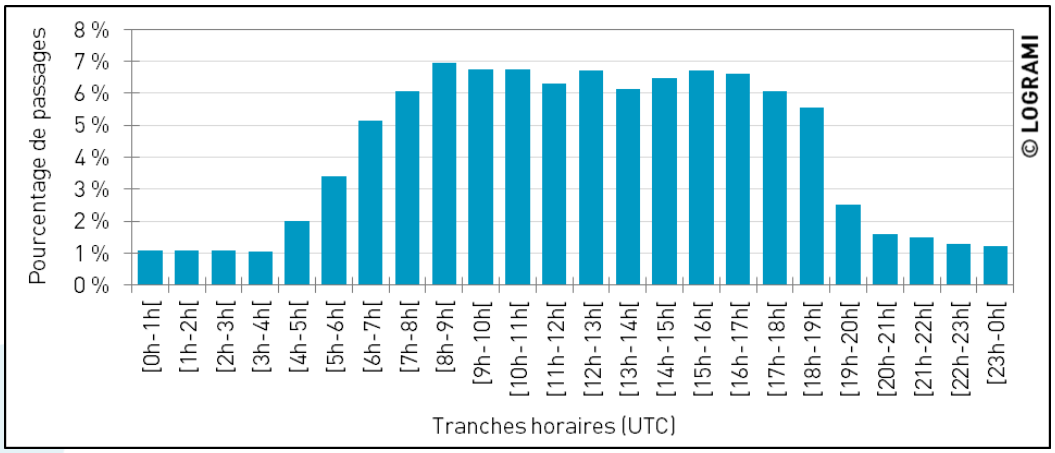


Figure 178 : Passages horaires des saumons aux stations de comptage du bassin de la Loire (n=14 315)

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 3 h 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 179).

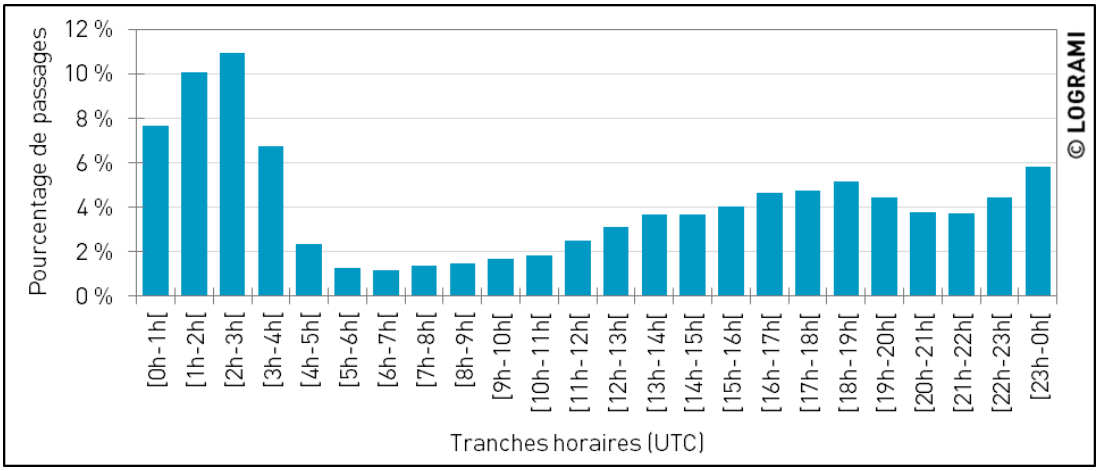


Figure 179 : Passages horaires des anguilles à la station de comptage de Châtellerault (n=27 350)

4.5.5. Rythme horaire de migration des mulets porcs

La migration des mulets porcs sur le bassin de la Vienne est diurne : 95 % des passages ont lieu entre 5h et 20h UTC. Aucune préférence horaire n'est distinguable. Les passages sont globalement similaires tout au long de la journée (Figure 180).

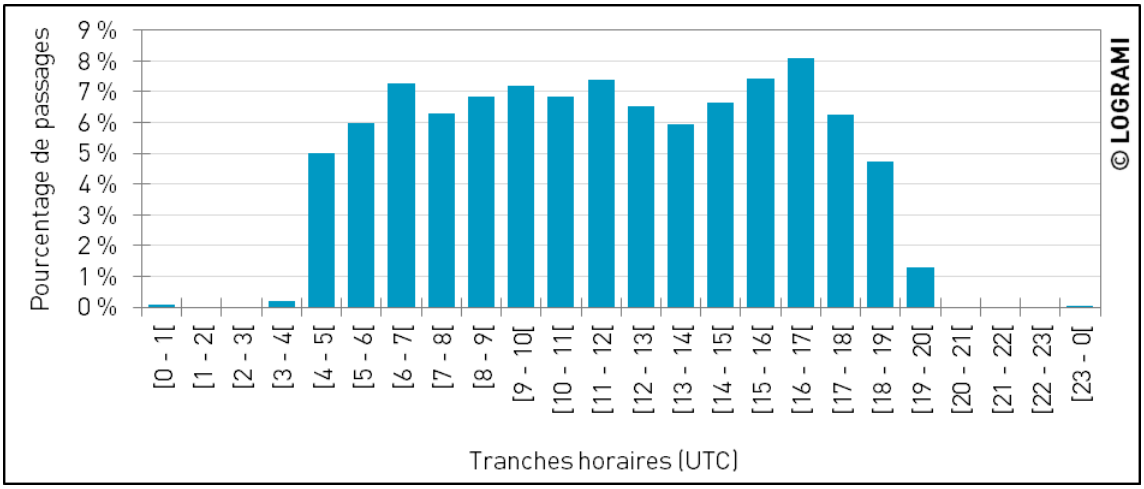


Figure 180 : Passages horaires des mulets porcs aux stations de comptage du bassin de la Vienne (n=3 983)

4.6. Conclusion

Le réseau de suivi des migrations se compose de dix stations de comptage installées le long des principaux axes de migration du bassin de la Loire. En 2017, les systèmes de comptage ont tous été opérationnels avec un taux moyen de fonctionnement de 91 % +/- 18. Quelques comptages de poissons ont toutefois pu être manqués à Saint Pourçain sur Sioule, avant le mois de mars, à Descartes durant une partie du mois de juillet ainsi qu'à Vichy et Roanne lors de brèves coupures de courants. A Langeac, aucun enregistrement n'a pu être réalisé au barrage avant le 18 mai 2017.

Les premières aloses sont contrôlées généralement sur la Creuse à Descartes. Il s'agit de la station de comptage la plus proche de l'estuaire. Malgré une distance à l'océan plus importante, la période de migration des aloses à Decize sur la Loire est proche de celle de Châtellerault sur la Vienne.

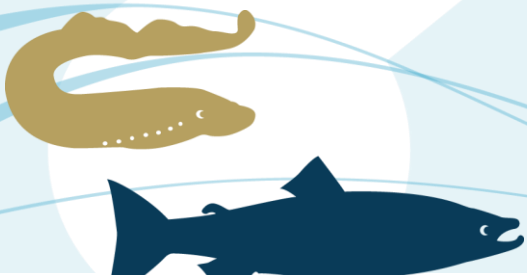
Alors que la période de migration 2017 des aloses fut plus tardive à Descartes et à Decize que celles des années précédentes, elle est dans la moyenne pour les stations de comptage de Châtellerault et de Vichy.

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 : entre les stations du bassin de la Vienne et celles de Decize (11 jours) et de Vichy (13 jours). La logique d'une arrivée plus précoce aux stations situées sur l'aval du bassin de la Loire est respectée.

Pour la lamproie marine, un décalage important est à noter entre les deux stations les plus aval (Descartes et Châtellerault) et celles situées plus en amont (Decize et Vichy). L'amplitude totale de la période de migration est, comme pour l'alose, beaucoup plus importante sur les stations de comptage situées à l'aval.

En 2017, seulement une lamproie a été observée aux stations de comptage amont. Les rythmes de migration aux deux stations du bassin de la Vienne sont globalement similaires. Les périodes sont très précoces par rapport aux années précédentes. La moitié de la migration a été atteinte 1 mois plus tôt que les années précédentes.

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. La période de migration varie suivant l'âge de mer des saumons, chaque classe d'âge ayant une période spécifique de migration dans l'année. La période hivernale et printanière est ainsi plus propice aux individus de tailles importantes. Les poissons d'un an de mer arrivent plus tardivement sur le bassin. 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. Les passages aux stations de comptage de Langeac et de Poutès ont en majorité lieu en automne, avant le début de la reproduction.



En 2017, 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 : 29 jours entre Descartes et Vichy et 160 jours entre Vichy et Poutès.

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 nycthéméraux.

Ainsi le saumon atlantique, les aloses et les mulets porcs ont une migration diurne. Pour le saumon et le mulet, l'activité est similaire durant toute la journée, alors que pour l'alose elle s'intensifie en fin d'après-midi. Les déplacements de la lamproie marine et de l'anguille sont majoritairement nocturnes, avec des pics d'activité en milieu de nuit.



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. 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 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**.

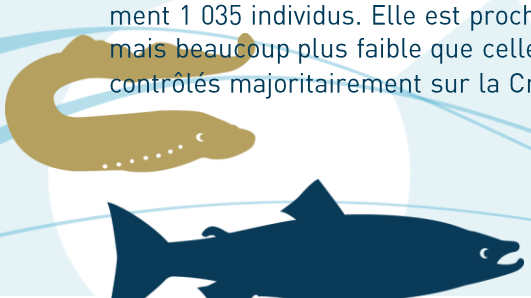
5.1.1. Effectifs des migrants aux stations de comptage

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'alose feinte). **Les résultats des comptages ne sont donc pas détaillés par espèce mais regroupés pour le genre *Alosa*.**

En 2017, la population d'aloses comptabilisée sur l'ensemble des stations de comptage totalise seulement 1 035 individus. Elle est proche de la moyenne des huit dernières années (1 628 +/- 709 aloses) mais beaucoup plus faible que celle de l'année 2007 (30 819 aloses). Ces très faibles effectifs ont été contrôlés majoritairement sur la Creuse avec 63 % du contingent d'aloses dénombrés à la station de



Descartes. Le reste s'est réparti sur la Vienne et la Loire (respectivement 17 % à Châtellerault et 19 % à Decize). Les effectifs comptabilisés à Vichy sur l'Allier sont très faibles, représentant seulement 2 % de la population (Figure 181). Une alose a été observée plus en amont à Roanne sur la Loire et une autre à Gueugnon sur l'Arroux.

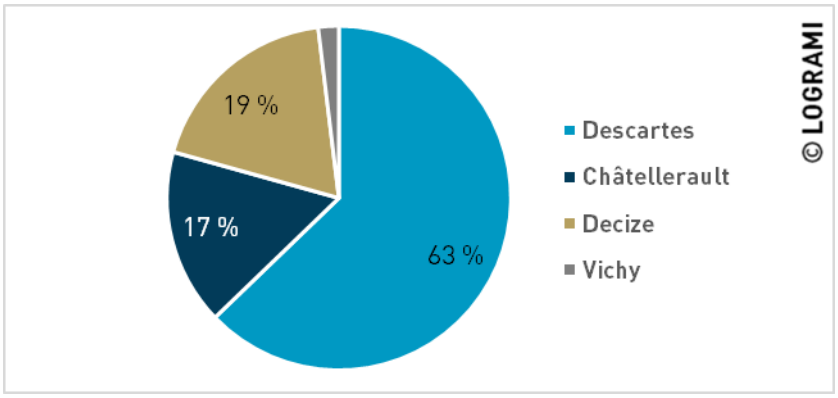


Figure 181 : Répartition des effectifs d'aloses aux stations de comptage du bassin de la Loire en 2017

Depuis la mise en service de la station de Descartes en 2007, la population d'alose se répartit selon deux groupes sur le bassin de la Loire. Le premier est contrôlé sur le bassin de la Vienne (station de Châtellerault et de Descartes qui représentent 60 % des passages) tandis que le second est recensé de long de l'axe Loire à la station de comptage de Decize (37 % des passages) (Figure 182). L'unité restante est contrôlée sur l'axe Allier avec seulement 3 % (Station de Vichy).

La répartition des effectifs en 2017 est proche de celle des années précédentes : depuis 2007 en moyenne seulement 37 % (+/- 42) des aloses sont comptabilisés sur la Loire à Decize. La répartition au sein du bassin de la Vienne est disproportionnée par rapport à l'historique : en 2017, 79 % des aloses ont été comptées à Descartes et 21 % à Châtellerault alors que les années précédentes les proportions entre les deux stations sont similaires (30 % (+/- 28) sur la Creuse et 30 % (+/- 30) sur la Vienne).

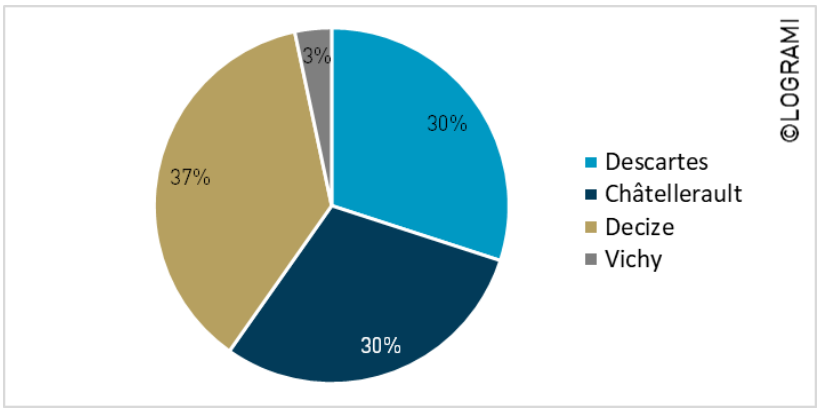


Figure 182 : Répartition des effectifs d'aloses aux stations de comptage du bassin de la Loire depuis 2007

Descartes

Au barrage de Descartes sur la Creuse, 650 aloses ont été comptabilisées en 2017. Cet effectif, est du même ordre de grandeur que la moyenne des huit dernières années (570 +/- 432 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 183).

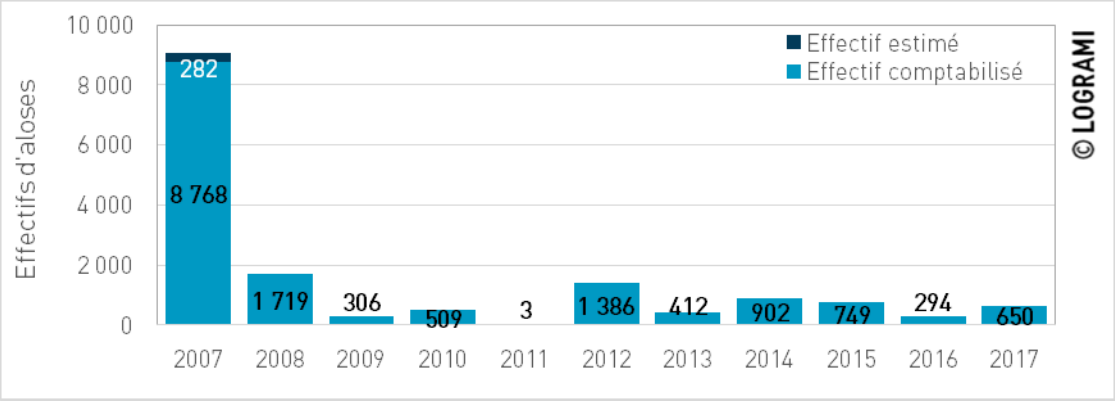


Figure 183 : Bilan des passages d'aloses à la station de comptage de Descartes depuis 2007

Châtellerault

Sur la Vienne, 171 aloses ont franchi le barrage de Châtellerault en 2017. Cet effectif est bien inférieur à la moyenne des huit dernières années (474 +/- 221 aloses) et beaucoup plus faible que la moyenne historique depuis 2004 (2 273 +/- 2 901 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 184).

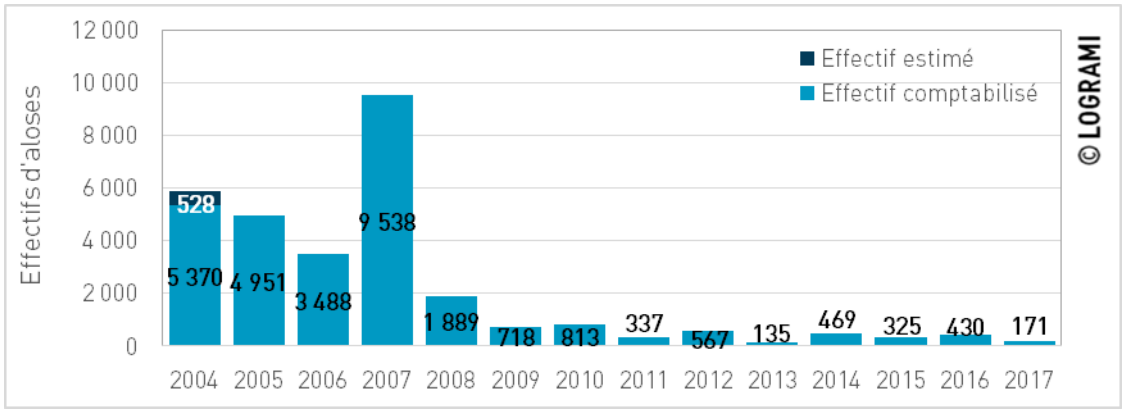
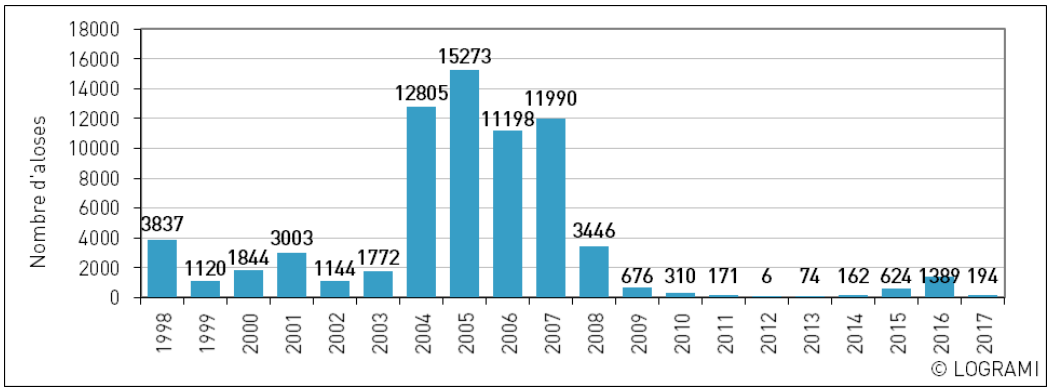


Figure 184 : Bilan des passages d'aloses à la station de comptage de Châtellerault depuis 2004

Decize

Au barrage de Decize sur la Loire amont, 194 aloses ont été comptabilisées en 2017. Depuis le comptage exhaustif annuel des individus débuté en 2009, en moyenne 426 aloses ont été contrôlées (+/- 352 aloses) (Figure 185). Ces effectifs sont bien inférieurs à la moyenne interannuelle de 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 185 : Bilan des passages d'aloses à la station de comptage de Decize depuis 1998

Gueugnon

Une alose a été comptabilisée en 2017 à la station de comptage de Gueugnon (Figure 186). Cela faisait 7 ans qu'aucun géniteur avait été observé à cette station.

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.

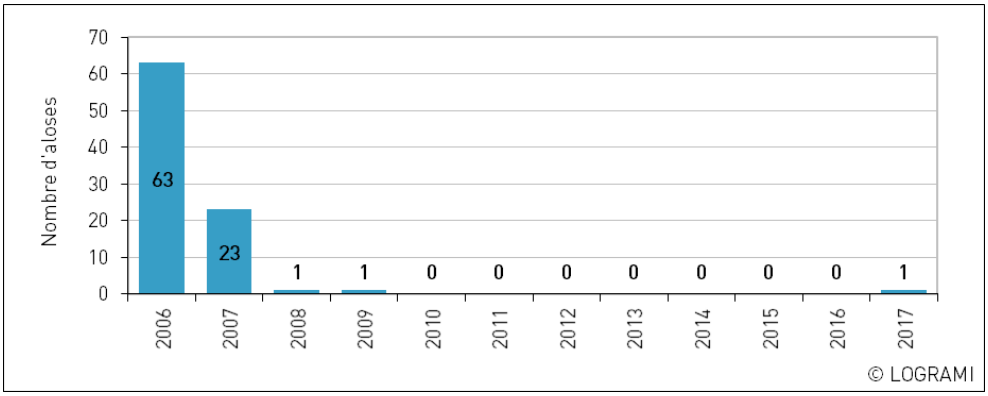


Figure 186 : Bilan des passages d'aloses à la station de comptage de Gueugnon depuis 2006

Vichy

A la station de comptage de Vichy sur l'Allier en 2017, 20 aloses ont été comptabilisées (Figure 187). 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.

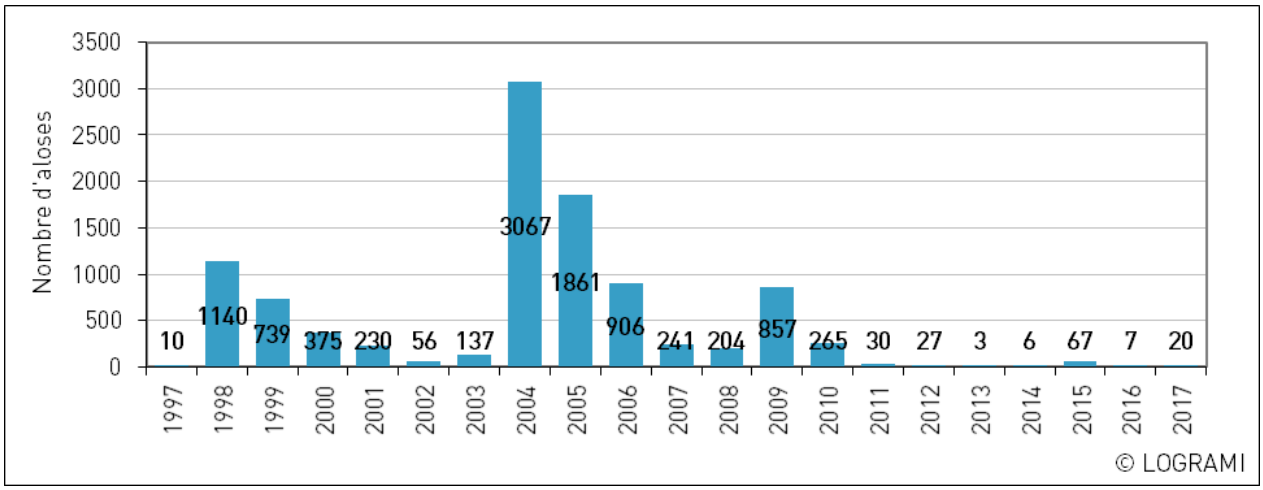


Figure 187 : Bilan des passages d'aloses à la station de comptage de Vichy depuis 1997

Roanne

Une alose a été observée le 22 mai 2017 à la station de comptage de Roanne. Depuis l'ouverture de la station de comptage en 2012, une seule alose avait été comptabilisée le 13 juin 2013.

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 1 228 lamproies a été dénombré aux stations de comptage en 2017. L'espèce a été contrôlée quasi-exclusivement sur le bassin de la Vienne, avec 86 % des passages sur la Creuse à Descartes et 14 % sur la Vienne à Châtellerault (Figure 188). Seul 1 individu a été compté à Decize sur la Loire. Aucune lamproie n'est passée à Vichy sur l'Allier, à Gueugnon sur l'Arroux et à Roanne sur la Loire.

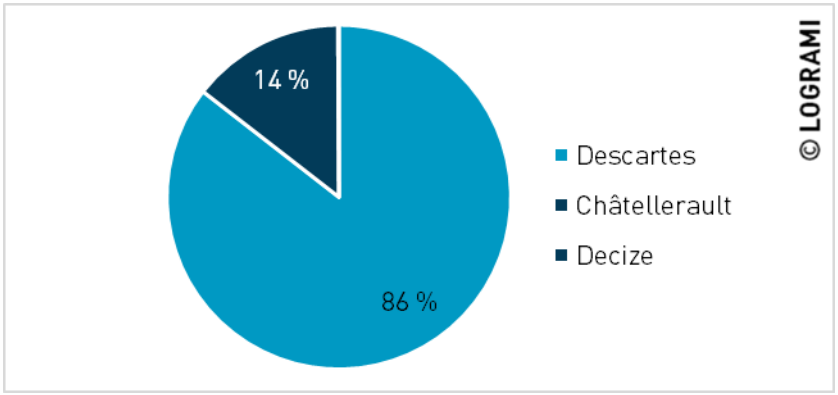


Figure 188 : Répartition des effectifs de lamproies marines aux stations de comptage du bassin de la Loire en 2017

Depuis 2007, la répartition est similaire : en moyenne 99,5 % (+/- 1,1) des lamproies sont observées aux stations de comptage du bassin de la Vienne (Figure 189). 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. La répartition au sein du bassin de la Vienne est cependant différente des autres années, les années précédentes les comptages sur la Vienne et la Creuse étaient en effet assez proches (en moyenne depuis 2007 46 % à Descartes et 53 % à Châtellerault).

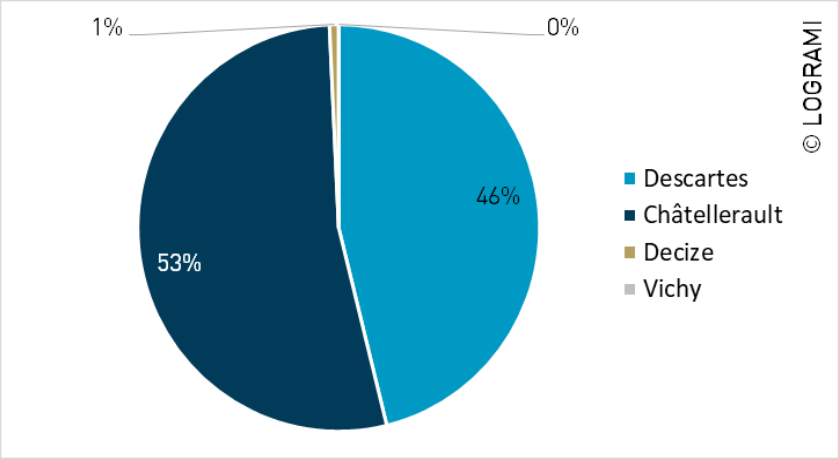


Figure 189 : Répartition des effectifs de lamproies marines aux stations de comptage du bassin de la Loire depuis 2007

Descartes

En 2017, seulement 1 050 lamproies marines ont franchi le barrage de Descartes. Cet effectif est le plus faible de l'historique, il est très éloigné de la moyenne des années précédentes (20 7011 +/- 13 350). La variabilité des effectifs d'une année à l'autre augmente l'écart-type de cette moyenne. Ces très faibles retours associés à l'absence de reconduction d'années à très forts effectifs est très inquiétante quant au devenir à long terme de la population sur le bassin de la Vienne. (Figure 190).

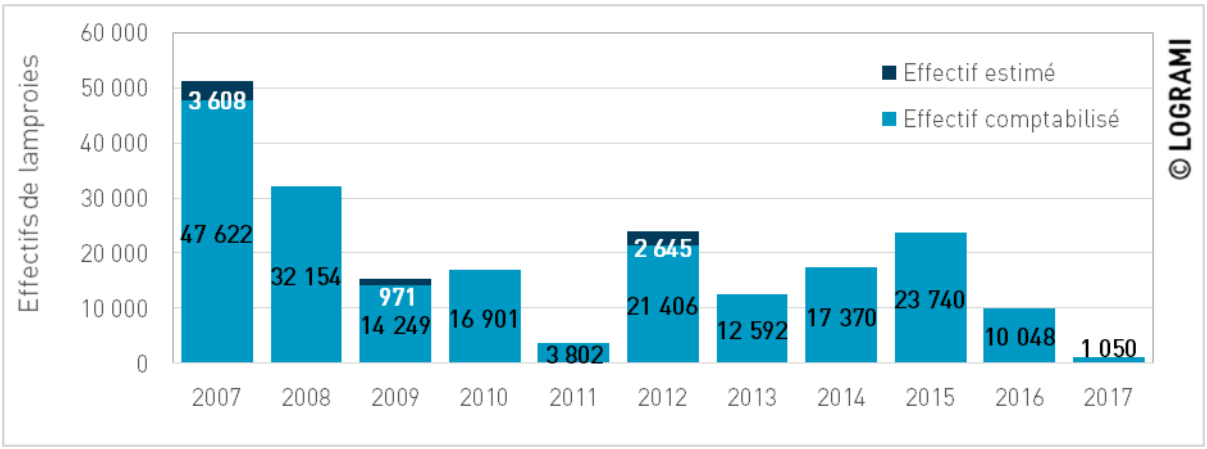


Figure 190 : Bilan des passages de lamproies marines à la station de comptage de Descartes depuis 2007

Une partie des 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.

Châtellerault

En 2017, seulement 177 lamproies marines ont été comptabilisées à Châtellerault. Il s'agit de l'effectif le plus faible depuis le début du suivi en 2004 (Figure 191). Cet effectif est beaucoup plus faible que la moyenne interannuelle (26 942 +/- 14 404). Tout comme à Descartes, ces résultats interrogent sur le devenir de l'espèce à long terme sur le bassin de la Vienne.

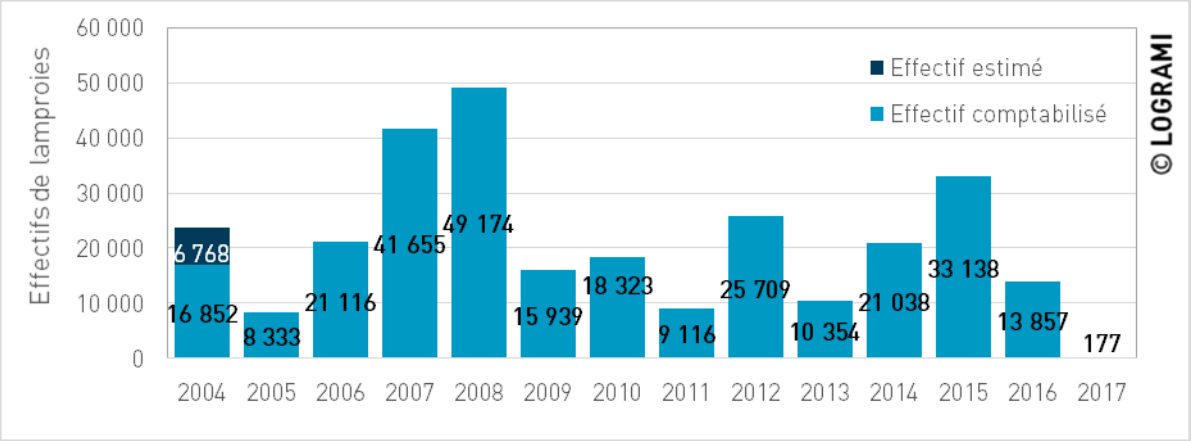
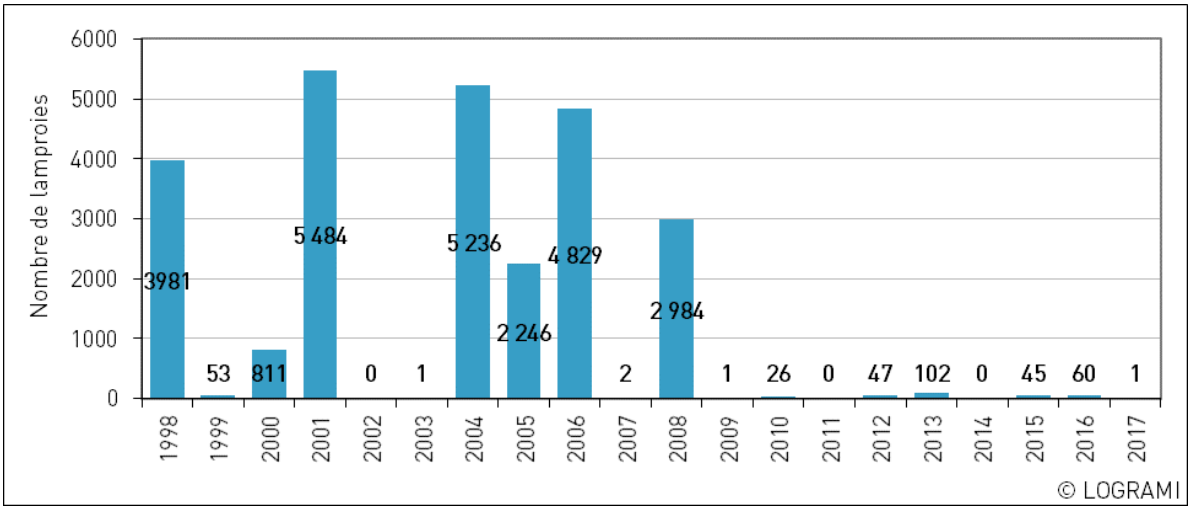


Figure 191 : Bilan des passages de lamproies marines à la station de comptage de Châtellerault depuis 2004

Decize

Depuis le début des comptages à la station de Decize en 1998, les effectifs varient de 0 à 5 484 individus (Figure 192). Les variations interannuelles sont très importantes. 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.

Depuis 2009, les effectifs sont très faibles avec une moyenne interannuelle de 31 individus (+/- 29). En 2017, 1 seule lamproie a été comptabilisée 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 192 : 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 2017 (Figure 193). 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.

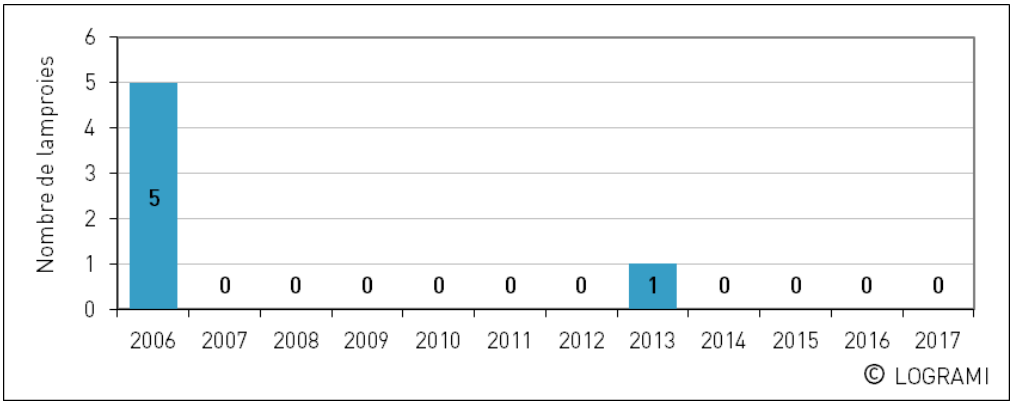


Figure 193 : Bilan des passages de lamproies marines à la station de comptage de Gueugnon depuis 2006

Vichy

Les effectifs contrôlés sur l'Allier à la station de Vichy depuis 1997 sont faibles et très variables (Figure 194). 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 10 ans, les passages moyens ne sont que de 3 individus (+/- 4 lamproies). En 2017, aucun individu n'a été contrôlé à la station de comptage de Vichy.

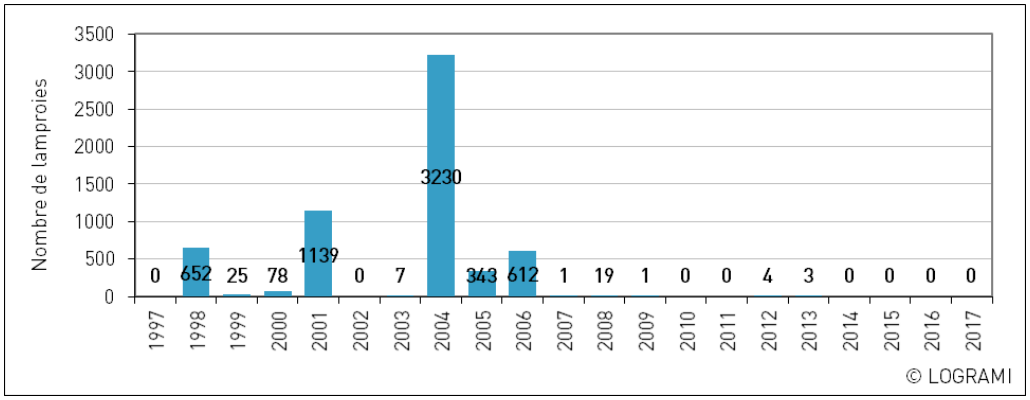


Figure 194 : Bilan des passages de lamproies marines à la station de comptage de Vichy depuis 1997

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, **tous les secteurs de reproduction se situent au-dessus des dispositifs de comptage.**

En 2017, 930 saumons ont été contrôlés sur le bassin de la Loire. Avec 81 % des passages, l'essentiel du contingent s'est orienté sur l'Allier. L'axe de migration secondaire est la Creuse qui a accueilli 10 % des saumons du bassin (Figure 195). 6 % de la population a été contrôlée sur la Sioule à la nouvelle station de comptage de Saint-Pourçain-Sur-Sioule. Enfin, quelques individus ont été observés sur la Loire à Decize (2 %) et sur la Vienne à Châtellerault (1 %). Les saumons comptés à Decize sont très certainement issus du programme de réintroduction mené sur le bassin de l'Arroux.

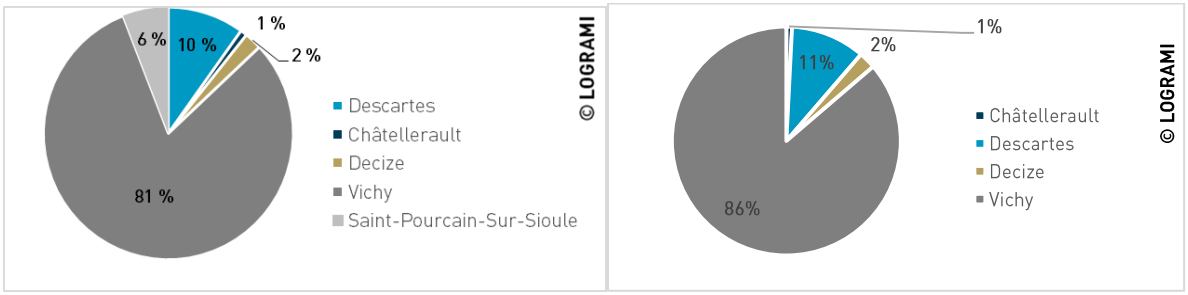


Figure 195 : Répartition des effectifs de saumons aux stations de comptage du bassin de la Loire en 2017 avec et sans la Sioule

La répartition des passages en 2017 (sans la Sioule) est similaire à celle des années précédentes (en moyenne depuis 2007, 12 % (+/- 3) des saumons s'engagent sur le bassin Creuse-Gartempe, 84 % (+/- 4) sur l'Allier et 2 % (+/- 1) sur la Loire amont (Figure 196).

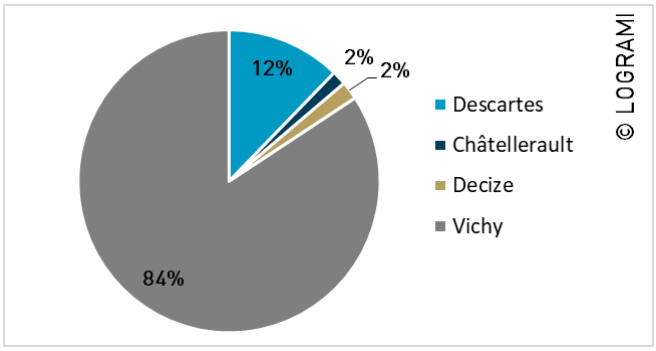


Figure 196 : Répartition des effectifs de saumons aux stations de comptage du bassin de la Loire depuis 2007

Descartes

Sur la Creuse, en moyenne 93 saumons (+/- 52) franchissent chaque année l'ouvrage de Descartes. Les effectifs ont fortement augmenté entre 2011 et 2016, avec une moyenne de 125 saumons comptabilisés (+/- 40). L'effectif de 2017 est très proche de la moyenne avec 92 individus observés (Figure 197).

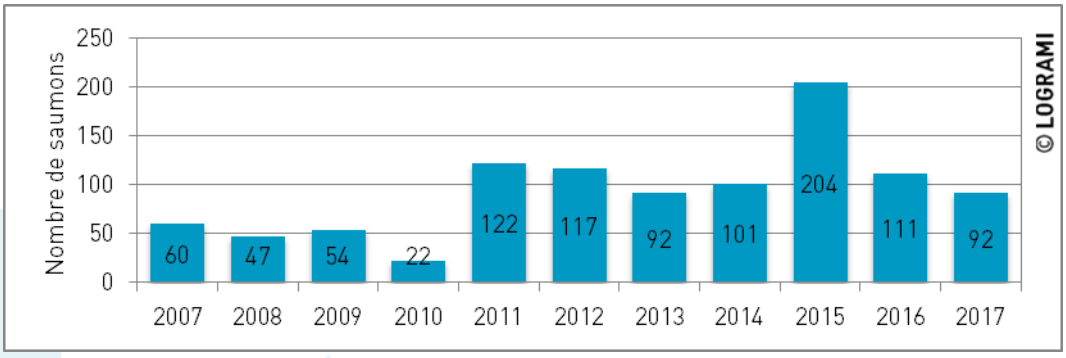


Figure 197 : Bilan des passages de saumons à la station de comptage de Descartes depuis 2007

Châteauponsac

Aucun saumon n'a été comptabilisé sur la Gartempe à Châteauponsac, 140 km en amont du barrage de Descartes. Il est cependant possible que des saumons soient passés lors d'une crue. Le compteur ne peut en effet pas déterminer si un passage a lieu lorsque l'eau est trop teintée.

Châtellerault

En 2017, 8 saumons ont franchi l'ouvrage de Châtellerault. Le nombre de saumons observés à cette station reste très faible et relativement stable (Figure 198).

La provenance des saumons comptés à Châtellerault 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.

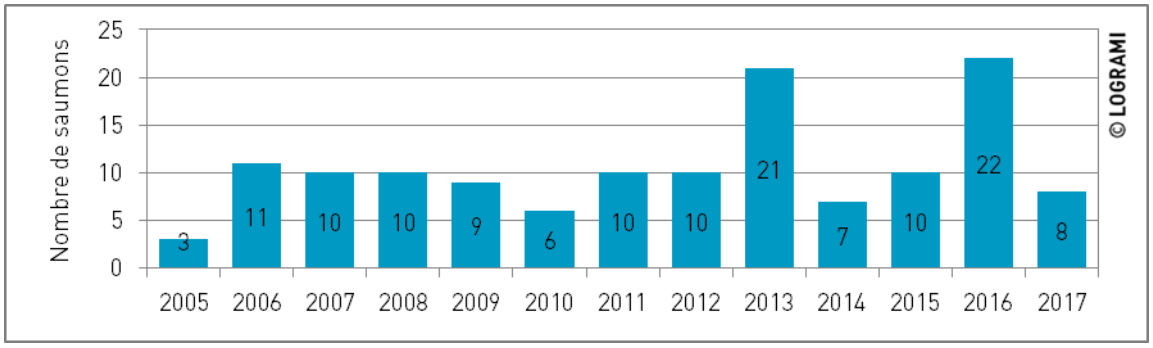
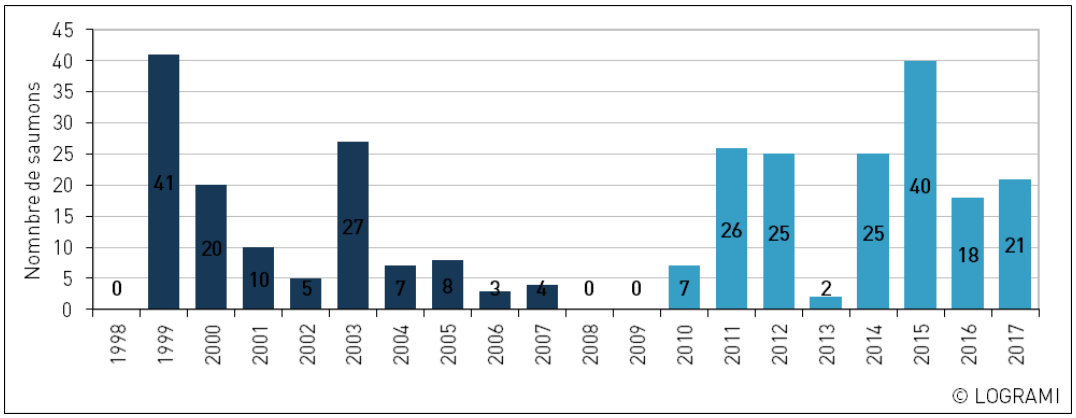


Figure 198 : Bilan des passages de saumons à la station de comptage de Châtellerault depuis 2005

Decize

Sur la Loire amont, à la station de comptage de Decize, en moyenne 14 saumons (+/- 11) franchissent chaque année l'ouvrage (Figure 199). 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 2009-2016 est de 18 individus +/- 11 individus contrôlés. Avec un effectif de 21 individus, l'année 2017 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 199 : 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 2017, 41 individus ont franchi la station de comptage (moyenne de 3 poissons +/-3) (Figure 200). En 2017, 6 saumons ont été comptabilisés à Gueugnon. 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.

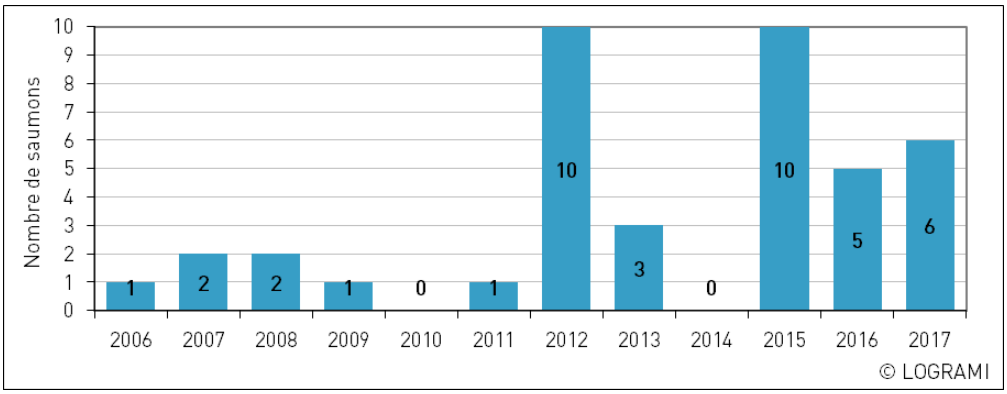


Figure 200 : Bilan des passages de saumons à la station de comptage de Gueugnon depuis 2006

Le contingent de saumons observé à Gueugnon en 2017 représente 29 % des effectifs totalisés à la station de comptage de Decize située à 74 km en aval. En moyenne depuis 2006, 23 % 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...).

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.

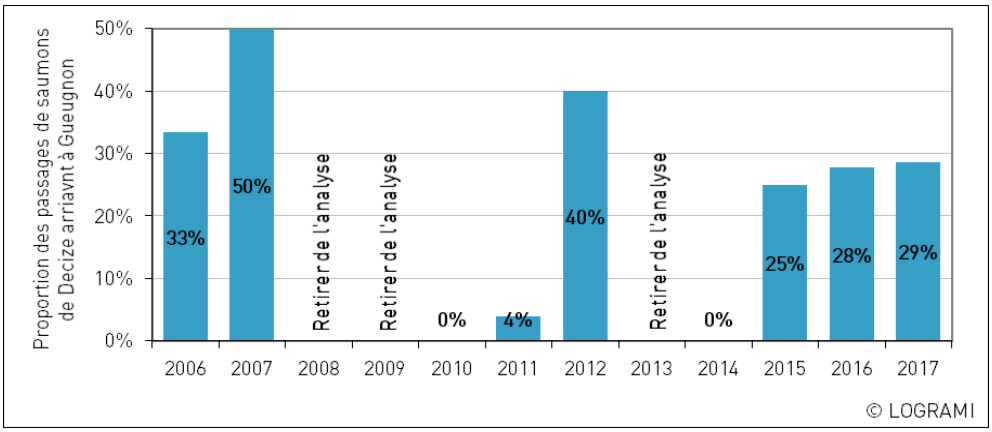


Figure 201: Proportion des saumons comptabilisés à la station de comptage de Decize arrivant à la station de comptage de Gueugnon depuis 2006

Vichy

Depuis le début de suivi de la station de comptage en 1997, la moyenne interannuelle s'élève à 612 individus +/- 217. 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 779 individus comptabilisés +/- 112. En 2017, 754 saumons ont été recensés à la passe de Vichy (Figure 202).

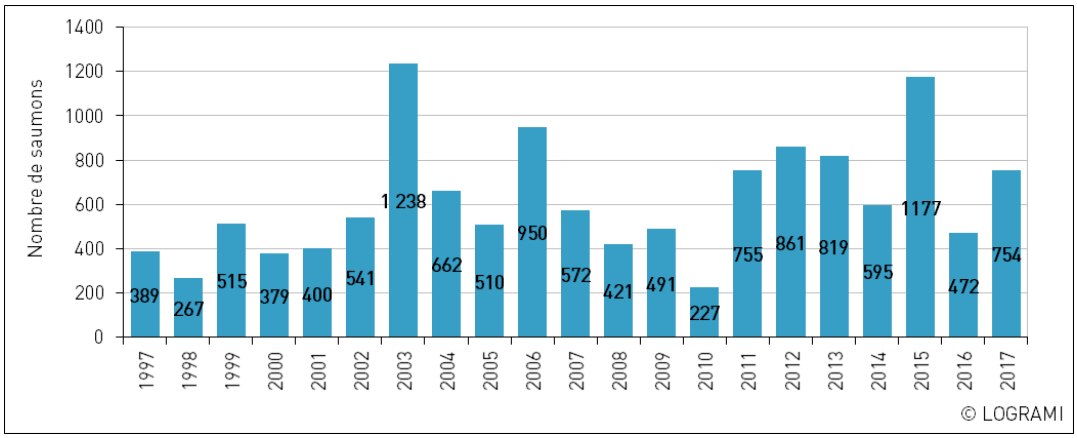


Figure 202 : Bilan des passages de saumons à la station de comptage de Vichy depuis1997

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. En 2017, 81 géniteurs ont été extraits de l'Allier pour le programme de déversement.

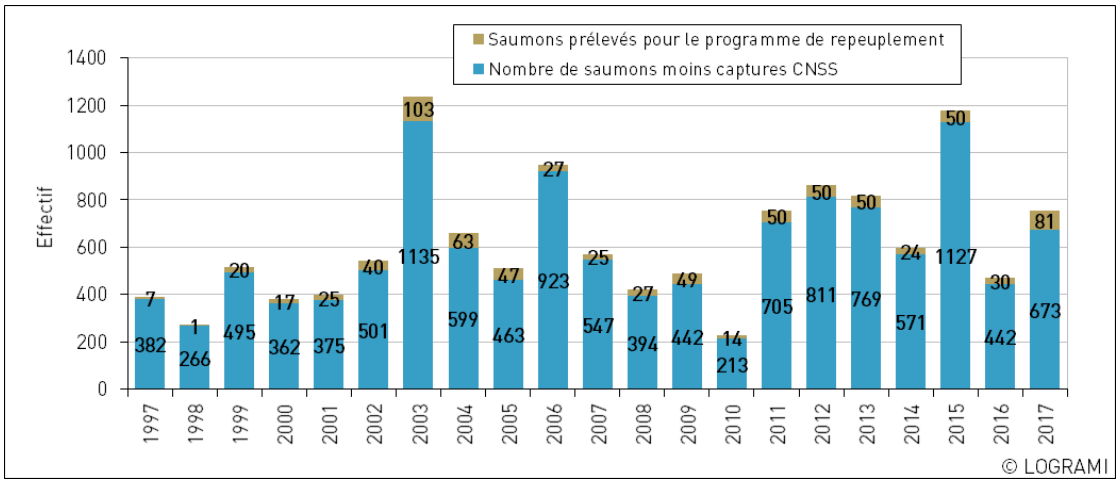


Figure 203 : Bilan des effectifs et des captures de saumons par le CNSS à la station de comptage de Vichy depuis 1997

Langeac

Les comptages à Langeac ont été menés de 2004 à 2008 puis stoppés pour des raisons de sécurité et de dégradation des locaux, et la suppression des liaisons électrique et vidéo. Les comptages ont repris en 2016.

Avec 103 saumons en 2017, les effectifs filmés au barrage et à l'usine ne représentent que 15,3 % des passages contrôlés à Vichy. Ce pourcentage est très en dessous de la moyenne interannuelle depuis 2004 (27,1% +/- 8,5). Cependant, il reflète un comptage partiel des saumons au barrage, avec un enregistrement au barrage qui n'a débuté que le 18 mai, après le passage des premiers saumons. L'effectif comptabilisé en 2017 n'est donc pas exhaustif.

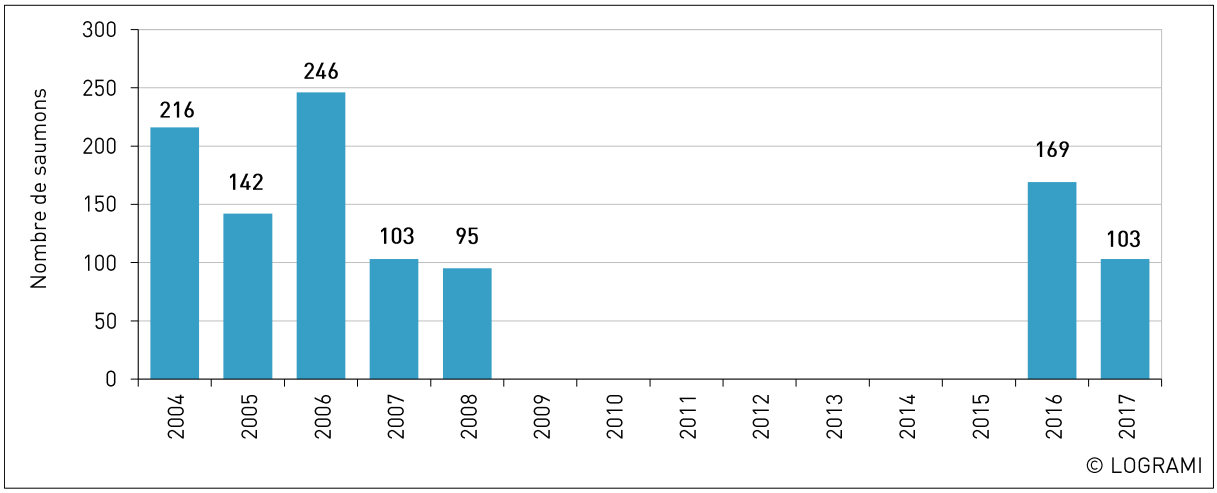


Figure 204 : Bilan des passages de saumons à la station de comptage de Langeac depuis 2004

Poutès

Depuis 1986, les effectifs comptabilisés à la station de Poutès ont oscillé entre 3 et 154 individus (Figure 205). La moyenne interannuelle calculée depuis 1986 est de 55 saumons (+/- 35 individus). En 2017, 28 saumons ont franchi le barrage. Ils représentent 4,2 % des individus comptabilisés à Vichy et 15,3 % de ceux de Langeac pourtant toute proche. Le pourcentage comparé aux passages de Langeac représente un maximum, l'enregistrement au barrage n'ayant débuté que le 18 mai. Le premier saumon filmé à Langeac a lieu le 7 mai à l'usine, alors que le premier passage à Poutès situé en amont a lieu le 11 avril.

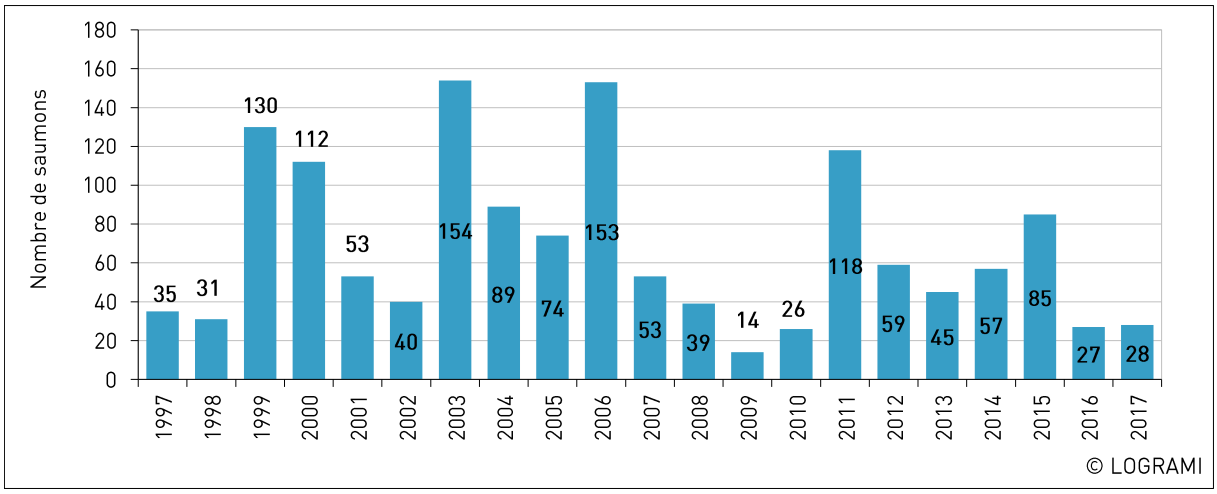


Figure 205 : Bilan des passages de saumons à la station de comptage de Poutès depuis1986

Malgré le doublement des passages à Vichy en 2017 par rapport à 2016, les passages à Poutès sont pratiquement les mêmes pour ces 2 années. 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 10 % (+/- 6,8) des saumons comptabilisés à Vichy franchissent le barrage de Poutès.

En 2017, ce pourcentage de 4,2 % est le deuxième 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.

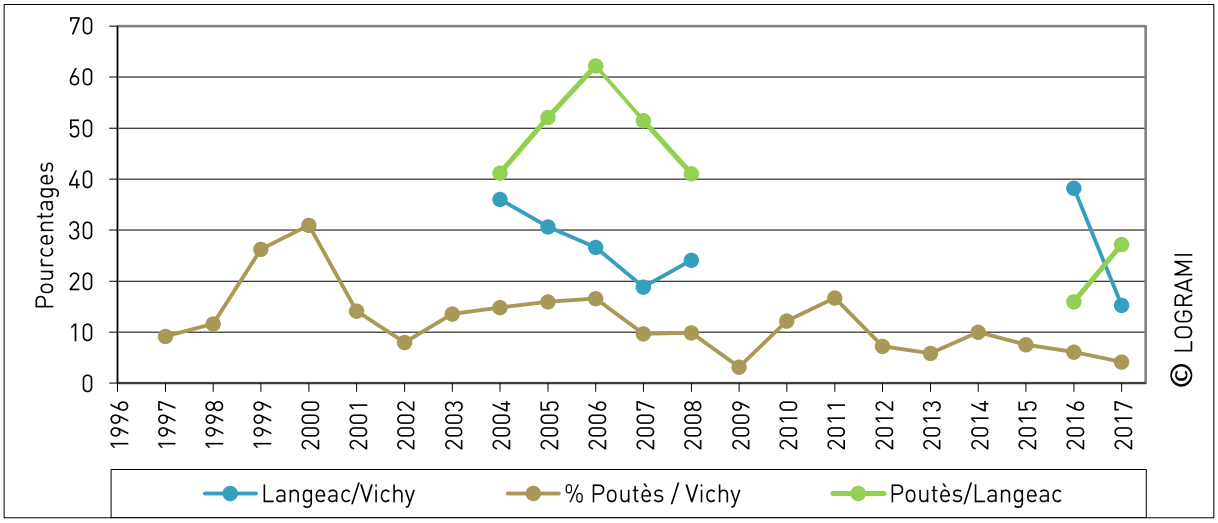


Figure 206 : Evolution des pourcentages de passages de saumons entre Vichy, Langeac et Poutès depuis 1997

Saint Pourçain sur Sioule

En 2017, 55 individus ont été comptabilisés à la station de comptage de St Pourçain sur Sioule. Cette station est en service depuis le 15 mars 2017. Ainsi, les premiers saumons de la saison n'ont pas fait l'objet d'un enregistrement vidéo. En effet, à cette même date, 37 saumons avaient déjà franchi l'ouvrage de Vichy situé quelques kilomètres en amont sur l'Allier.

L'aménagement de ce local de vidéo-comptage au niveau du premier barrage de la Sioule doit permettre d'évaluer le programme de restauration du saumon atlantique. A noter que le comptage des espèces au niveau de cet ouvrage est non exhaustif étant donné qu'il existe une seconde voie de passage non contrôlée par vidéo au niveau de la passe à poissons du barrage.

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. En 2017, un saumon a été observé à la station de comptage le 1er juin.

5.1.1.4 Les effectifs de truite de mer

Depuis le début des suivis, seulement 138 truites de mer ont été dénombrées sur l'ensemble des stations de comptage (53 à Vichy depuis 1997, 56 à Châtellerault depuis 2004, 29 à Descartes depuis 2007 et 0 à Decize depuis 2009). En 2017, 1 truite de mer a été comptabilisée sur la Creuse à Descartes et 1 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, 2 anguilles en montaison et 13 anguilles en dévalaison ont emprunté la passe à bassins en 2017. 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 2016 (Figure 207). En 2016, 7 156 anguilles ont franchi l'ouvrage alors qu'en 2011 seulement 47 individus ont été comptabilisés. Avec 53 anguilles en montaison, l'effectif de l'année 2017 est très faible, il est 40 fois inférieur à la moyenne des années précédentes (2 126 anguilles +/- 2 005). Cela peut s'expliquer par les très faibles débits rencontrés durant la période de migration. Six anguilles argentées ont par ailleurs emprunté la passe à poissons en dévalaison en 2017.

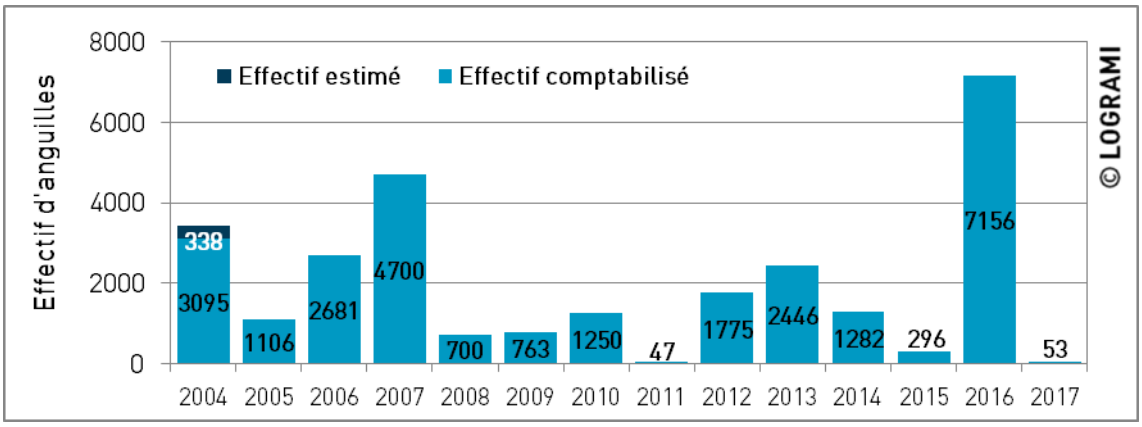


Figure 207 : Bilan des passages d'anguilles à la station de comptage de Châtellerault depuis 2004

Decize

Depuis l'installation de la station de comptage permanente en 2009 à Decize, des anguilles montantes et dévalantes peuvent-être comptabilisées (Figure 208).

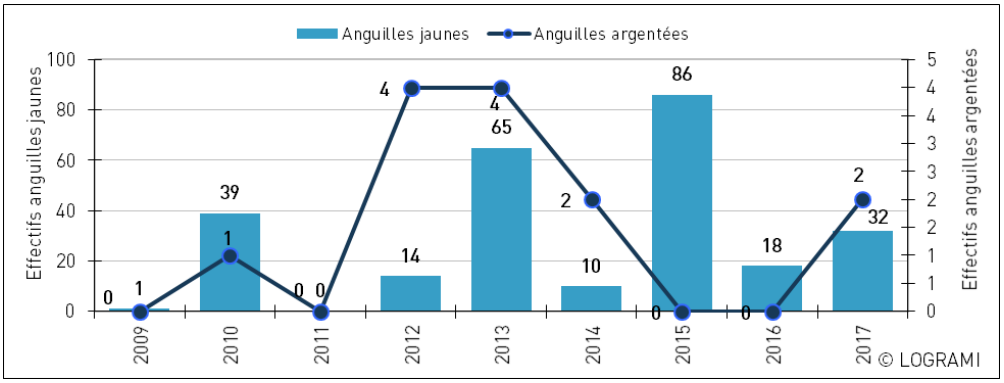


Figure 208 : Bilan des passages d'anguilles à la station de comptage de Decize depuis 2009

En 2017, pour les anguilles jaunes, 32 individus ont été totalisés. Les effectifs d'anguilles sont très variables et représentent en moyenne depuis 2009, 29 individus (+/- 25).

Concernant les anguilles argentées, 2 individus ont été contrôlés. Les effectifs enregistrés depuis 2009 sont faibles et atteignent au maximum 4 individus en 2012 et 2013 (moyenne interannuelle = 1 individu +/- 1).

Gueugnon

Au cours de l'année 2017, 2 anguilles jaunes ont été comptabilisés à la station de comptage de Gueugnon (Figure 209). Deux anguilles argentées ont également été observées.

Comparativement aux deux premières années de suivi (moyenne inter-annuelle anguilles jaunes : 52 +/-3 ; moyenne inter-annuelle anguilles argentées : 42 +/-21), le contingent d'anguilles observé sur l'Arroux depuis 2008 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.

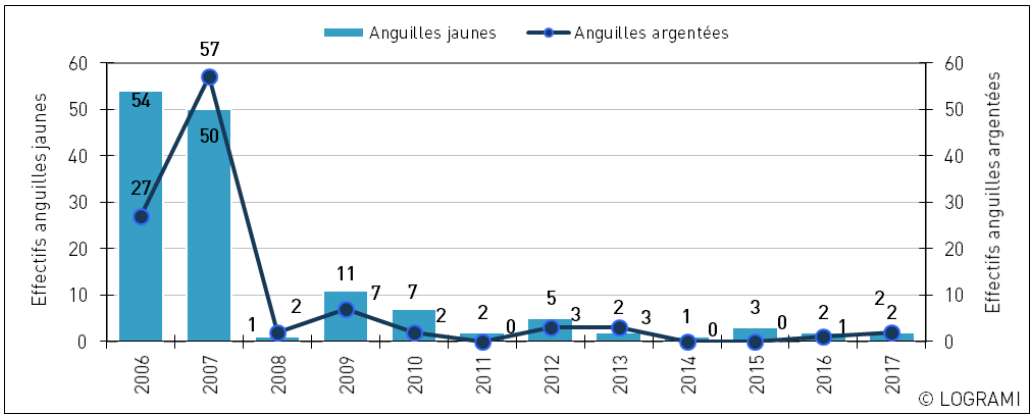


Figure 209 : Bilan des passages d'anguilles à la station de comptage de Gueugnon depuis 2006

Vichy

Au cours de l'année 2017, 26 anguilles jaunes ont été observées dans les passes à poissons de Vichy (Figure 210). Aucune anguille argentée n'a été comptabilisée. Ces effectifs sont faibles par rapport aux données historiques. De 1997 à 2016, les effectifs sont très variables : moyenne anguilles jaunes : 292 +/- 262 ; moyenne anguilles argentées : 2 +/- 2. 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).

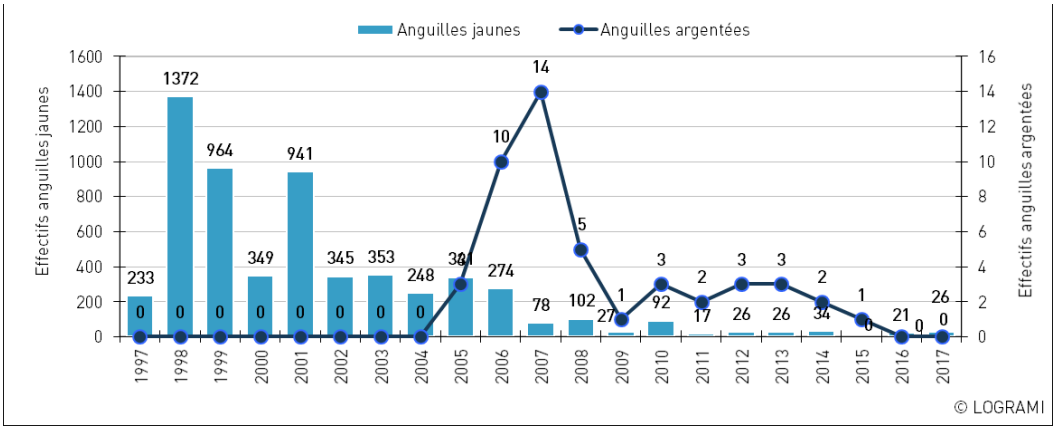


Figure 210 : Bilan des passages d'anguilles à la station de comptage de Vichy depuis 1997

Poutès

A Poutès, le dispositif de franchissement n'est pas adapté à l'anguille et aucune anguille jaune n'est remontée par l'ascenseur en amont du barrage (Figure 211). Cet effectif nul en 2017, est bien entendu en dessous de la moyenne interannuelle calculée entre 1986 et 2016 (27 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.

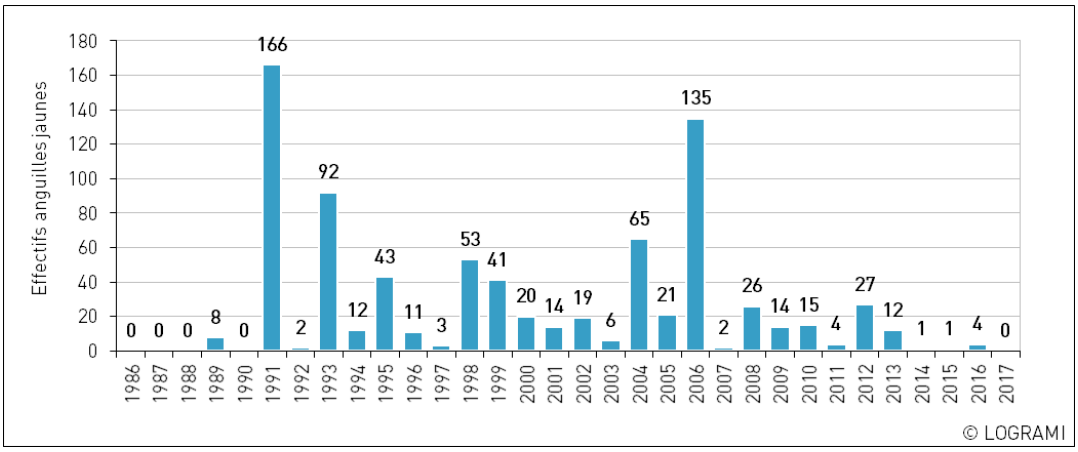


Figure 211 : Bilan des passages d'anguilles à la station de comptage de Poutès depuis 1986

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 2017, 2 anguilles jaunes et 29 anguilles argentées ont été observées à la station de comptage de Roanne (Figure 212) (moyenne anguilles jaunes : 17 +/-9 ; moyenne anguilles argentées : 35 +/-8).

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).

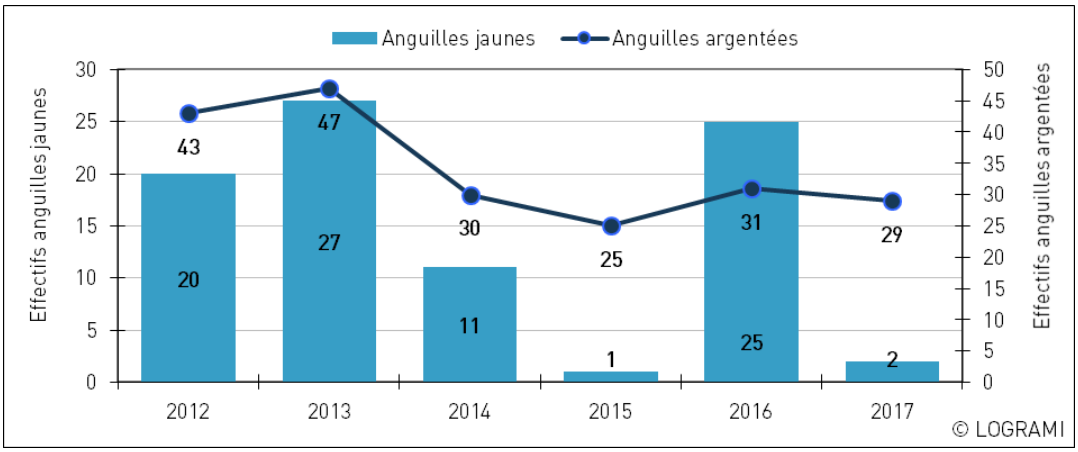


Figure 212 : Bilan des passages d'anguilles à la station de comptage de Roanne depuis 2012

5.1.1.6 Les effectifs de mulets porcs

Tout comme l'anguille européenne, le mulet porc est un migrateur thalassotoque. De ce fait deux migrations peuvent être observées aux stations de comptage : l'une au printemps en montaison et l'autre

à l'automne en dévalaison. Les effectifs montants peuvent être considérés comme exhaustifs, mais les effectifs dévalant sont bien souvent non complets, certains individus pouvant passer par les clapets.

L'essentiel de la migration est contrôlé aux stations de comptage du bassin de la Vienne, plus proches de l'océan. Depuis quelques années, il n'est toutefois pas rare de voir quelques individus aux stations de comptage de Decize sur la Loire et de Vichy sur l'Allier. Ces individus, souvent isolés, montrent l'augmentation de l'aire de répartition de ce migrateur. Des observations ponctuelles, réalisées à l'aval des stations, montrent que les effectifs sont beaucoup plus importants et que les résultats aux stations de comptage pour cette espèce ne peuvent pas être considérés comme un indicateur quantitatif. En 2017, la totalité des mulets porcs ont été comptés sur la Vienne à Châtellerault (86 %) et sur la Creuse à Descartes (14 %).

Descartes

Sur la Creuse, à la station de comptage de Descartes, 47 mulets porcs ont été comptés en 2017. Il s'agit du plus faible effectif depuis 2007. Il est très inférieur à la moyenne historique (183 +/- 137). Seulement 7 individus ont été observés en dévalaison (soit 12 % de l'effectif annuel). Historiquement, très peu de poissons réempruntent la passe pour rejoindre l'océan (en moyenne de 2004 à 2016 7 % +/- 7 de l'effectif annuel), la majorité des mulets franchit le barrage par les clapets.

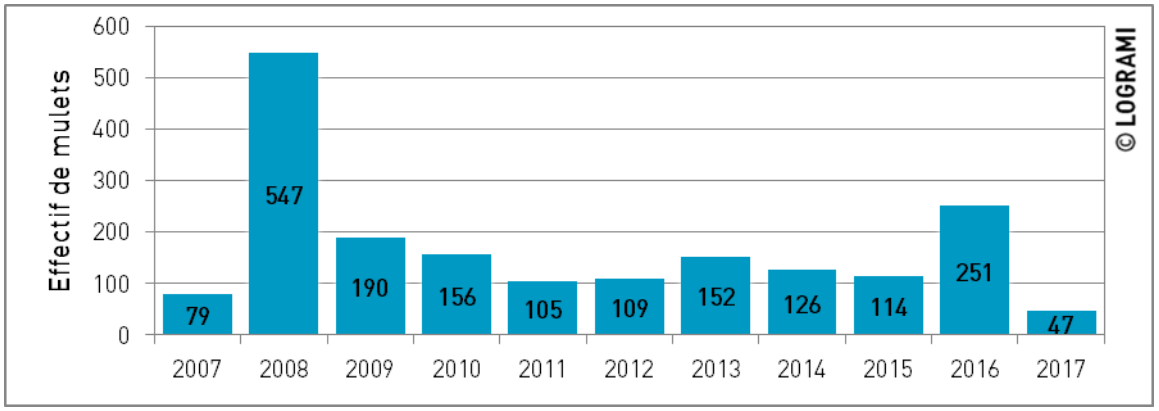


Figure 213 : Bilan des passages de mulets à la station de comptage de Descartes depuis 2007

Châtellerault

Sur la Vienne à la station de comptage de Châtellerault, les effectifs de mulets ont fortement augmenté depuis le début du suivi. De 2004 à 2007, seulement quelques dizaines d'individus étaient comptabilisées. De 2008 à 2013, une centaine de mulets franchissaient l'ouvrage et depuis 2014, 200 à 300 individus sont observés chaque année (Figure 214). En 2017, 278 mulets ont ainsi été comptés en montaison. 70 % d'entre eux ont réemprunté la passe à poissons quelques mois plus tard pour rejoindre l'océan. En moyenne de 2004 à 2016, ce taux est légèrement plus faible (59 % +/- 23). Les autres individus ont soit emprunté les clapets pour dévaler, soit été prédatés dans la retenue.

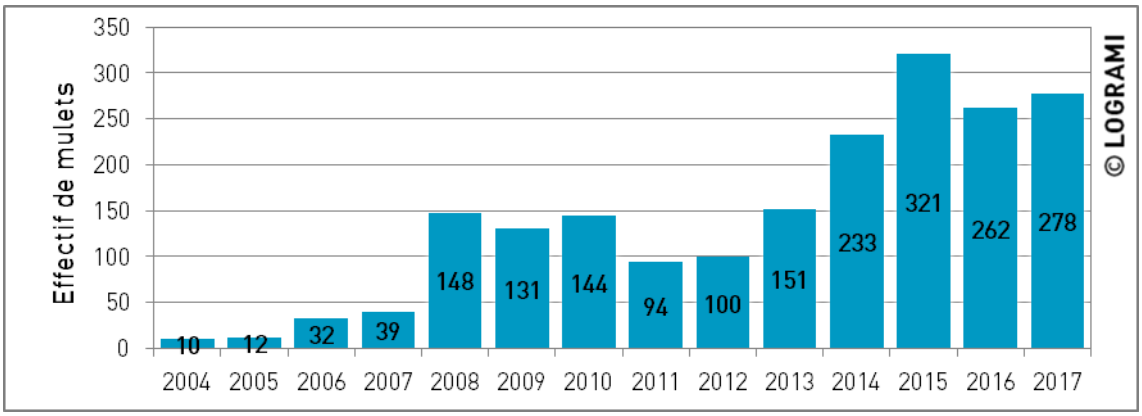


Figure 214 : Bilan des passages de mulets à la station de comptage de Châtellerault depuis 2004

5.1.1.7 Conclusion

L'étude annuelle du réseau de stations de comptage du bassin de la Loire permet de suivre l'évolution des effectifs de poissons migrateurs chaque année et représente un élément fondamental dans la gestion des différentes espèces. Complétés par l'ensemble des suivis reproduction, post-reproduction et stade alevin, ces comptages permettent d'évaluer le succès de la 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. Les résultats de l'année 2017, confirment cette régression avec des effectifs très faibles (seulement 1 035 aloses dénombrées). Le bassin de la Vienne a accueilli la majorité de la population avec plus de 80 % de l'effectif annuel.

Depuis l'ouverture de la station de comptage de Châtellerault en 2004, il apparait que l'essentiel des comptages de lamproies marines est effectué sur le bassin de la Vienne. L'affinité de cette espèce avec ce bassin peut s'expliquer par la proximité de 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. Néanmoins en 2017, très peu de lamproies marines ont été observées sur ce bassin. Seulement 1 228 individus ont été comptés, soit 10 fois moins que le minimum historique recensé en 2011. De faibles effectifs ont aussi été enregistrés sur les autres rivières françaises. Ces résultats inquiètent quant au devenir de cette espèce patrimoniale.

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. Les zones de reproduction se situent en effet systématiquement en amont des dispositifs de comptages. 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 le bassin de l'Allier (86 % en 2016), il apparaît qu'une proportion non négligeable remonte sur le bassin de la Creuse (11 % en 2016).

Sur l'axe Creuse Gartempe, 92 saumons ont été comptés à Descartes, aucun individu n'a été observé à Chateauponsac 140 km en amont. Ce résultat reflète les problèmes de continuité rencontrés sur ce bassin.

Sur l'Allier, les moyennes annuelles à Vichy sont de 779 individus depuis 2011 alors qu'elles étaient historiquement (depuis 1997) de 612 saumons. Cette tendance d'augmentation encourageante est confirmée en 2017 avec plus de 750 individus comptés. Ces effectifs ont été accompagnés d'une migration printanière intéressante jusqu'à Langeac mais stoppée avant Poutès. Très peu d'individus n'ont cependant pu accéder aux zones de reproduction situées en amont du barrage de Poutès. Seulement 4 % des saumons comptés à Vichy ont franchi cet ouvrage. Cette très faible proportion a été fortement influencée 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 de migration.

Les truites de mer sont en effectif extrêmement faible depuis de nombreuses années. En 2017, l'ensemble du réseau de comptage totalise 2 individus alors que d'autres bassins versants français présentent des populations très intéressantes. Ces résultats sont extrêmement faibles et confirment l'absence de population installée sur les axes contrôlés.

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. 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.

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 de mai et juin). 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.

Le programme de suivi de la reproduction de l'alose en 2017 comprend l'étude de certaines frayères, situées sur trois secteurs différents, à savoir : l'aval de Decize sur la Loire amont, l'aval de Vichy et l'aval de Moulins sur l'Allier (Figure 215).



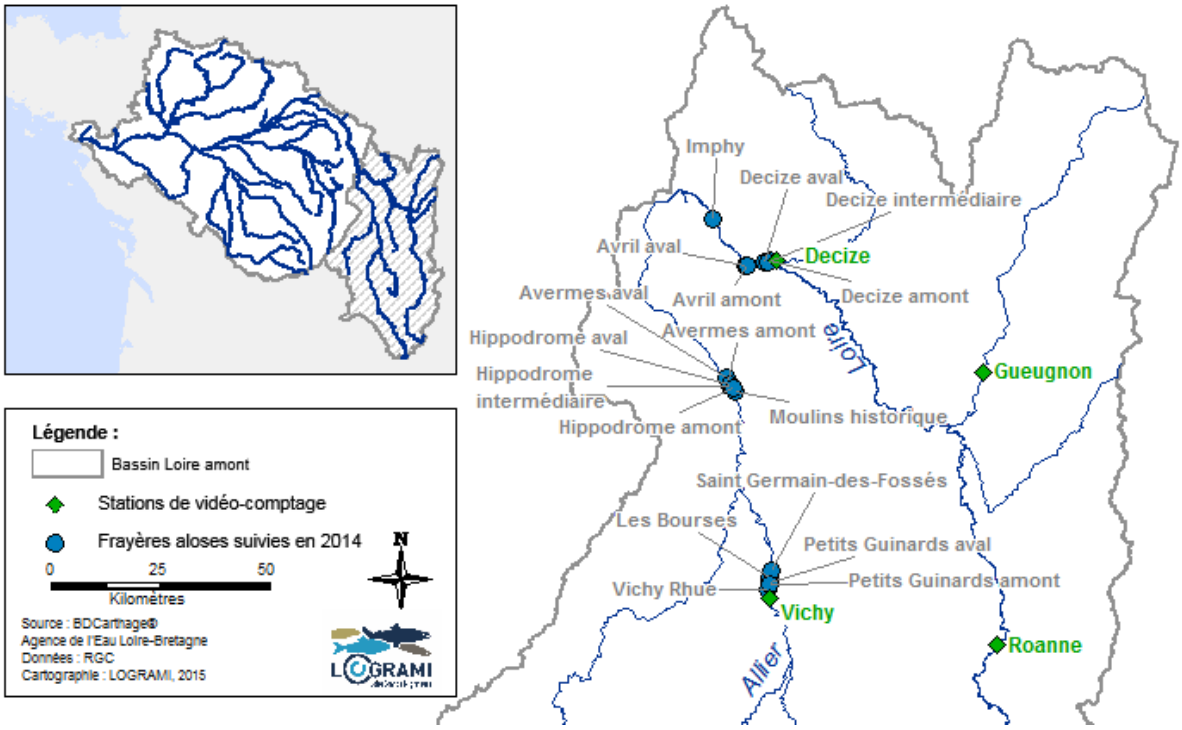


Figure 215 : Localisation des frayères références d'aloses sur le bassin de la Loire amont et de l'Allier

Les frayères suivies en 2017 ont été sélectionnées en fonction des leurs fortes activités enregistrées lors des premières années de suivis (2010 à 2013) :

- sur la Loire en aval du barrage de Decize, ont été suivies : Decize intermédiaire et Avril sur Loire ;
- sur l'Allier à l'aval du barrage de Vichy, deux frayères ont été suivies : Vichy Rhue et les Petits Guinards amont ;
- sur l'Allier à l'aval du pont de Régemortes à Moulins, une frayère a été suivie : Moulins historique.

5.1.2.2 Suivi de la reproduction des aloses sur la Loire en aval de Decize

Sur l'ensemble de la période de reproduction de l'alose en 2017, quatre nuits d'observations ont été réalisées sur deux frayères références à l'aval du barrage de Decize les 16 mai, 27 mai, 28 mai et 13 juin (Figure 216).

La frayère d'Avril sur Loire a été suivie trois nuits (16 mai, 27 mai et 13 juin) avec une durée d'observation de 6h30. La température de l'eau relevée lors de chaque sortie nocturne était supérieure au seuil de 16°C. Nous remarquons que les conditions de débit pendant la période de reproduction sont très basses. En effet, le débit moyen mensuel de la Loire mesuré à Nevers pour les mois de « mai-juin » est inférieur au débit mensuel de référence (Figure 216). **Aucun bull n'a été observé lors de ces trois nuits.**

La frayère de Decize aval a fait l'objet de deux prospections nocturnes les nuits du 16 mai et 28 mai pour une durée d'écoute de 4h. **Aucun bull n'a été observé sur cette frayère.**

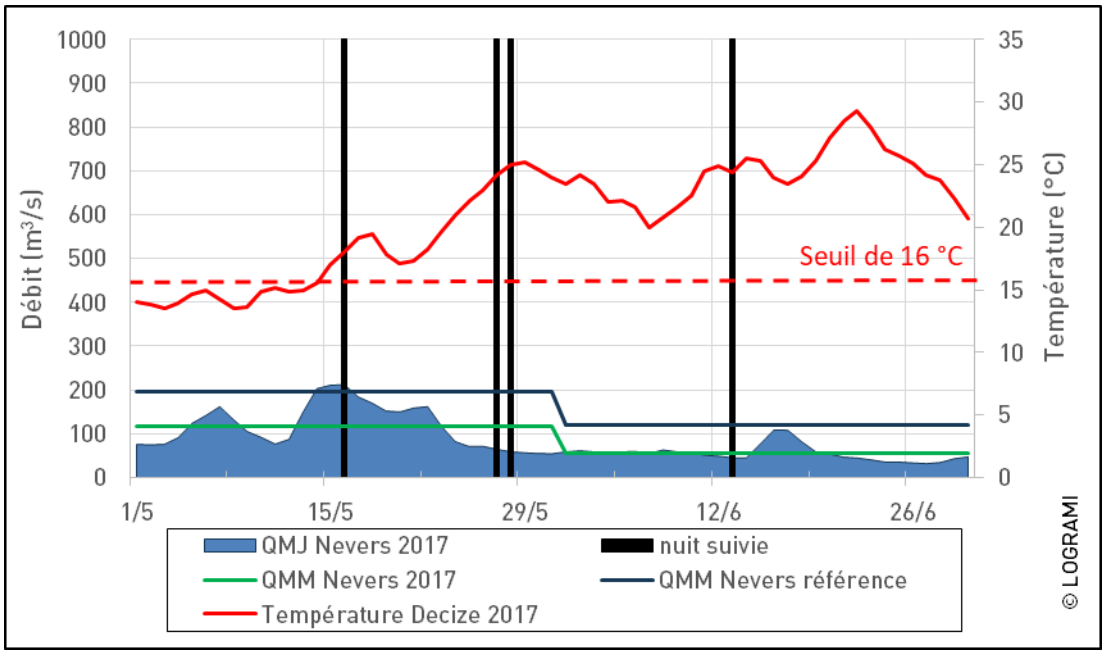
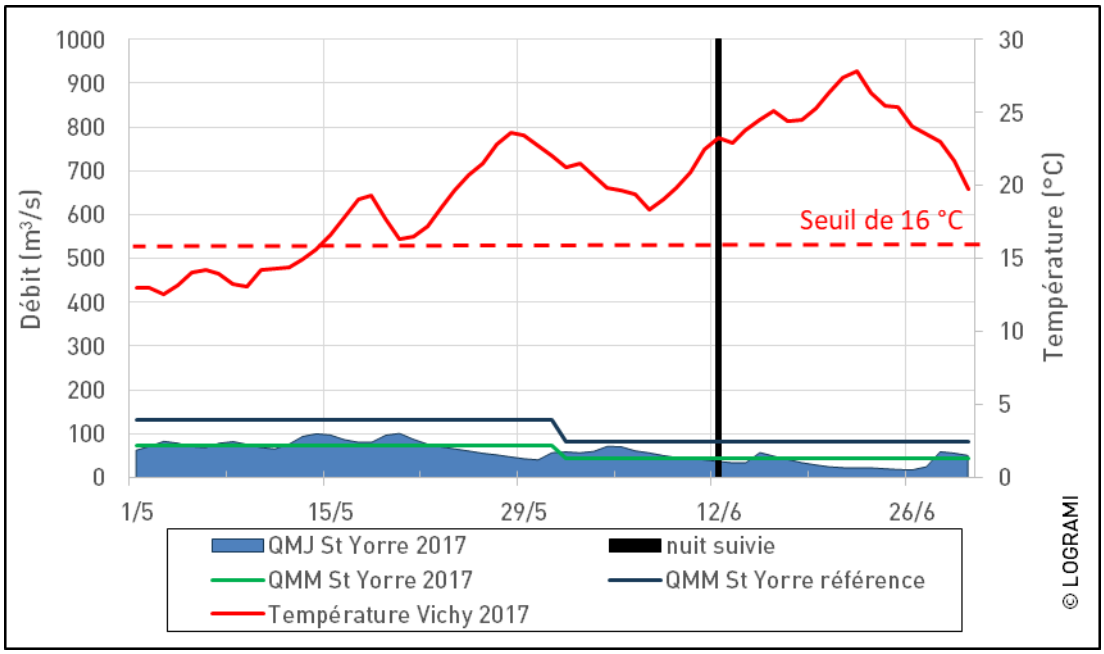


Figure 216 : Température de la Loire à Decize et débit de la Loire à Nevers pendant le suivi de la reproduction de l'alose sur le secteur « aval Decize » en 2017 (Source © LOGRAMI et http://www.hydro.eaufrance.fr/)

5.1.2.3 Suivi de la reproduction des aloses sur l'Allier en Aval de Vichy

Sur l'ensemble de la période de reproduction de l'alose en 2017, une seule nuit d'observation a été réalisée sur les frayères de Vichy Rhue et des Petits Guinards amont à l'aval du barrage de Vichy (Figure 217).

La nuit a été réalisée le 12 juin avec une durée d'observation de 2h (23h à 1h) sur la frayère de Vichy Rhue et de 2h30 (23h à 1h30) sur la frayère des Petits Guinards amont. **Aucun bull n'a été observé.** La température de l'eau relevée lors de cette nuit était de 23 °C. Tout comme sur la Loire amont, les débits rencontrés pendant la période de reproduction « mai-juin » sont très bas. En effet, les débits moyens mensuels de l'Allier mesurés à St Yorre pour les mois de mai-juin sont deux fois moins importants que les débits mensuels de référence.



**Utilisation des données température de sonde de Moulins car problème de sonde température à Vichy entre le 22 mai te la 26 août 2017*

Figure 217 : Température de l'Allier à Moulins et débit de l'Allier à St Yorre pendant le suivi de la reproduction de l'alose sur le secteur « aval Vichy » en 2017 (Source © LOGRAMI et http://www.hydro.eaufrance.fr/)

5.1.2.4 Suivi de la reproduction des aloses sur l'Allier en Aval de Moulins

Les faibles débits rencontrés sur le bassin de l'Allier en 2017 ont orienté les prospections à l'aval de Moulins. En effet, en condition de « basses eaux », la passe à poissons rive droite du pont de Règemortes s'avère difficilement franchissable en raison de la création d'une chute aval trop importante (supérieure à 60 cm) que les aloses ne peuvent franchir (BACH et al, 2013). Elles peuvent ainsi être contraintes de se reproduire en aval de cet ouvrage.

Une nuit d'observation du 16 mai au 17 mai a été réalisée sur la frayère historique de Moulins (Figure 218). La température de l'eau lors de cette prospection était d'environ 19°C. Elle a fait l'objet d'un suivi d'1h15 (23h à 00h15**). Aucun bull n'a été observé.**

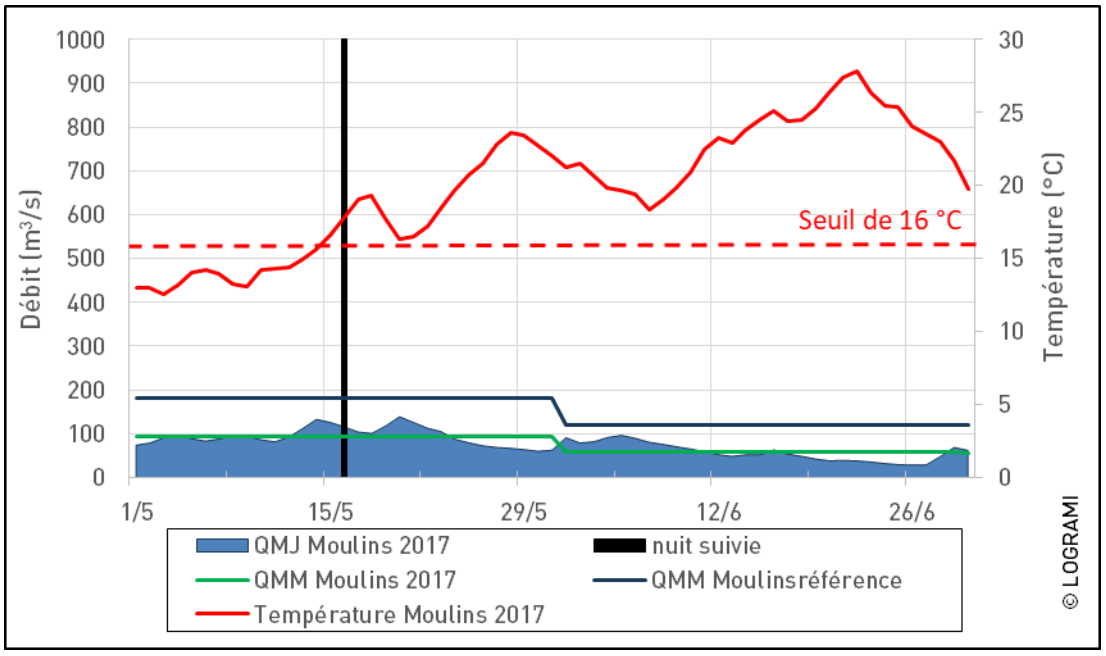


Figure 218 : Température de l'Allier et débit de l'Allier à Moulins pendant le suivi de la reproduction de l'alose sur le secteur « aval Moulins » en 2017 (Source © LOGRAMI et http://www.hydro.eaufrance.fr/)

Ces suivis de reproduction de l'alose ont été allégés afin de garantir une faible mobilisation humaine concentrée uniquement dans des conditions de reproduction favorables. Malgré 5 nuits d'observation dans des conditions « favorables » de reproduction (température supérieur à 16 °C), aucun bull n'a été constaté. Il est possible que les faibles débits rencontrés pendant la période de migration des aloses aient pu limiter leur progression sur l'amont du bassin.

Les faibles effectifs comptabilisés aux stations de comptage en 2017 (20 géniteurs à Vichy et 194 géniteurs à Decize) couplés à l'absence de reproduction sur certaines frayères références en dessous de ces stations viennent confirmer la raréfaction de **l'alose** (grande et feinte) sur le bassin de la Loire. Toutefois, les capacités d'accueil sont importantes en Loire amont ainsi que sur l'Allier aval mais nous observons un défaut de géniteurs depuis 2007.

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.

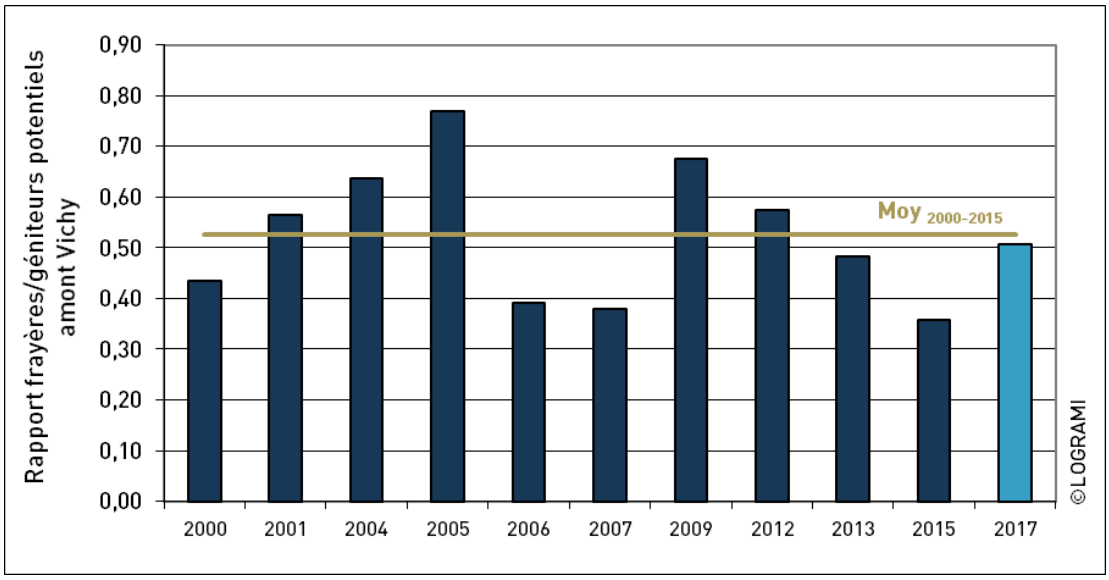


Figure 219 : Evolution du rapport « frayères/géniteurs potentiels » en amont de Vichy depuis 2000 (avec : frayères=frayères Alagnon+frayères Allier sauf 2000 où juste Allier et 2013 où juste Allier+Béal et géniteurs potentiels = comptage Vichy avec captures pour pisciculture CNSS déduites)

Avec une valeur de 0,51 contre 0,53 +/- 0,14 en moyenne depuis 2000 (10 années suivies avant 2017), le ratio « frayères/géniteurs potentiels en amont de Vichy » de 2017 correspond quasiment à la moyenne historique (Figure 219). Il révèle **une mortalité estivale 2017 plutôt « moyenne », à priori réduite**. Ce résultat concorde avec le caractère plutôt favorable des températures de l'eau durant l'étiage 2017 (cf. chapitre 3 : Conditions environnementales, continuité et accessibilité).

5.1.3.2 Relation entre les effectifs de géniteurs potentiels comptabilisés à Poutès et le nombre de frayères comptabilisées en amont de Poutès

Partant du postulat que les conditions de survie sont favorables en amont de Poutès, nous considérons que les géniteurs franchissant le barrage de Poutès sont des géniteurs effectifs (aucune mortalité). La

relation entre le nombre de géniteurs comptabilisés à Poutès et le nombre de nids comptés en amont de ce barrage permet d'appréhender l'activité de reproduction et dans une moindre mesure la qualité du suivi.

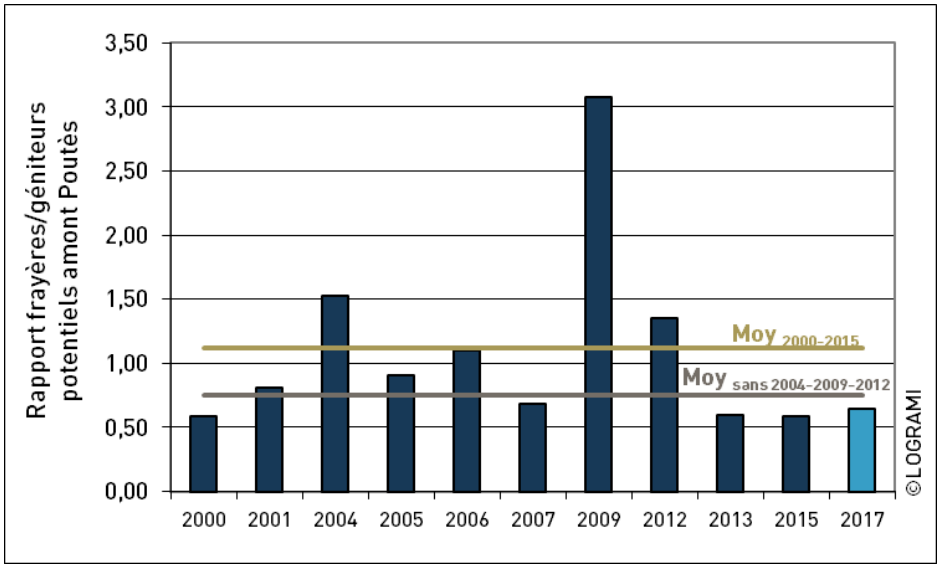


Figure 220 : Evolution du rapport « frayères/géniteurs potentiels » en amont de Poutès depuis 2000

Avec une valeur de 0,64 contre 1,12 (+/- 0,76) en moyenne depuis 2000 (9 années suivies avant 2015), le ratio « frayères/géniteurs potentiels en amont de Poutès » de 2017 compte parmi les plus bas obtenus depuis 2000 (Figure 220). Toutefois, ce ratio bien que faible par rapport à ceux obtenus précédemment ne paraît toutefois pas aberrant si nous retirons de la série les années de sur-comptage suspecté (2004, 2009 et 2012). Pour rappel, les raisons de ces sur-comptages, déjà mentionnées dans de précédents rapports, sont : condition de vols et de visibilité dans ce secteur de gorges, présence de grosses truites, effet « agent». Lorsque nous retirons ces 3 années de sur-comptage, la relation « frayères-géniteurs Poutès » paraît plus précise (Figure 221). La principale source de variabilité est probablement le sexe ratio avec une augmentation du nombre de frayères avec le nombre de femelles.

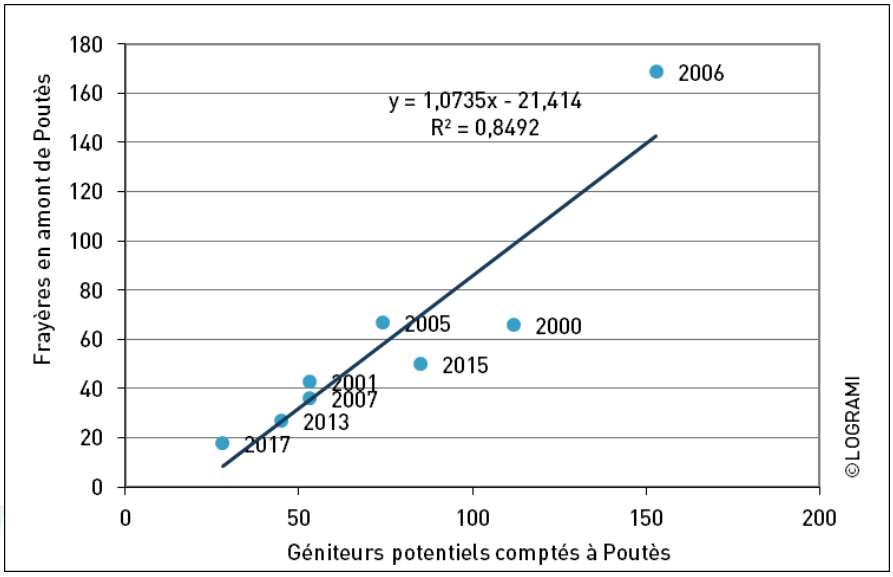


Figure 221 : Relation frayères-géniteurs potentiels en amont de Poutès depuis 2000 (années 2004, 2009 et 2012 retirées pour sur-comptage)

5.1.3.3 Relation entre les effectifs de géniteurs potentiels comptabilisés à Moulin Breland et le nombre de frayères comptabilisées en amont de St Pourçain sur Sioule

Avec la mise en place de la station de comptage de St Pourçain sur Sioule (Moulin Breland), un ratio frayères/géniteurs potentiels en amont de celle-ci peut être calculé pour la Sioule en 2017. Il s'élève à 0,82 frayères/géniteurs. Il paraît plus important que ceux calculés pour l'amont de Vichy et l'amont de Poutès. Ceci s'explique peut-être par le caractère non exhaustif des comptages réalisés à Moulin Breland.

5.1.3.4 Conclusion

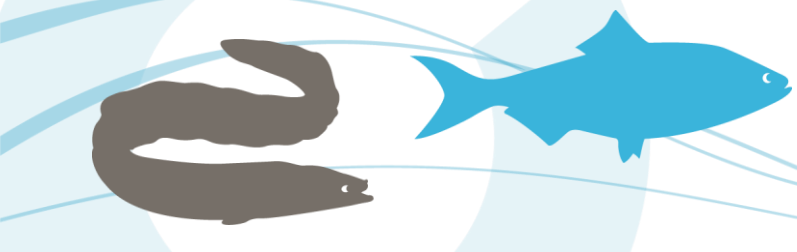
La forte proportion et le nombre record de frayères localisées sur le secteur S5 de l'Allier (le plus aval), ainsi que la présence de frayères très en aval sur l'Allier (aval d'Issoire) et sur la Sioule (aval de St Pourçain sur Sioule) confirment, outre l'absence de coup d'eau favorable à la migration, le caractère plutôt favorable à la survie des géniteurs des conditions estivales de 2017.

5.2. Relation entre le nombre de nids et l'abondance et la distribution des juvéniles

5.2.1. Béal de l'Alagnon

Les 6 stations échantillonnées sur le Béal de l'Alagnon en septembre 2017 permettent d'appréhender, pour la 5e année consécutive, la relation entre la production de juvéniles natifs et la présence de frayères en 2016. L'indice moyen obtenu sur le Béal en 2017 est le plus bas depuis 2013 (Figure 222), en relation avec le nombre de frayères comptabilisées en 2016 qui était lui aussi le plus bas depuis 2012.

Au regard des résultats obtenus depuis 2013, l'année 2014 se révèle atypique avec une forte production de juvéniles par rapport au nombre de frayères (Figure 223), en lien avec des conditions de développement exceptionnellement favorables (BACH et al., 2015). L'année 2017, quant à elle, semble suivre la même relation que les années 2013, 2015 et 2016, ce qui laisse présumer d'une survie de l'œuf fécondé au tacon d'automne sensiblement identique pour ces 4 années.



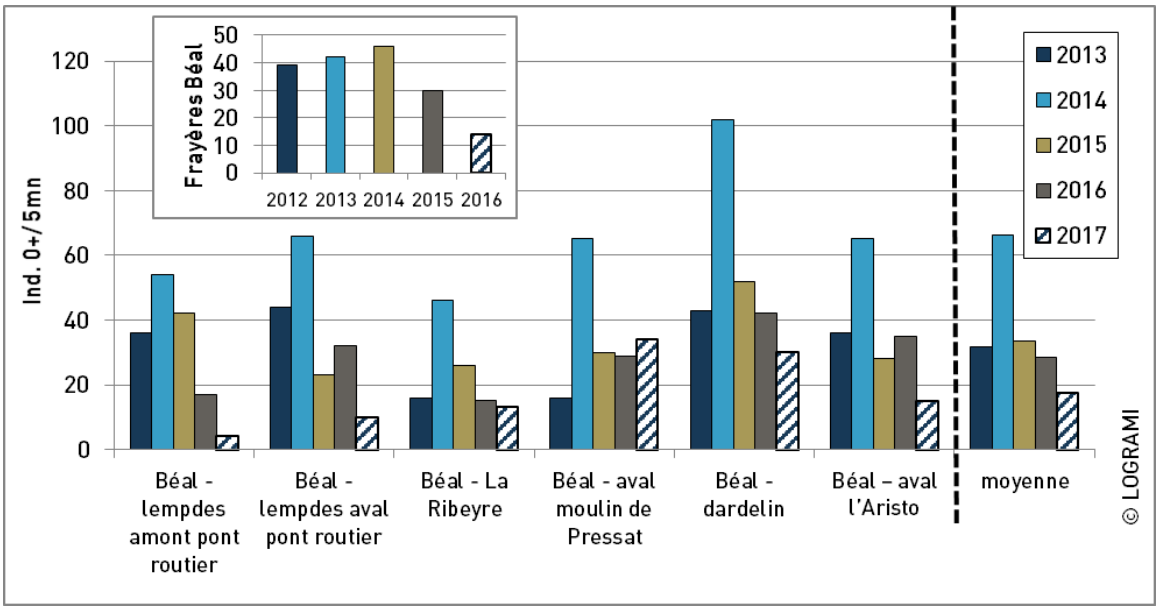


Figure 222 : Nombre de tacons 0+ natifs échantillonnés à l'automne en 5 minutes de pêche électrique sur les sites du Béal de 2013 à 2017 et frayères sur le Béal depuis 2012.

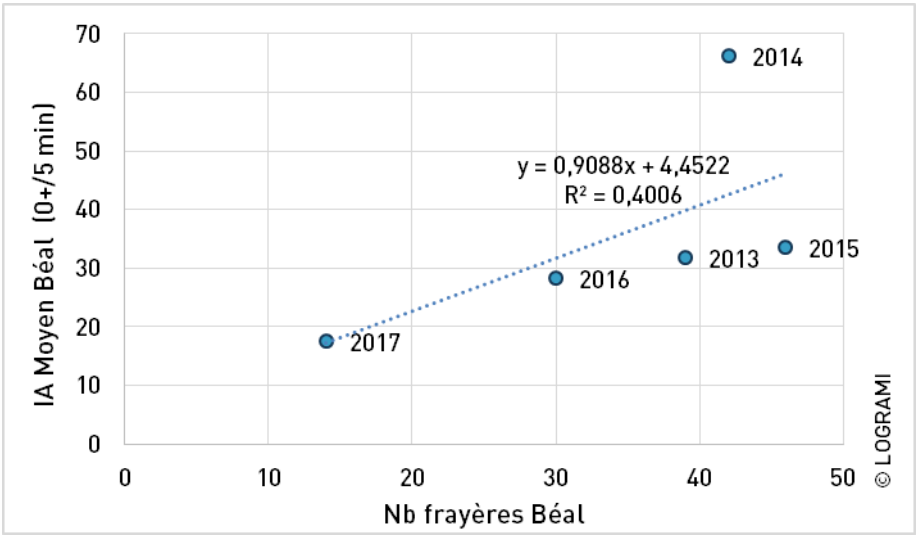


Figure 223 : Indice d'abondance tacons moyens sur le Béal de l'Alagnon en fonction du nombre de frayères observées en depuis 2013

5.2.2. Sioule

Sur la Sioule, 7 stations exemptes d'alevinage échantillonnées en 2017 permettent d'appréhender la relation entre la production de juvéniles natifs et la présence de frayères en 2016. Les indices d'abondance en tacons 0+ obtenus en 2017 sur la Sioule en amont des Thermes de Châteauneuf les Bains sont, comme l'étaient ceux de la zone refuge de l'Allier en 2016 (BACH et al., 2017), liés au nombre de frayères comptabilisées sur les 5 km en amont des stations (Figure 224). Seule une station (« Châteauneuf – le Bordas ») semble s'écarter de la relation (11 frayères en amont pour 17 tacons 0+). La variabilité de la qualité des habitats des stations entraîne probablement celle des Indices d'Abondance tacons obtenus.

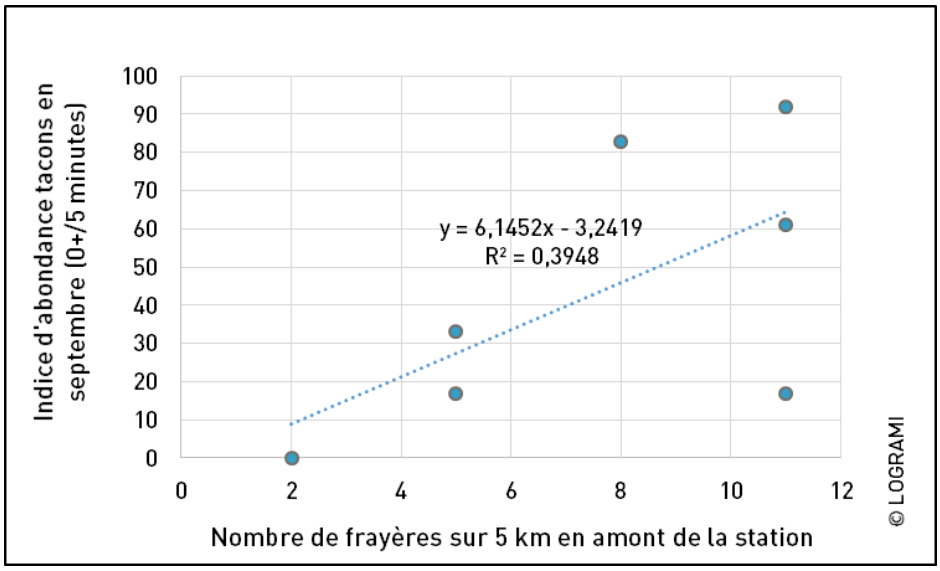


Figure 224 : Relation entre les indices d'abondance tacons et le nombre de frayères observées sur les stations de la Sioule en amont des Thermes de Châteauneuf les Bains en 2017

Parmi les 6 années pour lesquelles le nombre de frayères de saumons est connu depuis 2009, l'année 2017 n'est que la seconde année après 2014 où la Sioule a produit des alevins natifs dans des densités considérées comme moyennes (Figure 225). L'année 2017 a donc été favorable au recrutement de juvéniles sur cette partie amont de la Sioule. Les évènements encore non identifiés ayant entraînés des mortalités importantes en 2010, 2012, 2013 et 2016 ne semblent pas être survenus en 2017.

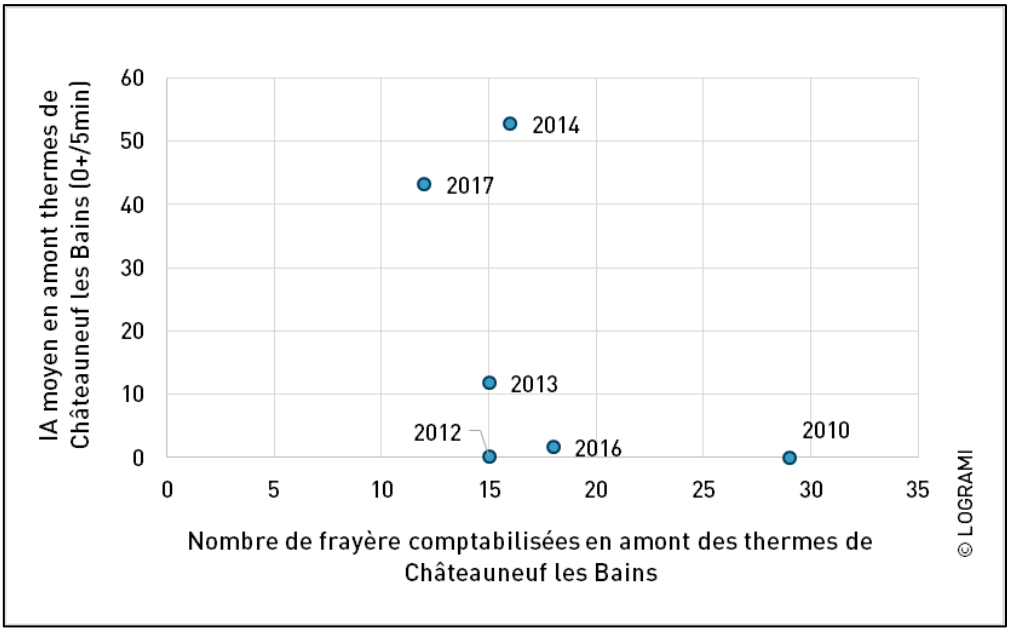


Figure 225 : Indice d'abondance tacons moyens sur la Sioule en amont des Thermes de Châteauneuf les Bains en fonction du nombre de frayères observées en amont des Thermes de Châteauneuf les Bains depuis 2009

5.3. Abondance de juvéniles de saumons sur le bassin de l'Allier

5.3.1. Préambule

Sur le bassin de l'Allier, la campagne de suivi 2017 évalue la production de juvéniles issue :

- de la reproduction naturelle de 2016, année où 673 géniteurs potentiels ont été contrôlés à Vichy (754 – 81 géniteurs capturés par le CNSS) dont 27 franchirent le barrage de Poutès ;
- des 618 923 alevins déversés sur l'ensemble du bassin de l'Allier (401 949 sur l'Allier, 50 709 sur la Dore et 166 265 sur la Sioule). Aucun déversement n'a été réalisé sur l'Alagnon en 2017.

5.3.2. Caractéristiques des sites d'échantillonnage

5.3.2.1 Localisation des sites d'échantillonnages

En 2017, 98 stations ont été échantillonnées sur le bassin de l'Allier (Figure 226). Cet échantillonnage est important au regard de l'historique depuis 2000 (Figure 226).

Les 98 stations se répartissent de la manière suivante :

- 40 sur l'Allier entre Cournon (63) et Luc (48) (208 km) ;
- 16 sur l'Alagnon entre la Combelle (63, à 1,5 km de la confluence avec l'Allier) et Ferrières St Mary (15) (48 km) (10 sur le cours principal de l'Alagnon et 6 sur le Béal) dont 1 nouvelle (Amont stade Babory);
- 4 sur la Dore entre Courpière (63) et Job (63) (38 km) ;
- 16 sur la Sioule entre Broût-Vernet (03) et l'aval du barrage de Queuille (63) (61 km) ;
- 4 sur la Desges sur la commune de Chanteuges (43) ;
- 7 sur la Senouire entre Vieille-Brioude (43) et Mazerat-Aurouze (43) ;
- 4 sur la Couze d'Ardes entre le Breuil sur Couze (63) et Augnat (63) ;
- 3 sur la Couze Pavin sur la commune d'Issoire (63) ;

- 4 sur la Couze Chambon entre Coudes (63) et Neschers (63)

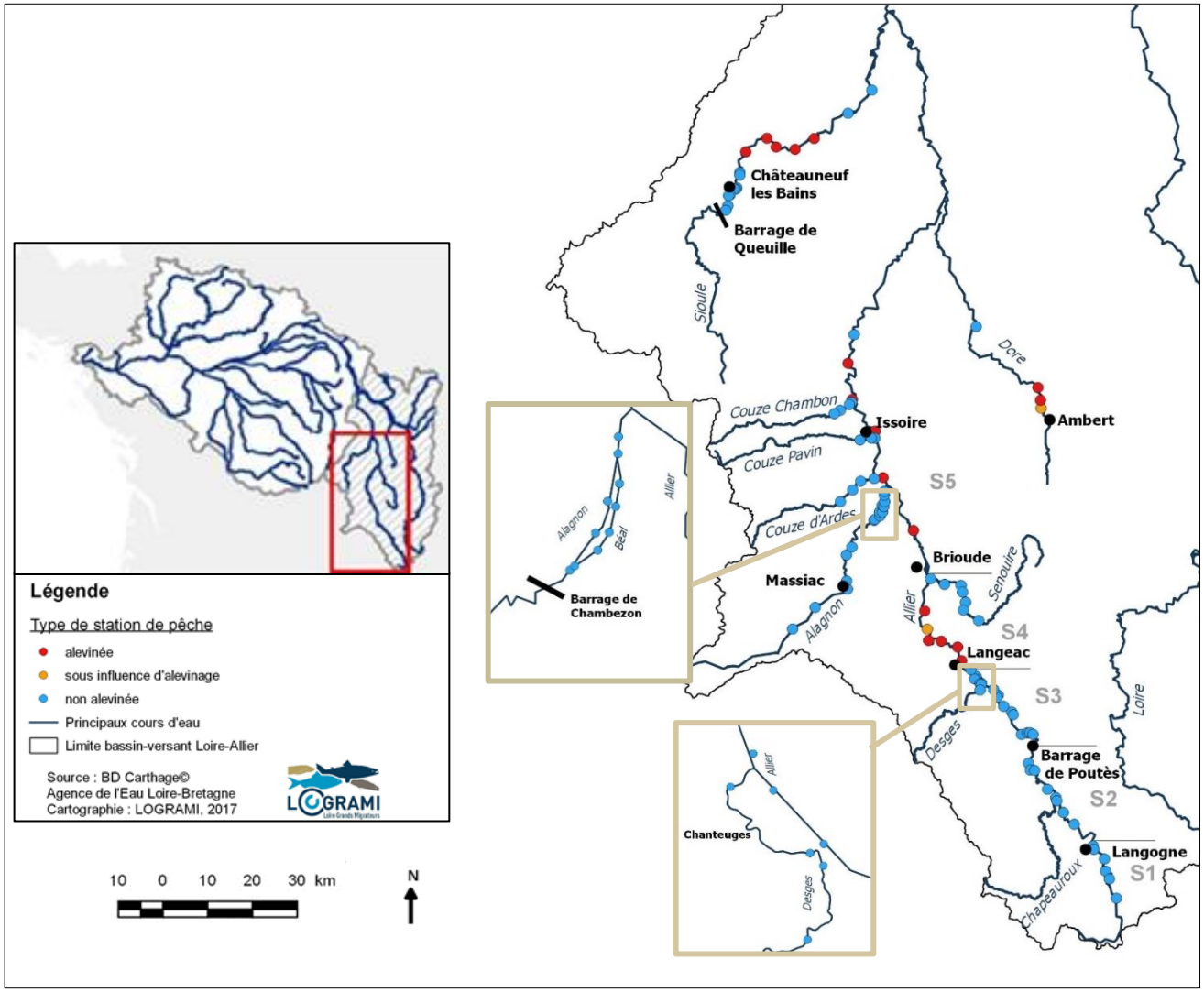


Figure 226 : Localisation des stations de pêche électrique de suivi d'abondance de juvéniles de saumon atlantique sur le bassin de l'Allier en 2017

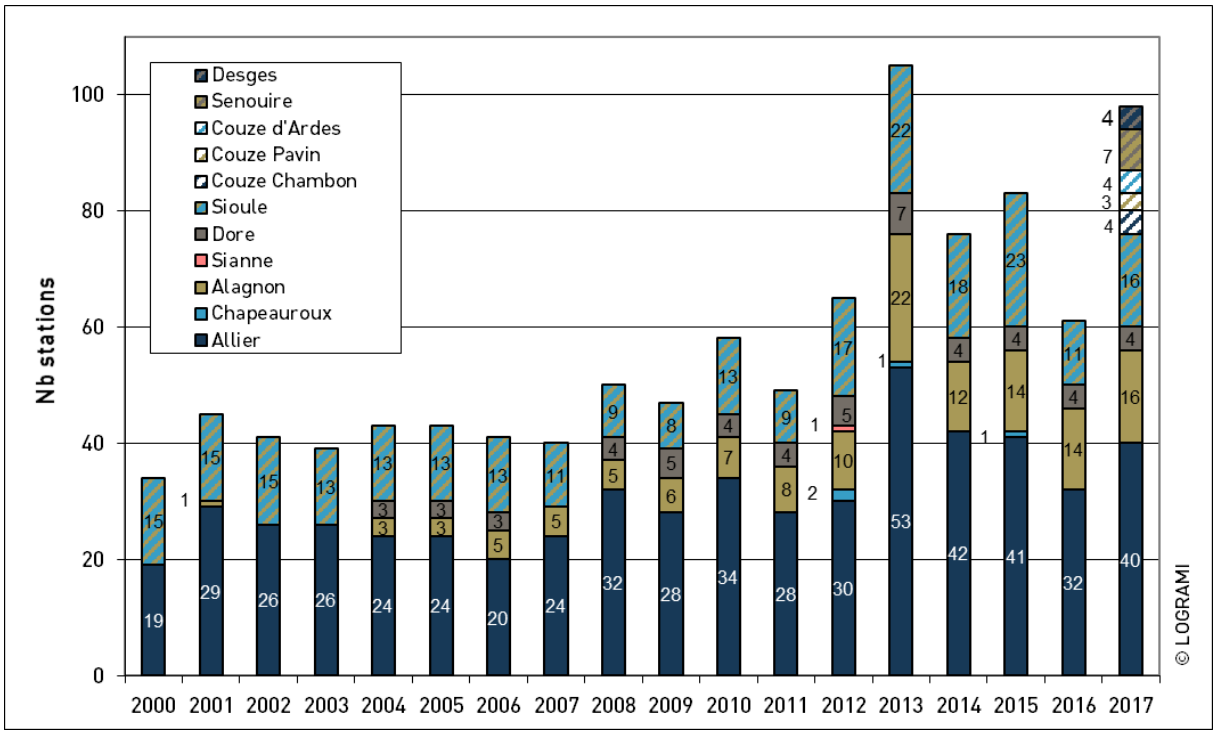


Figure 227 : Evolution du nombre de stations échantillonnées par pêche à l'électricité selon le protocole des indices d'abondance sur les différents cours d'eau du bassin de l'Allier depuis 2000

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. 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 49).

Tableau 49 : Secteurs de l'Allier et nombre de stations imparties en 2017

Secteur		Limites	Linéaire (km)	Nb stations 2017		Densité stations	
Zone refuge	S1	Amont Laveyrune –Langogne	18	6	28	0,33	0,29
	S2	Langogne - Barrage de Poutès	45	8		0,18	
	S3	Barrage de Poutès – Langeac	34	14		0,41	
Aval zone refuge	S4	Langeac - Brioude	39	6	12	0,15	0,10
	S5	Brioude – Pont du Château	83	6		0,07	

5.3.2.2 Déroulement des pêches et conditions hydrologiques

15 jours d'échantillonnage répartis du 28 août au 15 septembre ont été nécessaires pour 98 stations.

Excepté sur l'Allier en aval de la restitution de Naussac, qui bénéficiait du soutien d'étiage, toutes les stations ont été échantillonnées dans des conditions de débits d'étiage très faible, inférieures aux références du mois de septembre (Tableau 50).

Tableau 50 : Conditions hydrologiques lors des échantillonnages « Indice d'abondance tacons » sur le bassin de l'Allier en 2017 (source : http://www.hydro.eaufrance.fr)

Cours d'eau	Date	QJM (m3/s)	QMsept réf	Station mesure
Allier	01/09/2017	0,049	0,704	Laveyrune
	01/09/2017	0,561	3,17	Langogne
	31/08/2017	0,514	3,17	Langogne
	30/08/2017	10,3	8,41	Nouveau Monde
	31/08/2017	9,31	8,41	Nouveau Monde
	29/08/2017	11,6	10	Prades
	30/08/2017	11,2	10	Prades
	14/09/2017	7,14	10	Prades
	29/08/2017	12,3	12,1	Langeac
	28/08/2017	15,2	9,73	Vieille-Brioude
	28/08/2017	13,8	14,3	Pont d'Auzon
	28/08/2017	15,3	18,5	Coudes
Alagnon	07/09/2017	0,929	2,39	Joursac
	06/09/2017	1,3	3,44	Lempdes
	07/09/2017	1,26	3,44	Lempdes
	08/09/2017	1,19	3,44	Lempdes
Dore	11/09/2017	0,801	1,42	Ambert
	11/09/2017	1,75	4,28	Giroux
Sioule	04/09/2017	3,56	10,3	Châteauneuf les Bains
	05/09/2017	3,55	10,3	Châteauneuf les Bains
	06/09/2017	3,55	10,3	Châteauneuf les Bains
	05/09/2017	3,31	9,72	Ebreuil
Senouire	13/09/2017	0,104	0,551	Paulhaguet
Desges	13/09/2017	0,364	0,675	Chanteuges
Couze Chambon	12/09/2017	0,711	1,13	Champeix
Couze Pavin	11/09/2017	1,07	1,65	St Floret
Couze d'Ardes	12/09/2017	0,377	0,391	Madriat

5.3.3. Indice d'abondance à l'échelle du bassin de l'Allier

Toutes stations confondues, l'indice d'abondance moyen du bassin s'élève en 2017 à 28,5 individus 0+/5 mn +/-40,3. Au regard du barème existant, celui-ci correspond à une abondance de tacons 0+ considérée comme faible. Les indices varient de 0 à 207 ind. 0+/5 mn.

L'Allier est la plus densément peuplée devant la Sioule, l'Alagnon, la Dore et les 5 « petits » affluents (Tableau 51). Les abondances moyennes par cours d'eau peuvent être considérées comme moyennes pour l'Allier et la Sioule, faible pour l'Alagnon et très faibles pour les autres cours d'eau.

Tableau 51 : Indices d'abondance tacons 0+moyens et médians des cours d'eau échantillonnées en 2017 sur le bassin de l'Allier

	Indice d'Abondance moyen	Indice d'Abondance médian
Alagnon	19,5 +/- 13,5	13,5

	Indice d'Abondance moyen	Indice d'Abondance médian
Allier	42,4 +/- 53,1	22,5
Couze Chambon	1 +/- 1,4	0,5
Couze d'Ardes	4,3 +/- 8,5	0
Couze Pavin	5,3 +/- 7,6	2
Desges	8 +/- 9,4	7
Dore	14,5 +/- 16,4	10
Senouire	5,9 +/- 11,4	0
Sioule	37,8 +/- 27,6	34,5

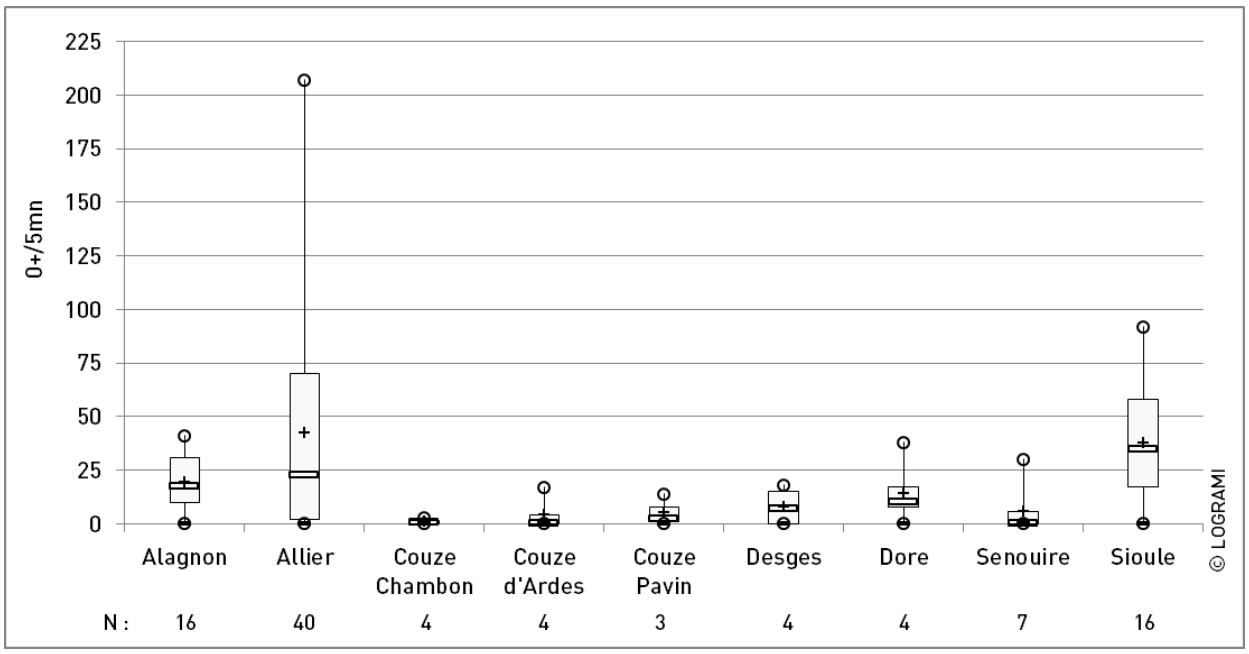


Figure 228 : Indices d'abondance tacons 0+ sur l'Alagnon, l'Allier, la Dore, la Sioule et sur l'ensemble du bassin de l'Allier en 2017 (98 stations)

5.3.4. Indice d'abondance sur l'Alagnon

16 stations ont été échantillonnées sur l'Alagnon dont 6 sur le Béal (bras de 6,8 km dérivé à Lempdes sur Alagnon).

Pour la première fois depuis 2006, l'Alagnon n'a pas fait l'objet de déversement d'alevins de pisciculture. Ainsi tous les tacons 0+ capturés sur l'Alagnon en 2017 sont des natifs.

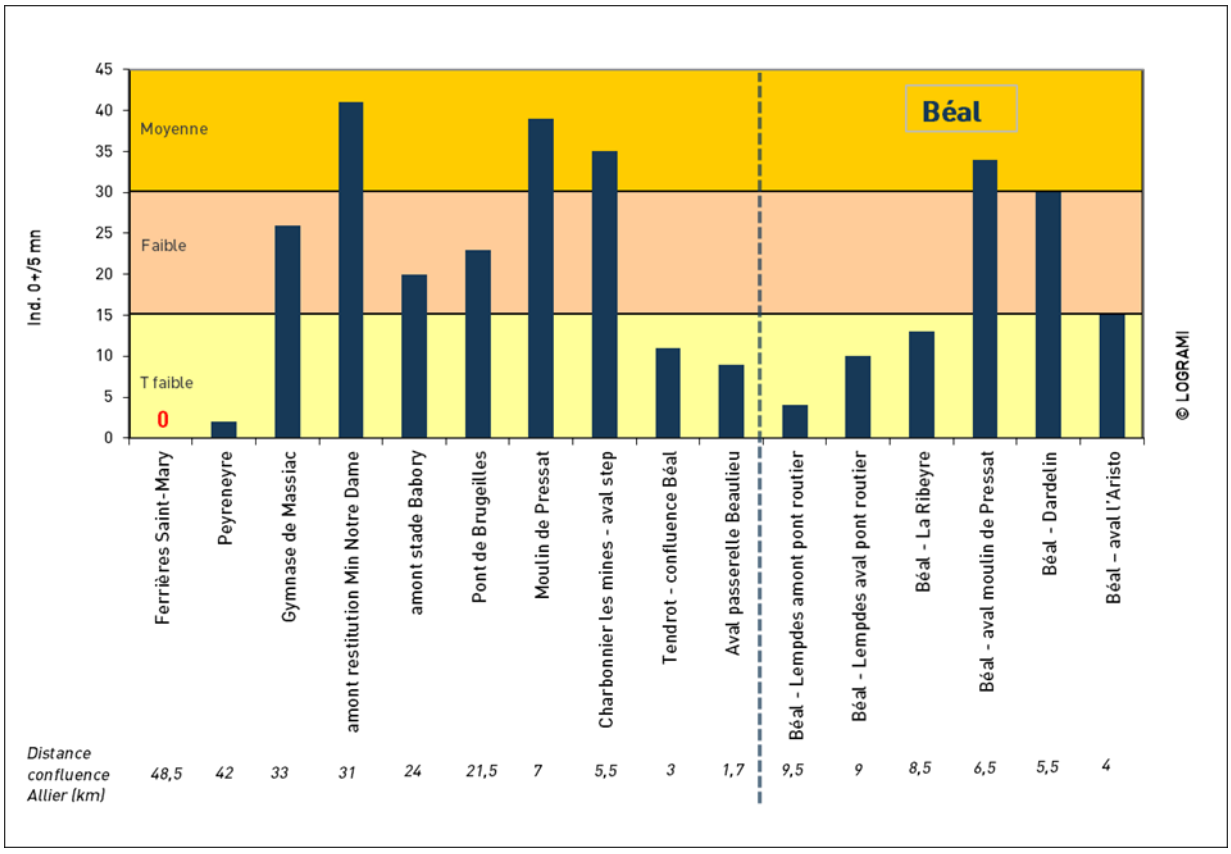


Figure 229 : Indices d'abondance tacons des stations échantillonnées sur l'Alagnon et le Béal en 2017 selon leur succession amont/aval et correspondance avec leur classe d'abondance

Sur l'Alagnon, les indices d'abondance varient de 0 à 41 ind. 0+/5 mn (Figure 229). L'indice d'abondance moyen, toutes stations confondues, s'élève à 19,5 ind. 0+/5 mn +/- 13,5, ce qui peut être considéré comme une abondance faible.

Des tacons 0+ natifs ont été capturés sur 15 des 16 stations échantillonnées sur l'Alagnon et le Béal de l'Alagnon en septembre 2017. Les captures les plus apicales ont été réalisées en amont de Molompize (15) à 42 kilomètres de la confluence avec l'Allier. La présence de tacons 0+ a aussi été relevée sur la partie aval de l'Arcueil, petit affluent rive droite de l'Alagnon en amont de Massiac (15), à Bonnac (15) (40 km confluence Allier) par la FDAAPPMA du Cantal (Max Romain, com. pers.). Aucun tacon 0+ n'a été capturé à « Ferrières St Mary », station située la plus en amont.

Sur le Béal, les stations présentent toutes des tacons 0+ en abondances très faibles à moyennes.

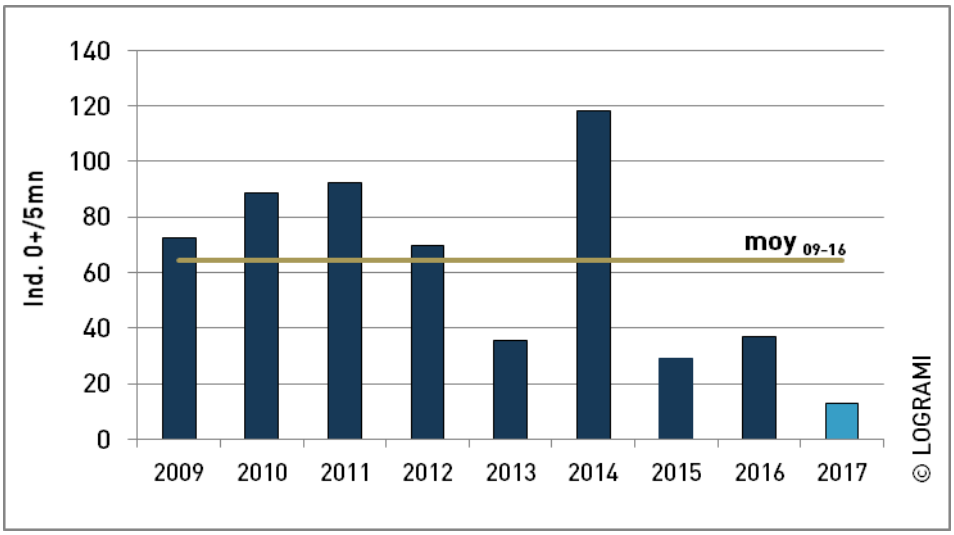


Figure 230 : Evolution sur la période 2009-2017 de l'indice d'abondance moyen des 4 stations historiques du cours principal de l'Alagnon

Avec une valeur de 12,8 ind. 0+/5 mn +/- 13,6 contre 64,4 ind. 0+/5 mn +/- 51,3, l'indice moyen obtenu en 2017 sur les 4 stations historiques de l'Alagnon est inférieur à la moyenne observée sur la période 2009-2016. Il constitue le plus faible indice d'abondance moyen obtenu pour les 4 stations échantillonnées depuis 2009 (Figure 230).

Bien qu'inférieures aux valeurs historiques (moyennes : 1,7 individus 0+ en 5 minutes +/- 11,8 contre 40 individus 0+ en 5 minutes +/- 20,3), en raison d'une abondance de frayères réduite en 2016, les abondances observées dans le Béal de l'Alagnon en 2017, traduisent une colonisation du Béal par les tacons 0+ similaire au modèle constaté depuis 2013 (Figure 231).

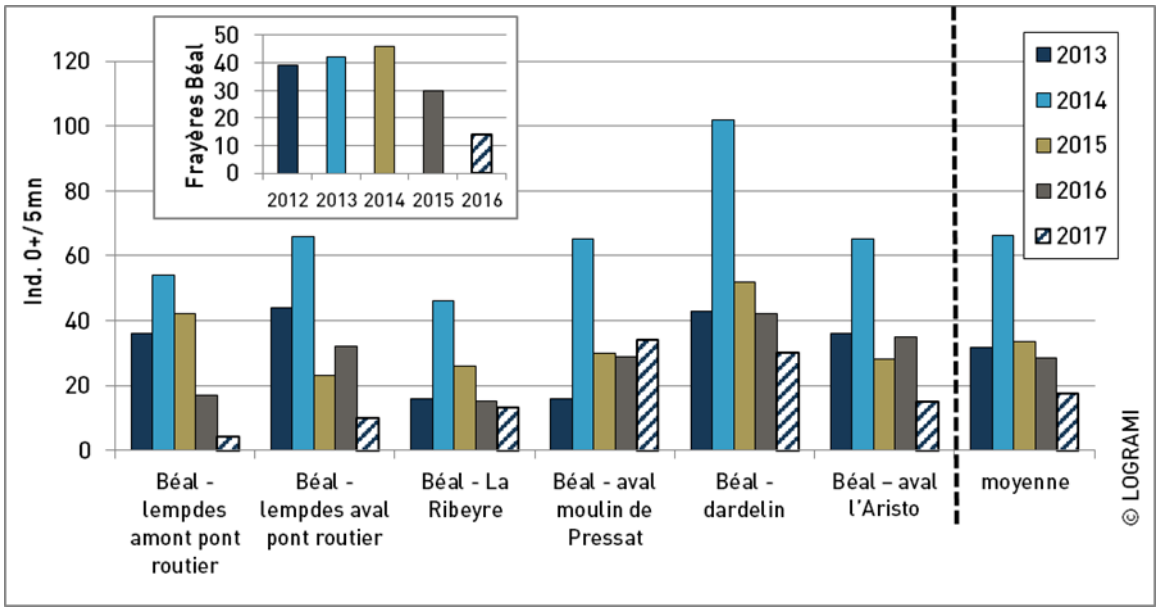


Figure 231 : Nombre de tacons 0+ natifs échantillonnés à l'automne en 5 minutes de pêche électrique sur les sites du Béal de 2013 à 2017 et frayères sur le Béal depuis 2012.

En l'absence d'alevinage, les résultats de la campagne de pêches électriques 2017 sur l'Alagnon révèlent une abondance moyenne de tacons 0+ jugée faible qui correspond au niveau d'abondance le plus bas observé depuis 2009. Toutefois, malgré cette production restreinte, l'exploitation par

les géniteurs de saumons atlantiques des 40 premiers kilomètres de l'Alagnon pour leur reproduction constitue un résultat encourageant qui démontre la capacité de production de l'Alagnon et confirme la pertinence de la mise en place de la gestion patrimoniale sur ce cours d'eau.

5.3.5. Indice d'abondance sur l'Allier

5.3.5.1 Résultats globaux 2017

40 stations ont été échantillonnées sur l'Allier. Des tacons 0+ ont été capturés depuis Luc (48) jusqu'aux Martres de Veyre (63) (Figure 226). Les indices varient de **0 à 207 ind. 0+/5 mn**. L'indice d'abondance moyen, toutes stations confondues, s'élève à **42,8** +/- 54,4 (Figure 233) ce qui peut être considéré comme une abondance **moyenne**. 6 stations ne présentent pas de tacons 0+, 5 situées en amont du barrage de Poutès et une tout à l'aval du linéaire suivi (Cournon-Camping).

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 fortement entre S3 et S2 pour finalement augmenter légèrement entre S2 et S1. L'indice d'abondance moyen le plus important est observé sur le secteur S3 (81,3 +/- 64,8) (Figure 232 et Figure 233).

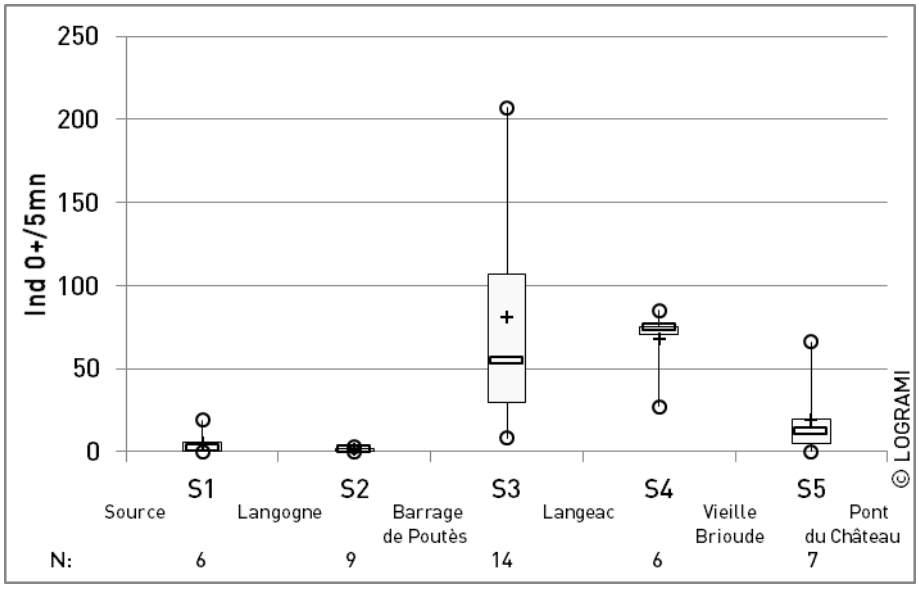


Figure 232 : Indices d'abondance tacons 0+ sur l'Allier en 2017 selon la localisation des stations dans les différents secteurs

Des tacons 0+ natifs ont été capturés sur 9 des 14 stations échantillonnées sur les secteurs situés en amont du barrage de Poutès (S1 et S2) où seulement 27 géniteurs potentiels avaient été comptabilisés en 2016 (BACH et al., 2016). Par ailleurs, hormis la station « les Vaisseyres » qui présente un indice d'abondance faible, toutes les autres stations situées en amont du barrage ont un indice d'abondance très faible. **La production de tacons 0+ natifs en amont du barrage de Poutès peut être considérée comme très réduite en 2017.**

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 (nul à très élevé) mais avec une majorité d'indice moyens et élevés, la production naturelle peut être considérée comme élevée sur ce secteur en 2017, notamment dans les 10 km en aval du barrage de Poutès.**

Sur le secteur S4, principalement constitué de stations alevinées (en l'absence de suivi frayères 2016), l'abondance moyenne est jugée moyenne. Seule une station sur six ne présente pas une abondance moyenne (amont Chilhac : abondance faible).

Sur le secteur S5, des tacons 0+ en quantité très faible à moyenne ont été observés sur les 5 stations alevinées. Seule une station (Coudes-Camping) présente une abondance moyenne. La station Cournon camping, située la plus en aval du linéaire suivi, n'a pas été aleviné en 2017. Aucun tacon n'y a été capturé. **Malgré les déversements d'alevins qui y sont réalisés, la production de tacons 0+ du secteur S5 en 2017 reste très limitée au regard de celles des secteurs S4 et S3 situés plus en amont.**

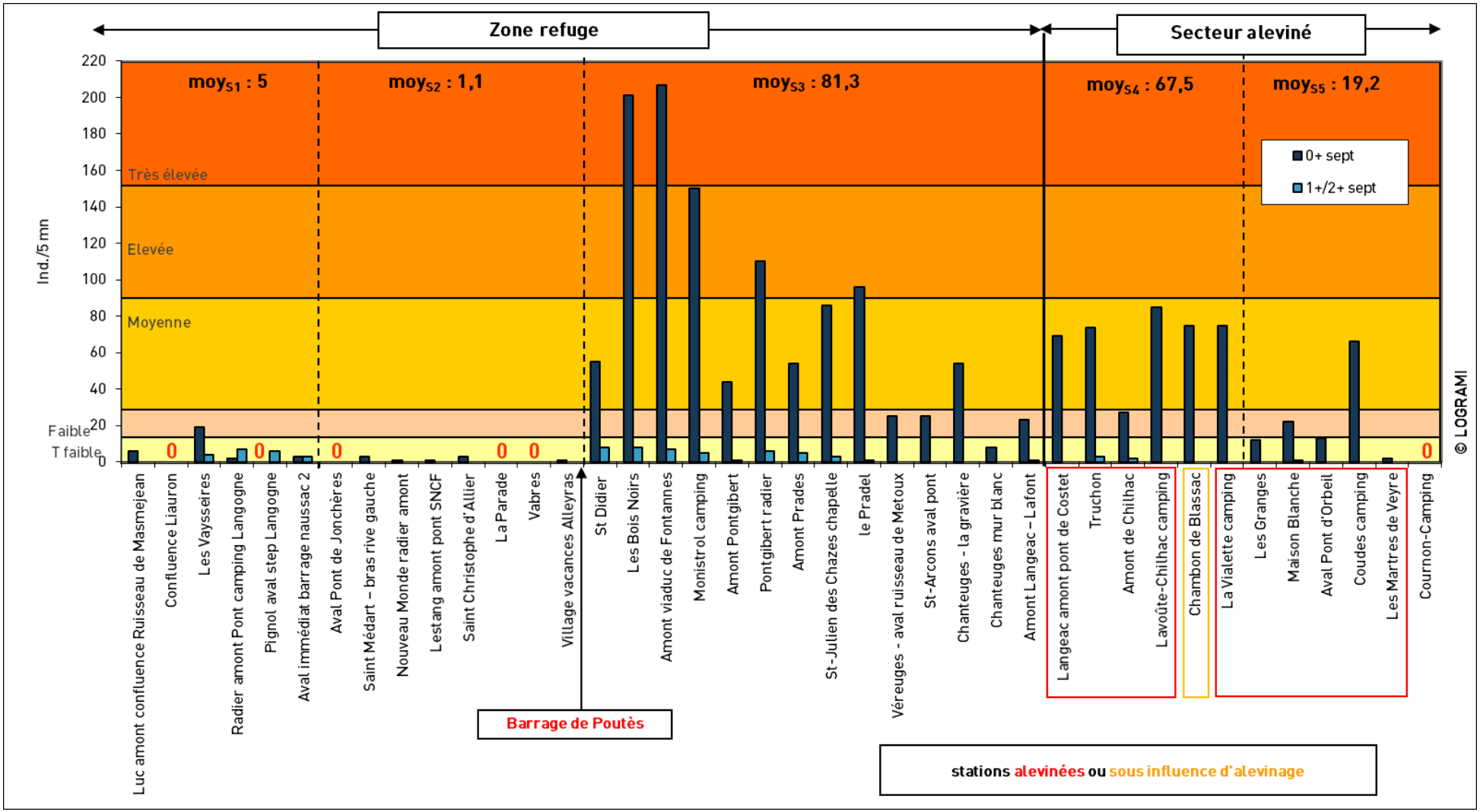


Figure 233 : Indices d'abondance tacons des stations échantillonnées sur l'Allier en 2017 selon leur succession amont/aval

5.3.5.2 Comparaison avec les données historiques

La comparaison est basée sur les résultats observés sur 19 stations échantillonnées au moins 13 fois sur la période 2000-2017 (18 ans). **L'indice moyen obtenu en 2017 sur l'Allier s'apparente à la moyenne observée sur la période 2000-2016** (Figure 234).

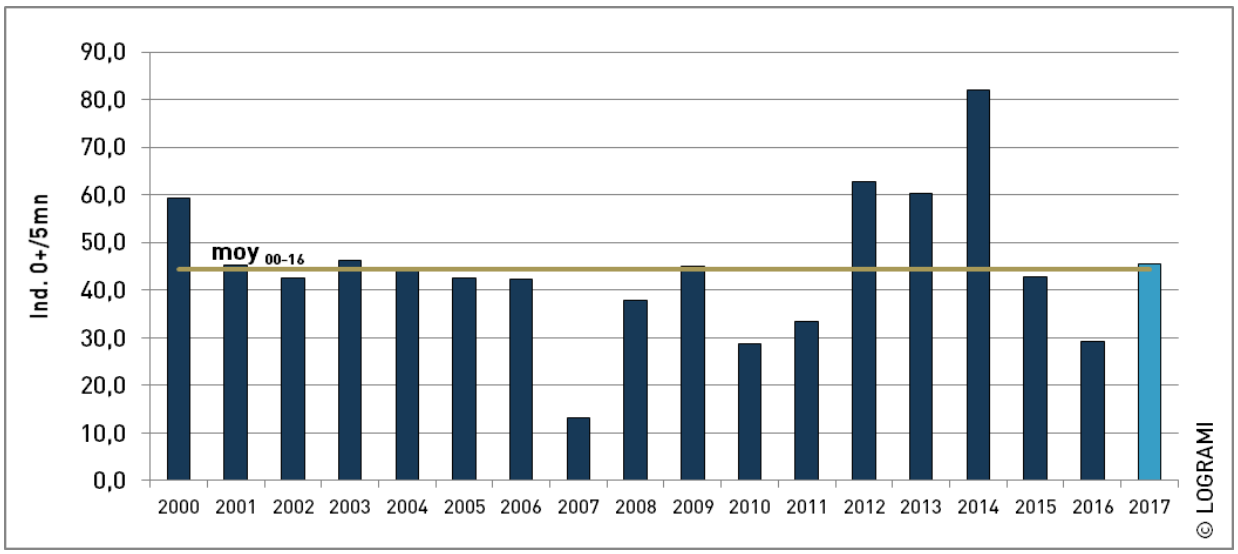


Figure 234 : Evolution sur la période 2000-2017 de l'indice d'abondance moyen calculé pour 19 stations échantillonnées sur l'Allier

Afin d'affiner l'échelle d'analyse, la comparaison peut être réalisée à l'échelle des secteurs de l'Allier historiquement définis (Figure 235) mais aussi en fonction des deux périodes aux stratégies d'alevinages bien distinctes (Figure 236). 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 2017 :

- pour les secteurs S1 et S2 (amont Poutès), les abondances moyennes de tacons 0+ sont très nettement inférieures aux moyennes 2000-2006 et 2007-2015 probablement en raison du faible nombre de géniteurs ayant franchi le barrage de Poutès en 2016 (27) ;
- pour le secteur S3, l'indice moyen est quasiment équivalent aux moyennes 2000-2006 et 2008-2015 ;
- pour le secteur S4, l'indice moyen est supérieur aux moyennes historiques 2000-2006 et 2008-2016. En plus de condition thermiques et hydrologiques favorables à la survie des juvéniles sur ce secteur (cf. § 3.1), l'apport d'alevins de pisciculture sur des radiers accueillant probablement déjà des individus natifs (pas de suivi frayères en 2016 donc pas de prise en compte de ces dernières dans le plan d'alevinage) a sans doute eu pour effet d'augmenter les densités ;
- pour le secteur S5, l'indice moyen est supérieur aux moyennes historiques 2000-2006 et correspond à la moyenne 2008-2015.

Globalement, l'année 2017 se caractérise par une production d'alevins natifs moyenne dans la zone refuge principalement limitée à l'aval du barrage de Poutès (S3) et une production des secteurs alevinés S4 et S5, jugée, elle aussi, moyenne.

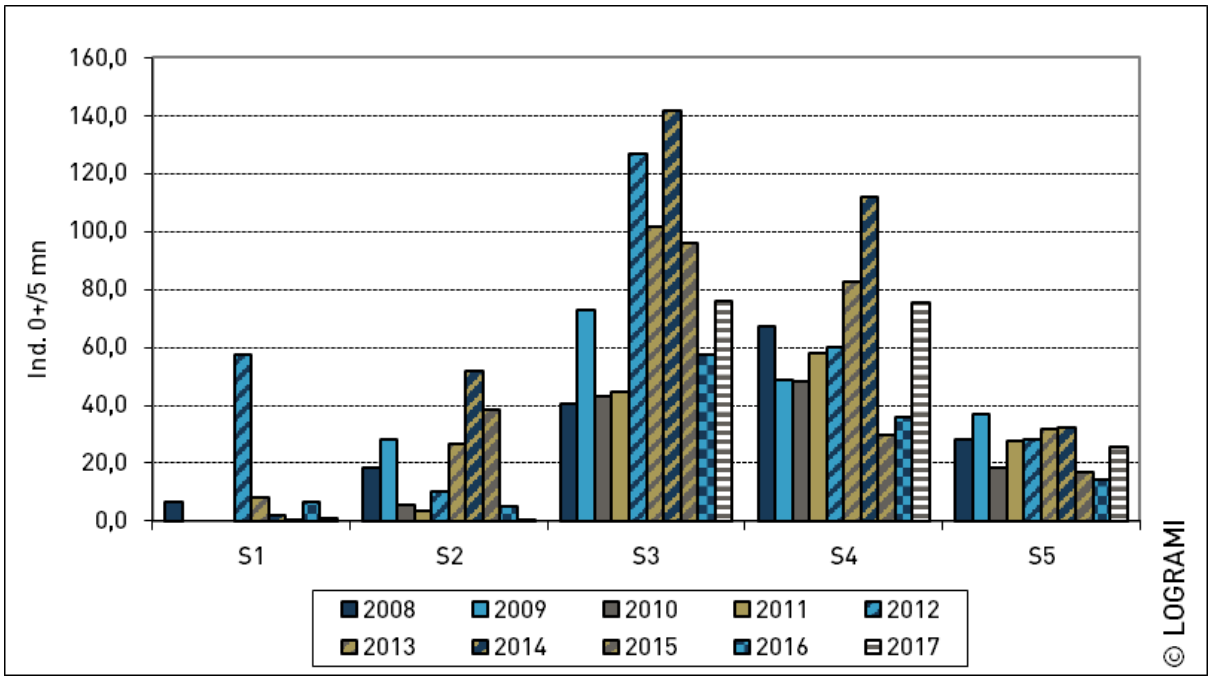


Figure 235 : Evolution de l'indice d'abondance tacons 0+ moyen pour chaque secteur de l'Allier depuis le changement de stratégie d'alevinage en 2008 (19 stations)

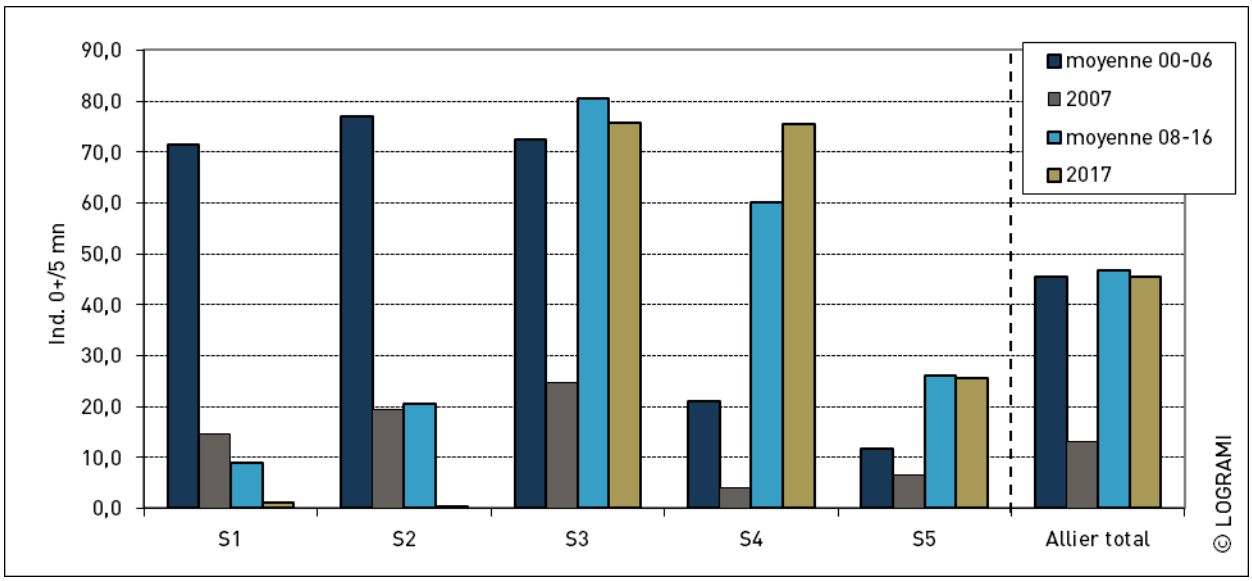


Figure 236 : Comparaison de l'indice d'abondance moyen observé en 2017 pour chaque secteur de l'Allier avec les indices moyens observés pour les périodes 2000-2006, 2007 et 2008-2014 (19 stations)

5.3.6. Indice d'abondance sur la Dore

4 stations ont été échantillonnées sur la Dore en 2017 (2 alevinées, 1 sous influence d'alevinage et 1 non alevinée). Les indices varient **de 0 à 38 ind. 0+/5 mn** (Figure 237). L'indice d'abondance moyen,

toutes stations confondues, s'élève à **14,5 +/- 16,4** ce qui peut être considéré comme une abondance **faible.**

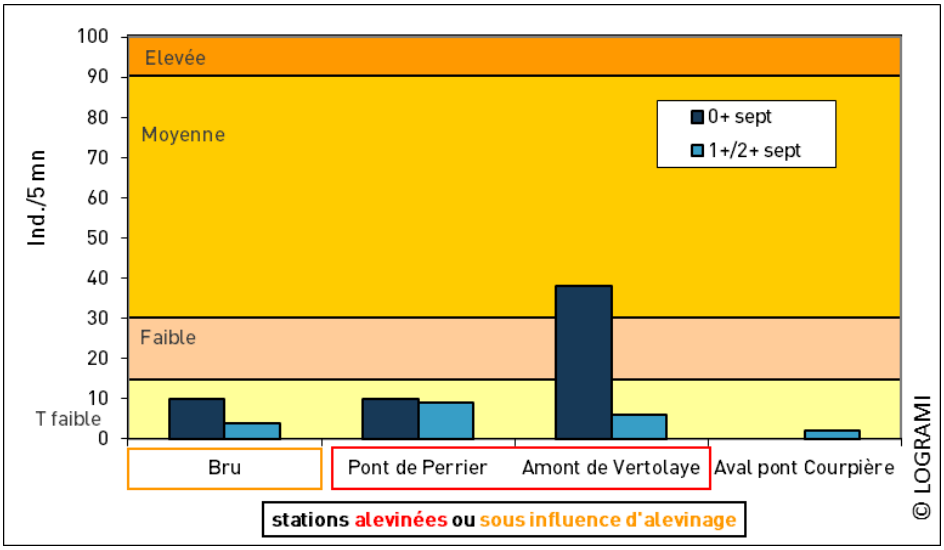


Figure 237 : Indices d'abondance tacons des stations échantillonnées sur la Dore en 2017 selon leur succession amont/aval

Calculé sur les résultats des 3 stations échantillonnées depuis 2009, l'indice abondance moyen 2017 est inférieur à la moyenne historique (Figure 238).

La Dore bien que présentant des surfaces d'Equivalents Radier-Rapide non négligeables à l'échelle du bassin de l'Allier (10,4% des ERR du bassin décrites en 2016), l'abondance y demeure très faible à faible. Des problèmes de survie des juvéniles déversés (cf. § 8.5.2.2) ainsi que des problèmes d'accessibilité des géniteurs paraissent les hypothèses les plus probables pour expliquer ce constat.

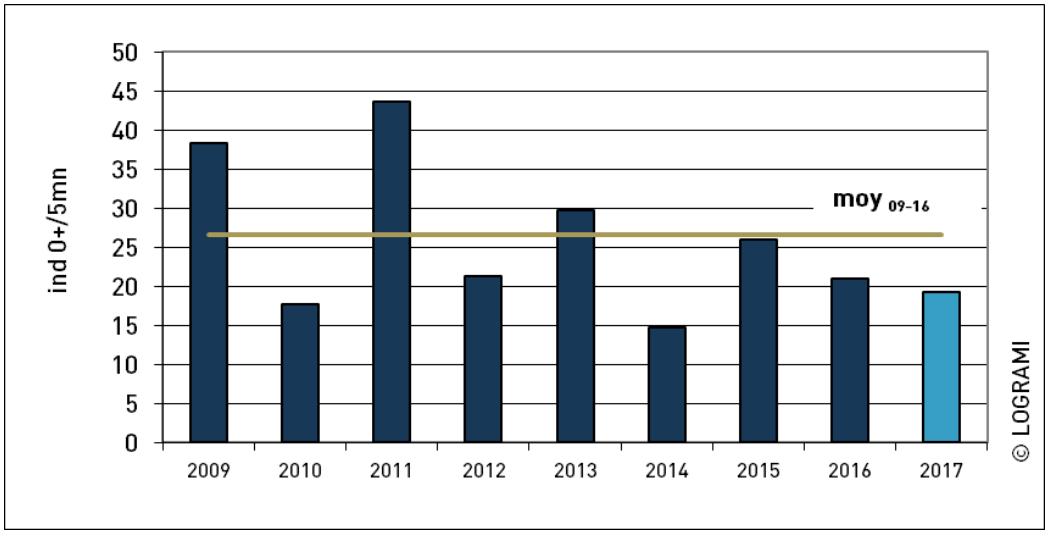


Figure 238 : Evolution sur la période 2009-2017 de l'indice d'abondance moyen de 3 stations échantillonnées sur la Dore

5.3.7. Indice d'abondance sur la Sioule

5.3.7.1 Résultats globaux 2017

16 stations ont été échantillonnées sur la Sioule :

- 9 « non alevinées » ;
- 2 « sous influence d'alevinage » ;
- 5 directement « alevinées ».

Les indices varient **de 0 à 92 ind. 0+/5 mn** (Figure 239). L'indice d'abondance moyen, toutes stations confondues, s'élève à **37,8 +/- 27,6,** ce qui peut être considéré comme une abondance **moyenne**.

Des tacons 0+ natifs ont été capturés en abondances faibles à élevées sur 6 des 7 stations échantillonnées dans la zone non alevinée de la Sioule (entre l'amont des Thermes de Châteauneuf les Bains et le barrage infranchissable de Queuille (63)) (9km). Aucun tacon 0+ n'a été capturé sur la station située la plus en amont, « Les Plateaux ».

Les 2 stations « sous influence d'alevinage » présentent des indices faible et moyen.

Les stations directement alevinées présentent quant à elles des indices d'abondance faibles à moyens.

Enfin, les deux stations non alevinées situées les plus en aval du linéaire suivi, présentent des abondances de tacons 0+ très faibles.

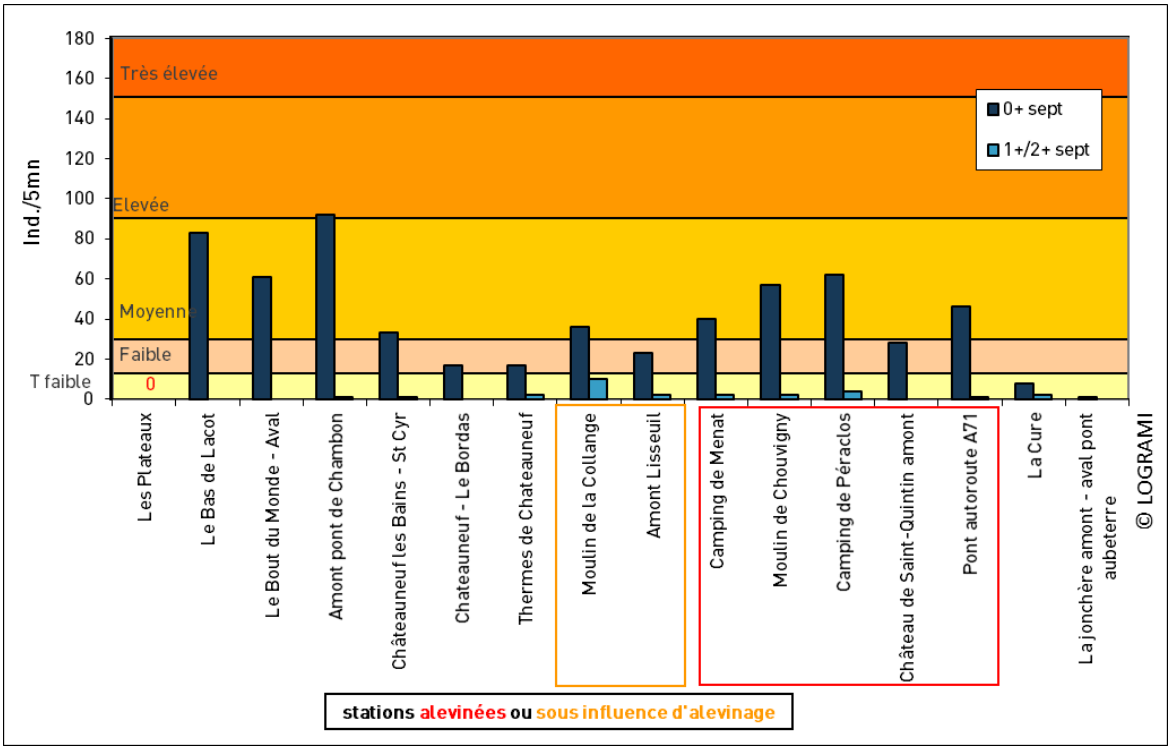


Figure 239 : Indices d'abondance tacons des stations échantillonnées sur la Sioule en 2017 selon leur succession amont/aval

5.3.7.2 Comparaison avec les données historiques

La comparaison est basée sur les résultats observés sur 6 stations échantillonnées au moins 17 fois sur la période 2000-2017. Sur ces 6 stations, 4 ont été alevinées en 2017. L'indice moyen obtenu sur la Sioule en 2017 est inférieur à la moyenne observée sur la période 2000-2016 (Figure 240). L'évolution de l'indice moyen annuel est très irrégulière sur la Sioule depuis 2000. Selon les années, de très fortes abondances peuvent être observées comme de très faibles. **L'indice moyen de 2017 apparaît comme un indice faible mais pas « alarmant ».**

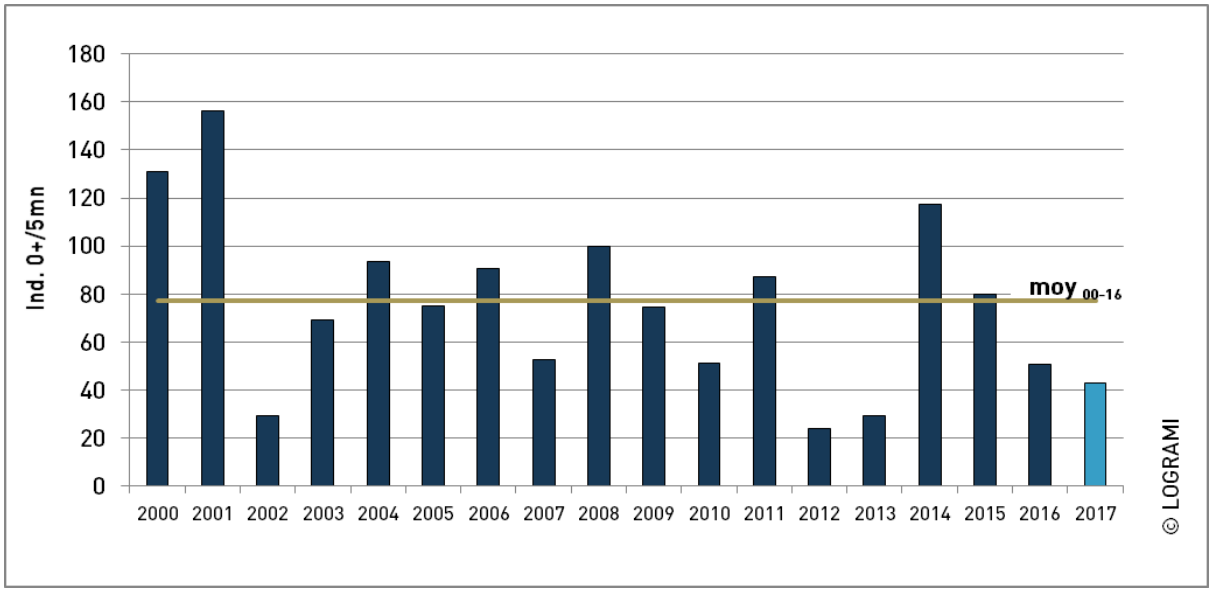


Figure 240 : Evolution sur la période 2000-2017 de l'indice d'abondance moyen de 6 stations échantillonnées sur la Sioule

5.3.8. Indice d'abondance sur les autres affluents (la Couze d'Ardes, la Couze Chambon, la Couze Pavin, la Desges et la Senouire)

Les indices d'abondances sur les affluents de l'Allier (la Couze d'Ardes, la Couze Chambon, la Couze Pavin, la Desges et la Senouire) sont compris entre **0 et 30 ind. 0+/5 mn (abondance nulle à faible)** (Figure 241). **Les indices moyens correspondants sont tous très faibles.**

Sur tous les affluents étudiés en 2017, excepté la Senouire, la présence de tacons 0+ suit le même schéma : des tacons 0+ ne sont capturés que dans les 2 premiers kilomètres en amont de la confluence avec l'Allier et les stations qui présentent les Indices d'Abondance les plus importants sont celles qui sont les plus proches de la confluence avec l'Allier (Figure 241). Même si des reproductions de saumons ne peuvent être écartées sur ces cours d'eau, il est probable, au regard des niveaux d'abondance relativement faibles, que les individus capturés aient colonisé ces cours d'eau depuis l'Allier.

La production de juvéniles de saumons de ces cours d'eau est donc limitée et se cantonnerait principalement aux parties aval.

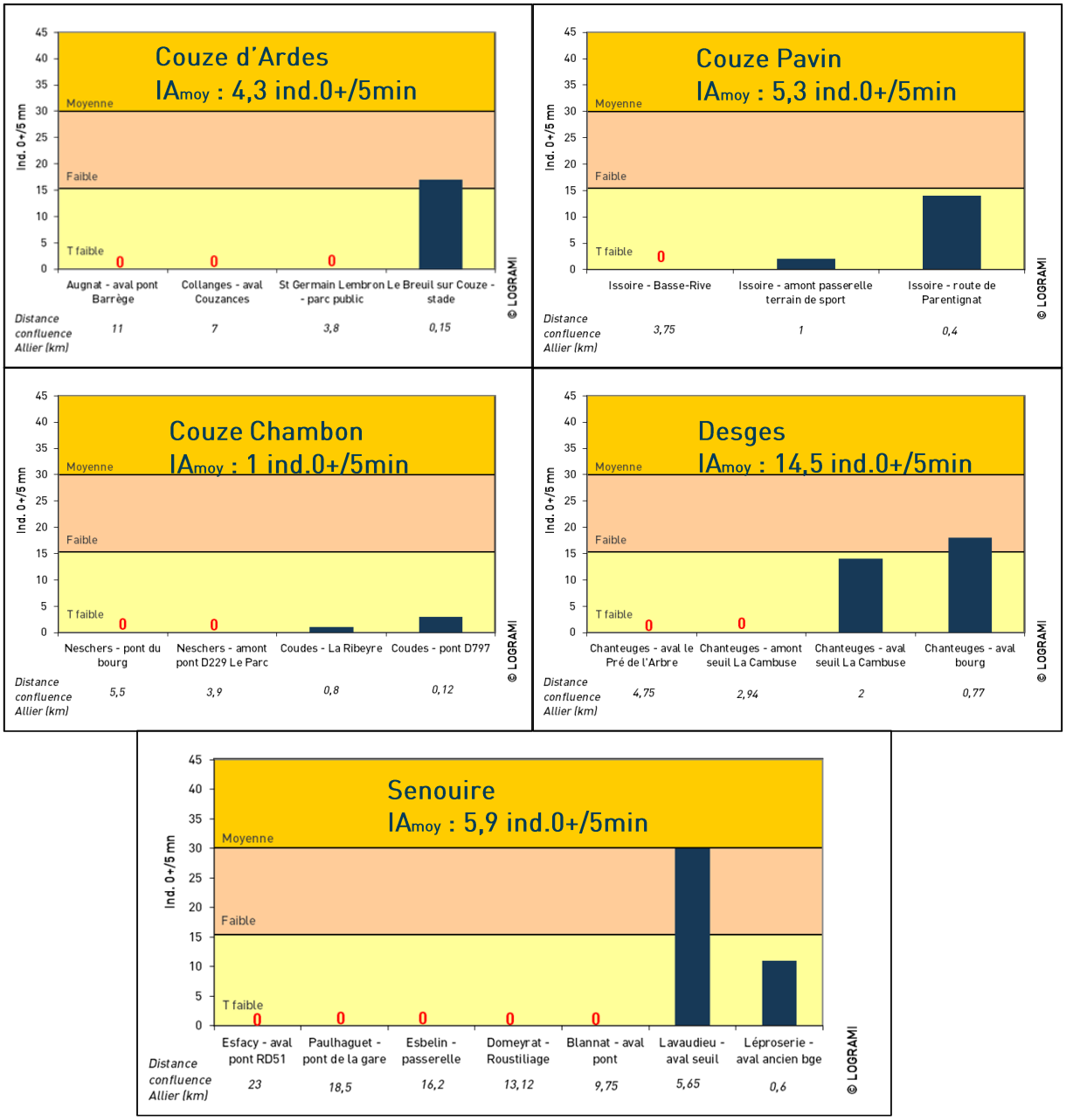


Figure 241 : Indices d'abondance tacons des stations échantillonnées sur la Couze d'Ardes, la Couze Chambon, la Couze Pavin, la Desges et la Senouire en 2017 selon leur succession amont/aval

5.3.9. Estimation de la production de juvénile d'automne

La production de juvéniles d'automne globale du bassin de l'Allier peut être estimée à partir des indices d'abondance moyens convertis en densités moyennes (à l'aide du coefficient obtenu lors d'opérations de calibration : 0,592/100 ; cf. § 5.4) et des surfaces d'Equivalent Radier-Rapide connues.

Afin de s'approcher le plus possible de la réalité, seules les surfaces productives (ERR) des secteurs représentatifs les plus probables ont été considérées (Tableau 52). Suivant la même logique, seuls les indices d'abondances obtenus dans ces secteurs ont été considérés pour calculer l'indice moyen (IA moyen). Ainsi :

- Pour l'Alagnon, le secteur considéré correspond au linéaire total de l'Alagnon auquel est retranché la partie située en amont de Ferrières St-Mary, limite en amont de laquelle nous considérons qu'il est peu probable que des tacons 0+ soit présents. L'indice moyen est donc calculé à partir de tous les indices obtenus sur l'Alagnon. **La production de l'Alagnon est sous-estimée puisqu'elle ne prend pas en compte la production du Béal par l'absence de données sur les habitats favorables ;**
- Pour l'Allier, le secteur considéré correspond au linéaire total de l'Allier auquel est retranché la partie située en aval de Cournon, limite en aval de laquelle nous considérons qu'il est peu probable que des tacons 0+ soit présents (dernier point déversé situé en amont de Cournon et pas de tacons 0+ capturés à Cournon). L'indice moyen est donc calculé à partir de tous les indices obtenus ;
- Pour la Dore, le secteur considéré correspond au linéaire de la Dore compris entre Ambert et Olliergues. La limite amont correspond à la limite amont des points de déversements de juvéniles de pisciculture qui correspond également à la limite de description des habitats sur ce cours d'eau. La limite aval correspond à une limite en aval de laquelle les tacons 0+ issus des déversements ne peuvent probablement pas dévaler (nombre important de retenues et de prises d'eau hydro-électriques). L'indice moyen est donc calculé à partir des 3 indices obtenus sur ce secteur. **La production de la Dore est probablement surestimée puisque le secteur considéré est plus grand que celui où les alevins de pisciculture sont déversés et où tous les indices ont été obtenus. Il manque un indice correspondant à la zone aval non déversée pour pondérer l'indice moyen calculé ;**
- Pour la Sioule, le secteur considéré correspond au linéaire total de la Sioule auquel est retranchée la partie située en aval de Broût-Vernet, limite en aval de laquelle nous considérons qu'il est peu probable que des tacons 0+ soit présents (dernier point déversé situé en amont et seul 1 tacon 0+ capturé à Broût-Vernet). L'indice moyen est donc calculé à partir de tous les indices obtenus ;
- Pour les 5 autres affluents, les secteurs considérés correspondent aux secteurs accessibles en aval desquels des tacons 0+ ont été capturés. Seuls les indices d'abondance obtenus dans ces secteurs ont été utilisés pour le calcul des indices d'abondance moyens.

Tableau 52 : Estimation de la production de tacons 0+ d'automne des différents cours d'eau du bassin de l'Allier en 2017

	Secteur représentatif le plus probable	Suface ERR (m^2)	IA moyen (ind 0+/5mn)	Densité estimée (ind.0+/m^2) (IAmoy*0,592/100)	Production tacons 0+ d'automne estimée	Part production bassin
Alagnon	Ferrières St Mary-confluence Allier	302 307	20,6	0,122	36867	9,2%
Allier	Luc-Cournon	1 104 393	42,4	0,251	277 211	69,0%
Couze Chambon	premier kilomètre	7 082	2	0,012	84	0,0%
Couze d'Ardes	premier kilomètre	3 306	17	0,101	333	0,1%
Couze Pavin	premier kilomètre	26 194	8	0,047	1 241	0,3%
Desges	Seuil de la Cambuse-confluence Allier	14 227	16	0,095	1 348	0,3%

	Secteur représentatif le plus probable	Suface ERR (m^2)	IA moyen (ind 0+/5mn)	Densité estimée (ind.0+/m^2) (IAmoy*0,592/100)	Production tacons 0+ d'automne estimée	Part production bassin
Dore	aval Ambert-Olliergues	108 704	19,3	0,114	12 420	3,1%
Senouire	Lavaudieu-confluence Allier	44 014	20,5	0,121	5 342	1,3%
Sioule	Aval Queuille-Broût-Vernet	297 842	37,8	0,224	66 650	16,6%
Total Bassin		**1 908 069**			**401 495**	

Selon la méthode estimative employée, le **bassin de l'Allier aurait produit, en 2017, 401 495 tacons 0+ d'automne** (Tableau 52). Représentant une part de 69%, l'Allier contribue fortement à la production globale du bassin. La Sioule, l'Alagnon et la Dore contribuent dans une moindre mesure avec respectivement 16,6%, 9,2% et 3,1 % (NB : la part de l'Alagnon est sous-estimée par non prise en compte du Béal et la production de la Dore est probablement surestimée). Enfin, parmi les 5 autres « petits » affluents, la Senouire se démarque avec une part de la production globale de 1,3% contre moins de 0,3% pour les autres.

5.3.10. Conclusion

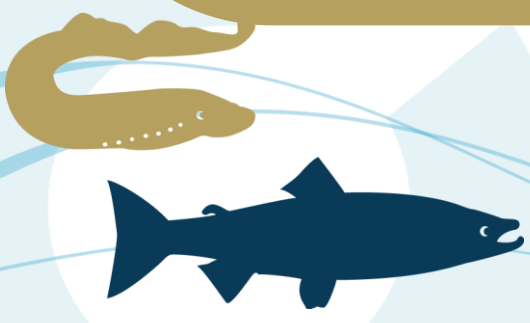
Le réseau d'échantillonnage « Indice d'Abondance tacons » mené par LOGRAMI permet d'appréhender annuellement la production de juvéniles de saumons atlantiques d'automne du bassin de l'Allier, toutes origines confondues (natifs ou pisciculture), élément déterminant de la dynamique de la population. En 2017, en plus des 4 cours d'eau habituellement suivis (l'Alagnon, l'Allier, la Dore et la Sioule), un échantillonnage inédit des 5 affluents de l'Allier, la Couze d'Ardes, la Couze Chambon, la Couze Pavin, la Desges et la Senouire, dont les surfaces favorables pour le développement des juvéniles de saumon atlantique ont été décrites récemment (2015-2016) a été réalisé.

La campagne 2017 met en évidence :

- une abondance de tacons 0+ sur l'Alagnon jugée faible qui correspond au niveau d'abondance le plus bas observé depuis 2009. Toutefois, la présence de tacons 0+ natifs jusqu'en amont de Massiac est encourageante et cette abondance est dénuée d'alevins déversés contrairement aux années précédentes. Elle démontre la capacité de production de l'Alagnon et confirme la pertinence de la mise en place de la gestion patrimoniale sur ce cours d'eau. ;

- une abondance de tacons natifs moyenne dans la zone refuge de l'Allier principalement limitée à l'aval du barrage de Poutès (S3) et une production des secteurs alevinés S4 et S5, jugée, elle aussi, moyenne ;
- une abondance faible de tacons 0+ sur la Dore, qui confirme des problèmes récurrents de survie des juvéniles déversés (cf. chapitre 8) ainsi que des problèmes d'accessibilité des géniteurs ;
- une abondance jugée moyenne pour la Sioule qui s'avère inférieure à l'abondance moyenne historique. Cependant, constituée pour partie de tacons 0+ natifs, cette production peut être considérée comme encourageante pour ce cours d'eau qui révèle d'importantes irrégularités annuelles de sa production de juvéniles ;
- une abondance de tacons 0+ très faible sur les 5 autres affluents avec une production qui se cantonnerait principalement aux parties aval par colonisation d'individus provenant de l'Allier à la recherche d'habitats disponibles et plus favorables. La présence d'alevins très probablement natifs sur la Senouire révèle toutefois l'intérêt de ces affluents pour le saumon de l'Allier.

Pour l'année 2017, la production du bassin de l'Allier a pu être estimée à 401 495 tacons 0+ d'automne dont 69% proviennent de l'Allier. 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 confirment 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. 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 (Figure 242) :

- 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.

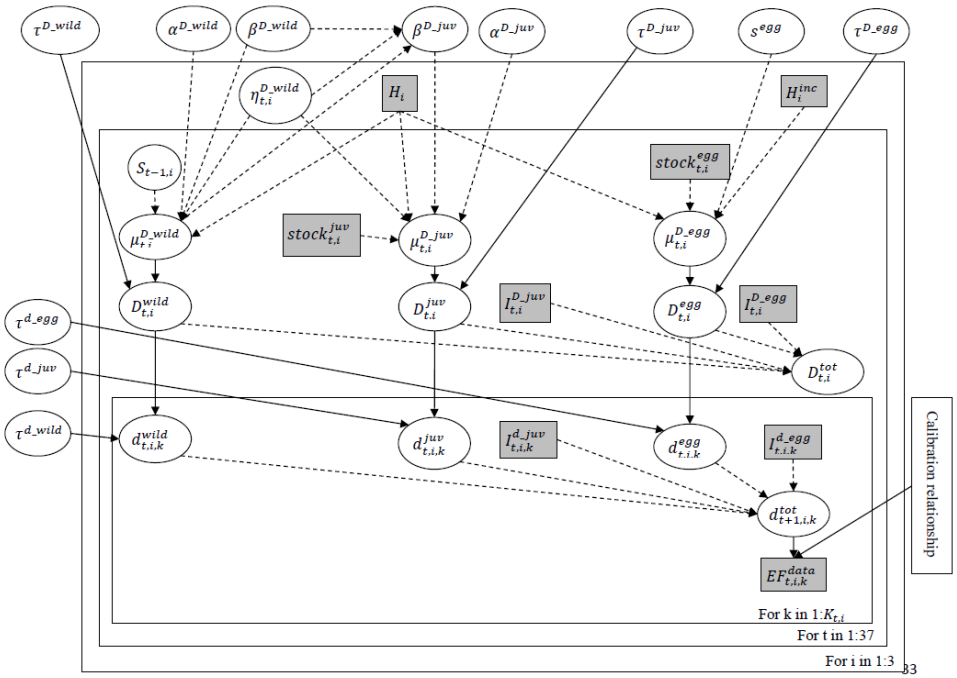


Figure 242 : Graphique Acyclique Dirigé (DAG) du modèle utilisé pour l'estimation des densités moyennes annuelles des juvéniles 0+ à l'échelle macro et micro. Les carrés représentent les quantités fixes. Toutes les quantités observées sont en gris. Les flèches représentent les liens de dépendance entre 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 (devenu AFB)-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. 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,
- 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 243).

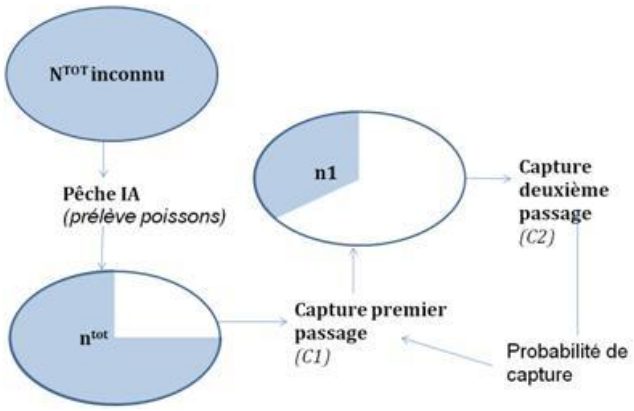


Figure 243 : Analyse de la relation entre la pêche par échantillonnage ponctuel et la pêche par déplétion (Sources LOGRAMI)

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) puis 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 244). L'ajout des 4 nouveaux points en 2016 n'a pas modifié la relation obtenue en 2015. (Figure 245).

Une troisième et dernière campagne a été réalisée en 2017 afin de rajouter 2 points sur l'Allier et 2 points sur l'Alagnon.

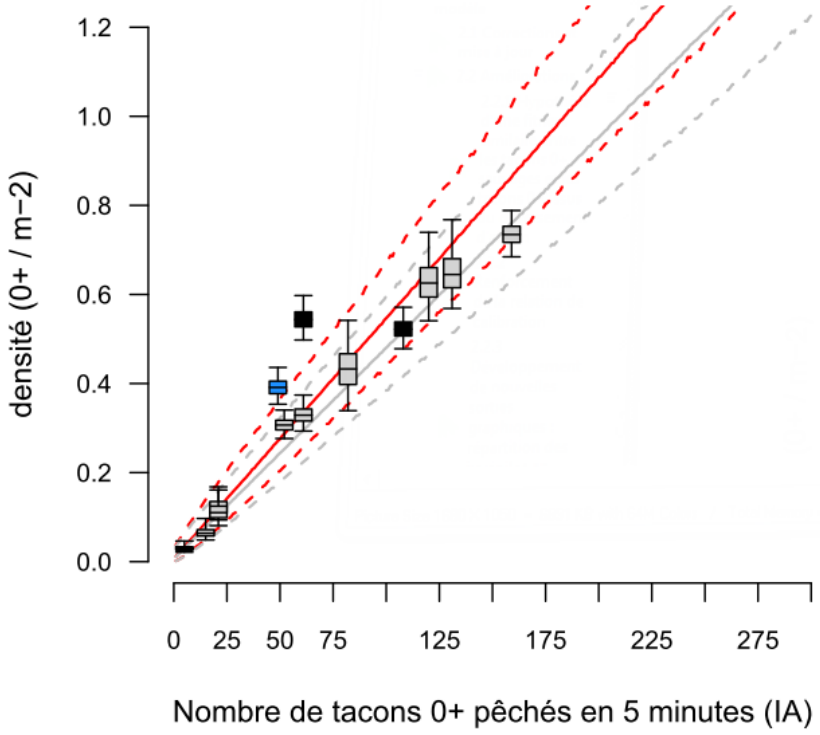


Figure 244 : Relation entre le nombre d'individus capturé en 5 min (IA) et la densité de tacons 0+ actualisée en 2015 (Source : LOGRAMI, CSP – Réalisation :LEGRAND et PREVOST, 2016).

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.

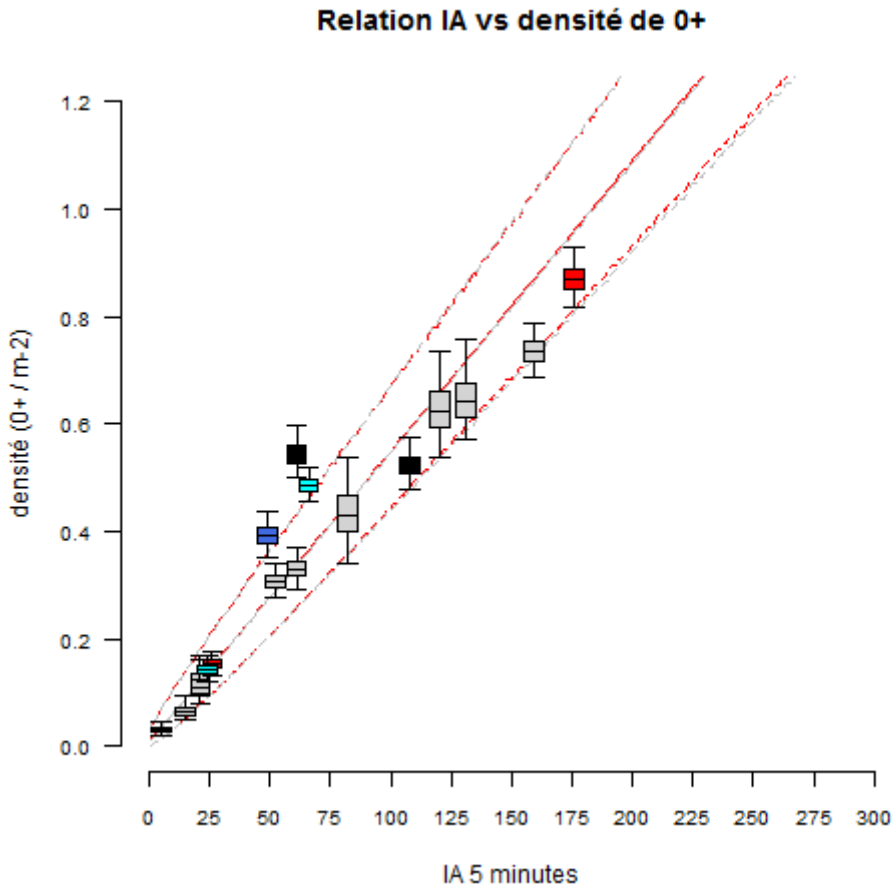


Figure 245 : Relation de calibration entre nombre de tacons 0+ pêchés en 5 minutes et la densité par m² actualisée en 2016. (Source : LOGRAMI, CSP – Réalisation : LEGRAND & PREVOST, 2017 – en cours de rédaction).

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 sur l'Allier en 2016 et les 2 points bleus clairs ceux réalisés sur l'Alagnon en 2016. 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.

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 d'échantillonnage 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 (Figure 246). 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.



Figure 246 : Photographie de la mise en œuvre opérationnelle de la pêche par déplétion (Source : LOGRAMI)

5.4.3. Résultats

Les 26 et 27 octobre 2017, grâce à la mobilisation de 29 personnes sur les 2 jours, 4 nouveaux points sont venus enrichir la relation de calibration du modèle (Figure 247).

Ces points ont été choisis après la réalisation d'une première pêche « Indice d'Abondance » de façon à avoir pour l'Allier, 1 site avec une abondance très élevée et 1 site avec une abondance moyenne (haute), et pour l'Alagnon, 1 site avec une abondance moyenne (basse) et 1 site avec une abondance très 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.

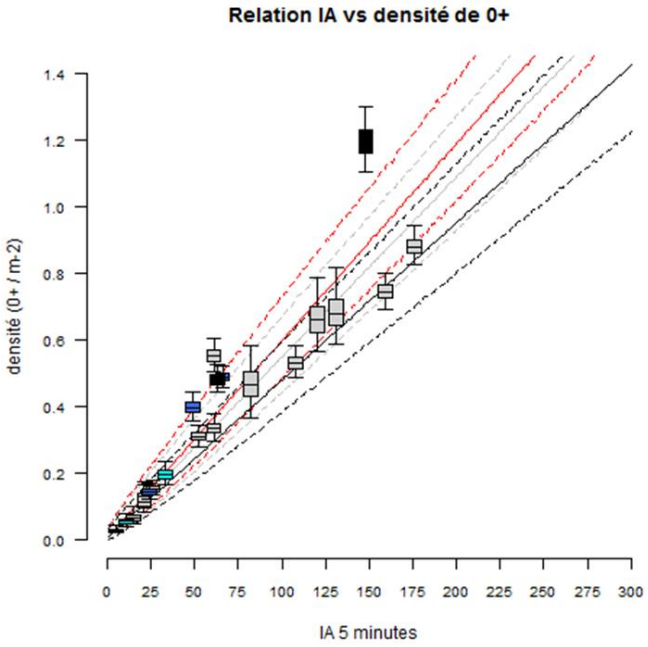


Figure 247 : Relation de calibration entre nombre de tacons 0+ pêchés en 5 minutes et la densité par m² actualisée en 2017 (Source : LOGRAMI, CSP – Réalisation : LEGRAND & PREVOST, 2017 – en cours de rédaction).

Les boxplot gris représentent les points de pêche réalisés sur l'Allier par le CSP entre 1997 et 2001 et par LOGRAMI (et toutes les structures ayant participé au bon déroulement de l'opération) en 2015 et 2016. Les points bleu foncé correspondent aux points réalisé en 2015 et 2016 sur l'Alagnon. Les 2 points noirs représentent les 2 sites réalisés en 2017 sur l'Allier et les 2 points bleus clairs ceux réalisés en 2017 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 12 points réalisés lors des 3 campagnes 2015, 2016 et 2017 menées par LOGRAMI (soit 21 points), en gris la relation actualisée en 2016 (17 points) et en noir de la relation initiale qui ne prend en compte que les 9 points historiques.

5.4.4. Conclusion

L'ajout des 4 nouveaux points porte la relation de calibration à 21 points qui suit l'équation suivante y=0.592x (pour 100m²).

Les différentes mises à jour depuis la reprise de l'opération par LOGRAMI ont conduit à revoir à la hausse la relation médiane de façon importante notamment lors de l'ajout des points en 2015 et en 2017 (2016 n'a apporté que peu de changement par rapport à l'ajout 2015).

Par ailleurs, les 5 points réalisés sur l'Alagnon s'intègrent bien dans la relation. Il n'y a donc pas de raison de penser que cette relation de calibration ne soit pas adaptée à l'Alagnon.

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. 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 a permis, via le prélèvement d'écailles 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 92 saumons comptabilisés à Descartes en 2017 ont pu être mesurés individuellement. Leurs tailles s'échelonnent de 56 à 99 cm pour une moyenne de 80 cm (+/- 8 cm).



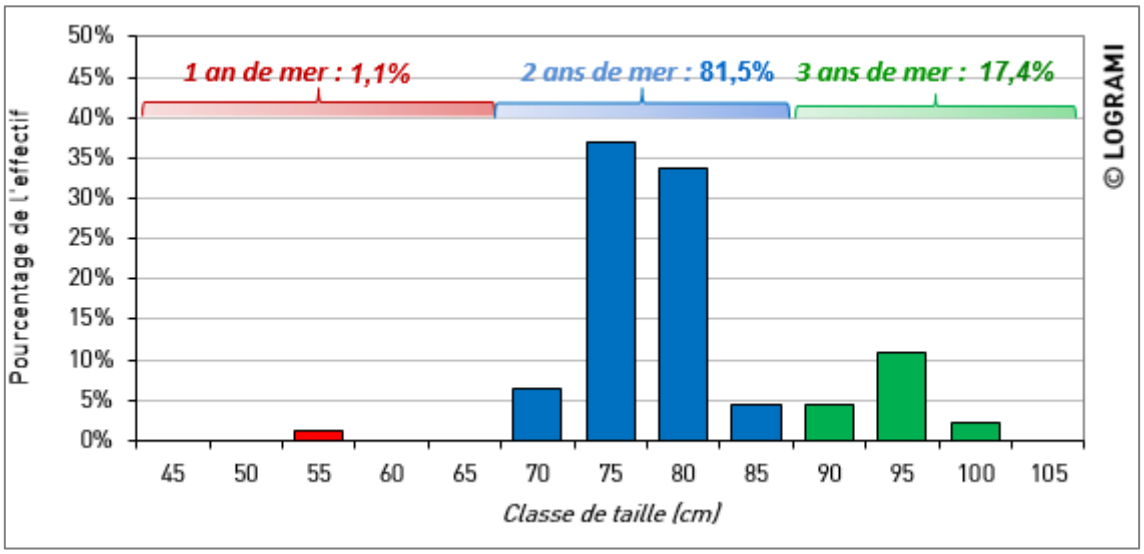


Figure 248 : Distribution en classes de taille des effectifs de saumon atlantique comptabilisés dans la passe à poissons de Descartes sur la Creuse en 2017 (n=92)

La classe de taille la plus représentée est celle de 75 cm totalisant 34 individus, soit 37 % de la population migrante (Figure 248). A partir d'un abaque, ces différentes tailles permettent d'établir l'âge de chaque saumon ayant franchi l'ouvrage de Descartes. Ainsi, l'effectif peut être subdivisé en trois grandes classes d'âge : les saumons d'un an de mer (1 individu soit 1 % de l'effectif), de deux ans de mer (75 individus soit 82 % de l'effectif) et de trois ans de mer (16 individus soit 17 % de l'effectif).

La population migrante de l'année 2017 est donc en majorité composée de poissons de deux ans de mer. Les années précédentes cette classe d'âge était aussi majoritairement représentée (Figure 249). De 2007 à 2016, en moyenne 61 % (+/- 14 %) des individus ont été considérés comme des individus ayant séjourné deux ans en mer. Le nombre de saumons de trois ans de mer est aussi assez proche de celui de l'historique. En effet, en moyenne de 2007 à 2016, 21 (+/- 19) saumons de trois ans de mer et franchissent chaque année le barrage de Descartes. **Le nombre d'individus de un an de mer est par contre le plus faible de l'historique**, en moyenne 13 (+/- 9) saumons de cette classe d'âge remonte la Creuse. Les fortes températures rencontrées au mois de juin ont probablement inhibé la migration des individus de cette classe d'âge.

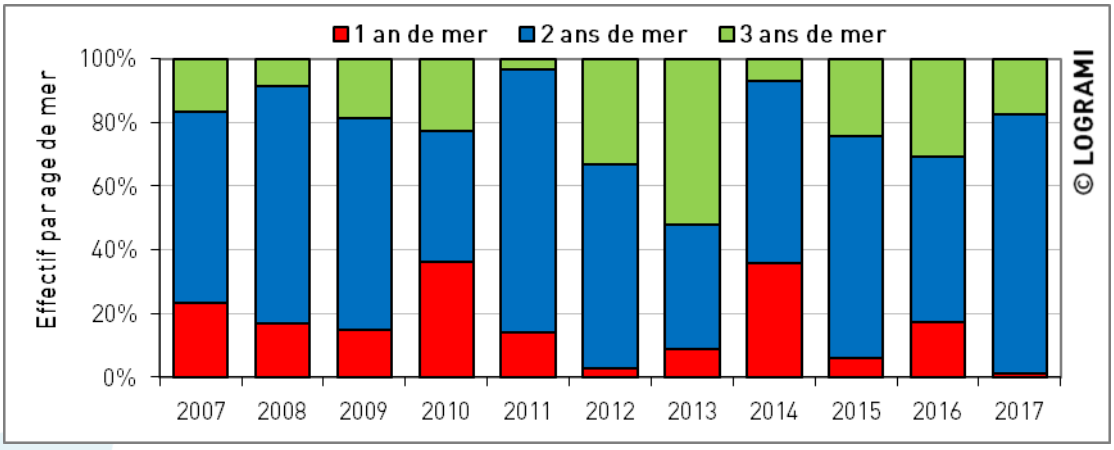


Figure 249 : Evolution de la répartition des classes d'âges de saumons à la station de comptage Descartes depuis 2007

La proportion de castillons (1 an de mer) reste pour autant 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 250). Les retours des poissons issus de la dévalaison de 2015 sont incomplets. En effet, les trois ans de mer de cette cohorte migreront à Descartes en 2018. 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 entrainé 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.

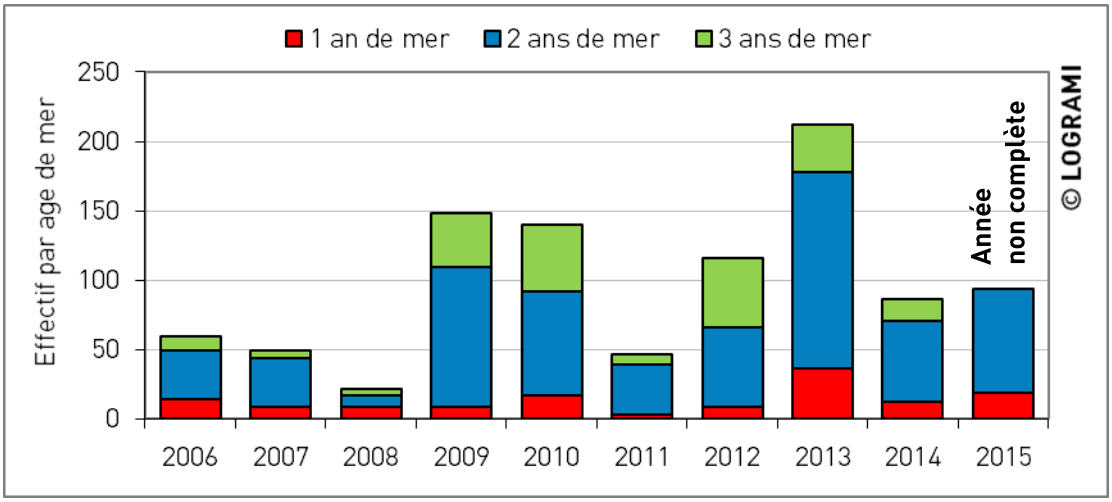


Figure 250 : Effectifs des retours de saumons par classe d'âge suivant leur année de dévalaison à Descartes (n=861)

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 2017, le contingent migrant à la station de comptage de Decize est constitué de 10 % de saumons de 1 été (2 individus), 57 % de saumons de 2 étés (12 individus) et 33 % de saumons de 3 étés (7 individus). Depuis 2009, la classe de saumons de 2 étés est aussi majoritaire avec en moyenne 80 % des passages (Figure 251).

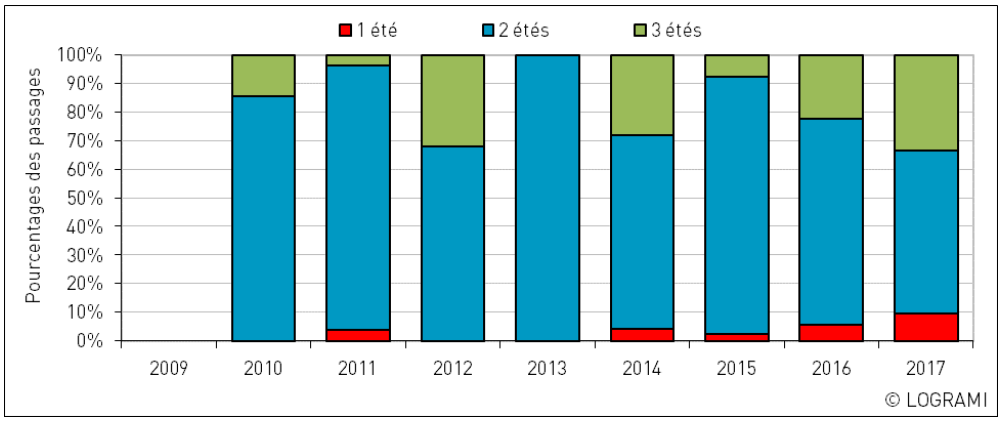


Figure 251 : Evolution de la répartition des classes d'âges de saumons à la station de comptage de Decize depuis 2009

Ces classes d'âge permettent de reconstituer le nombre de saumons de retour sur la Loire amont selon leur année de dévalaison (Figure 252). Les retours des poissons issus de la dévalaison de 2015 sont incomplets. En effet, les trois ans de mer de cette cohorte migreront à Decize en 2018.

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 19 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. Depuis les premiers retours complets, la classe de saumons de 2 étés est majoritaire avec en moyenne 64 % des passages

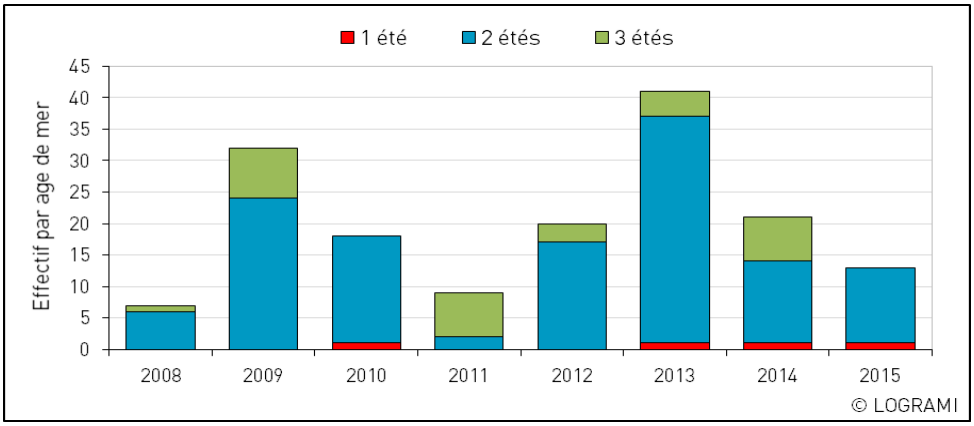


Figure 252 : Effectifs des retours de saumons par classe d'âge suivant leur année de dévalaison à Decize

6.2.2.2 Station de comptage de Gueugnon

Pour la troisième fois consécutivement depuis le suivi de la passe de la station de comptage de Gueugnon en 2006, des individus de 3 étés ont été contrôlés en 2017 sur le bassin de l'Arroux (Figure 253). Ils représentent 33 % du contingent migrant de l'année (soit 2 individus sur 6).

Au total, sur les 35 individus contrôlés sur la période 2006-2017, 35 saumons étaient des individus de 2 étés de mer. Les saumons de grande taille semblent avoir du mal à regagner les zones amont du bassin de l'Arroux. De plus, certaines années (2010 et 2014), aucun des individus observés à la station de Decize n'est comptabilisé à la station de Gueugnon.

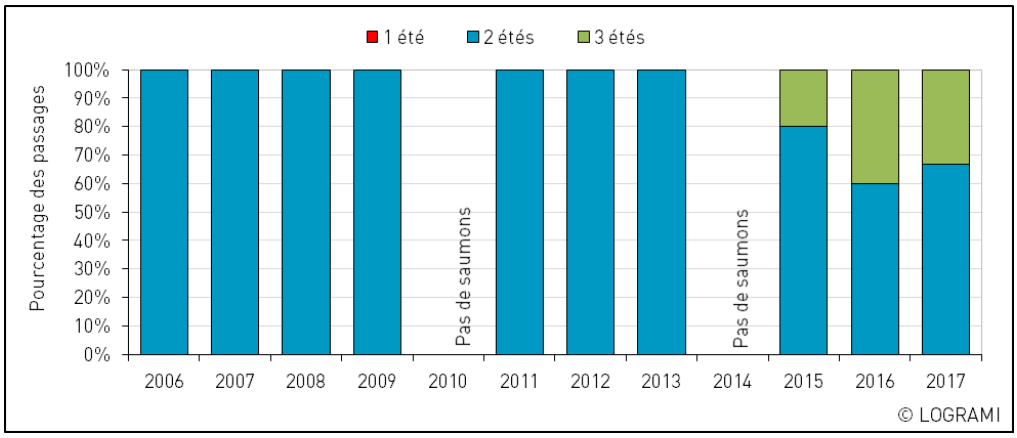


Figure 253 : Evolution de la répartition des classes d'âges de saumons à la station de comptage de Gueugnon depuis 2006

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 en 2017 à la station de comptage de Vichy sont celles de 80 cm (175 individus) et 95 cm (180 individus) (Figure 254). Ces classes représentent 47 % du total des passages.

Les classes les moins représentées sont celles de 65 cm et 110 cm avec respectivement 2 et 1 individus contrôlés pour chaque classe.

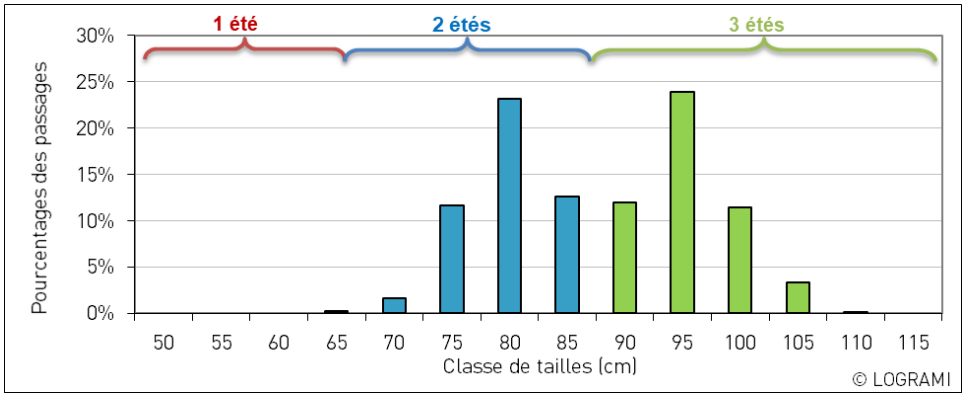


Figure 254 : Répartition des classes de taille de saumons à la station de comptage de Vichy en 2017

En 2017, le contingent de saumons contrôlés à la station de comptage de Vichy, est composé de 0,3 % de saumons de 1 été (2 individus), 49,1 % de saumons de 2 étés (370 individus) et 50,7 % de saumons de 3 étés (382 individus) (Figure 255).

Depuis 1997, la proportion d'individus de 2 étés représente la classe majoritaire avec 58 % (+/- 14) des individus. Tout comme 2016, l'année 2017 est donc atypique puisque la majorité des individus contrôlés sont des saumons de 3 étés (50,7 %).

A noter, la plus faible proportion d'individus de 2 étés est enregistrée en 2009 avec 23 % du contingent migrant contre la plus forte en 2006 avec 81%.

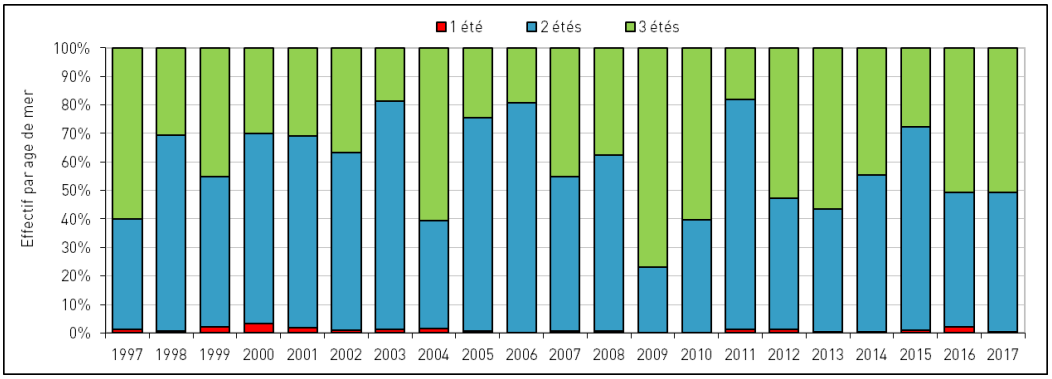


Figure 255 : Evolution de la répartition des classes d'âges de saumons à la station de comptage de Vichy depuis1997

La moyenne interannuelle des retours de saumons par année de dévalaison à la station de comptage de Vichy entre en 1995 et 2014 s'élève à 621 individus (+/- 241) (Figure 256). Sur la période 1995-2014, la composition des retours de saumons par année de dévalaison en fonction des âges de mer des individus est la suivante : moyenne 1 été : 2 % (+/-1) ; moyenne 2 étés : 56,6 % (+/- 14) ; moyenne 3 étés : 41,4 % (+/- 14). Depuis 2006, la part des 3 ans de mer a augmenté de 14,7 % (période 1995-2005 = 34,8 % ; période 2006-2014 = 49,5 %) (Mann Whitney : p-value 0,018 ; alpha 0,05). 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 256). Sur la période 2009-2014, le taux de retour des géniteurs par année de dévalaison est évalué en moyenne à 818 individus +/- 185 ce qui représente une **nette augmentation par rapport à la période 1995-2008 (537 individus +/- 223)**. 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.

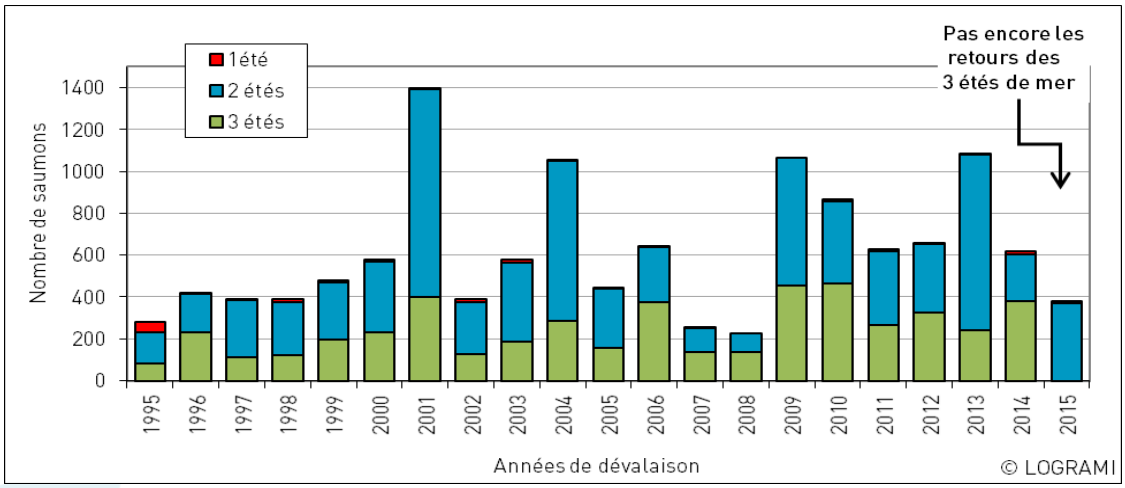


Figure 256 : Effectifs de retours de saumons par classe d'âge suivant leur année de dévalaison à Vichy depuis 1995

1.1.2.1 Station de comptage de Langeac

A Langeac, pour l'année 2017, la proportion de saumons de 3 ans de mer (39,8 %) est plus faible qu'à Vichy (50,7 %) alors que ces saumons passent plus précocement à Vichy que les saumons de 2 étés et 1 été de mer. Le démarrage du suivi vidéo tardif peut être à l'origine de cette différence.

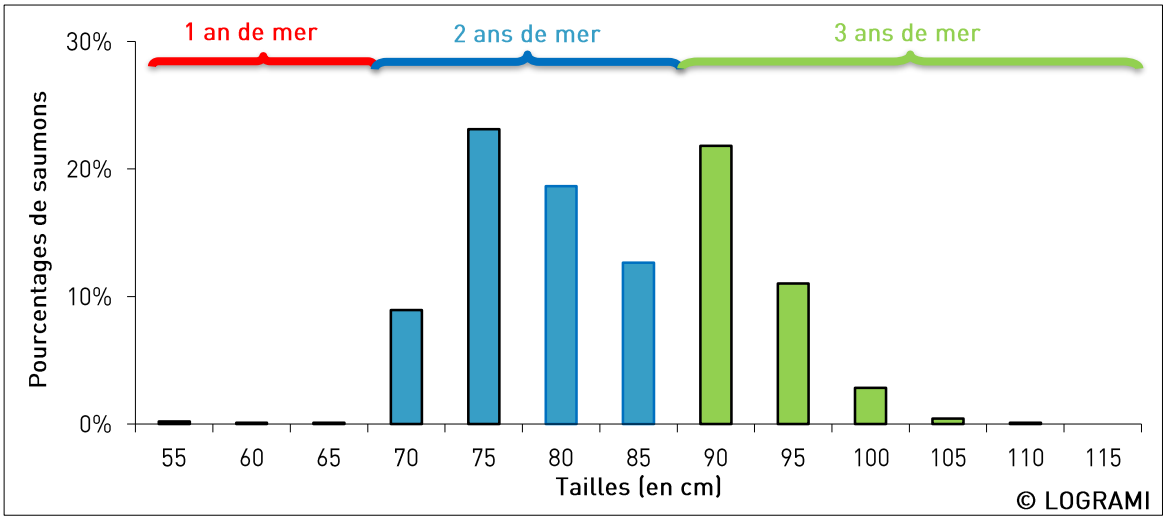


Figure 257 : Distribution en classes de taille des effectifs de saumon atlantique comptabilisés dans les passes à poissons de Langeac sur l'Allier en 2017 (n=103)

6.2.3.2 Station de comptage de Poutès

Proportionnellement aux passages de Langeac, les passages à Poutès sont faibles. Ils ne représentent qu'un maximum de 27,2 % (le suivi du barrage de Langeac n'ayant débuté que le 18 mai). La proportion de saumons de 3 ans de mer est légèrement plus faible à Poutès qu'à Langeac (35,7 % à Poutès et 39,8 % à Langeac). Cela malgré l'absence de suivi en début de migration de Langeac où les saumons de 3 ans sont généralement plus précoces.

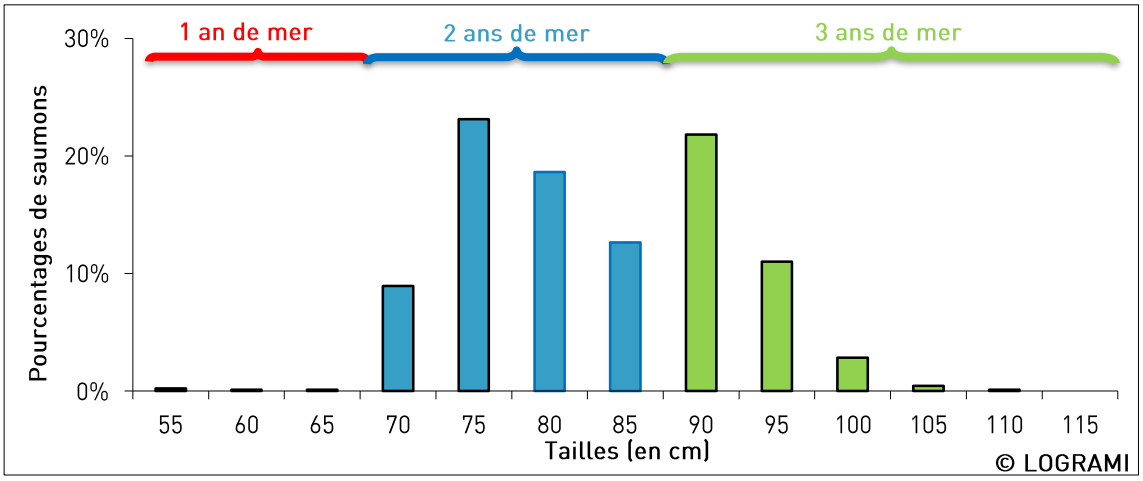


Figure 258 : Distribution en classes de taille des effectifs de saumon atlantique comptabilisés dans l'ascenseur de Poutès sur l'Allier en 2017 (n=28)

La moyenne interannuelle des retours de saumons par année de dévalaison à la station de comptage de Poutès de 1984 à 2014 s'élève à 55,2 individus (+/- 49,5) (Figure 259). 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.

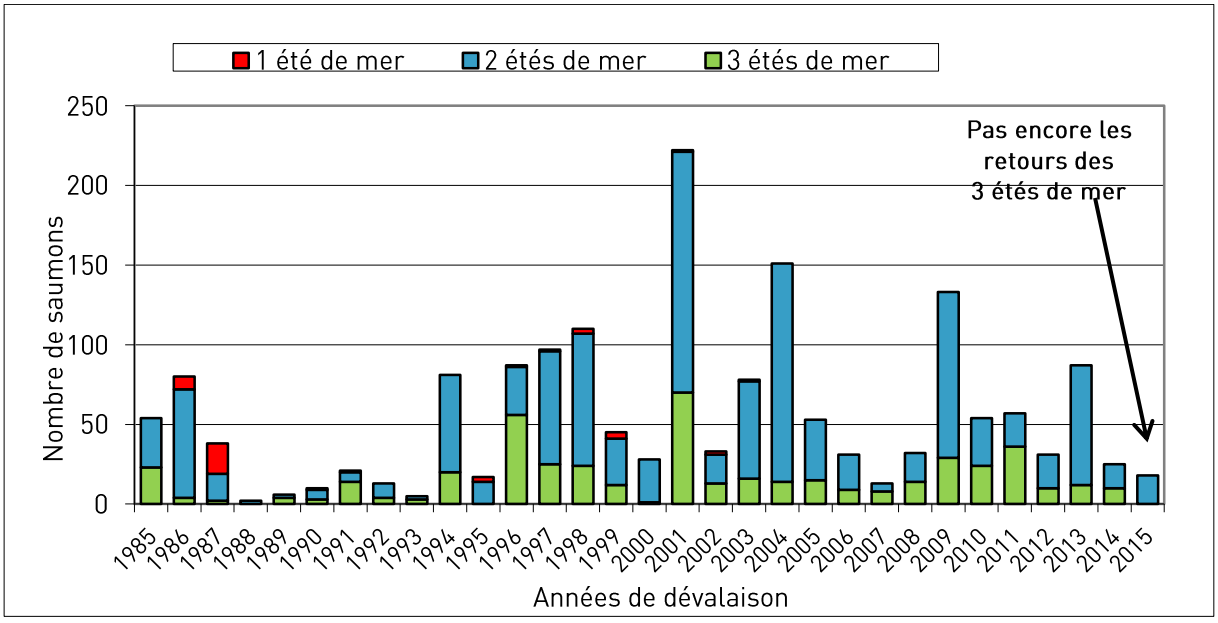


Figure 259 : Effectifs de retours de saumons par classe d'âge suivant leur année de dévalaison à Poutès depuis 1984

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 2017, seulement un individu a été observé à Descartes (soit 1 % de l'effectif). Les années précédentes, cette classe d'âge représentait en moyenne 18 % (+/- 11) de la population. A contrario, sur l'amont du bassin, les poissons de 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 du bassin de la Loire.

L'axe Allier se particularise avec une proportion importante de saumons de 3 ans de mer. Sur la période 1997 à 2017, la proportion d'individus de 3 étés représente 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 circulation dans le bras court-circuité lors de faibles débits. Depuis 1986, sur les 1729 saumons ayant franchi l'ascenseur de Poutès, les saumons de trois été de mer représentent seulement 27,7 % des poissons. Une très forte variabilité de la proportion des poissons de 3 ans peut être notée sur ce site (0 % en 1998 pour 30 saumons et 79 % en 2004 pour 89 saumons). Cette variabilité semble directement liée aux déversements au barrage de

Poutès, les années sans déversement lors de la présence de saumons à ce niveau de l'axe, un fort déficit des gros saumons est constaté.

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, seule l'année de dévalaison 2001 a montré les retours les plus importants.

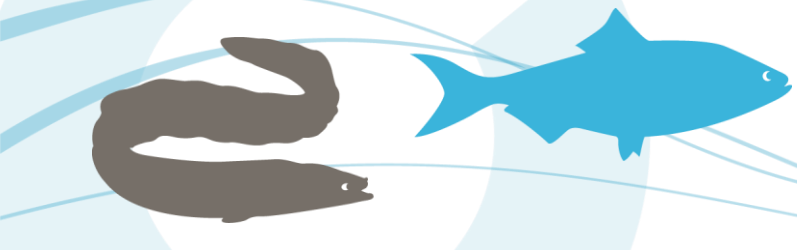
L'année 2008 se particularise avec de très faibles retours que l'on pourrait incomber à une mortalité des smolts dans l'estuaire de la Loire suite à une pollution massive aux hydrocarbures. L'année de dévalaison 2011 est également critique, elle est sans conteste liée à de grandes difficultés de dévalaison suite à un été particulièrement sec marqué sur les bassins Creuse-Gartempe 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. 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 2017, 53 anguilles ont pu être mesurées, soit 100 % de l'effectif annuel. **La taille médiane de l'effectif de l'année est de 35 cm. Il s'agit de la taille médiane la plus faible de l'historique.** Avec plus de 77 % de l'effectif, la classe de taille [30-45 cm[est la plus représentée. Cette classe correspond à des individus mâles pouvant s'argenter ou à des individus femelles encore en croissance (BRIAND et al, 2006).



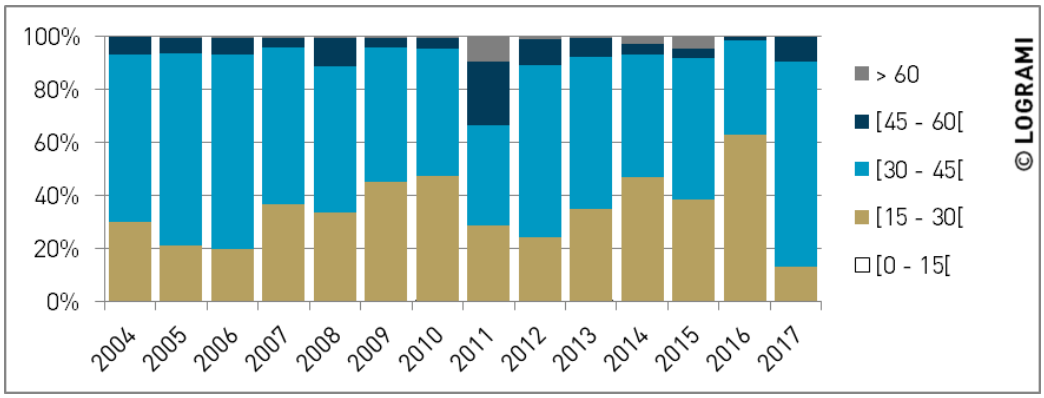


Figure 260 : Distribution en classes de taille (cm) des anguilles à Châtellerault depuis 2004 (n=23 419)

Par rapport aux années précédentes, la proportion d'anguilles comprises entre 15 et 30 cm est bien plus importante en 2016 (Figure 260). En moyenne de 2004 à 2015, cette classe de taille comprend 34 % (+/- 9) de l'effectif annuel contre 63 % en 2016. A contrario, le résultat pour l'année 2017 témoigne de l'absence de renouvellement de population en amont du barrage et peut s'expliquer par des conditions hydrologiques peu favorables à la migration des anguilles.

6.4. 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). Les années 2016 et 2017 s'inscrivent dans le cadre du programme de recherches appliquées en faveur des poissons migrateurs.

6.4.1. Matériel et Méthodes

6.4.1.1 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 261). 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, zônes de dépôt	sable remanié, avec parfois des particules grossières présentes et peu de matières organiques	particules grossières tassées, couche argileuse, roche

Figure 261 : 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 clef 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 262).

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 lentique 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 ± lentique 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 262 : Classification des méso-habitats (TAVERNY et al., 2005)

6.4.1.2 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 263). Les déplacements ont été effectués en bateau dans le but de faciliter l'accès aux habitats.



Figure 263: 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).

6.4.1.3 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 264). 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 *Petrozymon 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).

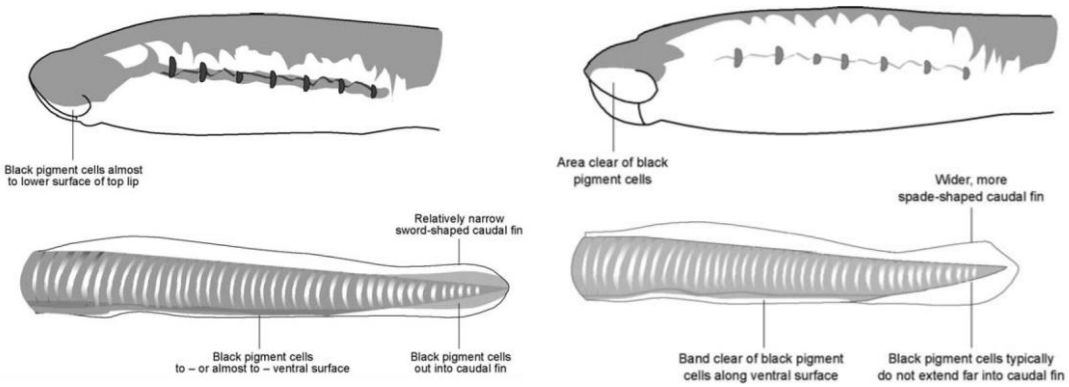


Figure 264 : Critères d'identification des genres *Petromyzon* (à Gauche) et *Lampetra* (à Droite) (illustration : Keith Mutch, Gardiner, 2003)

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...).

6.4.2. Résultats

6.4.2.1 Effort de prospection

En 2017, l'étude a porté sur les cours d'eau de la Vienne à l'aval de Châtellerault et de la Creuse à l'aval de Descartes. 58 habitats ont été échantillonnés, 12 se situent sur la Creuse et 46 sur la Vienne (dont 15 en aval de la confluence avec la Creuse). La surface des zones échantillonnées représente un total de 125,5 m², soit en moyenne 2,2 m² (+/- 0,7) par habitat. L'effort d'échantillonnage est plus important que les années précédentes : 16, 22 et 43 sites ont été prospectés en 2014, 2015 et 2016.

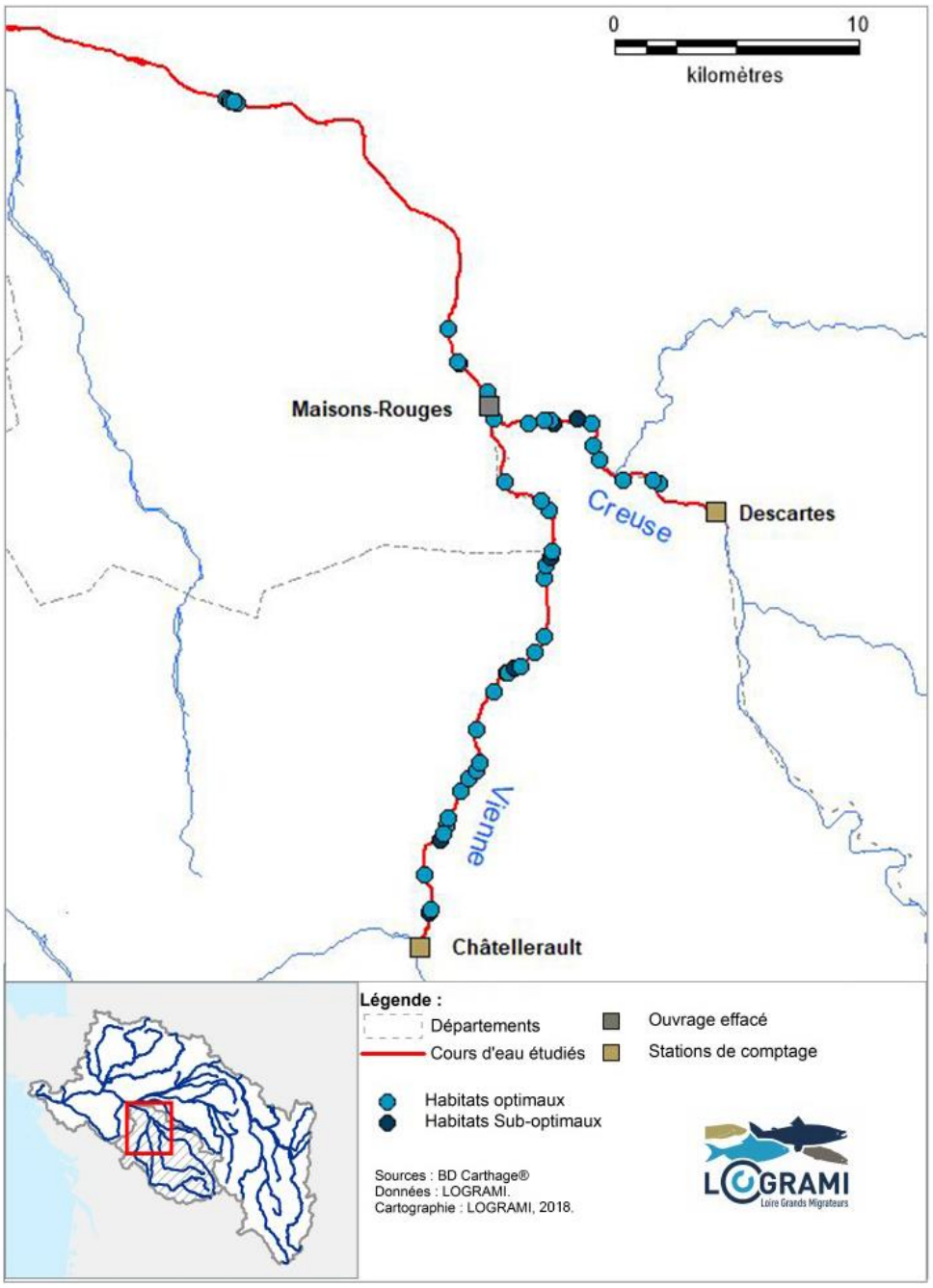


Figure 265 : Répartition des habitats à juvéniles de lamproie marine échantillonnés en 2017 sur le bassin de la Vienne

La campagne de pêche électrique s'est déroulée sur 9 jours répartis du 12 au 22 septembre 2017. Les conditions hydrométriques durant les jours de pêche ont varié. Le débit moyen rencontré à Nouâtre sur la Vienne était de 56 m^3/s (+/- 13), il a fluctué entre 41 et 76 m^3/s. Ce débit est inférieur à celui de référence du mois de septembre (69 m^3/s, données calculées sur 61 ans). (Origine des données : SPC VCA - Centre de Poitiers / HYDRO-MEDDE/DE).

Les 58 sites échantillonnés sont répartis sur l'ensemble du réseau hydrographique suivi. 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 : 47 sites échantillonnés correspondent à des habitats de type I (optimaux) et 11 à des habitats de type II (sub-optimaux).

6.4.2.2 Biométrie des ammocètes

Identification

Un total de 113 lamproies a été échantillonné, dont 110 *Petromyzon marinus* et 3 *Lampetra sp* (Figure 266). Ces dernières ont été capturées sur les communes de L'Ile Bouchard (2 individus) et de Les Ormes (1 individu). 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 266 : Illustration de la différenciation *Lampetra* (haut) *et Petromyzon* (bas) par la pigmentation de la caudale

Parmi les 110 ammocètes de lamproie marine échantillonnées, 2 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 trois 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 très faibles, ils sont compris entre 0 et 5,5 ind/m². 37 sites échantillonnés ont une densité de 0 ind/m² (soit 64 % des stations). Ces faibles densités peuvent en partie s'expliquer par une baisse de recrutement ces deux dernières années mais aussi par les conditions environnementales. Les fortes températures rencontrées durant l'été ainsi que les fluctuations du niveau de la Vienne ont probablement entrainé une migration latérale des ammocètes vers des habitats plus profonds.

La densité sur les habitats de type I dits optimaux est supérieure (1,1 +/- 2,1 ind/m²) de celle sur les habitats de type II dits sub-optimaux (0,2 +/- 0,6 ind/m²). Ce constat est vérifié sur les deux axes étudiés

et est similaire aux résultats rencontrés dans la bibliographie (HARVEY et COWX, 2003) qui montre en général un préférendum des ammocètes pour les habitats optimaux. (Tableau 53).

Tableau 53 : Récapitulatif des résultats d'échantillonnage de juvéniles de lamproie marine par rivière et type d'habitats en 2017 sur le bassin de la Vienne (Sources : LOGRAMI)

Rivière	Vienne		Creuse	
Type d'habitat	Optimaux	Sub-Optimaux	Optimaux	Sub-Optimaux
Nombre de stations	37	9	10	2
Nombre moyen d'ammocètes	2,8 +/- 4,3	0,4 +/- 1,0	0,1 +/- 0,3	0
Densité moyenne (ind/m²)	1,4 +/- 2,3	0,3 +/- 0,6	0.1 +/- 0.2	0

Structure démographique

Les tailles des ammocètes varient de 28 à 151 mm. La taille moyenne des individus est de 90 mm (+/- 23). Les deux lamproies présentant déjà des caractéristiques de métamorphose ont des tailles respectives de 122 et 130 mm. Plusieurs classes d'âge ayant été capturées, la distribution ne suit pas une loi normale (Figure 267).

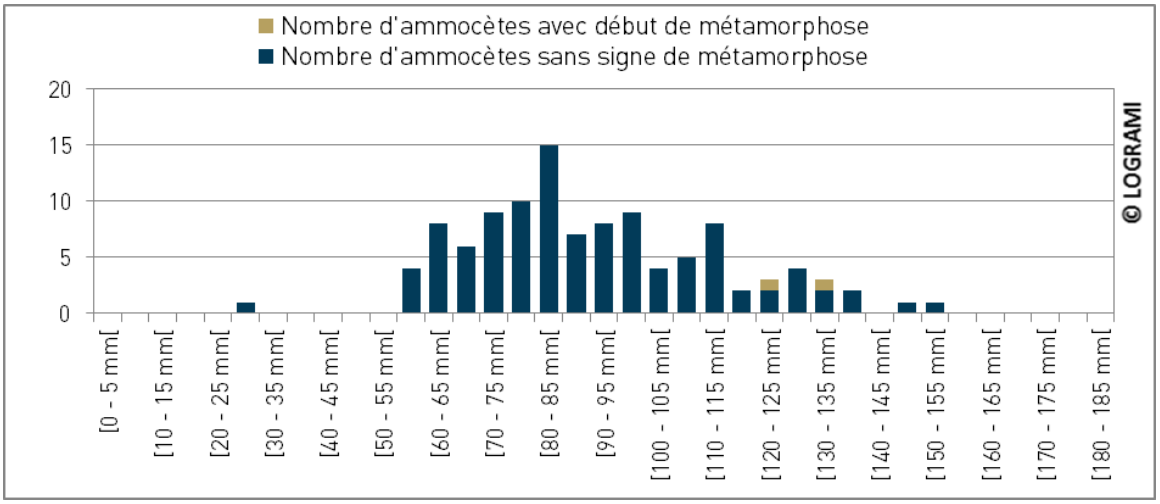


Figure 267 : Distribution par classes de taille des larves de lamproies marines échantillonnées en 2017 (n=110)

Une seule ammocète de petite taille a été capturée. La taille de la majorité des individus est comprise entre 65 et 115 mm. La classe de taille [80-85 mm[est la plus représentée avec 15 individus soit 14 % de l'échantillonnage. Il est difficile de faire ressortir d'autres pics, correspondant aux 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 268).

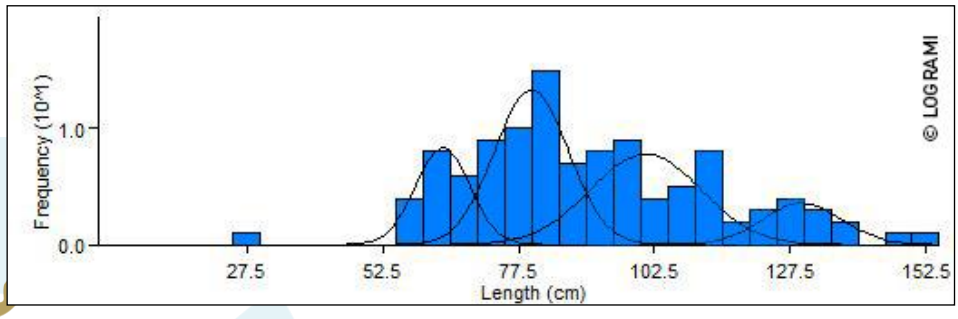


Figure 268 : Décomposition de la distribution de classes de tailles des ammocètes échantillonnées en 2017 sur le bassin de la Vienne suivant la méthode de Bhattacharya (1967) (n=110) (Sources : LOGRAMI et FiSATII)

En 2017, seulement quatre classes d'âges ressortent avec cette méthode. Avec seulement 1 seul individu ; la classe des 0+, n'a pas été identifiée. Les années précédentes, cinq classes d'âges avaient pu être identifiées (hormis en 2016 où seulement 4 classes d'âge se distinguaient).

1 seul individu né dans l'année 2018 (0+) a donc été échantillonné (soit 1 % de l'effectif). Les cohortes de 2+ et 3+ sont les plus représentées avec 38 % et 33 % de l'effectif échantillonné. Ces ammocètes sont issues respectivement des reproductions des années 2015 et 2014. Les classes d'âges de 1+ et de 4 + ne représentent que 18 % et 11 % de l'effectif, elles correspondent aux reproductions des années 2016 et 2013.

La détermination de l'âge en fonction des distributions longueur-fréquence reste subjective en raison de l'hétérogénéité des taux de croissance des larves de lamproies marines et du chevauchement possible des longueurs entre les classes d'âge (HEATHER et al, 2009). La croissance des ammocètes est liée à la température de l'eau, à la productivité des cours d'eau et à la densité des ammocètes (RODRIGUEZ-MUNOZ et al., 2001). Les taux de croissance sont donc susceptibles de varier d'une population à l'autre mais aussi entre les sections d'un même cours d'eau, et même au fil du temps au sein d'une même population, ce qui contribue au chevauchement des tailles entre les classes d'âge (HANSEN et al., 2003). Par conséquent, les résultats présentés ci-dessus doivent être considérés comme une approximation. Ils permettent toutefois d'estimer grossièrement la composition en classes d'âge des ammocètes du bassin de la Vienne. Le prélèvement et la lecture des statolites permettraient de confirmer l'âge des individus. Cette méthode nécessite cependant la mise à mort des ammocètes et n'a donc pas été retenue pour cette étude.

6.4.2.3 Comparaison interannuelle

Les trois années précédentes, un total de 1 130 lamproies marines a été échantillonné (279 en 2014, 139 en 2015 et 712 en 2016). Cinq ou quatre classes d'âges ont pu être identifiées pour chaque année d'étude (Figure 269) :

- 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).
- En 2016, seulement quatre classes d'âge sont distinguables. La cohorte de 1+ est la plus représentée avec 49 % de l'effectif. Les ammocètes 0+ représentent seulement 6 % de l'échantillon. Les classes d'âges suivantes représentent 45 % de l'effectif, elles semblent correspondre aux reproductions des années 2012 à 2014.

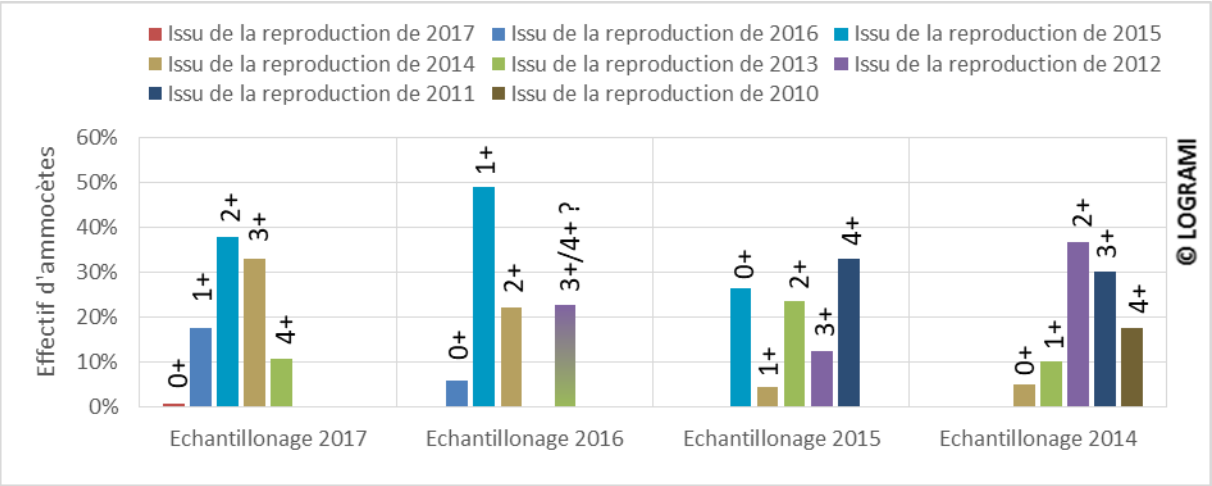


Figure 269 : Effectifs d'ammocètes de 2014 à 2017 par année d'échantillonnage et année de naissance sur le bassin de la Vienne (estimation par la méthode de Bhattacharya (1967))

Les ammocètes issues de la reproduction de 2016 sont peu nombreuses (6 % de l'échantillon annuel de 2016 et 18 % de celui de 2017). A l'inverse les résultats de la reproduction de 2015 semblent plutôt positifs (26 % de l'effectif de 2015, 49 % de celui de 2016 et 38 % de celui de 2017).

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. 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 re-présentativité.

L'ensemble des résultats 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. La quasi absence de 0+ issues de la reproduction de 2017 et les faibles densités issues de la reproduction de 2016 confirment cependant le faible taux de reproduction constaté ces deux dernières années.

6.4.3. Conclusion

Malgré un effort de pêche plus élevé que les années précédentes, cette quatrième année d'étude a permis d'échantillonner un nombre assez faible d'ammocètes de lamproies marines sur le bassin de la Vienne. Ces individus ont été capturés sur des habitats diversifiés. Les densités présentent une variabilité d'un habitat à l'autre. Elles restent toutefois très 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. Par ailleurs, les habitats profonds ne sont pas échantillonnés. Or, lors d'épisodes de fortes chaleurs ou de fluctuations importantes du niveau de l'eau, les ammocètes vont réaliser une migration latérale vers ces habitats réduisant ainsi le nombre d'individus présents en bordure.

La détermination de l'âge en fonction des distributions longueur-fréquence reste incertaine en raison de l'hétérogénéité des taux de croissance des larves de lamproies marines et du chevauchement possible des longueurs entre les classes d'âge. La décomposition des distributions de tailles permet tout de même de montrer la présence de cinq classes d'âges. Le recrutement de l'année 2017 est très faible, seulement un individu a été capturé. Cela confirme les études menées en parallèle qui ont mis en évidence un faible nombre de géniteurs et de reproduction sur le 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.

6.5. 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.

Pour la 6ème 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 (Figure 270).



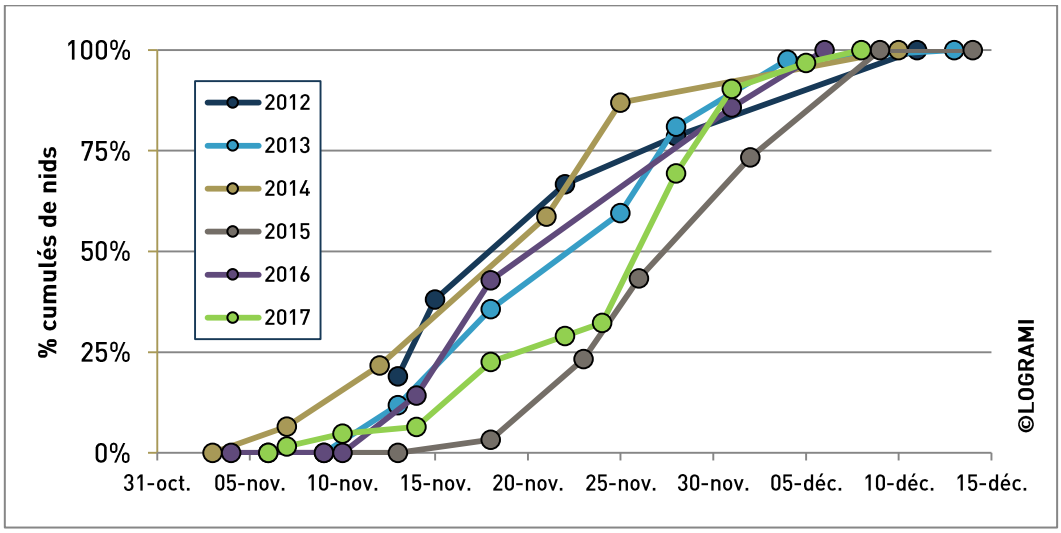


Figure 270 : Dynamique de la reproduction des saumons atlantiques dans le Béal à Lempdes sur Alagnon de 2012 à 2017 (Source LOGRAMI)

Après une reproduction particulièrement tardive en 2015, la reproduction de 2017 montre un démarrage précoce, dès le 7 novembre. L'activité de creusement de frayère est ensuite très lent, la période de très fort creusement étant observé entre le 24 novembre et le 1er décembre (58 % des 31 nids comptés).

7. L'information de sensibilisation sur le saumon atlantique et son interdiction de pêche

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 271 : 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. 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'est inscrite 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 fabriqués 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 272 : 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 directement ou via les Associations agrées de pêche et protection du milieu aquatique (AAPPMA). 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.

L'implantation des panneaux n'est pas complètement terminée à ce jour. En effet, elle doit passer par plusieurs étapes et contraintes :

- la distribution par LOGRAMI à chacune des Fédérations pour la pêche et la protection du milieu aquatique concernées,
- la recherche et le choix d'emplacements stratégiques pour répondre au mieux aux objectifs fixés par les Fédérations et/ou les AAPPMA,
- la distribution aux acteurs de terrain qui se sont vus confier la mission de l'implantation des panneaux, dans la majorité des cas les AAPPMA,
- les demandes d'autorisations pour l'implantation : propriétés privées, voies départementales ou communales, contraintes réglementaires spécifiques dans certaines zones (bords de Loire)...,
- enfin, la mise en place des panneaux.

Ainsi, la

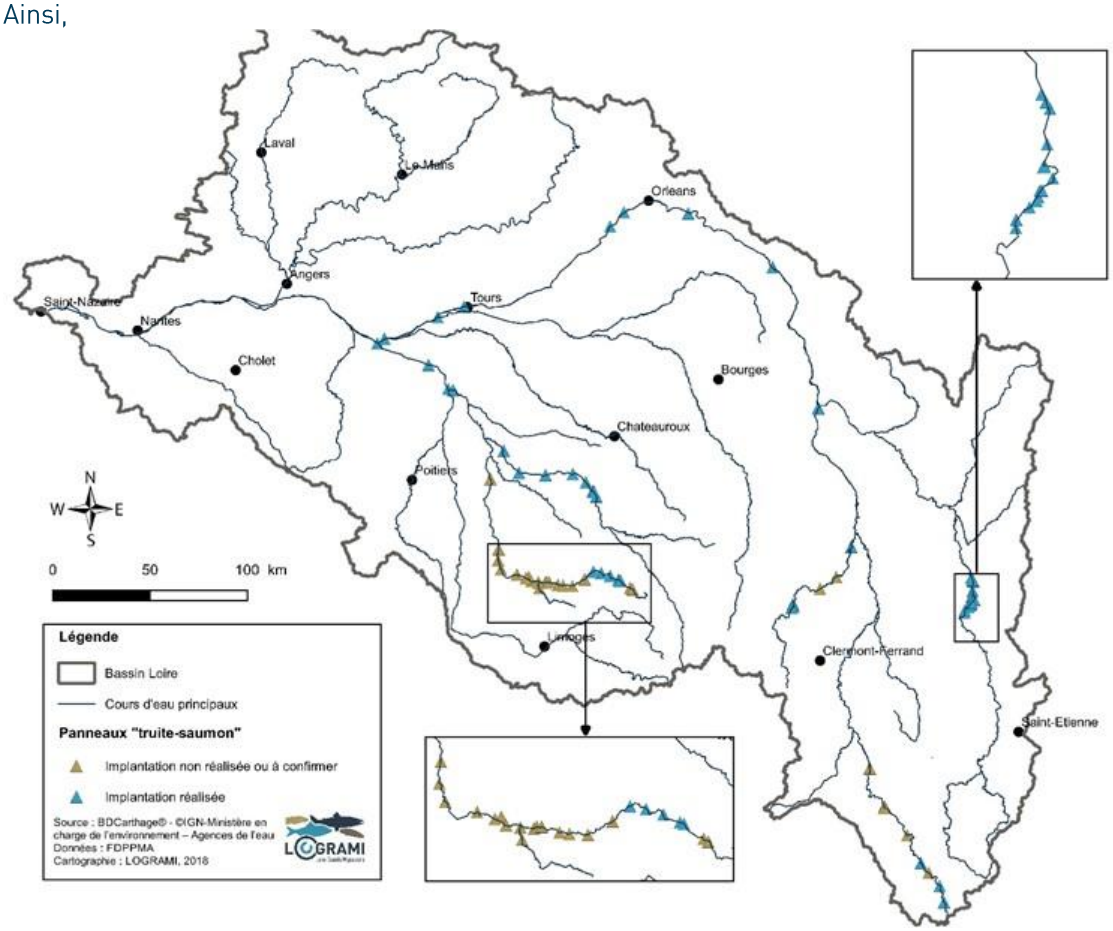


Figure 273 représente l'implantation des panneaux sur l'ensemble du bassin Loire à ce jour.

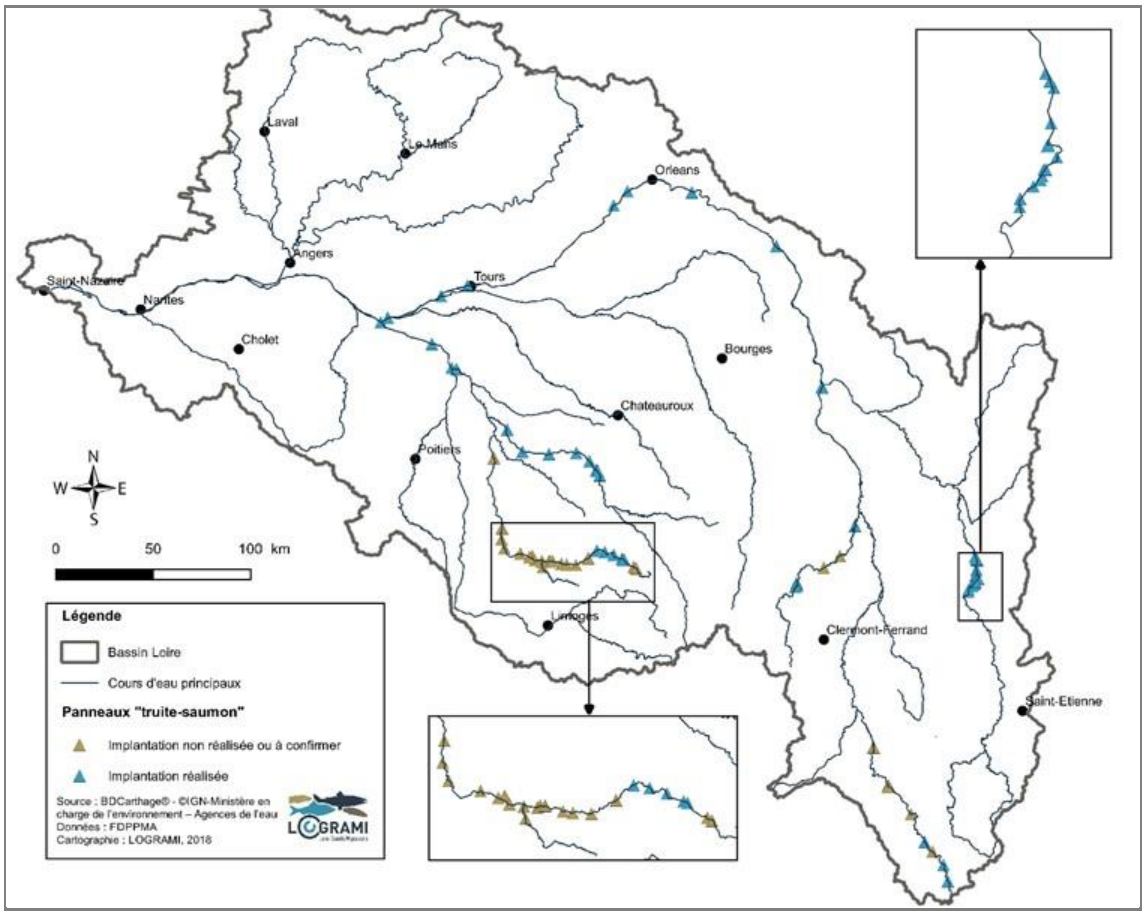


Figure 273 : Etat des lieux de l'implantation des panneaux de sensibilisation à la protection du saumon atlantique sur le bassin de la Loire fin 2017



Figure 274 : Photographies d'implantations des panneaux (Sources Fédération de pêche et de protection des milieux aquatique de Loire et A. Baisez 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. Des repeuplements sont également effectués sur la Gartempe et l'Arroux 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 décroit. 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 :

- l'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. Impact de l'opération de piégeage sur le comportement de la migration des saumons

Pour répondre à l'obligation d'alimenter la pisciculture avec des géniteurs de retour (comprenant des sauvages et des retours issus de déversement) et pour répondre à l'objectif de différenciation entre les saumons d'élevages (issus des déversements d'alevins) et les natifs de retour à Vichy, des saumons adultes de retour sont piégés au niveau de la station de comptage de Vichy. Toutefois, ces opérations mettent en œuvre un dispositif de piégeage susceptible de modifier les comportements migratoires des saumons.

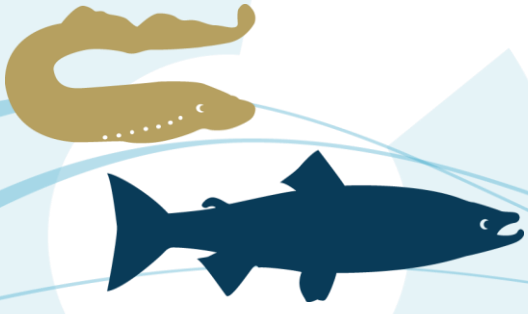
Afin de mettre en évidence l'impact de l'opération de piégeage, une analyse du comportement des saumons est réalisée au niveau de la station de comptage de Vichy située quelques mètres en aval du piège.

Lors du dépouillement des vidéos de la station de comptage, la présence d'un saumon est relevée dès son arrivée devant la vitre de comptage. Grâce à des critères de formes, de taille, de blessures et d'écaillages, il est possible d'individualiser les saumons. Ainsi, si le poisson ne passe pas directement en amont de la vitre ou bien réalise un retour après son passage (dévalaison), il est possible de décrire son comportement.

Sur la période 2009-2017 (Figure 275), les journées sans piégeage, 53 % des saumons passent en amont de la vitre de comptage sans aller-retour contre seulement 28 % les jours de piégeage. **Ainsi, l'opération de piégeage augmente de 25 % 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 34 % 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 24 minutes du retard moyen de franchissement de l'ouvrage.



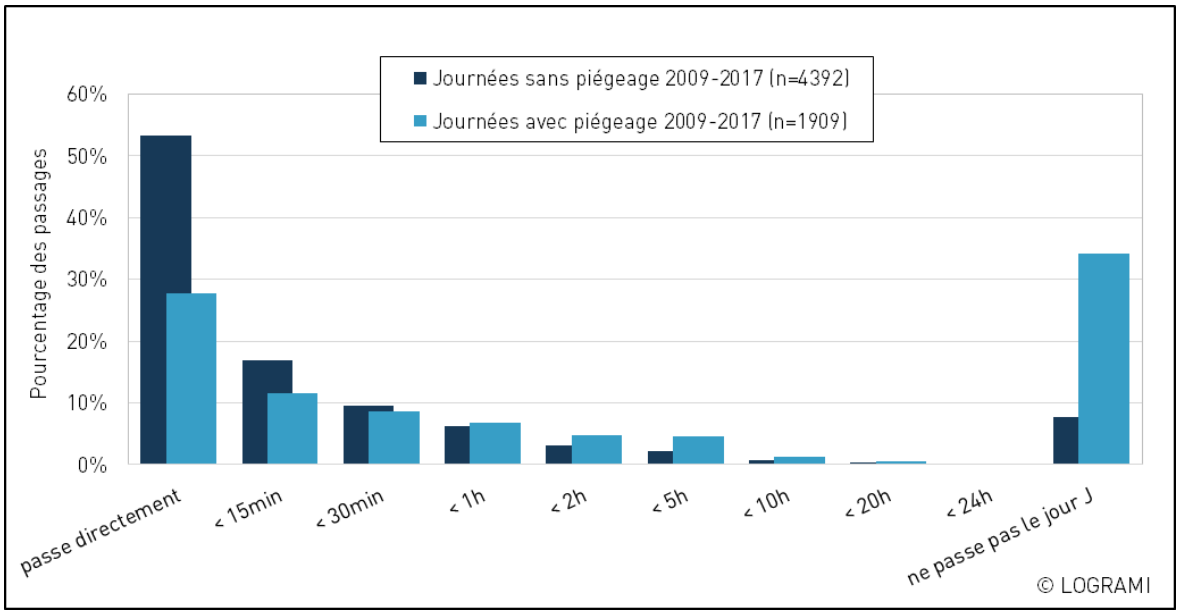


Figure 275 : Comportement des saumons après leur première visualisation à la station de comptage rive droite de Vichy en fonction de la mise en œuvre ou non du piège sur la période 2009-2017 (Source LOGRAMI)

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.

Ainsi, 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. La production de juvéniles à partir d'incubateur

8.4.1. Contexte

Depuis 2015, sous l'impulsion de différentes collectivités piscicoles de la région Roannaise (Loire, 42), un incubateur à saumons est 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'Equivalents Radiers-Rapides (ASCONIT, 2012).

Afin d'évaluer la production de juvéniles de ce type d'installation, LOGRAMI, en collaboration avec la FDAAPPMA 42, a mis en place, en 2015, un suivi par pêches à l'électricité basé sur le protocole standardisé des « Indices d'abondance ». D'abord 2 stations au printemps, puis 3 stations 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. Depuis 2016, une quatrième station plus en aval a été ajoutée afin d'affiner les modalités de diffusion vers l'aval des alevins issus de l'incubateur (Figure 276 et Figure 277).

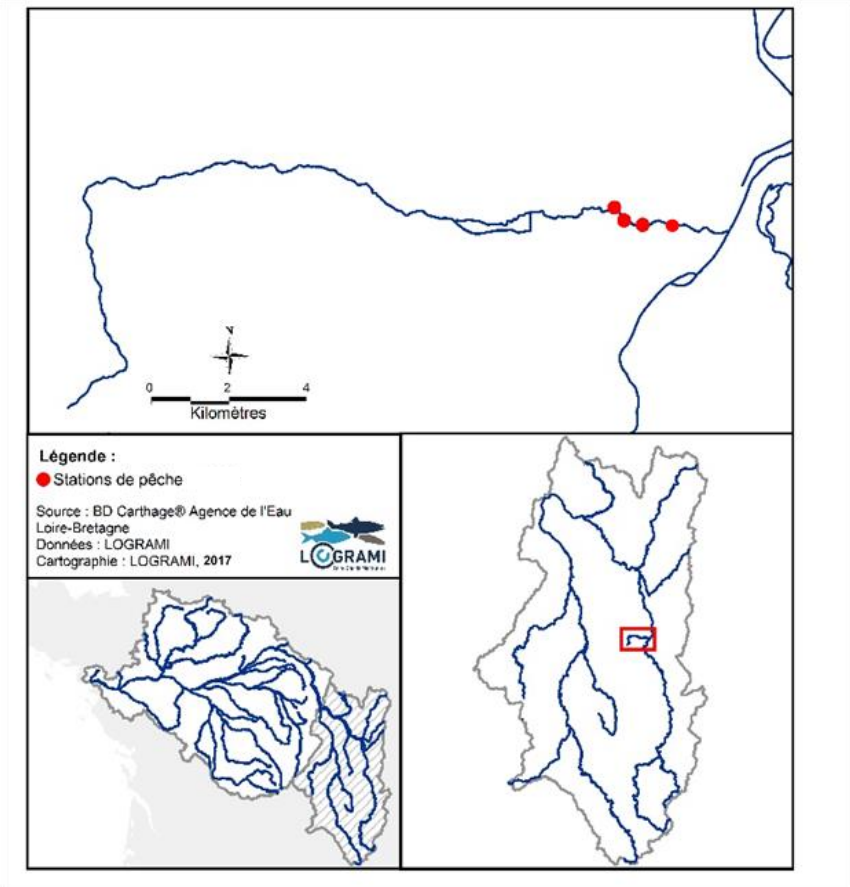


Figure 276 : Localisation des 4 stations de pêche à l'électricité échantillonnées sur le Renaison en 2017

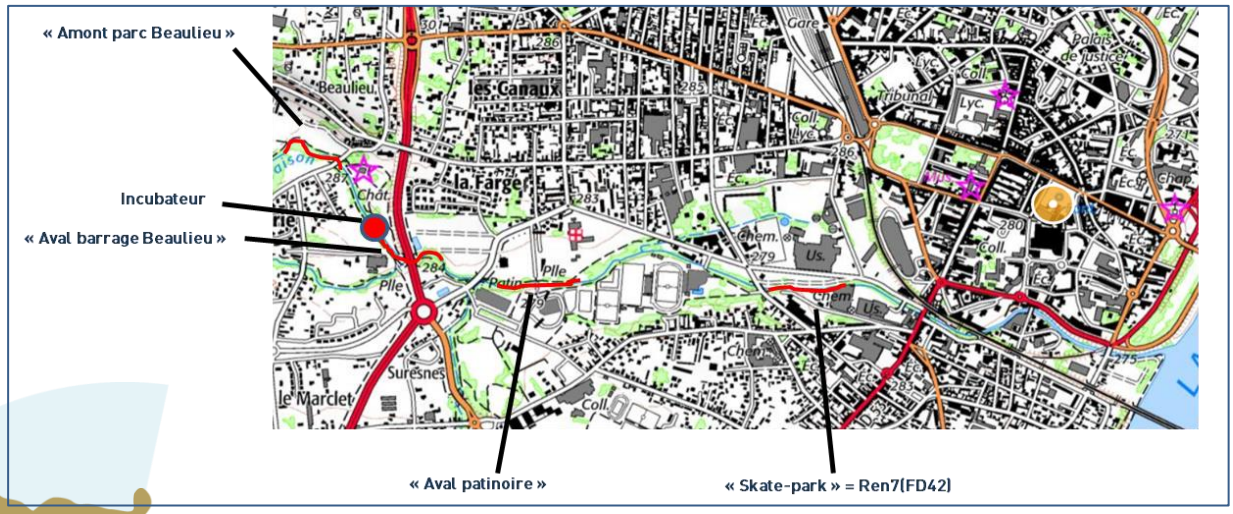


Figure 277 : Localisation précise de l'incubateur à saumon de Riorges (42) et des 4 stations de pêche à l'électricité échantillonnées en 2017 sur le Renaison

Les surfaces favorables au développement des juvéniles de saumons étant connues (ASCONIT, 2012), la production de l'incubateur peut être estimée grâce aux « Indice d'abondances » (ind. 0+/5 minutes) convertis en densités (ind./m²) avec le coefficient utilisé sur le bassin de l'Allier (Figure 278).

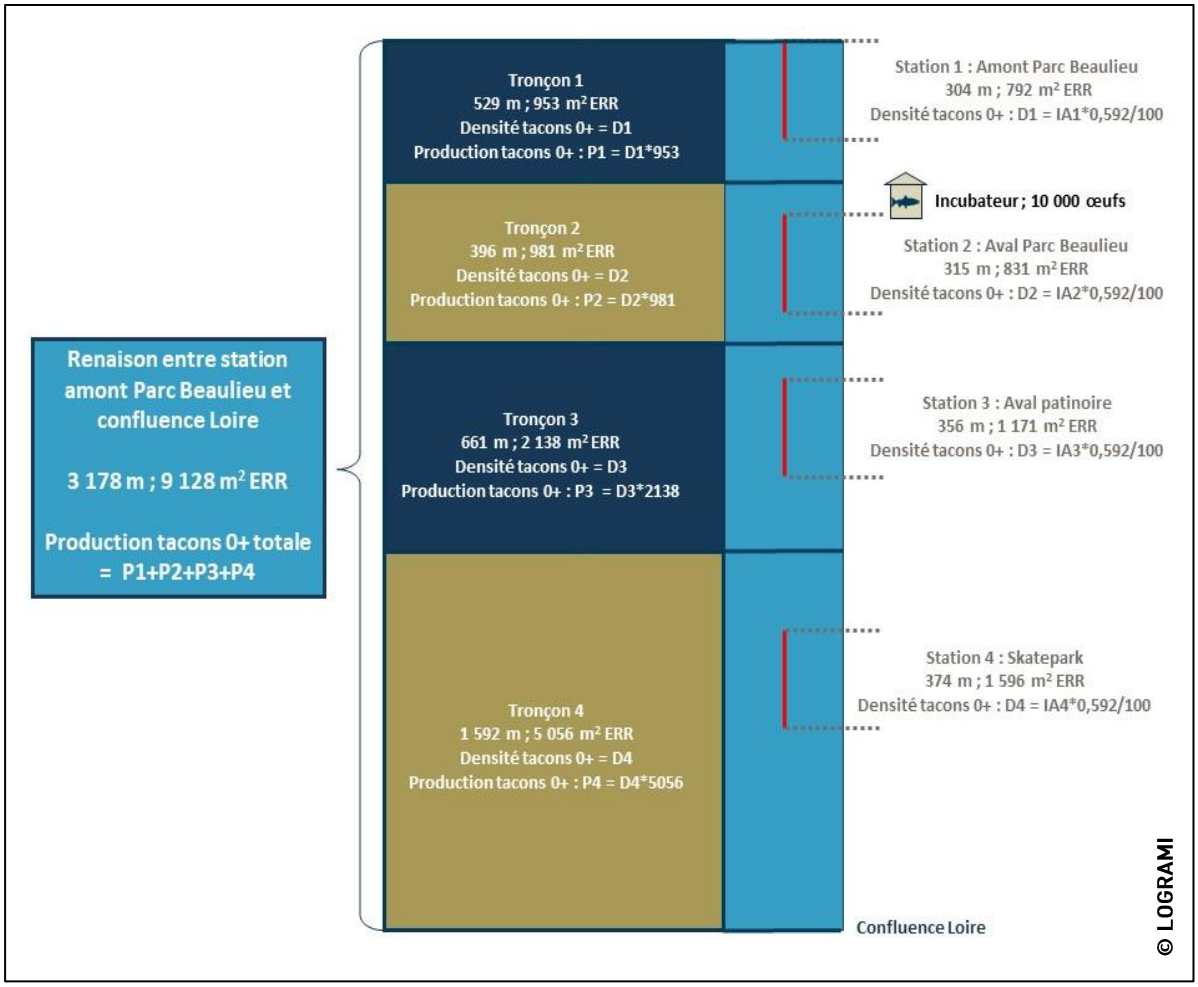


Figure 278 : Schéma de principe du calcul de la production automnale de tacons 0+ de l'incubateur implanté sur le Renaison à Riorges (42) *(ERR : Equivalent Radier-Rapide = surface favorable au développement des juvéniles de saumons ; IA : Indice d'abondance (tacons 0+ capturés en 5 minutes) ; 0,592/100 : coefficient conversion IA-densité du « bassin Allier »* (Données habitats : Roannais Agglomération – ASCONIT, 2012)

8.4.2. Résultats 2017

Les 4 stations ont été échantillonnées en 2017 au printemps (8/6/2017) et à l'automne (5/10/2017) en collaboration avec la FDAAPPMA 42.

Tableau 54 : Bilan des captures de tacons sur le Renaison depuis 2015

	Tacons 0+/5 minutes						Tacons 1+/5 minutes			
	2015		2016		2017		2016		2017	
	1/6	9/10	20/6	6/10	8/6	5/10	20/6	6/10	8/6	5/10
Amont parc Beaulieu		0	0	0	0	1	0	1	0	2
Aval barrage Beaulieu	126	82	0	0	115	36	3	7	0	1
Aval patinoire	2	46	1	5	30	46	4	9	0	5
Skate-park			5	6	0	14	0	0	0	1
IA Moyen	64	42,7	1,5	2,8	36,3	24,3				
"survie estivale" (%)	66,7%		183,3%		66,9%					

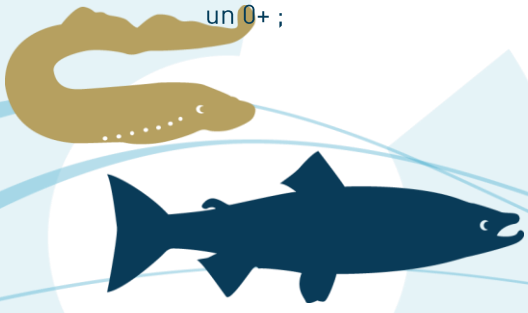
Tableau 55 : Production automnale de tacons 0+de l'incubateur du Renaison depuis 2015

	2015	2016	2017
Tronçon 1 Amont parc Beaulieu	0	0	6
Tronçon 2 Aval barrage Beaulieu	476	0	209
Tronçon 3 Aval patinoire	582	63	582
Tronçon 4 Skate-park		180	419
Production totale	**1058**	**243**	**1216**
Implantation = survie entre œuf fécondé et tacon d'automne (%)	**10,6%**	**2,4%**	**12,2%**

Les résultats de l'année 2016 sont les plus faibles et contrastent nettement avec ceux de 2015 et 2017. Les forts débits observés au printemps 2016 pendant et après l'émergence des alevins (du 2 au 25 avril) (Figure 279), n'ont malheureusement pas permis une bonne production de l'incubateur. Il semble donc que le départ d'alevins vers le milieu extérieur en cas de forts débits peut occasionner de fortes mortalités. Si l'on retire l'année atypique de 2016, le taux de survie moyen entre la campagne de pêche printanière et automnal est de 66,8 %

Le suivi de la production de l'incubateur sur le Renaison en 2017 met en évidence :

- Une production printanière équivalente à celle de 2015, uniquement répartie sur le premier kilomètre en aval de l'incubateur (2 stations) La diffusion vers l'aval au printemps est plus marquée (en abondance) en 2017 ;
- Une diffusion vers l'aval en cours de saison, probablement liée à la diminution du débit et à la diminution de l'habitat disponible qui en découle ainsi qu'à la territorialité qui s'accentue avec la croissance des juvéniles ;
- Une survie estivale sensiblement identique à celle de 2015 qui permet d'observer une abondance de tacons 0+ jugée moyenne à l'automne sur les 2 stations en aval de l'incubateur ;
- La présence à l'automne d'un individu 0+ et de deux individus 1+ en amont du seuil du parc Beaulieu qui prouve la colonisation de l'amont par migration par la passe à poissons même par un 0+ ;



- Une production automnale estimée à 1216 tacons 0+, répartie entre l'amont du seuil du parc Beaulieu et la confluence avec la Loire, soit une implantation de 12,2 % des œufs mis en place dans l'incubateur ;
- La présence de quelques individus 1+ sur les 4 stations (dévalaison après 2 années en rivière).

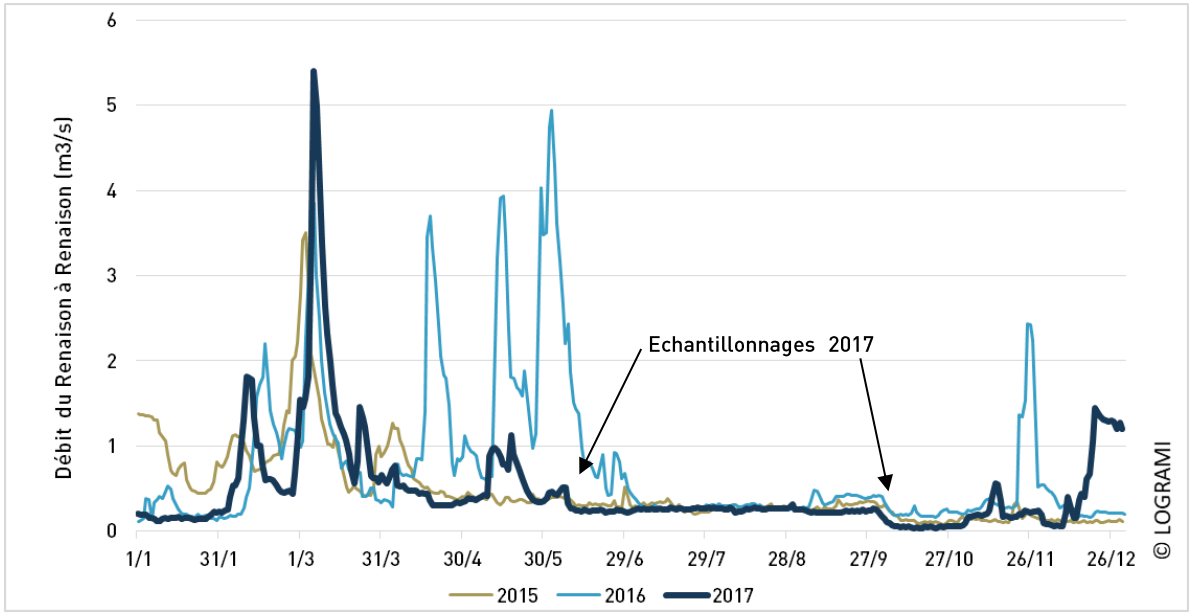


Figure 279 : Evolution du débit du Renaison à Renaison durant pour les années suivies 2015, 2016 et 2017 (source : http://www.hydro.eaufrance.fr).

Avec une production automnale estimée de 1216 tacons 0+ implantés dans le Renaison soit 12,2 % des œufs mis en place dans l'incubateur, les résultats de l'année 2017 s'apparentent à ceux obtenus en 2015. Contrairement à ce qui avait été observé en 2016, les très faibles débits du printemps 2017 pendant et après l'émergence des alevins ont permis à la production de l'incubateur de correctement s'implanter dans le Renaison.

8.5. 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 0+. 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, nous considérerons 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) :

Taux d'implantation = « Densité tacons pêchée » / « 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 = 0,334[1],
  - pour le bassin de l'Allier, **a** = 0,592. Il est estimé d'après un modèle historique renforcé par de nouvelles pêches de calibration réalisées en 2015, 2016 et 2017,
- 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, 2017). 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 2017-2019 et établi par l'Etablissement Public Loire, maître d'ouvrage des opérations de repeuplement en saumon sur le bassin de la Loire en coordination avec la DREAL

[1] **La relation de conversion de l'abondance en 5 mn en densités de saumons pour 100m² révisée pour le bassin de la Gartempe est : D=0,334*I** avec D : densité (ind/100m²) et I : indice d'abondance (ind./5 mn), coefficient obtenu à partir de 11 couples de résultats de pêches sondage –inventaire réalisés sur la Gartempe sur la période 2003-2005.

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 productifs[2] augmentée d'1/5e des surfaces de plats courants productifs[2] contigus au niveau de la station de pêche, soit ∑ ((Surf RAD + RAP) + 1/5e PC) contigus sur la station.

Un taux d'implantation de 10 % est considéré comme une survie moyenne pour des alevins nourris jusqu'au stade alevin 3 mois (pré-estivaux) (RICHARD A., non daté). Un taux d'implantation de 20 % correspond à une bonne survie selon la même référence et pour les mêmes stades. Si nous considérons la survie du stade d'ensemencement pré-estivaux (alevins d'1 à 3 g) au tacon de 1 été, un taux d'implantation de 20 % correspond à une bonne survie (RICHARD A., non daté). C'est donc à partir de ces références bibliographiques que vont être évalués les taux d'implantation des alevins déversés sur les différents axes du bassin de la Loire.

8.5.1. Implantation des juvéniles déversés sur la Gartempe

8.5.1.1 Déroulement des pêches

Localisation des stations

En 2017, 16 stations ont été pêchées fin août après avoir été alevinées en juin 2017 (Figure 280).

[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.

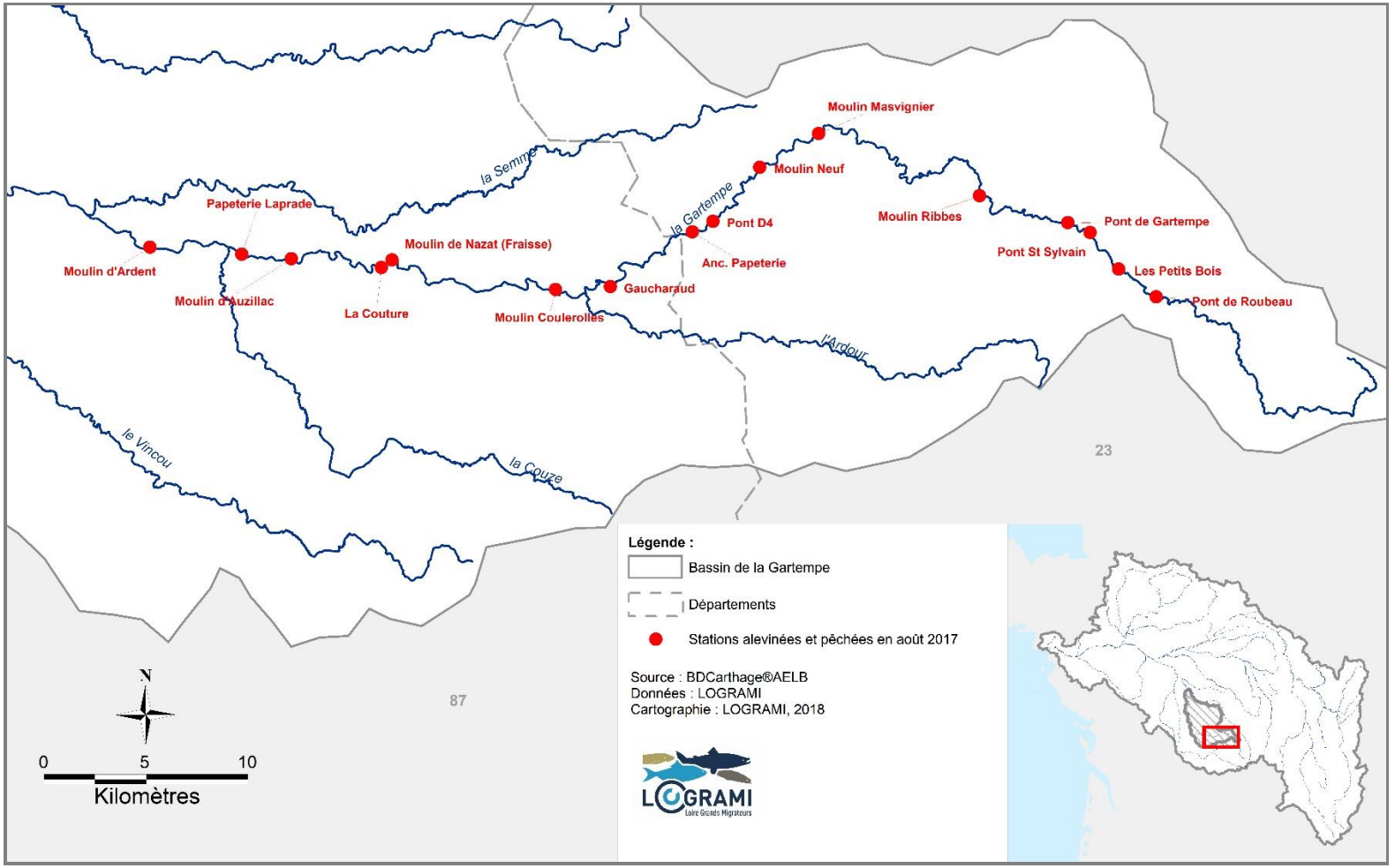


Figure 280 : Stations pêchées pour l'implantation des juvéniles de saumon an août 2017 sur la Gartempe

Dates et conditions de pêche

Sur la Gartempe, les pêches électriques de suivi de l'implantation des juvéniles déversés ont été réalisées selon la méthode des indices d'abondance (PREVOST et BAGLINIERE, 1995) du 29 au 31 août 2017.

Avec des débits faibles, au regard des débits de référence, les conditions hydrologiques étaient favorables aux pêches sur l'ensemble des stations hormis à Moulin d'Ardent. En effet, les débits moyens observés à la station de Folles (pk 138) ont été de 0,553 et 0,626 m^3/s (contre des débits moyens de référence de 2,84 m^3/s (août) à 3,14 m^3/s (septembre) et de 0,253 m^3/s à Saint-Victor-en-Marche (pk 184) (contre des débits moyens de référence de 0,44 m^3/s (août) et 0,41 m^3/s (septembre)) (Source : DREAL LIMOUSIN/HYDRO-MEDD/DE). Ces valeurs de débits sont présentées en Annexe 8.

A Moulin d'Ardent, les débits ont été influencés par les débits de la Couze exceptionnellement élevés du fait de la vidange du lac de Saint-Pardoux. La vidange a débuté par un abaissement lent de la retenue en juillet (250 l/s) et les trois premières semaines d'août (400 l/s). Durant la dernière semaine d'août, un nouvel abaissement progressif sur 7 jours a eu lieu pour atteindre un débit de 8 m^3/s (Source : Hydro-M, 2017). La pêche de suivi des juvéniles de saumon a eu lieu le matin du mardi 29 août. Le débit observé à Saint-Bonnet-de-Bellac était de 6,79 m^3/s contre des débits moyens de référence de 4,90 m^3/s (août) et 5,45 m^3/s (septembre) à la même station (Source : DREAL LIMOUSIN/HYDRO-MEDD/DE).

8.5.1.2 Densités des alevins déversés en 2017

Au regard des surfaces précisées dans l'annexe 3 du marché de repeuplement, les densités déversées sur ces 15 stations en 2017 ont varié de 0,2 à 1,1 ind./m^2 (moyenne : 1 ind./m^2 ; médiane : 1,1 ind./m^2). La densité moyenne déversée respecte donc la densité maximum au déversement de 100 alevins pour 100 m^2 préconisée par le Conseil Scientifique du saumon de Loire et reprise au cahier des charges du marché de repeuplement 2017-2019. Contrairement aux années précédentes, la densité maximale observée (1,1 ind./m^2) est aussi en respect vis-à-vis de cette recommandation.

Avec le mode de calcul utilisant les d'Equivalents Radier-Rapide contiguës, les densités au déversement varient de 0,8 à 9 Ind./m^2 pour une moyenne de 3,25 ind./m^2 (médiane : 2,6 ; écart-type : 2,4). La variabilité des densités au déversement est donc plus importante si l'on prend ce mode de calcul. Ce résultat est logique, les surfaces d'habitats favorables considérées ici étant 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).

8.5.1.3 Taux d'implantation en 2017

Depuis 2013, les taux d'implantation sont calculés en utilisant les surfaces de production issues de la cartographie des habitats de la Gartempe limousine mise à jour en 2012 (COSYNS et al., 2013).

Le tableau présente les surfaces d'habitats favorables considérées pour les stations déversées et pêchées de la Gartempe en 2017 selon les deux modes de calcul (Tableau 56).

Tableau 56 : Surfaces d'habitats productives en juvéniles de saumon selon deux méthodes de calcul sur les stations alevinées et pêchées de la Gartempe en 2017

Station de déversement et pêche	Surface productive selon annexe 3 (m2)	Surface productive habitats contigus (m2)
Mlin d'Ardent	11000	2940
Papeterie Laprade	1500	749
Mlin d'Auzillac	30500	Sans valeur
La Couture	Sans valeur	3280

Station de déversement et pêche	Surface productive selon annexe 3 (m2)	Surface productive habitats contigus (m2)
Mlin de Fraisse Nazat	6000	3446
Mlin Coulerolles	6000	1945
Gaucharaud	2000	2696
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 2017, 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 281). La station *La Couture*, qui n'est pas référencée dans cet annexe, n'a pas pu faire l'objet de ce calcul.

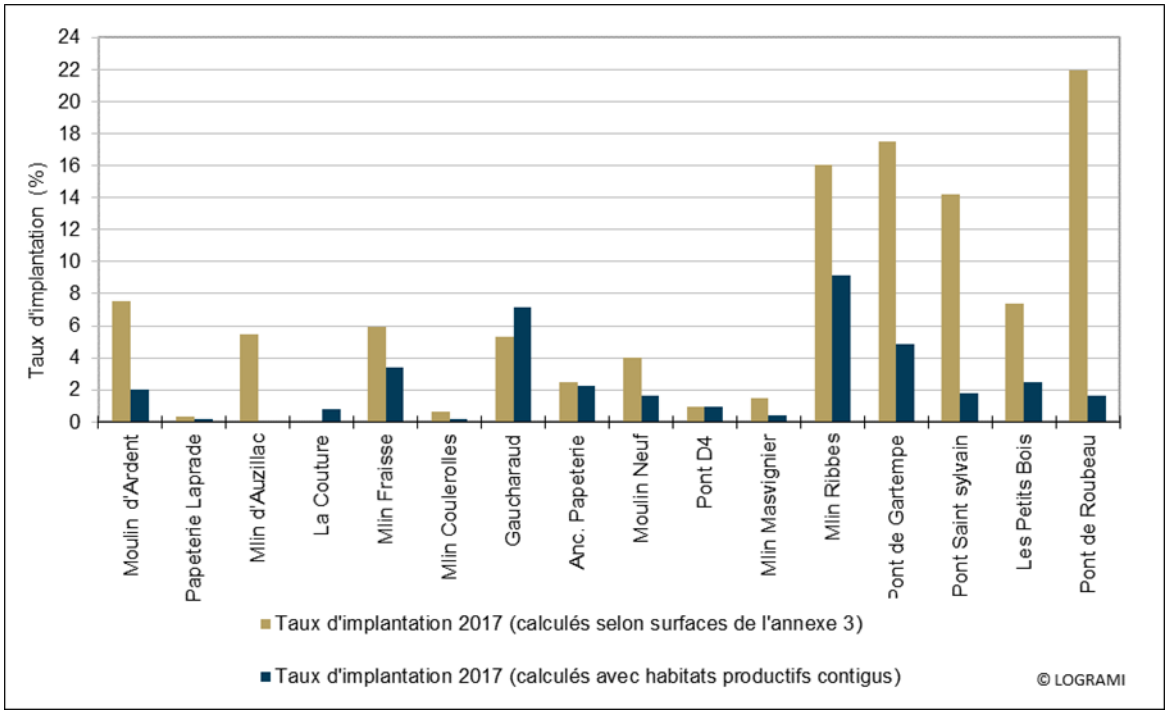


Figure 281 : Taux d'implantation des juvéniles de saumon sur les stations alevinées de la Gartempe en 2017 selon deux calculs

Les taux d'implantation calculés à partir des densités déversées et pêchées pour chacune des stations varient de 0,3 à 21,9 % avec une **moyenne de 7,4 % (médiane : 5,5 ; +/- 6,8)** (Figure 281).

Le taux d'implantation moyen de 2017 est le second meilleur taux depuis le début du suivi en 1999, après 2009 et 2011 avec un taux moyen d'implantation pour ces deux années de 7,1 %. Par ailleurs, le taux d'implantation le plus élevé obtenu en 2017, soit 21,9 % à Pont de Roubeau, est le troisième meilleur taux de la série de données. Notons que les deux premiers ont aussi été observés à Pont de Roubeau, respectivement en 1999 (27,6 %) et 2009 (28,2 %).

Ces résultats pourraient être liés à une concentration plus élevée des juvéniles de saumon sur certains radiers, en particulier sur le cours amont. Les débits moyens mensuels de juin à août 2017 à la station de Saint-Victor-en-Marche sont comparés aux débits moyens mensuels de référence pour cette station (Figure 282). C'est sur le mois de juin que les débits présentent une différence importante avec la moyenne interannuelle (0,52 m³/s contre 1 m³/s). Il est cependant probable que cette hypothèse ne soit pas la seule permettant d'expliquer les bons taux d'implantation observés en 2017 sur ce secteur de la Gartempe. En effet, trois stations situées sur le cours moyen présentent, en 2017, un taux d'implantation supérieur à la moyenne interannuelle (Moulin d'Ardent : 7,5 contre 3,4 ; Moulin Fraisse : 6 contre 2,3 ; Gaucharaud : 5,3 contre 2,4).

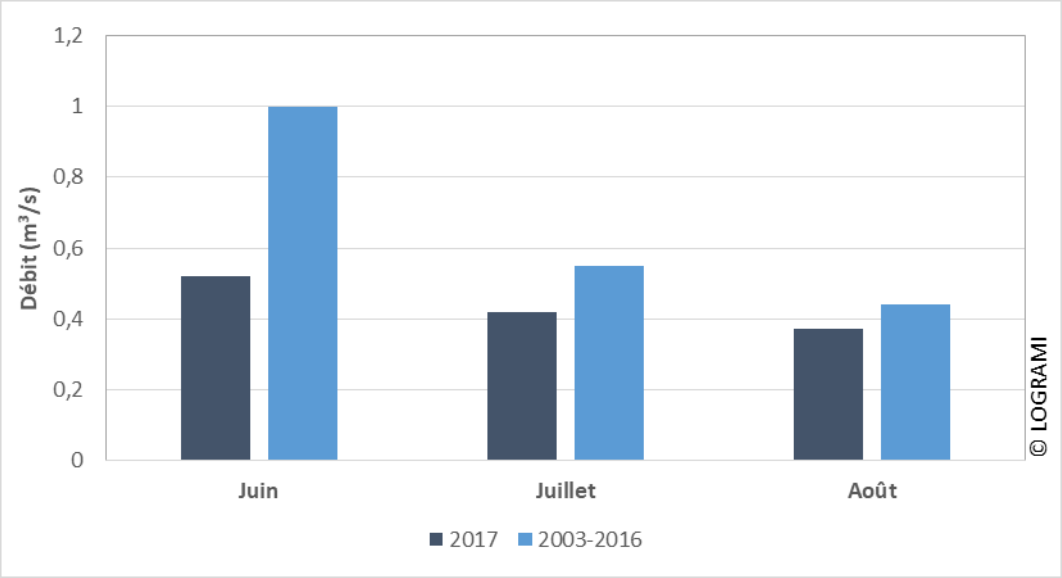


Figure 282 : Débits moyens mensuels de juin à août à la station de Saint-Victor-en-Marche en 2017 et sur la période de référence 2003-2016 (Source : DREAL LIMOUSIN/HYDRO-MEDD/DE)

Ici, les juvéniles sont déversés au stade alevin nourri d'un poids moyen de 0,41 g. Ils sont capturés par pêche électrique 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. La survie à l'implantation peut donc être considérée comme moyenne bien que le taux moyen obtenu soit inférieur à 10 %. Quatre stations présentent une bonne survie à l'implantation avec des taux compris entre 14,2 et 21,9 % et présentent donc une bonne survie à l'implantation (*Mlin Ribbes*, *Pont de Gartempe*, *Pont Saint-Sylvain* et *Pont de Roubeau*). Celles-ci sont toutes situées sur le cours amont de la Gartempe.

Comme en 2016, la seconde méthode de calcul (∑ ((Surf RAD + RAP) + 1/5e PC) contigus sur la station) a été appliquée à 15 stations de la Gartempe sur les 16 stations déversées et pêchées en 2017. 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.

En considérant ces densités au déversement, les taux d'implantation obtenus sont **de 0,2 à 9,1 % selon les stations avec une moyenne de 2,6 % et une médiane de 1,8 (+/- 2,6)**. Ces taux sont faibles à très faibles comparativement aux taux de références sauf pour une station (*Mlin Ribbes*) qui obtient un taux moyen à bon selon les références, soit 9,1 %. Ces résultats sont dus au mode de calcul des surfaces de

production qui considère des surfaces moindres et par là même des densités au déversement plus élevées, d'où des taux d'implantation plus faibles.

8.5.1.4 Evolution des taux d'implantation sur la période 1999-2017

L'évolution des taux d'implantation sur la période 1999-2016 est étudiée **sur 9 stations de référence**. Ces stations ont été alevinées et pêchées, pour 8 d'entre elles, entre 16 à 19 années (sur 19) depuis 1999. Une station a été pêchée durant 10 années.

Afin de comparer les résultats de façon interannuelle, 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.

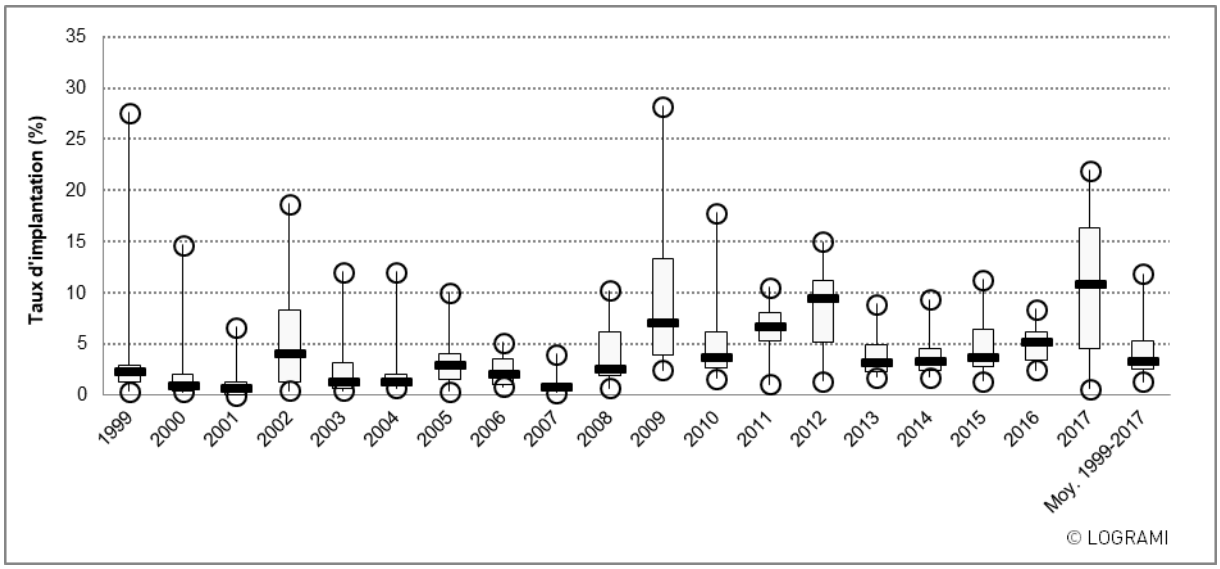


Figure 283 : Boxplot des taux d'implantation moyens des juvéniles de saumon 0+ (basés sur les surfaces de production indiquées à l'annexe 3 du marché de repeuplement) sur les stations de références alevinées du bassin de la Gartempe de 1999 à 2017 (Source : LOGRAMI – ONEMA)

La moyenne interannuelle **des taux d'implantation sur ces stations de référence s'élève à 4,7 %** (médiane : 2,9 ; +/- 5,1). Annuellement, les taux d'implantation fluctuent entre 1,3 % et 10,7 %. En 2017, **le taux d'implantation moyen sur les 9 stations de référence s'élève à 10,7 %** (médiane : 10,9 % ; +/- 7,8), il est donc très supérieur à la moyenne interannuelle et le plus élevé de la série de données.

La Figure 283 semble montrer une légère augmentation de ces taux sur la période 2008-2017 par rapport à la période précédente. Afin de vérifier cette hypothèse, nous avons effectué un Test de Mann-Withney pour deux échantillons indépendants.

Tableau 57 : 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 2017

Test de Mann-Whitney / Test bilatéral	
U	6,000
Espérance	45,000
Variance (U)	149,868
p-value (bilatérale)	0,001

alpha	0,05

Variable	Observations	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart-type
1999 à 2007	9	0,668	4,175	1,854	1,153
2008 à 2017	10	2,547	10,880	5,604	2,878

Avec une plus-value p< 0,001, la différence entre les deux échantillons est significative (Tableau 57) Les variables minimum, maximum et moyenne montrent des taux d'implantation sur les stations de référence supérieurs pour la période 2008 à 2017 par rapport à 1999-2007. Le changement de stratégie d'élevage a pu avoir un impact positif sur les taux d'implantation des juvéniles de saumon déversés sur la Gartempe. Avant 2008, les alevins provenaient de deux pisciculture 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 un affluent de la Gartempe.

8.5.1.5 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

En 2017, la taille moyenne des 322 juvéniles de l'année capturés par pêche électrique sur les secteurs déversés était de 76,2 mm longueur fourche (médiane : 76 ; minimum : 51 ; maximum : 100) contre 86,3 mm en 2016 (médiane : 87 ; minimum : 55 ; maximum : 109) (Figure 284).

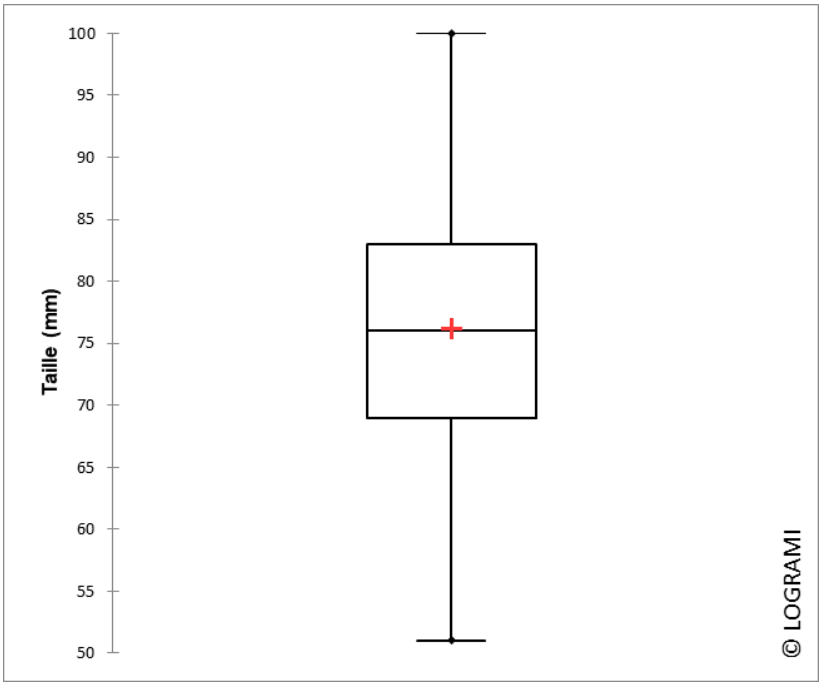


Figure 284 : Boxplot des tailles des tacons 0+ pêchés sur les stations alevinées du bassin de la Gartempe fin août 2017

En 2017, les juvéniles de saumon repris par pêche électrique sur les stations déversées étaient donc plus petits que ceux de 2016 confirmés par un test de Mann-Whitney (Tableau 58).

Tableau 58 : Résultats du test de Mann-Whitney de comparaison des tailles des tacons 0+ capturés sur les stations déversées de la Gartempe en 2016 et 2017

Test de Mann-Whitney / Test bilatéral	
U	43493
Espérance	27853,000
Variance (U)	2300297,977
p-value (bilatérale)	< 0,0001
alpha	0,05

Variable	Observations	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart-type
Tailles 2016 (mm)	173	55	109	86,3	9,3
Tailles 2017 (mm)	322	51	100	76,2	9,25

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 (+/- 0,2 g). Les poids des tacons 0+ pêchés en 2017 sont plus faibles que ceux des tacons 0+ de 2016 : en moyenne 5,1 g (médiane : 5 g ; +/- 1,9) contre 7,8 g en 2016 (médiane : 7,8 g ; +/-2,38).

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) :

$FC = P/(L^3)*100$ avec P = poids en gramme et L = longueur fourche en centimètre.

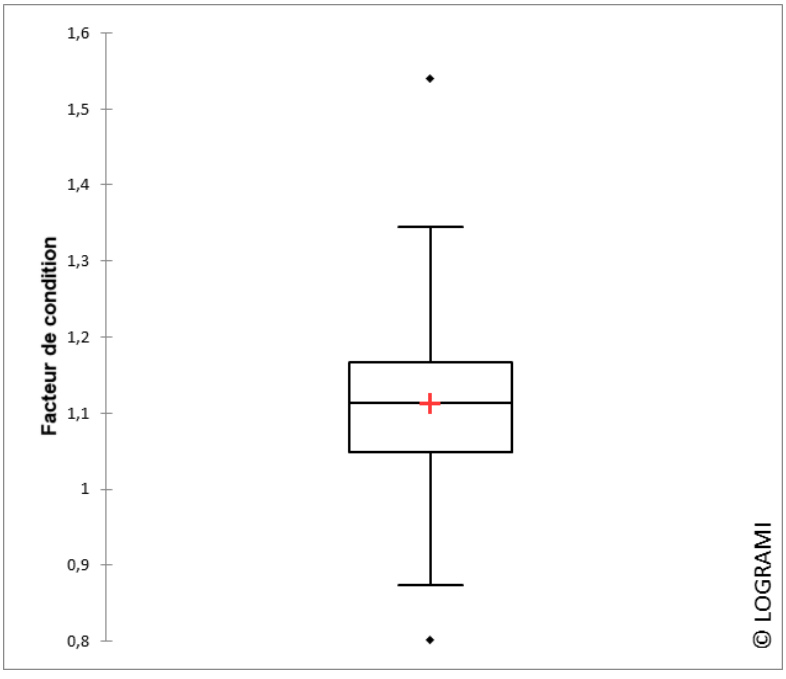


Figure 285 : Boxplot des facteurs de condition des tacons 0+ pêchés sur les stations alevinées du bassin de la Gartempe fin août 2017

Les coefficients de facteurs de condition des tacons 0+ pêchés sur la Gartempe en 2017 variaient de 0,8 à 1,54 avec une moyenne de 1,11 (médiane : 1,11 ; +/- 0,1) contre 1,17 en 2016 ; 1,18 en 2015 et 1,16 en 2014 (BACH et al., 2016) (Figure 285). En comparaison des années précédentes, les tacons 0+ de 2017 ont eu une croissance plus importante en taille qu'en poids.

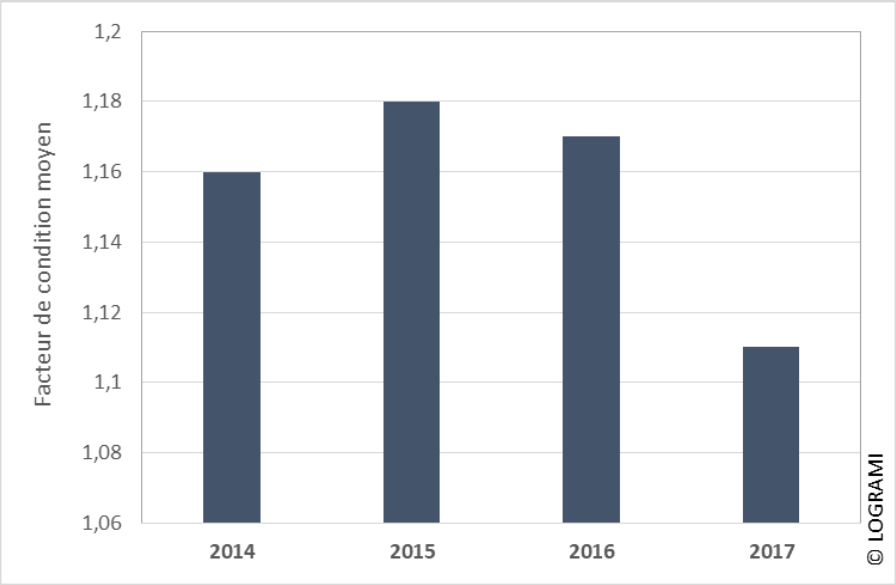


Figure 286 : Facteurs de condition moyens des juvéniles de saumon 0+ capturés sur les stations déversées de la Gartempe entre 2014 et 2017

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 2017 sont donnés dans le Tableau 59.

Tableau 59 : Poids moyens par lots des alevins 0+ déversés sur la Gartempe en 2017 (Source : EPL, 2017)

Secteur déversement de la Gartempe	Limites	Poids moyen (g)
Zone aval	De Moulin d'Ardent à Moulin de Fraisse Châteauponsac - 87)	0,37
Zone intermédiaire	De Moulin de Bussière Etable (Châteauponsac - 87) à Moulin Neuf (Saint-Priest-la-Feuille - 23) et « La Couture » (Châteauponsac - 87)	0,40
Zone amont	De Moulin Masvignier (Le Grand Bourg - 23) à La Rebeyrolles (Saint-Victor-en-Marche - 23)	0,43

Chaque individu pêché sur une station s'est vu affecté, *a posteriori*, le poids du lot déversé sur le secteur correspondant. Ce poids est ensuite comparé au poids individuel relevé lors des pêches électriques.

En 2017, la prise de poids moyenne des juvéniles 0+ repris par pêches électriques sur les 16 stations déversées est de 4,7 g +/- 0,2 (minimum : 1,1 ; maximum : 11,4 ; médiane : 4,6 ; +/- 1,89). La prise de poids moyenne par station varie de 2,5 à 8,1 g (moyenne : 4,7 g ; médiane : 4,5 g ; +/- 1,19 g).

En moyenne, la prise de poids des juvéniles de saumon a donc été très inférieure à celle de 2016 (7,5 g +/-0,2) (BACH et al., 2017).

Tableau 60 : Comparaison des tailles moyennes, poids moyens, facteurs de condition moyen et prises de poids entre le déversement et la capture par pêche des juvéniles de saumon 0+ capturés sur la Gartempe de 2014 à 2017 (Sources : LOGRAMI)

Année	Taille moyenne (mm)	Poids moyen (g)	Facteur de condition moyen
2014	82,5	7,6*	1,16
2015	83,8	6,7**	1,18
2016	86,3	7,8	1,17
2017	**76,2**	**5,1**	**1,11**

*concerne uniquement les tacons 0+ pêchés sur la Gartempe (hors Semme)
** concerne uniquement les tacons 0+ pêchés en août

Les juvéniles de saumon capturés sur les stations déversées de la Gartempe en 2017 sont plus petits que ceux des trois dernières années. De même, leur poids est plus faible. Par ailleurs, les facteurs de condition, traduisant la relation entre la taille et le poids, observés sur ces tacons 0+ sont plus faibles que ceux relevés de 2014 à 2016. Ces indicateurs expriment certainement une moindre croissance due aux effectifs plus importants sur les radiers pêchés et aux conditions hydrologiques basses sur les mois de juin à août 2017.

Logiquement, la prise de poids des alevins déversés jusqu'au stade tacons de fin d'été sur les 16 stations pêchées est très inférieure à celle de 2016 (en moyenne 4,7 g +/- 0,2 contre 7,5 g +/- 0,2).

En conclusion, il semble que les juvéniles déversés sur les stations contrôlées par pêche aient eu une meilleure survie que les années précédentes, particulièrement sur les stations situées en amont de la Gartempe, ceci au dépend de leur croissance.

8.5.2. Implantation des juvéniles déversés sur le bassin de l'Allier

Pour le calcul des taux d'implantation l'apport de tacons natifs dans les échantillons obtenus sur les stations alevinées est une hypothèse écartée. Toutefois, n'ayant pas de données concernant la localisation des frayères de saumons en 2010, 2011, 2014 et 2016 sur l'Allier, la présence de tacons natifs sur les stations alevinées ne peut être exclue. Ainsi, pour les années 2011, 2012, 2015 et 2017, seules les stations située en aval d'Issoire, où la probabilité de présence de tacons natifs est très faible, ont fait l'objet d'une analyse de l'implantation des juvéniles déversés.

En 2017, l'implantation des juvéniles déversés peut être appréhendée pour 9 stations alevinées du bassin de l'Allier (2 sur l'Allier, 2 sur la Dore et 5 sur la Sioule).

Au regard des surfaces précisées dans l'annexe 3 du marché de repeuplement, toutes les densités déversées correspondent à la recommandation 1 alevin/m² (moyenne de 0,99 ind./m² +/- 0,04) excepté sur les stations « Château de St Quintin amont » et « Moulin de Chouvigny » sur la Sioule où seulement la moitié des capacités a été déversée (respectivement 0,51 et 0,47 ind./m²)(Figure 287). Si seules les surface d'Equivalents Radier-Rapide contiguës au point de déversement (limite 400m aval) sont considérées alors les densités déversées sont globalement bien supérieures aux recommandations

puisqu'elles varient de 0,62 ind./m² à 7,25 ind./m² pour une moyenne de 2,74 ind./m² +/- 2,37 (médiane : 1,61) (Figure 287).

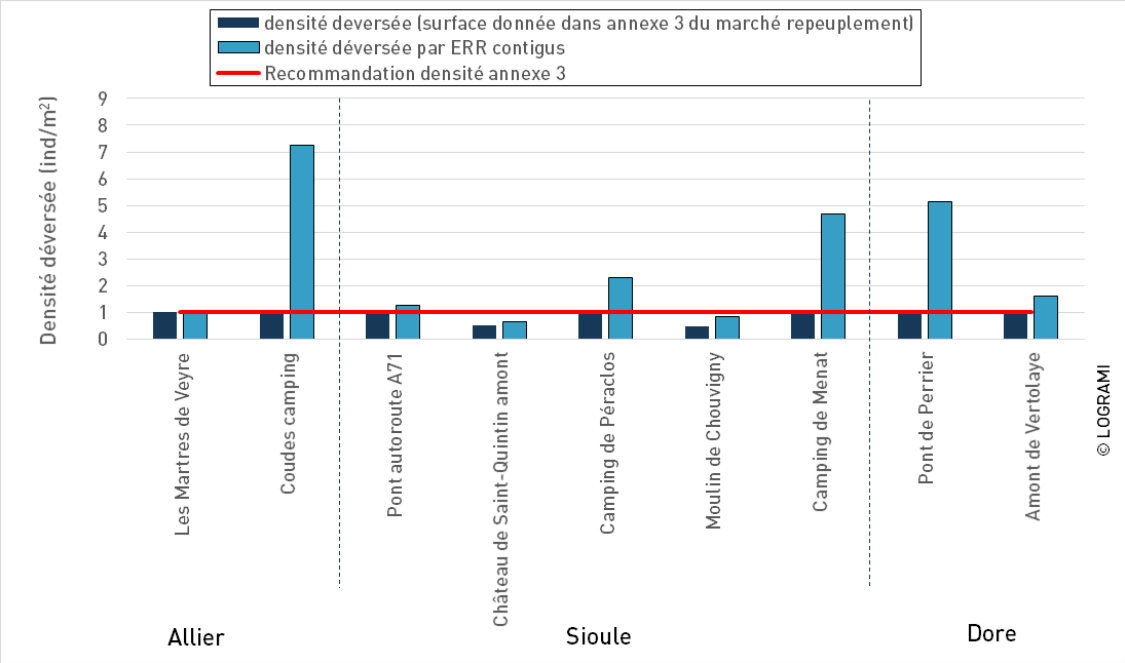


Figure 287 : Densités déversées sur les stations alevinées du bassin de l'Allier en 2017 selon les surfaces productives considérées

8.5.2.1 Taux d'implantation en 2017

Pour les surfaces précisées dans l'annexe 3 du marché de repeuplement, le taux d'implantation moyen calculé pour les 9 stations alevinées sur le bassin de l'Allier (Allier/Sioule/Dore) est de 29 % +/- 20 contre 15 % +/- 13 pour la méthode de calcul utilisant les surfaces d'Equivalents Radier-Rapide. A l'échelle des cours d'eau, la Sioule présentent de meilleurs taux que l'Allier aval et la Dore (Figure 288) :

- Sioule 2017 (5 stations) = 21,9 % (+-/ 10,3)
- Allier aval 2017 (2 stations) = 3,3 % (+/- 2,9)
- Dore 2017 (2 stations) = 7,6 % (+/- 9,1)

Cette tendance avec de meilleures implantations sur le secteur S4 de l'Allier et la Sioule que sur le secteur S5 de l'Allier et la Dore semble s'observer depuis 2009 (Figure 289) :

- Sioule 2009-2016 = 26,7 % (+-/ 13,2)
- Allier (secteur S4 « Langeac-Brioude ») 2009-2016 = 37,3 % (+/- 30,5)
- Allier (secteur S5 « Brioude-Pont du Château ») 2009-2016 = 11,1 % (+/- 4,3)
- Dore 2009-2016 = 5,4 % (+/- 1,7)

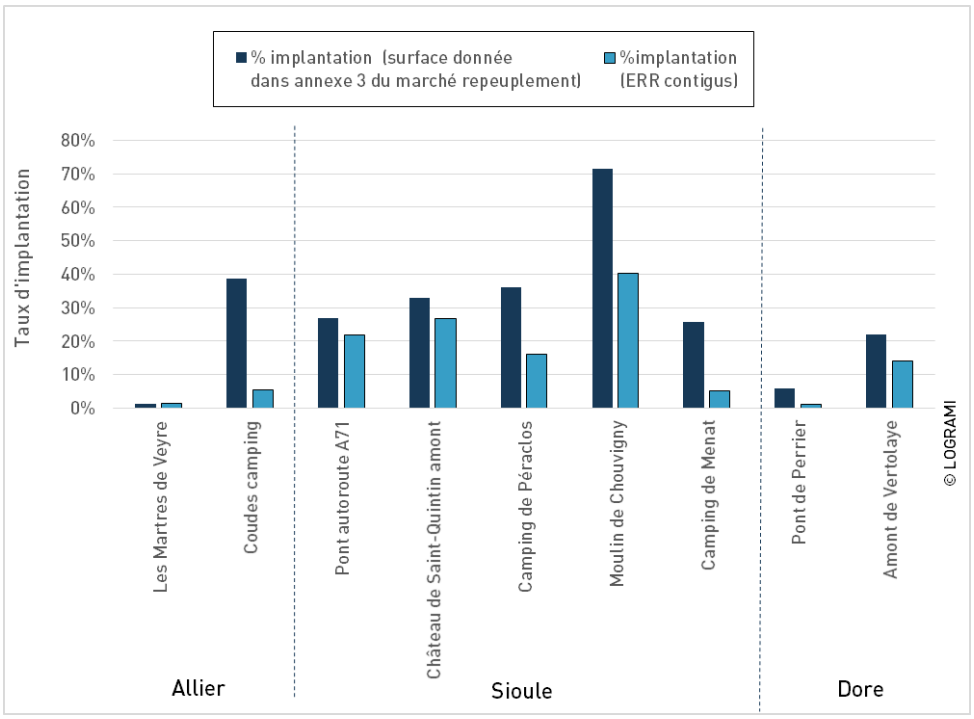


Figure 288 : Taux d'implantation des juvéniles de saumon sur les stations alevinées du bassin de l'Allier en 2017 selon les surfaces productives considérées

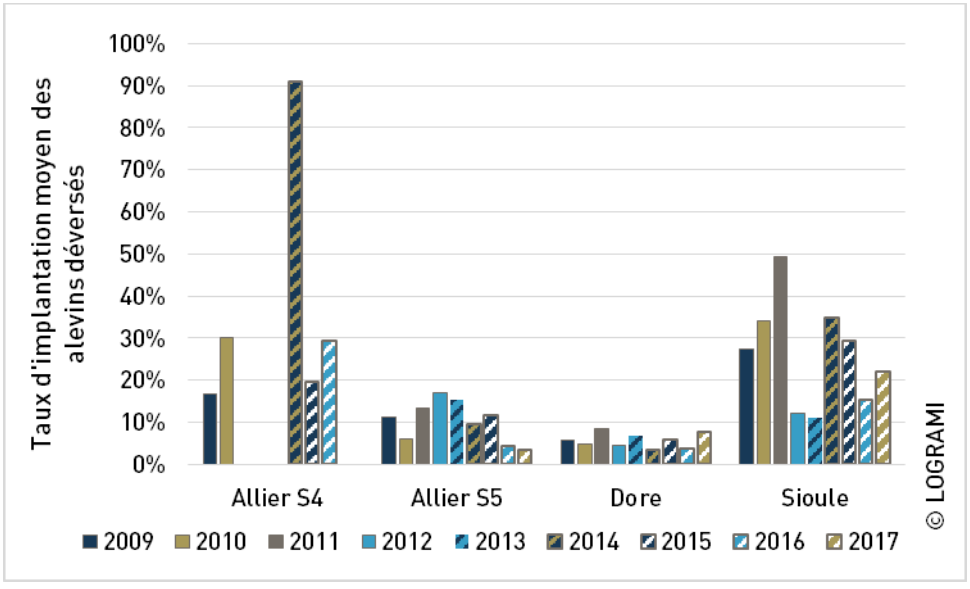


Figure 289 : Taux d'implantation moyens des juvéniles de saumon sur le bassin de l'Allier depuis 2017 (calculés à partir des surfaces ERR contigües aux stations d'échantillonnage)

A l'exception du site « Les Martres de Veyre » qui présente un taux d'implantation faible (1%), dû probablement à de mauvaises conditions de développement à ce niveau de l'axe (aval du secteur S5), les meilleurs taux d'implantation (entre 16 et 40 %) semblent s'observer au droit des stations qui ne sont pas alevinées en surdensité (Figure 290). Pour des densités déversées relativement identiques, la variabilité du taux d'implantation reflète la variabilité de la capacité de production de juvénile des stations. Les 3 sites déversés en surdensité présentent des taux d'implantation très faibles.

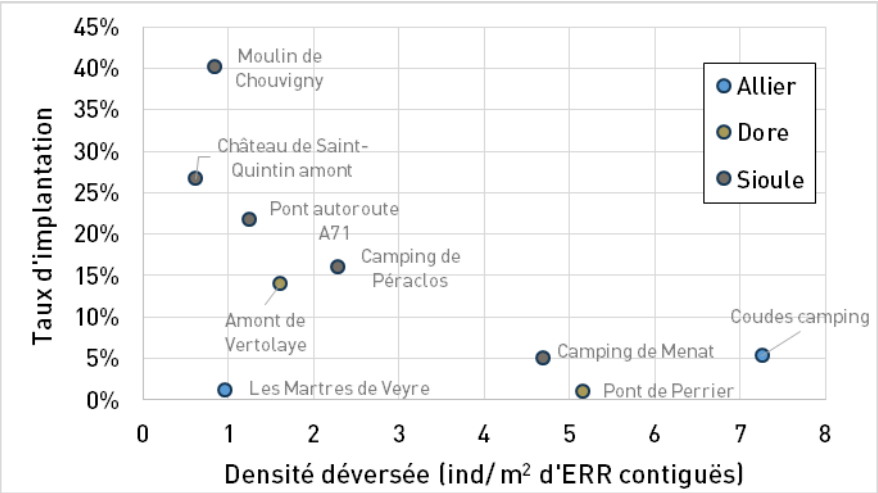


Figure 290 : Taux d'implantation des juvéniles de saumons en fonction des densités déversées au printemps sur le bassin de l'Allier en 2017

Les densités de tacons 0+ maximales observées à l'automne depuis 2009 sur les stations alevinées échantillonnées reflètent les différences de capacité de production des différents cours d'eau ou secteurs de cours d'eau (Figure 291). Globalement, comme pour les taux d'implantation, les stations de la Sioule et du secteur S4 de l'Allier sont potentiellement plus productives que celles de la Dore et du secteur S5 de l'Allier.

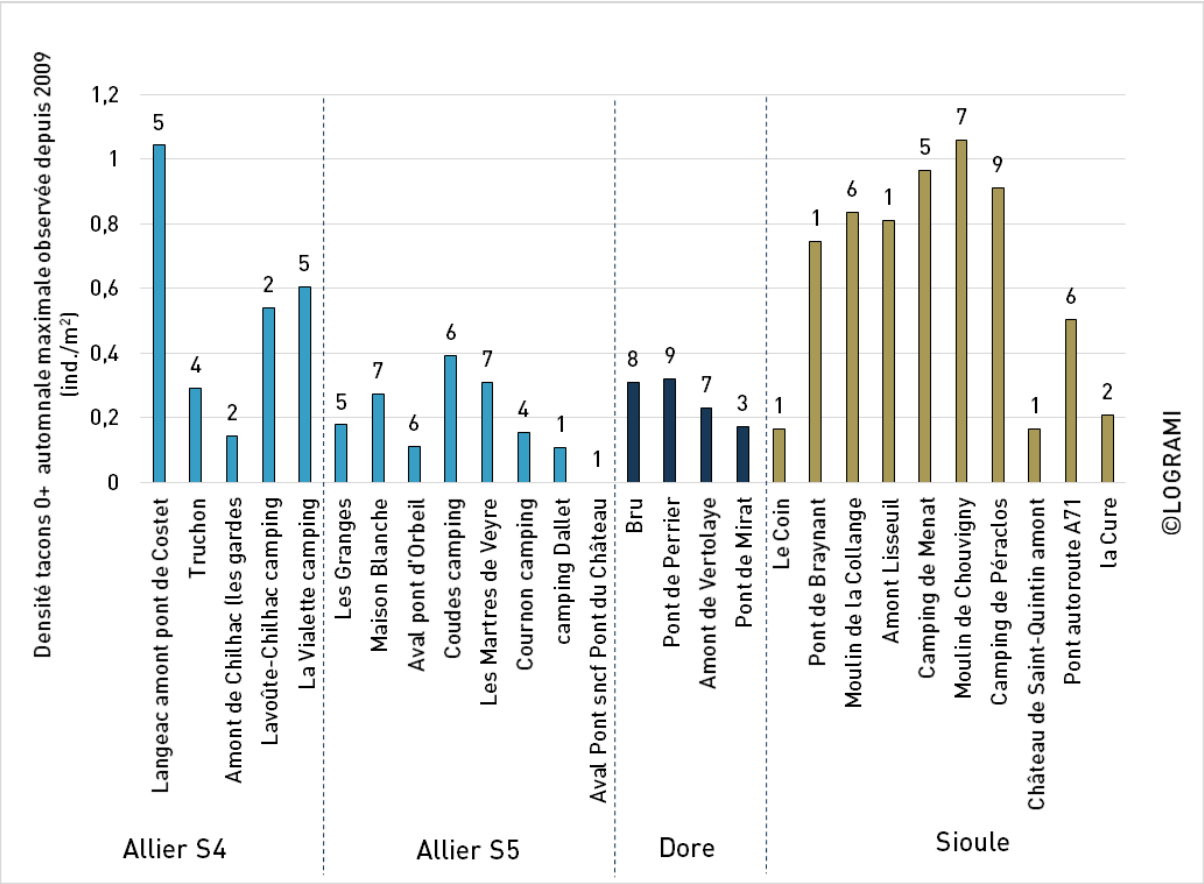


Figure 291 : Densités de tacons 0+ automnales maximales observées depuis 2009 sur les stations alevinées échantillonnées par le protocole des « Indices d'Abondance tacons » (nombre d'échantillon)

8.5.2.2 Suivi spécifique Dore 2017

La Dore présente les plus faibles taux d'implantation du bassin de l'Allier (Figure 292). Pour essayer de comprendre le mécanisme des « pertes » entre le déversement des alevins de pisciculture et les échantillonnages annuels de septembre, des pêches à l'électricité suivant le protocole des « Indices d'Abondance » ont été réalisés sur la Dore à 3 reprises en 2017 :

- avant les alevinages (24/5/2017),
- un mois après les alevinages (29/06/2017),
- et plus classiquement en septembre (11/09/2017).

4 stations ont été échantillonnées dont 2 directement alevinées. Les stations d'amont en aval sont les suivantes :

- « Bru »,
- « Pont de Perrier » (alevinée),
- « Amont de Vertolaye » (alevinée),
- « Aval pont de Courpière ».

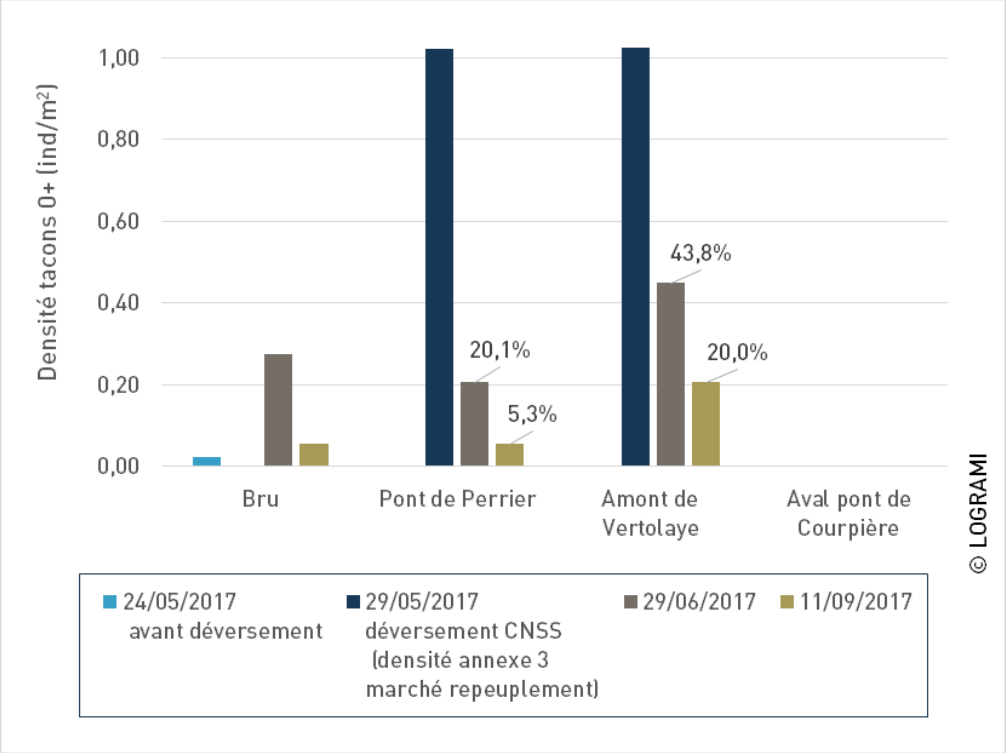


Figure 292 : Densités de juvéniles de saumons sur les 4 stations de la Dore échantillonnées en 2017

Avant les déversements du CNSS, 4 alevins de saumon natifs ont été capturés sur la station « Bru ». Afin de trouver une abondance d'alevins plus conséquente pour vérifier l'hypothèse d'une frayère située légèrement plus en amont, une station supplémentaire a été échantillonnée 700 m en amont (Lachaux) mais aucun alevin de saumon n'a été capturé. La frayère se situait donc à proximité de la station « Bru » et la production résultante serait limitée.

Sur les 2 stations alevinées, « Pont de Perrier » et « amont Vertolaye », le 29/6/2017, l'implantation s'élève respectivement à 20,1 % et 43,8 % soient des pertes de 79,9% et 56,2 % dès le 1er mois après les déversements (Figure 292). En septembre, elle n'est plus que de 5,3 % et 20 %. La densité entre fin juin et septembre baisse de 73,7 % au « Pont de Perrier » et de 54,2% à « amont de Vertolaye ».

NB : dans cette analyse, les densités de tacons déversées sont minimisées car rapportées aux surfaces d'habitats favorables non pondérées. Si les surfaces d'Equivalents Radiers-Rapides sont considérées, alors les taux d'implantations sont encore plus faibles (1% pour « Pont de Perrier » et 13% pour « amont Vertolaye »).

La station « Bru », qui n'a pas été alevinée suite à la communication de la présence de tacons natifs avant déversement, présente des tacons en densité plus importante fin juin. Ces derniers sont très probablement issus des 2049 alevins déversés 300 m en amont (« Bru amont », pour 1007 m² ERR disponibles) voire des 8195 alevins déversés sur 3 points situés sur 1,3 km en amont (pour 5212 m² ERR disponibles). Ce résultat met en évidence une dispersion vers l'aval durant le premier mois après le déversement (premières « pertes ») qui prouve que les quantités déversées sont supérieures aux capacités d'accueil des points identifiés. Par ailleurs, par rapport à la station alevinée « Pont de Perrier », la densité observée y est plus importante fin mai (0,28 ind/m² contre 0,21) et identique en septembre (0,05 ind/m²). La diminution de la densité entre fin juin et septembre y est donc sensiblement identique (80,4 % contre 73,7 %).

Lors des 3 échantillonnages, aucun tacon n'a été capturé sur la station « aval pont de Courpière » située à 31 km en aval du dernier point déversé. La présence de nombreuses microcentrales et le barrage EDF de Sauviat empêche probablement les juvéniles de se disperser sur ce tronçon de la Dore.

Pour identifier les raisons de la diminution de la densité de tacons au cours de la saison, les conditions de température et de débit de la Dore entre les déversements et les échantillonnages de septembre ont été analysées pour les 8 dernières années (Tableau 61).

Tableau 61 : Récapitulatif des conditions limitantes de débit et de température de la Dore entre les déversements et les échantillonnages de septembre depuis 2010 (Données : LOGRAMI et DREAL Auvergne ARA)

Année	IA moyen 3 stations	Date Déversements	Q Déversements	QMJ max dev-juillet	Date Qmax dev-juiller	Qmin5 non dépassé durant 5 jours consécutifs	Date Qmin5	Tmax	Tmax dépassée durant 7 jours consécutifs
2010	17,6	07-juin	1,97	21,3	17-juin	0,341	02-sept		
2011	47,0	1-juin	0,854	4,9	22-juin	0,346	21-août	21,32	19,53
2012	21,3	7-juin	6,61	16,6	08-juin	0,363	07-sept	20,71	18,81
2013	29,7	10-juin	7,26	15,9	29-juil	0,514	02-sept	19,98	18,5
2014	14,7	30-mai	2,2	29,9	30-juil	1,01	24-juin	18,64	16,53
2015	26,0	8-juin	1,59	4,9	15-juin	0,327	30-août	23,45	21,23
2016	21,0	10-juin	9,19	9,2	10-juin	0,185	04-sept	19,73	17,81
2017	19,3	29-mai	1,96	5,1	04-juin	0,19	22-août	21,96	19,97

Entre les déversements et l'échantillonnage de septembre, la température moyenne journalière de la Dore à Ambert a oscillée entre 13 et 22°C (Figure 293). Elle n'atteint jamais le seuil des 27,8°C considérée comme température létale initiale (température que le poisson ne peut tolérer durant sept jours) pour les juvéniles de saumons (ELLIOTT, 1991). Durant cette même période, la température est restée 60,4% du temps dans la plage de température optimale de croissance (16-20°C définie par ELLIOTT et ELLIOTT en 2010) (5 épisodes avec des valeurs supérieures pour une durée maximum de 6 jours consécutifs et 5 épisodes avec des valeurs inférieures pour une durée maximum de 9 jours consécutifs). Par conséquent, la diminution des densités observées entre les déversements et les échantillonnages de septembre ne semblent pas liées à des mortalités occasionnées par des températures estivales trop élevées pour les juvéniles.

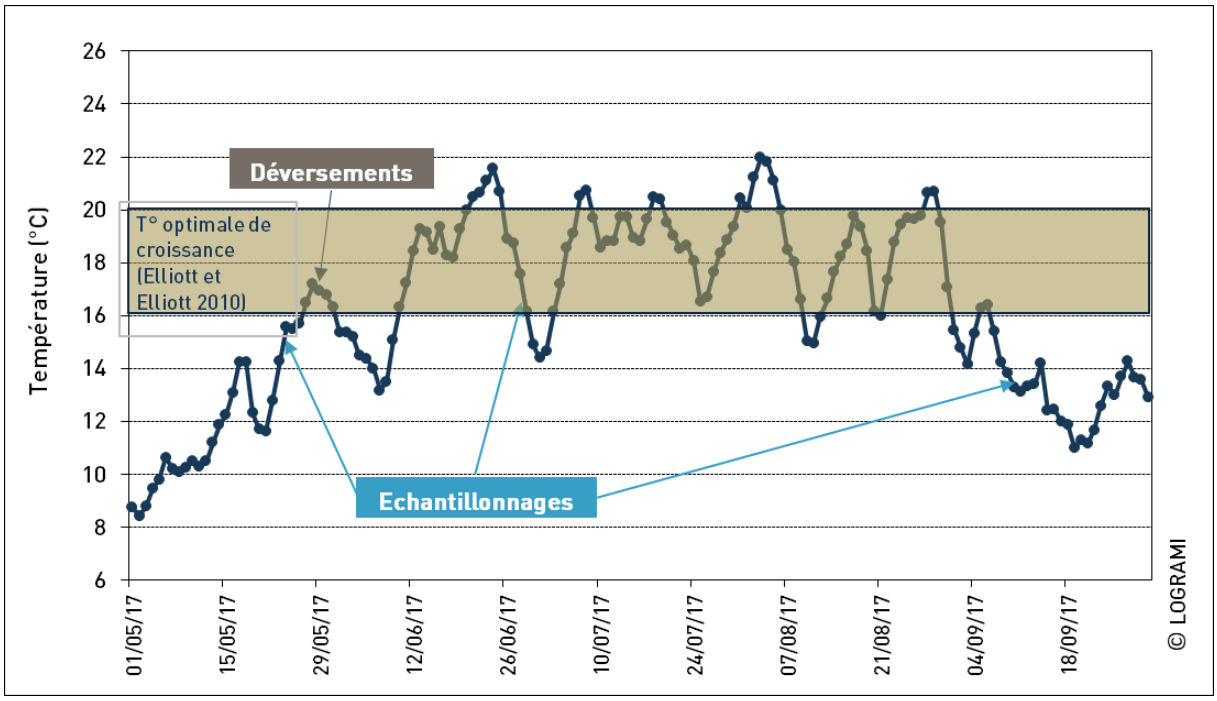


Figure 293 : Température moyenne journalière de la Dore à Ambert sur la période mai-septembre 2017

Le débit moyen journalier de la Dore, entre les déversements et l'échantillonnage de septembre n'a dépassé le module qu'à 2 reprises (Figure 294). Le premier évènement hydrologique intervient 2 jours après les déversements (pic le 4/6/2017 ; 5,1 m^3/s) et le second intervient fin août (pic le 31/8/2017 ; 5,9 m^3/s). Il paraît peu probable que ces deux coups d'eau de faible envergure (très légèrement supérieurs au module) soient à l'origine des diminutions de densité de juvéniles constatées entre les échantillonnages. En effet, l'analyse comparée des indices d'abondance et des débits de la Dore depuis 2010 (8 années), montre que, seulement pour des débits supérieurs à 15 m^3/s entre les déversements et la fin juillet, l'indice d'abondance diminue lorsque le débit augmente (Figure 295). Au-delà de 15 m^3/s durant cette période, l'hypothèse d'un entrainement vers l'aval des alevins, aux capacités de nage alors encore réduites (impact amplifié pour des individus de pisciculture), semble privilégiée. L'effet semble d'autant plus marqué que l'évènement est fort et/ou intervient tôt (Tableau 61). Pour la gamme de débits restreints 4,5 m^3/s-10 m^3/s, qui correspond à de très faibles coup d'eau, les indices sont hétérogènes (années 2011, 2015, 2016 et 2017). Le débit d'étiage semble, quant à lui, expliquer les variations d'indice d'abondance de ces années où le débit entre les déversements et fin juillet est resté inférieur à 10m^3/s. Plus le débit moyen journalier minimum non dépassé pendant 5 jours est faible, plus l'indice d'abondance moyen est faible (Figure 296). Ainsi, avec un débit moyen journalier minimum non dépassé durant 5 jours de 0,19 m^3/s, le mois d'août 2017 qui a été particulièrement sec (QMoyenMensuel de 0,45 m^3/s correspondant à une quinquennale sèche et QMoyen du 1/8 au 30/8 de 0,27 m^3/s correspondant à une vicennale sèche), a très probablement induit les pertes de tacons constatées entre juin et septembre 2017. Cette faiblesse des débits ne semble pas avoir eu pour conséquence d'augmenter de manière trop importante la température de l'eau (Figure 293). Cette diminution drastique du débit peut cependant avoir pour effet d'augmenter les taux de mortalité des juvéniles de saumons par l'augmentation de leurs vulnérabilité face aux prédateurs (RILEY et al.,2009) et par l'augmentation de la compétition intra et interspécifique.

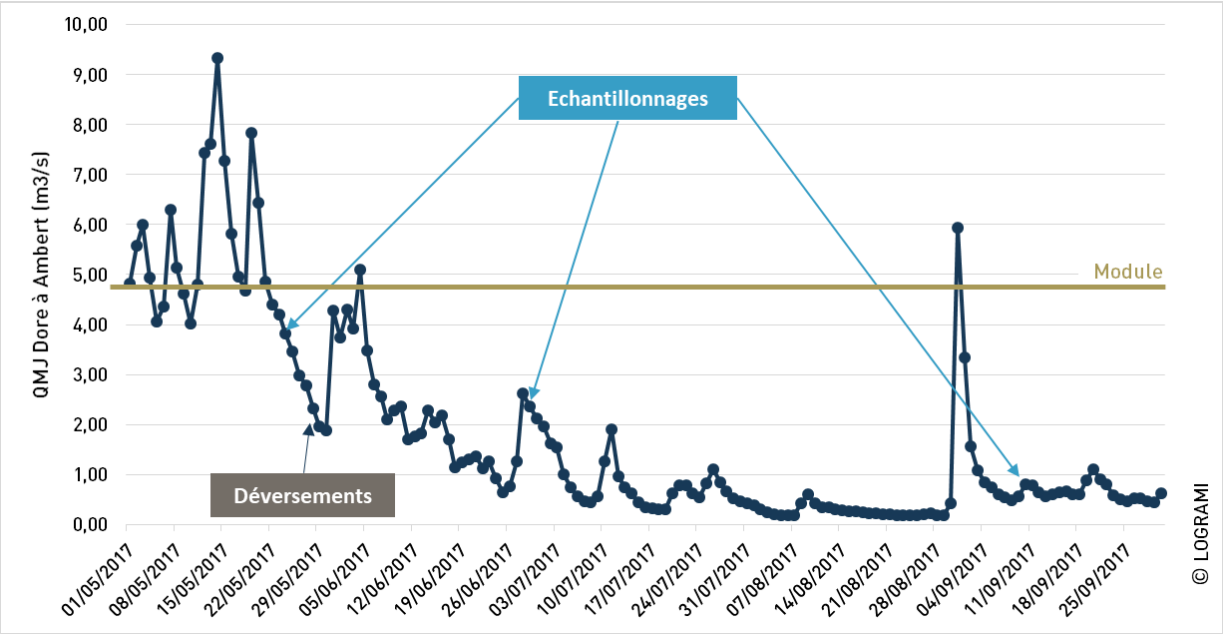


Figure 294 : Débit moyen journalier de la Dore à Ambert sur la période mai-septembre 2017 (Données : DREAL Auvergne ARA)

L'année 2011 qui n'a connu ni débit moyen journalier supérieur à 15 m³/s entre les déversements et fin juillet ni débit moyen journalier minimum non dépassé durant 5 jours inférieur à 0,2 m³/s présente le meilleur indice d'abondance des 8 années considérées. C'est aussi l'année pour laquelle le débit au moment des déversements est le plus bas (Tableau 61).

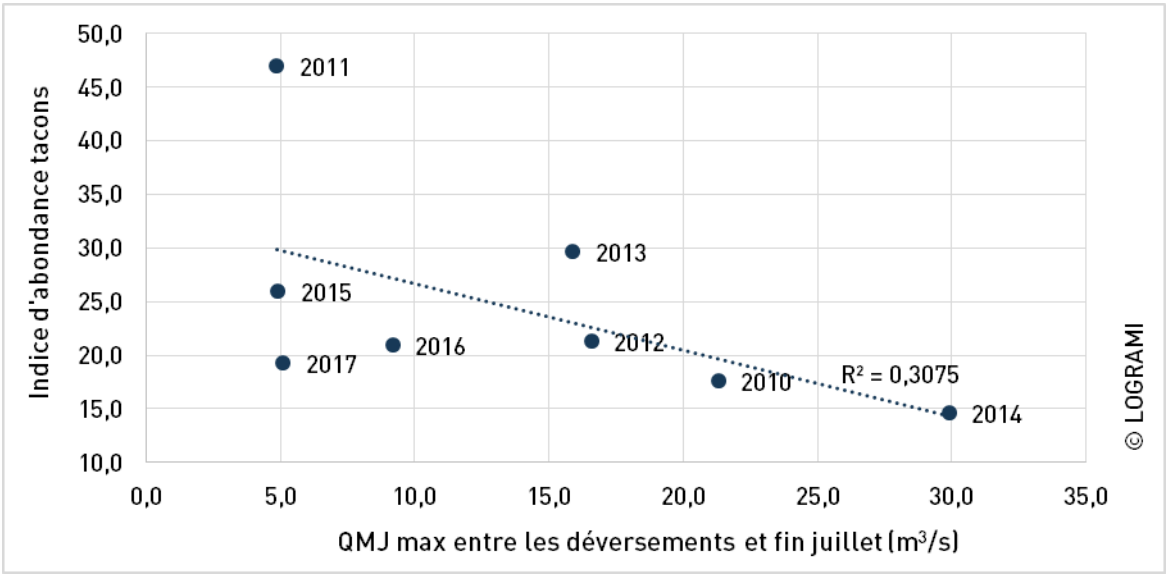


Figure 295 : Relation entre les indices d'abondance tacons et le débit moyen journalier maximum de la Dore à Ambert entre les déversements et fin juillet depuis 2011 (Données : DREAL Auvergne ARA).

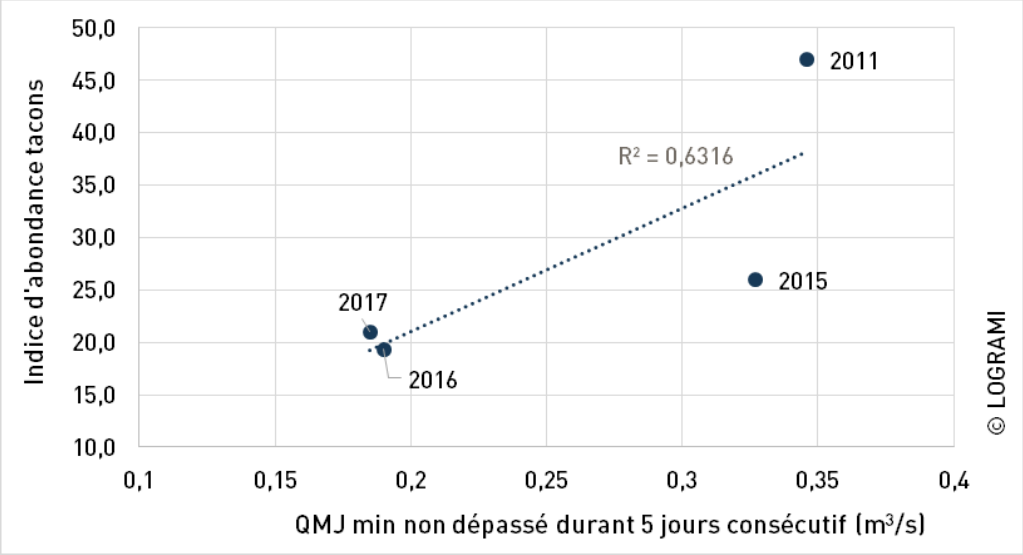


Figure 296 : Relation entre les indices d'abondance tacons et le débit moyen journalier minimum non dépassé durant 5 jours de la Dore à Ambert entre les déversements et fin juillet depuis 2011 (Données : DREAL Auvergne ARA).

Si nous considérons les références bibliographiques, un taux d'implantation de 20 % correspond à une « bonne » survie des alevins entre leur déversement en mai et les pêches électriques réalisées en aout-septembre. (RICHARD A., non daté). Ainsi, les résultats obtenus à partir de la méthode utilisant les surfaces « d'Equivalents Radier-Rapide contiguës » en 2017 font état d'un :

- taux d'implantation « faible » sur la Gartempe (16 stations) = 2,6 % (+/- 2,6)
- taux d'implantation « faible » sur l'Allier aval (2 stations) = 3,3 % (+/- 2,9)
- taux d'implantation « moyen » sur la Dore (2 stations) = 7,6 % (+/- 9,1)
- taux d'implantation « bon » sur la Sioule (5 stations) = 21,9 % (+/- 10,3)

Au regard des données acquises entre 1999-2016 sur les stations références, la Dore (5,4 % +/- 1.7), le secteur S5 de l'Allier (11,1 % +/- 4,3) et la Gartempe (1,5 % +/- 1,8) présentent des taux d'implantation plus faibles que sur les autres cours d'eau du bassin de la Loire. La Sioule (26,7 % +/- 13,2) et le secteur S5 de l'Allier (37,3 % +/- 30,5) semblent quant à eux, plus aptes à produire des tacons à partir d'alevins déversés.

Le taux d'implantation moyen obtenu sur la Gartempe en 2017 (2,6 %) est tout de même supérieur à la moyenne interannuelle (1999-2016) et le second meilleur taux de la série de données. Quatre stations situées sur le cours amont ont un taux particulièrement élevé par rapport aux autres sites. L'hypothèse d'une forte concentration des tacons sur des radiers due aux faibles débits ne semble pas être la seule explication. En effet, trois stations situées sur le cours moyen présentent elles aussi, en 2017, un taux d'implantation supérieur à la moyenne interannuelle.

Nous pouvons supposer que ces taux d'implantation calculés sont des « minima ». Il est probable que la dispersion des juvéniles soit effective au-delà des habitats favorables strictement contigus au point de déversement, en particulier lorsque les densités au déversement sont supérieures aux surfaces disponibles. 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 m^2. Or, en 2017, les densités au déversement sur la Gartempe calculées par rapport aux surfaces d'habitats potentiellement productifs autour du point de déversement atteignent jusqu'à près 9 fois la préconisation alors que celles-ci respectent les densités au regard des surfaces indiquées à l'annexe 3. Cet écart s'explique par la différence parfois importante entre les données de cette annexe et le calcul réalisé à partir des relevés d'habitats potentiellement favorables contigus au point de déversement.

Le suivi spécifique réalisé en 2017 sur la Dore révèle que dès le premier mois entre 56 % et 80 % des alevins ne sont plus présents sur le lieu de leur déversement. La période estivale apporte aussi son lot de pertes. Au final, en 2017, l'implantation est comprise entre 5,3 % et 20 %. Les pertes se répartissent entre dispersion (vers l'aval et dans une moindre mesure vers l'amont) et mortalité.

L'alevinage gagnerait peut-être en efficacité si les densités déversées étaient adaptées aux surfaces d'Equivalents-Radier-Rapide et également adaptées aux densités automnales maximales historiques observées qui représentent réellement les capacités productives des stations.

Par ailleurs, sur la Dore, un affinage du plan d'alevinage, comportant la réduction des quantités déversées par points et l'augmentation du nombre de points pourrait diminuer les effets négatifs des surdensités déversées (mortalité par prédation et compétition intra et interspécifique).

8.6. 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 297). 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.**

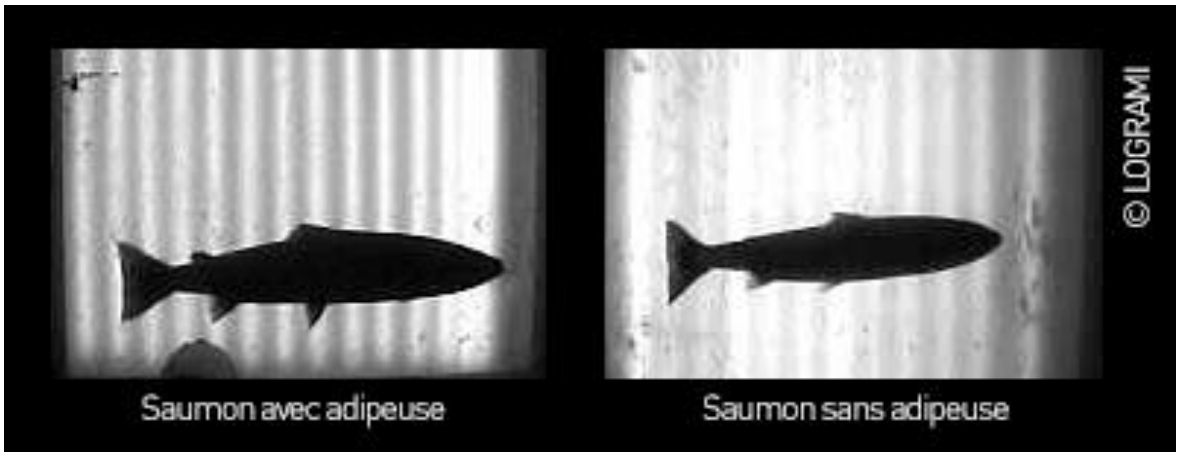


Figure 297 : Différence des profils de saumons au vidéo-comptage en fonction de la présence ou non de nageoire adipeuse

En 2017, un total de 875 saumons a été dénombré aux stations de comptage du bassin de la Loire. 67 d'entre eux n'avaient pas d'adipeuse (soit 8 % de l'effectif annuel). Ces poissons sans adipeuse ont été dénombrés à Vichy sur l'Allier (35 individus), à Descartes sur la Creuse (30 individus) et à Decize sur la Loire (2 individus). Aucun individu marqué n'a été observé à Châtellerault sur la Vienne.

Selon les axes, les proportions de saumons issus des déversements au stade smolt sont variables (Figure 298). Sur la Creuse, le nombre de saumons sans adipeuse représente ainsi 33 % de l'effectif annuel alors que sur la Loire et l'Allier, il ne représente respectivement que 10 % et 5 %. Ces variations peuvent entre autres s'expliquer par des niveaux de reproduction naturelle différents entre les axes.

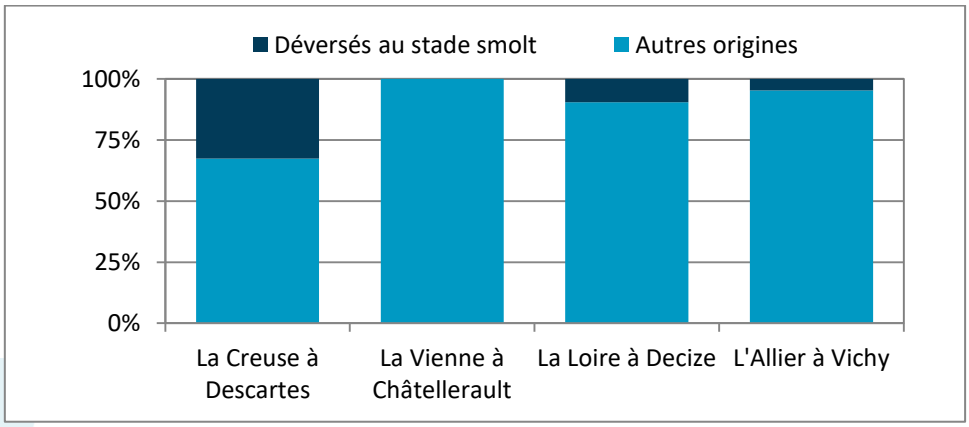


Figure 298 : Origines des saumons comptabilisés sur le bassin de la Loire en 2017

Il est par ailleurs à noter que 103 saumons ont été dénombrés à Langeac sur l'Allier (15 % des poissons passés à Vichy et non prélevés pour la salmoniculture de Chanteuges), dont 7 sans adipeuse (soit 21 % des individus marqués passés à Vichy et non prélevés pour la salmoniculture de Chanteuges).

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 pisciculturales 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 299). En 2017, seulement 12 281 individus ont été déversés sur la Gartempe. Ce chiffre répond à l'objectif de production de 12 000 smolts fixé par l'Etablissement Public Loire, maitre d'ouvrage de l'opération temporaire de soutien d'effectifs en saumons.

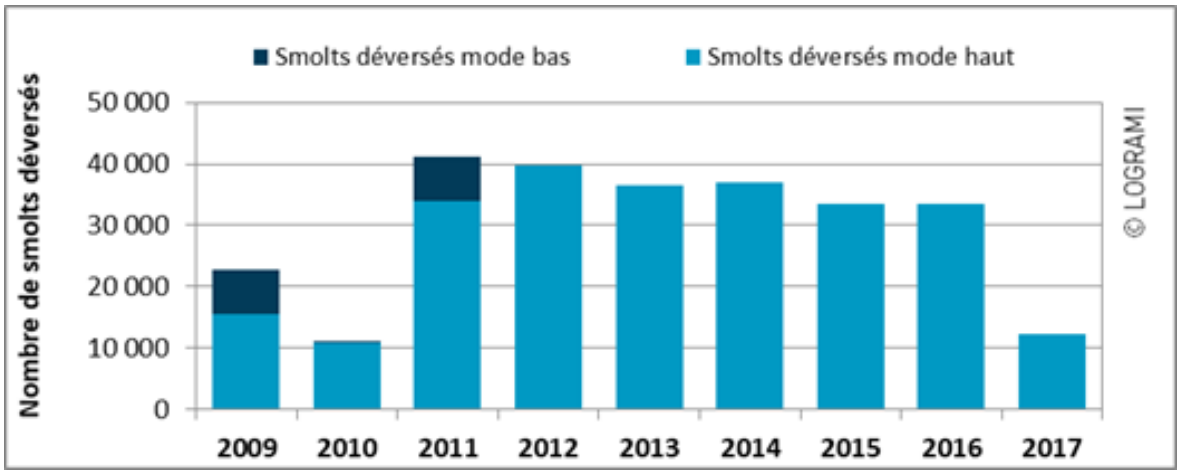


Figure 299 : Evolution des déversements de smolts marqués sur la Gartempe depuis 2009 (Données : EPL / CNSS)

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 300).

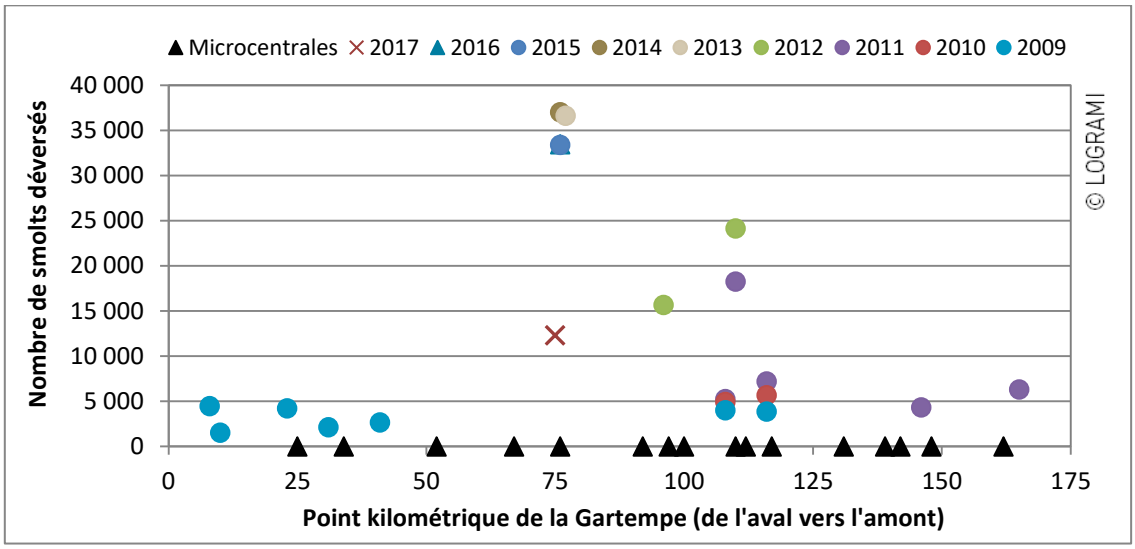


Figure 300 : Localisation des déversements de smolts (de 2009 à 2017) et des microcentrales en activité (en 2017) sur la Gartempe (Données : EPL / CNSS et LOGRAMI)

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'entrainement 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.** En 2017, l'ensemble des smolts a été déversé à l'aval du moulin de Queroux (PK =75).

8.6.1.2 Origine des saumons de retours

En 2017, 30 saumons sans adipeuse ont été observés à Descartes, soit 33 % de l'effectif annuel. Ces saumons issus des déversements au stade smolt sont représentés dans les trois classes d'âge (3 % ont 1 an de mer, 90 % 2 ans de mer et 7 % 3 ans de mer) (Figure 301). **En moyenne de 2012 à 2017, ils représentent 26 % (+/-15%) de l'effectif annuel.**

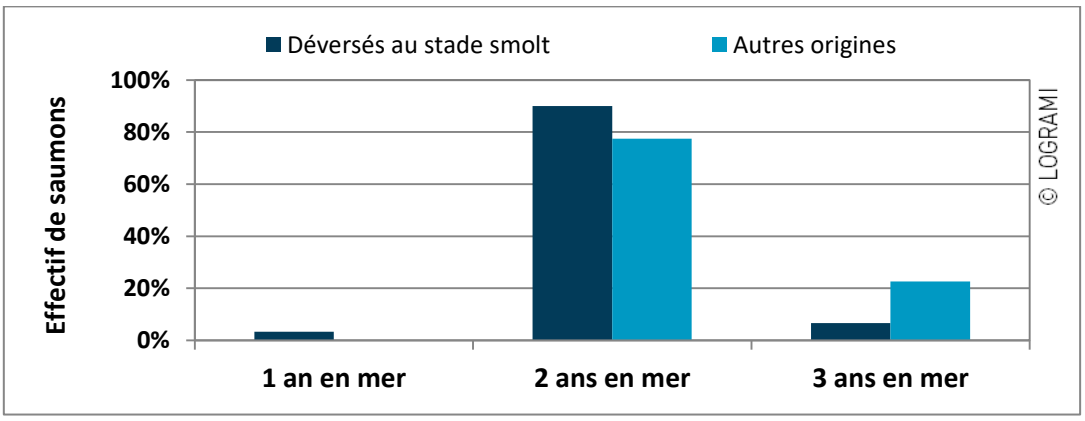


Figure 301 : Origines des saumons par classe d'âge comptabilisés en 2017 à Descartes

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 302).

179 saumons issus des dévalaisons de 2004 à 2008 ont été contrôlés de 2007 à 2011, 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, 13 saumons sur les 139 comptés ne possédaient pas d'adipeuse (soit 10,5 % 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.**

Depuis l'année de dévalaison 2009, la proportion de saumons sans adipeuse est en moyenne de 20 % (+/- 18). Les années de dévalaison 2012 et 2013 ont eu en retour une plus importante proportion de saumons sans adipeuse.

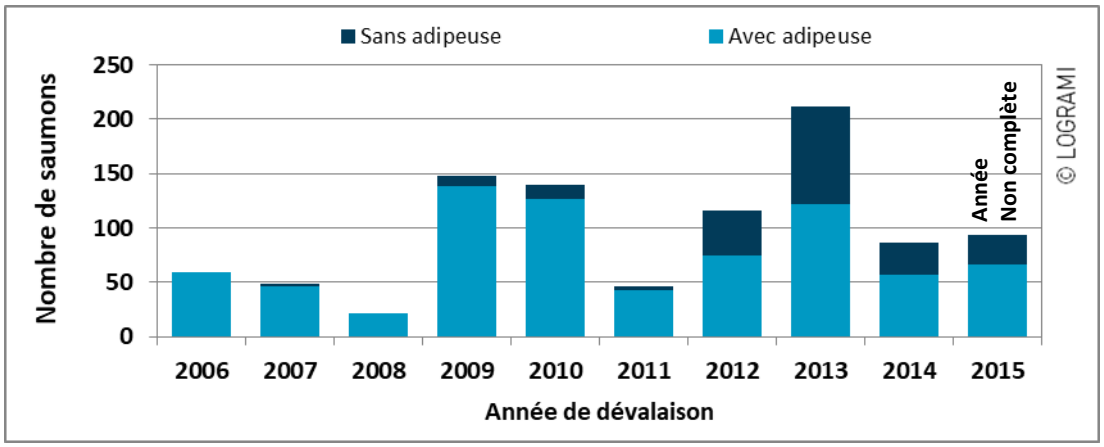


Figure 302 : Retours de saumons à Descartes suivant leurs années de dévalaison

A Descartes, 86 saumons issus de la dévalaison de 2014 ont été comptabilisés de 2015 à 2017. Parmi eux, 29 ne possédaient pas d'adipeuse et sont donc issus du programme de déversement au stade smolt (soit 34 % des 86 saumons). Les retours de la dévalaison de 2015 sont à ce jour incomplets, les trois ans de mer issus de cette cohorte ne migreront en effet qu'en 2018.

8.6.1.3 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 303).

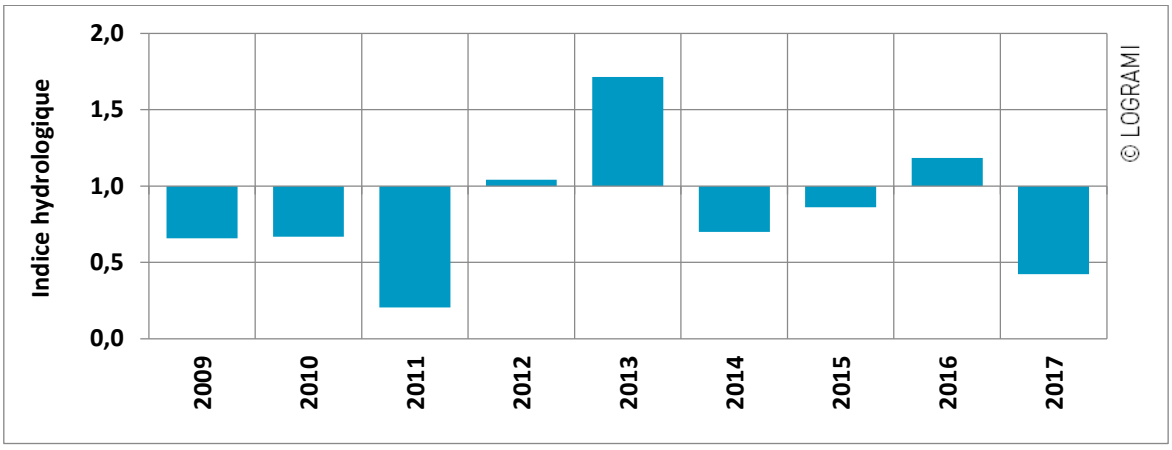


Figure 303 : Indice hydrologique de 2009 à 2016 durant la période de dévalaison des smolts à Montmorillon sur la Gartempe (Données hydro : SPC VCA- Centre de Poitiers/Hydro – MEDD/DE)

Avec un indice de 0,2 et une moyenne de 5,3 m³/s (+/- 1,9), 2011 est l'année où les conditions hydrologiques sont les plus défavorables pour la dévalaison des smolts. L'année 2017 avec un indice de 0,4 et un débit moyen de 11,0 m³/s (+/- 4,8) est la seconde année la plus défavorable.

A l'inverse, en 2013, le débit moyen sur la période est de 44,5 m³/s (+/- 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.

8.6.1.4 Taux de retour des smolts déversés

A partir du nombre de smolts déversés de 2009 à 2014, 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 62).

Tableau 62 : Taux de retour des smolts déversés sur le bassin Creuse - Gartempe de 2009 à 2014 (Sources : LOGRAMI)

Année de dévalaison	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Taux de retour constaté sur la Creuse (%)	0,065%	0,072%	0,009%	0,089%	0,243%	0,078%

Le taux moyen de retour de smolts depuis 2009 pourrait être en moyenne de **0,093 % (+/- 0,079)** en prenant l'hypothèse que tous les retours sans adipeuse sont issus des déversements sur cet axe. En moyenne, de 2009 à 2014, **environ 9 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.

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 entrainé 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 entrainée dans les turbines des microcentrales lors de leurs dévalaisons.

Ainsi, les bonnes conditions de dévalaison notamment de 2013 et les déversements en aval des centrales ont favorisé un retour de saumons sans adipeuse en proportion plus élevée que les saumons natifs ou déversés aux plus jeunes stades. Ces retours se traduisent par un taux de retour le plus important des six années suivis, avec **24 saumons adultes à Descartes pour 10 000 smolts déversés.**

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 2016, 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 61 % +/- 11 de l'effectif déversé (Figure 304). Depuis 2014, les individus non dévalant (mode bas) sont déversés à l'automne sur les parties très aval de l'Allier.

Entre 2003 et 2010, les déversements représentent entre 200 et 250 000 smolts. Entre 2011 et 2013, les déversements ont augmenté pour atteindre une moyenne de 370 000 individus.

Depuis 2014, conformément au marché, la production de smolts « mode haut » est en forte baisse. Les smolts ont été déversés directement depuis les bassins de la pisciculture via les conduites d'évacuation d'eau.

En 2017, aucun déversement de smolts n'a eu lieu sur l'Allier. Les derniers géniteurs issus des déversements de 2016 sur l'Allier seront observés en 2018 pour les individus de 2 étés de mer et en 2019 pour les 3 étés de mer.

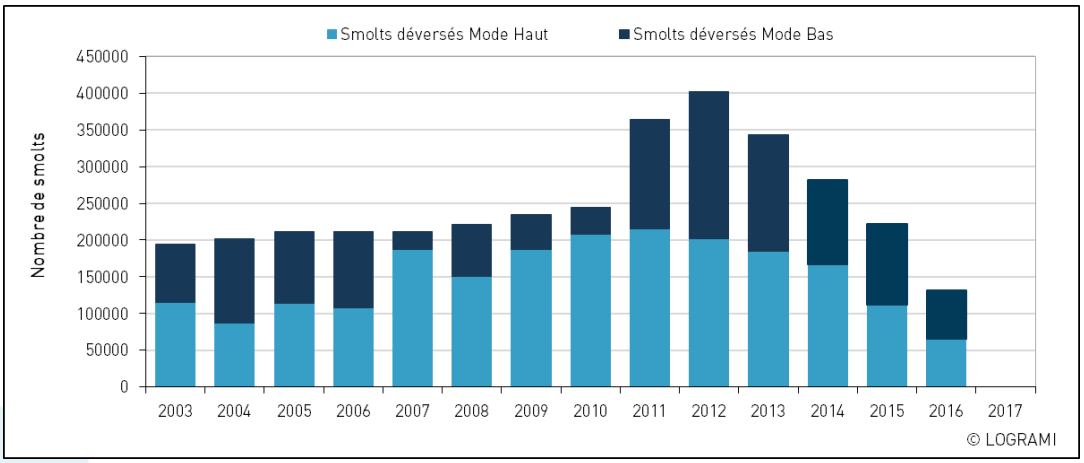


Figure 304 : Evolution des déversements de smolts marqués sur le bassin de l'Allier depuis 2003 (Données : EPL/CNSS)

8.6.2.2 Origine des saumons de retour

Les premiers retours de géniteurs issus des déversements de 2003 ont été comptabilisés en 2005 à la station de comptage de Vichy (ces individus avaient séjourné 2 ans en mer). Le retour complet des géniteurs issus des déversements de smolts en 2003 est enregistré au cours de l'année 2006 (retour des individus de 3 ans de mer).

La proportion de « sans adipeuse » est passée de 24,5 % en 2005 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 14 % (+/- 0,05)** (Figure 305).

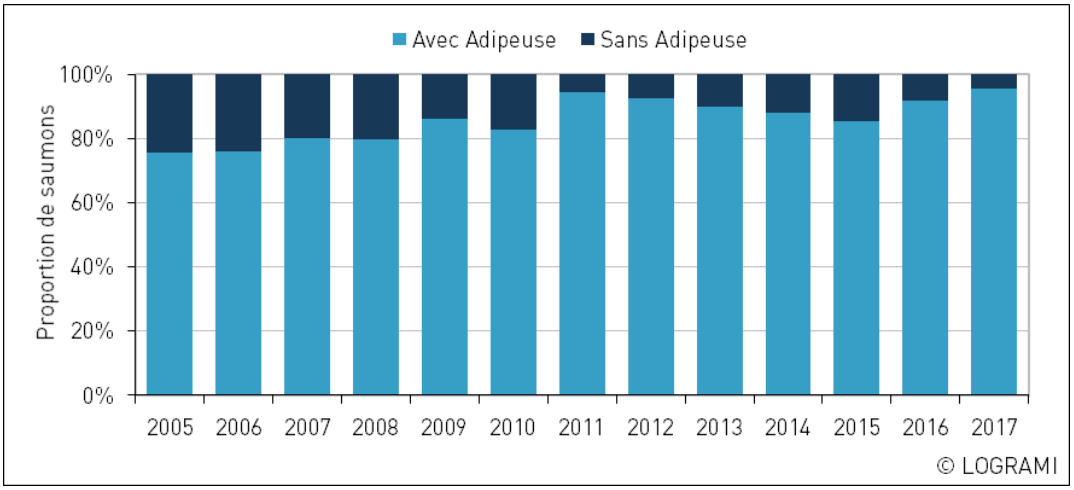


Figure 305 : Evolution de la composition de la population de saumons atlantiques à la station de comptage de Vichy depuis 2006

En 2017, 35 saumons sans adipeuse ont été observés à Vichy, soit 4,6 % de l'effectif annuel. Deux classes d'âge sont représentées parmi les saumons issus des déversements au stade smolt (45,7 % de 2 ans de mer et 54,3 % de 3 ans de mer) (Figure 306). 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).

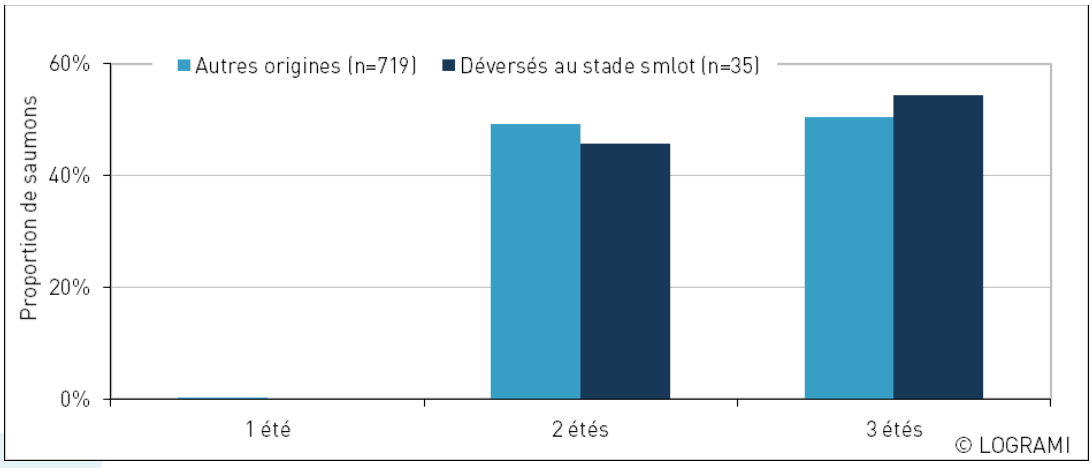


Figure 306 : Origines des saumons par classe d'âge comptabilisés en 2017 à Vichy

La distribution des classes d'âges de la saison 2017 est inversée par rapport aux données historiques de 2006 à 2016 (Figure 307). En effet, sur cette période, les proportions par classes d'âges sont les suivantes :

- 1 été de mer : 0,9 %,
- 2 étés de mer : 54,9 %,
- 3 étés de mer : 44,2 %.

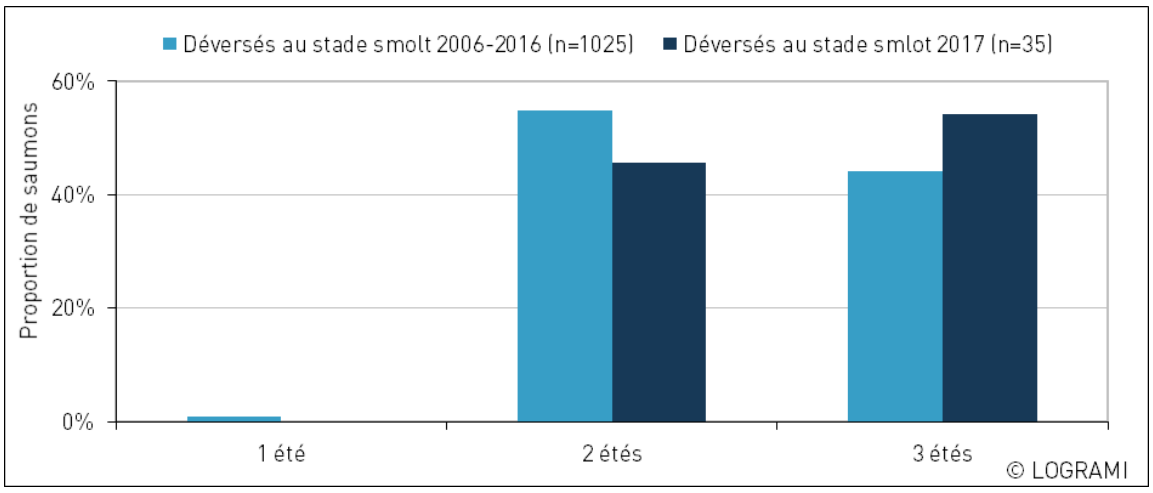


Figure 307 : Comparaison de l'origine des saumons par classe d'âge comptabilisés en 2017 à Vichy avec les données de la péridoe 2006 à 2016

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 308).

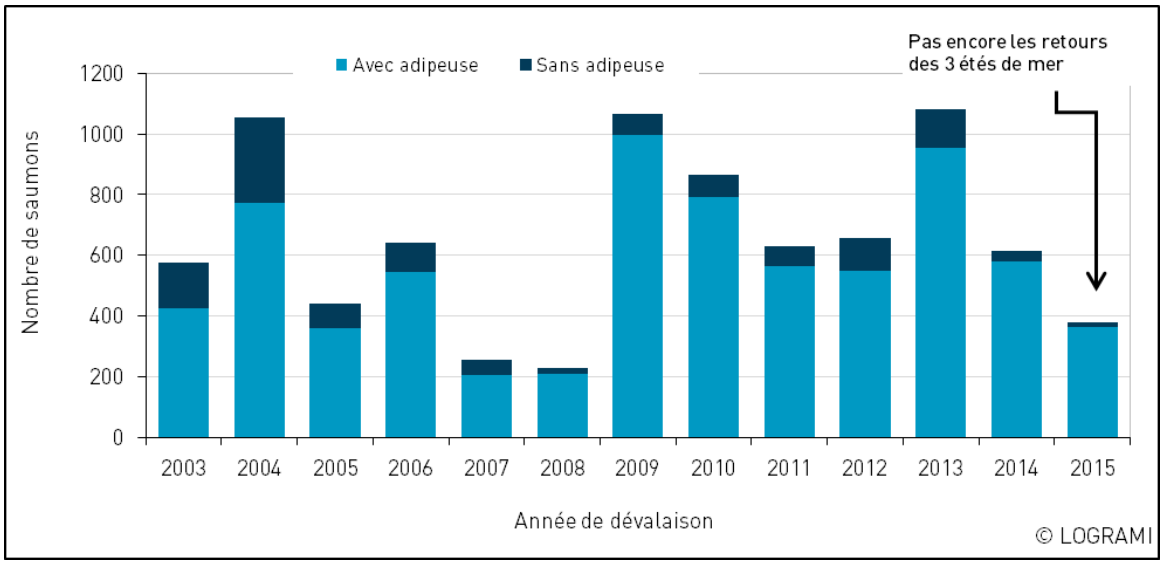


Figure 308 : Retours de saumons à Vichy suivant leurs années de dévalaison

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).

8 108 saumons issus des dévalaisons de 2003 à 2014 ont été contrôlés à la station de comptage de Vichy. Parmi eux, 1 119 ne possédaient pas d'adipeuse (soit en moyenne 17 % de l'effectif par an).

A Vichy, de 2015 à 2017, 616 saumons issus de la dévalaison de 2014 ont été comptabilisés. Parmi eux, 38 ne possédaient pas d'adipeuse et sont donc issus du programme de déversement au stade smolt (soit 7 % des 616 saumons).

Les retours de la dévalaison de 2015 sont à ce jour incomplets, les trois ans de mer issus de cette cohorte ne migreront en effet qu'en 2018.

8.6.2.3 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.

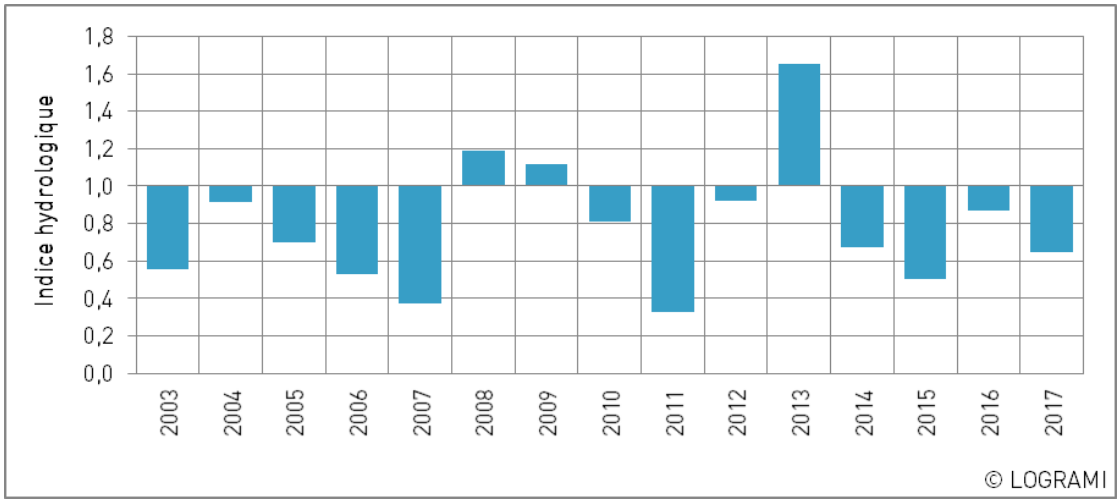


Figure 309 : Indice hydrologique de 2003 à 2017 durant la période de dévalaison des smolts à Prades sur l'Allier (Données hydro : SPC VCA- Centre de Poitiers/Hydro – MEDD/DE)

En moyenne sur la période 2003-2017, l'indice hydrologique 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.

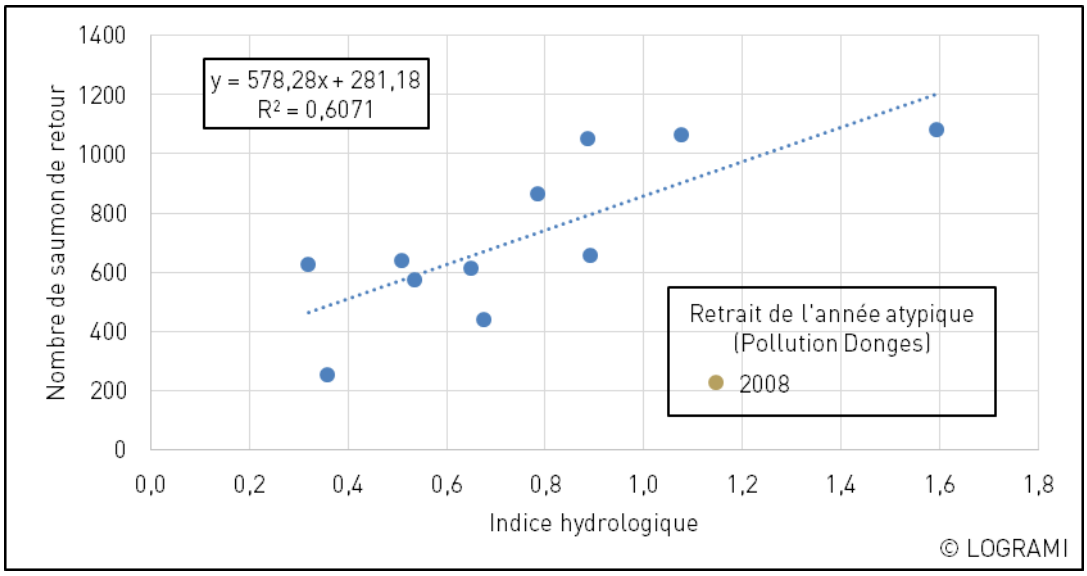
Avec un indice de 0,3 et une moyenne de 8,9 m^3/s sur la période avril-mai, 2011 est l'année où les conditions hydrologiques sont les plus défavorables pour la dévalaison des smolts.

A l'inverse, en 2013, le débit moyen sur la période est de 44,5 m^3/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.

Pour 2017, les conditions de débits sont défavorables (Indice de 0,6) pour la dévalaison des smolts sur la période avril-mai.

Une corrélation entre les débits rencontrés pendant la dévalaison des smolts et les retours de géniteurs enregistrés à la station de Vichy peut être mis en évidence (Sperman R2=0.6) (Figure 310). **Plus le nombre de géniteurs en retour par année de dévalaison est élevé, meilleur est l'indice hydrologique.**



**Année 2008 ne fait pas partie de l'analyse*

Figure 310 : Relation entre l'Indice hydrologique de 2003 à 2014 durant la période de dévalaison des smolts à Prades sur l'Allier et le nombre de géniteurs en retour par année de dévalaison

8.6.2.4 Taux de retour des smolts déversés

Ainsi pour l'année 2014, la fraction de smolts dévalants a été estimée à 289 619 individus (Tableau 63) :

- 344 007 smolts ont étés déversés sur le bassin de l'Allier en 2013. Il a été estimé que 54 % de ces individus devaient dévaler dans l'année contre 46 % l'année suivante (source CNSS).
- 130 000 smolts ont étés déversés sur le bassin de l'Allier en 2014. Il a été estimé que 100 % (uniquement mode haut) de ces individus devaient dévaler dans l'année (source CNSS).

Ainsi, le retour de saumons de 1 été enregistré en 2015 (3 individus), le retour de saumons de 2 étés enregistré au cours de l'année 2016 (16 individus) et le retour de saumons de 3 étés enregistré au cours de l'année 2017 (19 individus) ont permis d'évaluer le taux de retour des smolts ayant dévalé en 2014 (289 619 individus).

Le retour de la fraction dévalante de 2014 (déversements 2013 et 2014) est donc de 0,01 %.

Tableau 63 : Taux de retour des smolts déversés sur le bassin de l'Allier en 2014 (Sources : LOGRAMI et CNSS).

Année de dévalaison	2014	
Fraction dévalante par année	Dévalant 2013 54 % de 344 007 soit 201 174	Dévalant 2014 100 % de 130 000

Année de dévalaison	2014		
Smolts dévalants l'année n	289 619		
Année des retours d'adultes sans adipeuse	1 été-2015	2 étés-2016	3 étés-2017
Retours d'adultes (nb)	3	16	19
Total retours d'adultes issus de la dévalaison n	38		
Taux de retour constaté à Vichy	0,01%		

Tableau 64 : Taux de retour des smolts déversés sur le bassin de l'Allier de 2006 à 2014

Année de dévalaison	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Taux de retours constaté à Vichy (%)	0,05	0,02	0,01	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,01

Le taux moyen de retour de smolts depuis 2006 est en moyenne de 0,05 % (+/- 0,003). **Environ 5 saumons reviennent à Vichy pour 10 000 smolts déversés sur le bassin de** l'Allier (Tableau 64).

Tableau 64

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, chaque année, des alevins de saumons sont répartis sur cet affluent de la Loire.

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 l'axe principal de l'Arroux au niveau Gueugnon** (Figure 311). Tous ces individus sont issus des modes hauts.

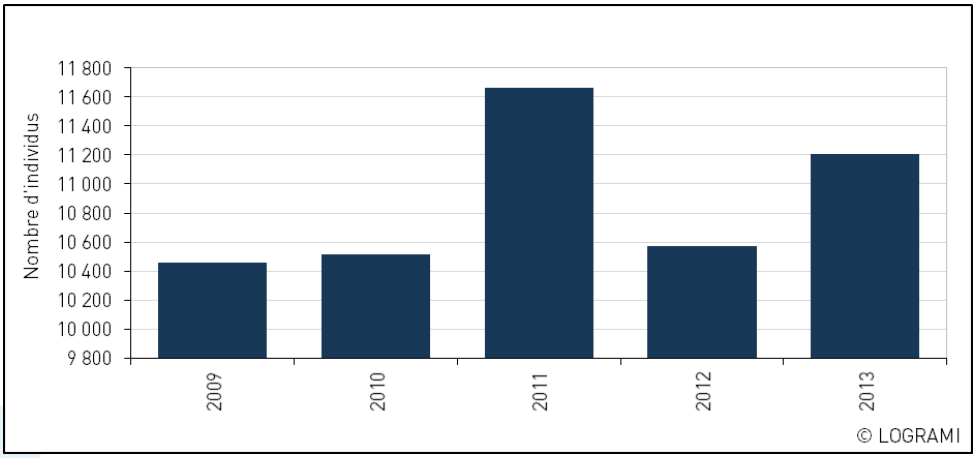


Figure 311 : Bilan des déversements de smolts sur le bassin de l'Arroux entre 2009 et 20013 (Données : EPL / CNSS)

Entre 2009 entre 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

Le taux moyen de retour de smolts depuis 2009 est en moyenne de 0,01 % (+/- 0,007). **Environ 1 saumon revient à Gueugnon pour 10 000 smolts déversés sur le bassin de l'Arroux** (Tableau 65).

Tableau 65 : 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

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 66 : 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 % (+/- 0,0014). **Environ 2 saumons reviennent à Decize pour 10 000 smolts déversés sur le bassin de l'Arroux** (Tableau 66). 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.

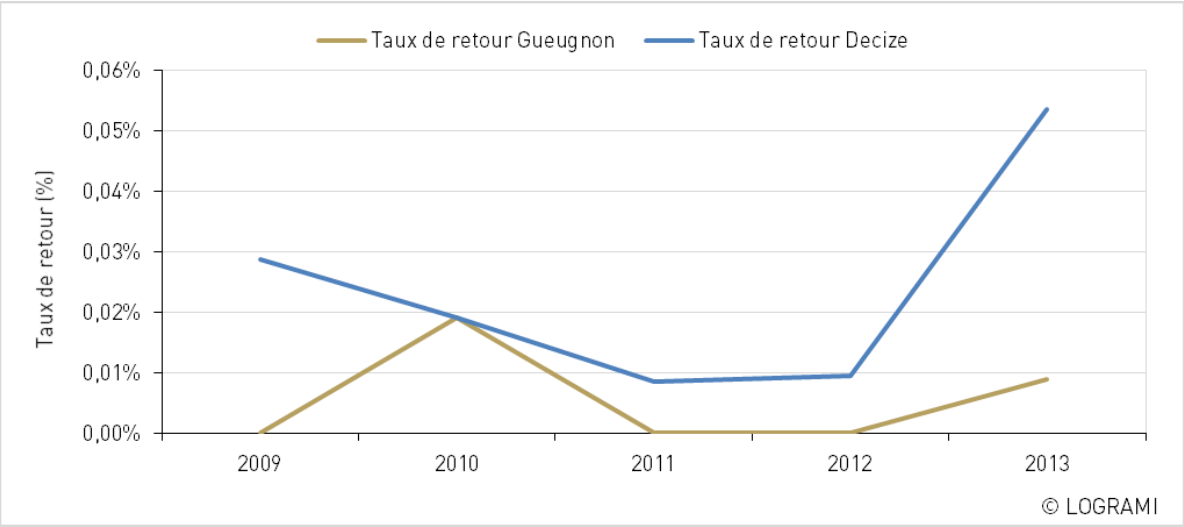


Figure 312 : Comparaison de l'évolution des taux de retour des smolts déversés sur le bassin de l'Arroux de 2009 à 2013 au niveau des stations de Decize et de Gueugnon (Sources : LOGRAMI)

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 13,1 % des effectifs de géniteurs comptés sur l'Allier à Vichy (depuis 2006), 26 % sur la Creuse à Descartes (depuis 2012) et 8 % sur l'Arroux à Gueugnon (entre 2012 et 2016).

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 2014, ce taux de retour est en moyenne de 0,03 % sur l'Allier, 0,09 % sur le bassin Creuse-Gartempe et 0,004 % sur l'Arroux** (Figure 313).

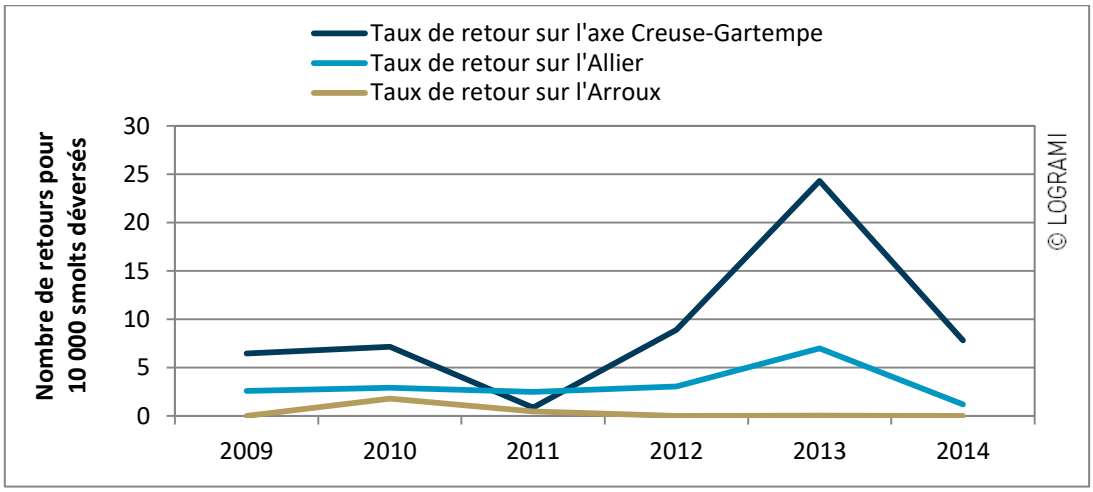


Figure 313 : Comparaison des taux de retours de smolts entre sous-bassins pour les dévalaisons de 2009 à 2014

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.

Le recensement systématique de la présence ou de l'absence de la nageoire adipeuse couplé aux données numériques de déversement de smolts permet ainsi de dégager un taux de retour de ces individus déversés.

Globalement, les taux calculés sur ces trois sous-bassins sont très largement en dessous des préconisations. D'après LACHANCE et CARON (2003), lorsque les taux de retour sont inférieurs à 0,2 %, les avantages de l'ensemencement des smolts (liés à la très grande survie de l'œuf au smolt en pisciculture) sont perdus pour une rivière qui ne présente pas de problèmes d'habitat.

Pour qu'il existe un gain net appréciable de cet ensemencement, les taux doivent dépasser 0,45 %, soit environ 10 fois plus que les taux moyens observés actuellement sur l'Allier.

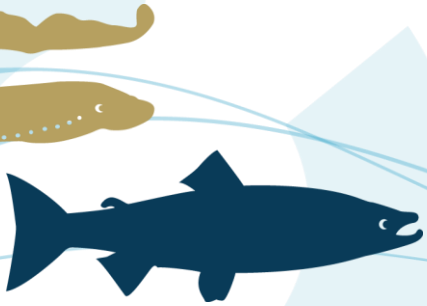
Selon les axes, les proportions de saumons issus des déversements au stade smolt sont variables. Sur la Creuse, le nombre de saumons sans adipeuse représente en moyenne 33 % de l'effectif annuel alors que sur la Loire et l'Allier, il ne représente respectivement que 10 % et 5 %.

Sur l'ensemble des axes, les taux de retour varient de 1 à 10 saumons de retours pour 10 000 smolts déversés :

- Moyenne bassin Allier depuis 2006 = 0,05 % +/- 0,003
- Moyenne bassin Loire-Arroux depuis 2009 = 0,004 % +/- 0,007
- Moyenne bassin Creuse-Gartempe depuis 2009 = 0,093 % +/-0,079

Les retours issus de l'année 2013 sur l'axe Creuse-Gartempe sont les plus importants enregistrés sur l'ensemble du bassin de la Loire. Un déversement des smolts en aval de la majorité des usines hydroélectriques et une hydrologie très favorable à la dévalaison 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. Toutefois, 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.



8.7. Taux de retour des individus déversés au stade alevins

Depuis de nombreuse année des déversements au stade alevin sont réalisés sur l'axe Gartempe et Arroux. A partir des données des stations de comptage (Descartes sur la Creuse et Gueugnon sur l'Arroux) et de la déduction des retours de saumons issus des déversements au stade pré-smolt, il est possible de calculer les taux de retour pour le stade alevin. Ce calcul nécessite toutefois de poser deux hypothèses :

- La reproduction naturelle, très faible, ne participe pas ou peu au renouvellement de la population sur la Gartempe.
- L'existence d'un homing strict : seulement les saumons issus des déversements au stade alevins sur la Gartempe reviennent sur cette même rivière.

Une étude menée sur le bassin de l'Allier de 1975 à 1977 a permis de déterminer l'âge de smolts dévalant : 88,7 % avait un an, 10,7 % 2 ans et 0,6 % 3 ans (BOUSQUET, 1979). Ces valeurs seront appliquées pour calculer les taux de retour.

8.7.1. Sur le bassin de la Gartempe

8.7.1.1 Bilan des déversements d'alevins de la Gartempe

Les déversements d'alevins nourris sont réalisés par le Conservatoire National du Saumon Sauvage sous la maitrise d'ouvrage de l'Etablissement Public de la Loire. **Depuis 2006, en moyenne 193 563 saumons (+/- 39 012) sont déversés à ce stade sur la Gartempe.** En 2017, le nombre d'alevins déversés est le plus faible depuis 2006 avec environ 120 000 individus (Figure 314).

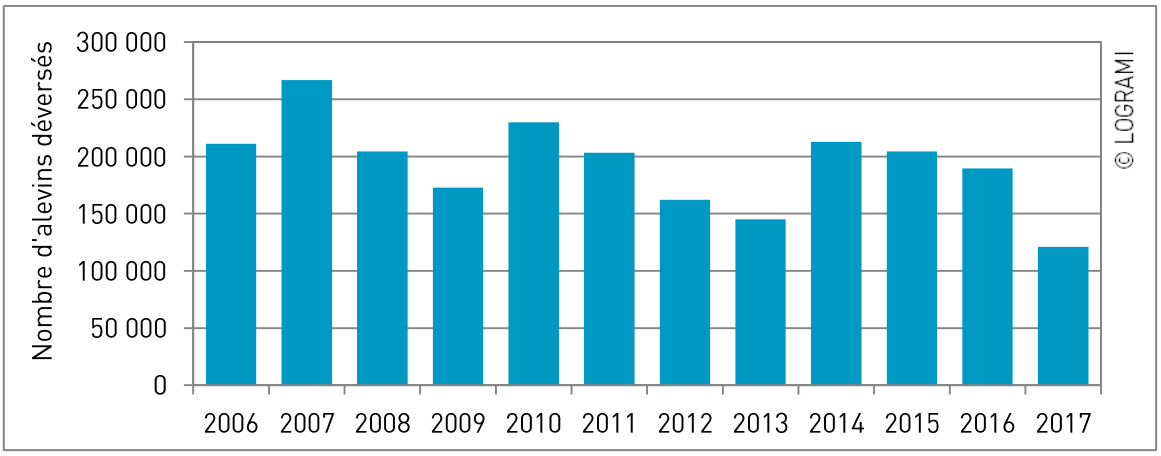


Figure 314 : Evolution des déversements d'alevins nourris sur la Gartempe depuis 2006 (Données : EPL / CNSS)

Il est communément admis que la majorité des alevins déversés une année n, rejoignent l'océan l'année n+1 mais qu'une partie reste en rivière une à deux années supplémentaires.

8.7.1.1 Taux de retour des alevins déversés de la Gartempe

A partir du nombre d'alevins déversés de 2006 à 2013, des passages de saumons avec adipeuse à Descartes et des références bibliographiques sur le nombre d'années passées en rivière, les taux de retour des alevins déversés peuvent être calculés pour le bassin Creuse – Gartempe (Tableau 62).

Tableau 67 : Taux de retour des alevins déversés sur le bassin Creuse - Gartempe de 2009 à 2014

Année de dévalaison	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Taux de retour constaté sur la Creuse (%)	0,065	0,072	0,019	0,035	0,073	0,037

Le taux moyen de retour des alevins depuis 2009 serait en moyenne de **0,051 % (+/- 0,023 %)** en prenant l'hypothèse que tous les retours de saumons avec adipeuse sont issus des déversements d'alevins sur cet axe. **En moyenne, de 2009 à 2014, environ 5 saumons sont revenus à Descartes pour 10 000 alevins nourris déversés sur le bassin de la Gartempe.** Au regard des références bibliographiques, ce taux est particulièrement faible. Nous parlons d'implantation faible pour des taux compris entre 0,05 à 0,1 % (RICHARD, Non daté).

Ces taux de retours d'alevins peuvent être comparés aux taux de retour des pré-smolts déversés sur cette même rivière (Figure 315). Il est intéressant de constater que les taux sont similaires en 2009 et 2010 mais que les déversements de smolts ont été deux à trois plus productifs entre 2012 et 2014.

La stratégie d'évitement des centrales hydro-électriques pour les smolts et l'origine des productions d'alevins explique très probablement ces résultats. Ils encouragent donc à l'équipement de la Gartempe pour la dévalaison et à un déversement d'alevins de qualité pour maximiser leur survie.

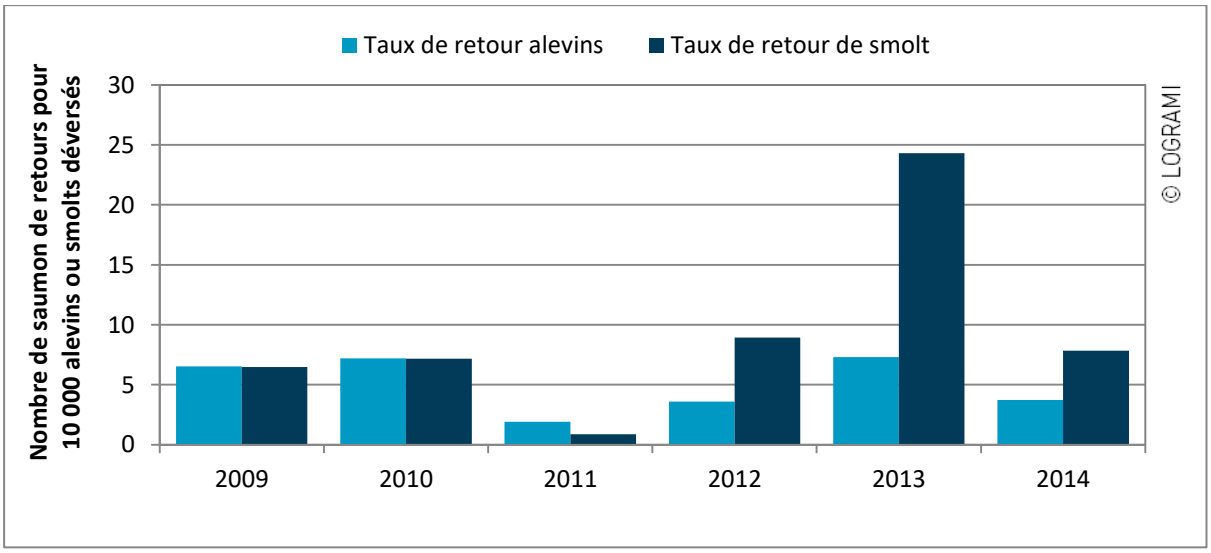


Figure 315 : Comparaison des taux de retours des saumons déversés au stade pré-smolts et alevins sur la Gartempe

8.7.2. Sur le bassin de l'Arroux

8.7.2.1 Bilan des déversements d'alevins de l'Arroux

Depuis 1998, chaque année, en moyenne 70 119 alevins (+/- 14 043) de saumons sont répartis sur l'Arroux (Figure 316). Les déversements ont lieu sur trois affluents rive droite de l'Arroux situés aux alentours de Autun (le Mechet, la Celle et le Ternin).

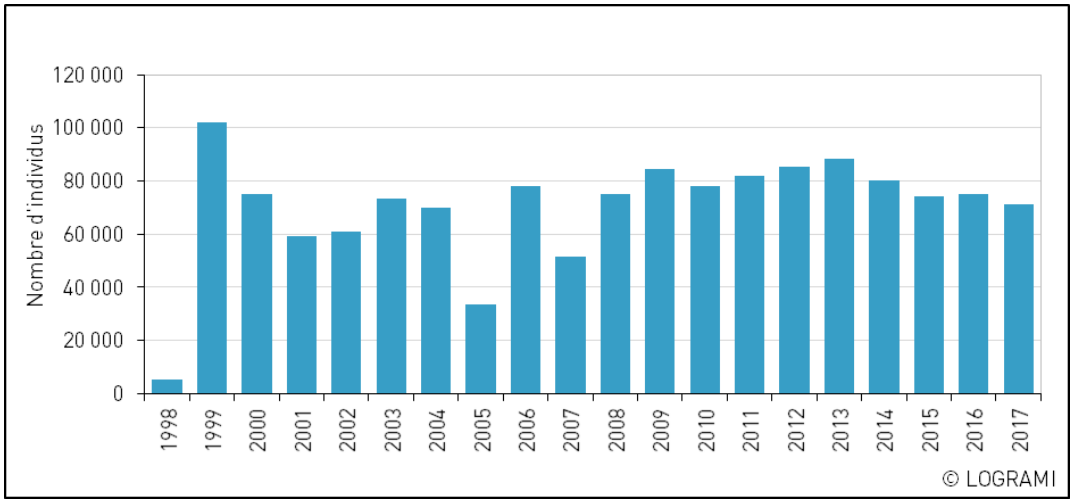


Figure 316 : Bilan des déversements de alevins sur le bassin de l'Arroux depuis 1998 (Données : EPL / CNSS)

8.7.2.2 Taux de retour des alevins déversés sur l'Arroux

A partir du nombre d'alevins déversés de 2006 à 2013, des passages de saumons avec adipeuse à Gueugnon et des références bibliographiques sur le nombre d'années passées en rivière, les taux de retour des alevins déversés peuvent être calculés pour le bassin de l'Arroux (Tableau 68).

Tableau 68 : Taux de retour des alevins déversés sur le bassin de l'Arroux de 2009 à 2014 (Sources : LOGRAMI)

Année de dévalaison	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Taux de retour constaté sur l'Arroux (%)	0,001	0,010	0,004	0,000	0,008	0,003

Le taux moyen de retour des alevins depuis 2009 serait en moyenne de **0,004 % (+/- 0,003)** en prenant l'hypothèse que tous les retours de saumons avec adipeuse sont issus des déversements d'alevins sur cet axe. **En moyenne, de 2009 à 2014, environ 0,4 saumons sont revenus à Gueugnon pour 10 000 alevins déversés sur le bassin de l'Arroux.** Ce taux particulièrement faible (RICHARD, Non daté) met en évidence une efficacité minime du programme de déversement.

Ces taux de retours d'alevins peuvent être comparés aux taux de retour des pré-smolts déversés sur cette même rivière entre 2009 et 2013 (Figure 317Figure 315). Nous remarquons que les taux sont similaires en 2013 mais que les déversements de smolts ont été deux à trois plus productifs en 2010. Pour 2009 et 2011, seuls des individus issus des déversements au stade alevins sont remontés sur le

bassin de l'Arroux. Pour l'année 2012, aucun géniteur n'est observé en retour des différents modes de déversement (Alevins/Smolts).

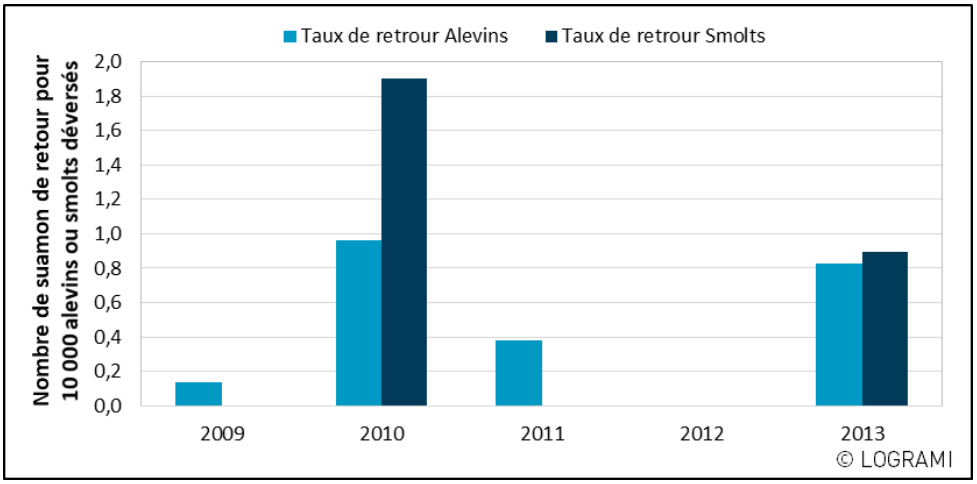


Figure 317 : Comparaison des taux de retours des saumons déversés au stade pré-smolts et alevins sur l'Arroux

8.7.3. Taux de retour des alevins déversés sur l'Allier

A partir du nombre d'alevins déversés pour la cohorte dévalante de 2009 à 2011et des pourcentages issus des analyses génétiques sur les saumons en montaison indiquant la provenance d'alevins de pisciculture (de 2012 à 2016), les taux de retour des alevins déversés peuvent être calculés pour le bassin de l'Allier.

Tableau 69 : Taux de retour des alevins déversés sur le bassin de l'Allier de 2009 à 2011 (Sources : LOGRAMI et données génétiques INRA)

Année de dévalaison	2009	2010	2011
Taux de retour constaté sur l'Allier (%)	0,09	0,08	0,01

Le taux moyen de retour des alevins depuis 2009 serait en moyenne de **0,06 % (+/- 0,04)** en prenant l'hypothèse que les retours de saumons avec adipeuse sont issus des déversements d'alevins sur cet axe en proportion de leur origine génétique. **En moyenne, de 2009 à 2011, environ 6 saumons sont revenus à Vichy pour 10 000 alevins déversés sur le bassin de l'Allier.**

Ces analyses doivent être poursuivies afin de s'assurer de la validité des résultats.

Les résultats des taux de retour au stade alevins sur les bassins de la Gartempe et de l'Arroux sont très faibles. Ils sont respectivement de 0,05 % et de 0,004 %. La bibliographie fait état implantation « faible » pour des taux compris entre 0,05 à 0,1 % (RICHARD, Non daté).

Ces taux laissent sous-entendre une efficacité « minime » de ces programmes de déversement sur ces deux axes. La contribution de ces déversements sur le bassin de la Gartempe est toutefois 10 fois plus élevée que sur le bassin de l'Arroux.

Sur ces bassins où très peu ou pas de reproduction naturelle est observée, l'action doit prioritairement être portée sur l'amélioration de la survie en phase de montaison des géniteurs, de croissance des alevins et de dévalaison des smolts. En absence de restauration de la fonctionnalité de la rivière, le mode de déversement au stade smolts semble être à privilégier afin d'espérer des retours de géniteurs plus conséquents et plus rapides.

8.8. 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.

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 pour la pisciculture, cette action permet d'obtenir un échantillon plus représentatif de la population migrante afin d'alimenter l'étude génétique en place.

Dans un but de représentativité et complémentarité de l'échantillon, LOGRAMI est venue renforcer le piégeage des saumons en 2014, 2015 et 2016. Depuis 2017, le Conservatoire National du Saumon Sauvage est de nouveau le seul opérateur. Afin de garantir la fiabilité de l'interprétation des analyses génétiques sur la population migrante, le CNSS s'engage à piéger 3 jours par semaine toute la journée de 7h30 à 18h. Les analyses suivantes ont été réalisées à partir des données de captures 2017 fournies par le CNSS.

8.8.1. Effort de piégeage en 2017

L'échantillon prélevé lors de la campagne 2017 doit-être le plus représentatif de la population étudiée. Ainsi, compte tenu de la série chronologique 1997-2016, pour couvrir l'ensemble de la période de migration, les captures doivent être effectuées du 1er janvier au 11 décembre (Figure 318). 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).

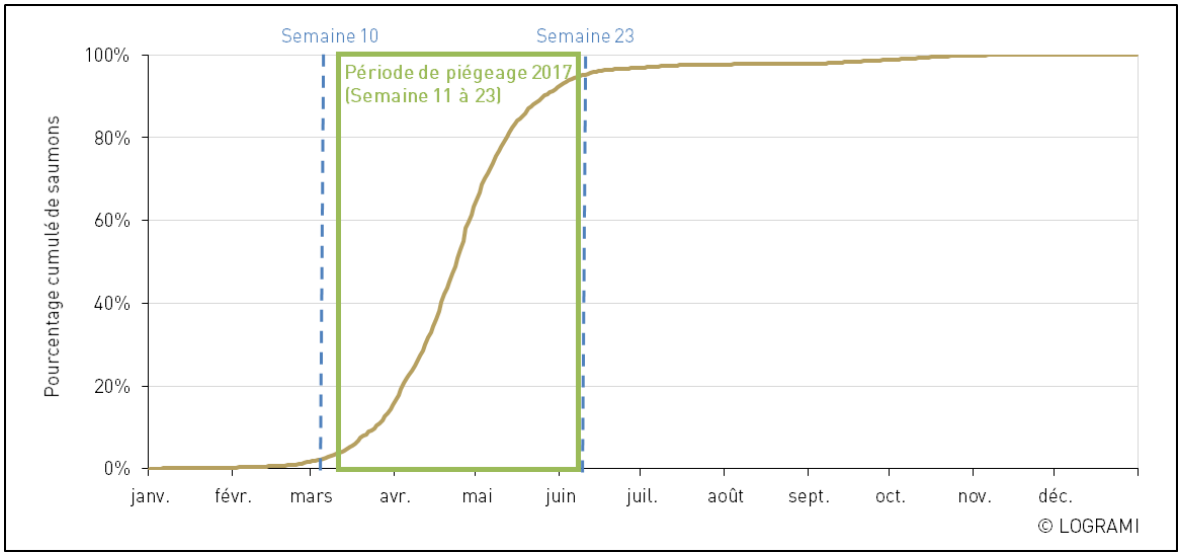


Figure 318 : Dynamique migratoire moyenne à Vichy sur la période 1997 – 2016

Depuis 2015, un allongement de la période de piégeage est réalisé en début de campagne afin d'atteindre un objectif de 100 saumons capturés. En 2017, le piégeage a commencé la semaine 11 et s'est terminé la semaine 23.

La part échantillonnée de la population migrante en 2017 est de 10,7 % (Tableau 70).

Tableau 70 : Comparatif de l'effort d'échantillonnage entre les campagnes 2014, 2015, 2016 (Sources : LOGRAMI)

	2014	2015	2016	2017
Nb jours de piégeage autorisé	39	45	45	39
Nb total jours de piégeage réalisé	35	37	41	39
Nb total d'heures de piégeage réalisées	374	346	445	386
Nb total de captures	74	110	75	81
Nb de passages à la station de Vichy	595	1177	472	754
Part de la population migrante à Vichy piégée	**12,4%**	**9,3%**	**15,9%**	**10,7%**

Les captures ont été réalisées au maximum 3 jours de 7h45 à 18h par semaine en respectant le calendrier défini par l'arrêté d'autorisation de piégeage. En 2017, 386 h ont été nécessaires pour capturer 81 saumons, soit une CPUE de 0,21 saumon par heure de piégeage. Les captures se sont échelonnées de la semaine 11 à la semaine 23 (Figure 319).

Suite à la recommandation de l'allongement de la journée de piégeage entre 16h et 18h, 8 saumons supplémentaires ont pu être capturés.

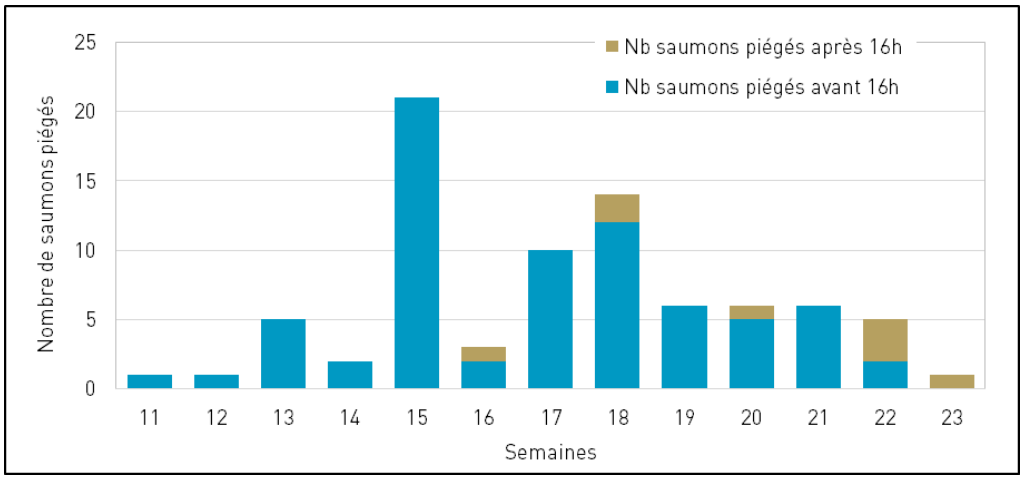


Figure 319 : Répartition par semaine des captures de saumons réalisées par le CNSS en 2017 à Vichy (Sources Logrami d'après données CNSS)

8.8.2. Représentativité de l'échantillon en 2017

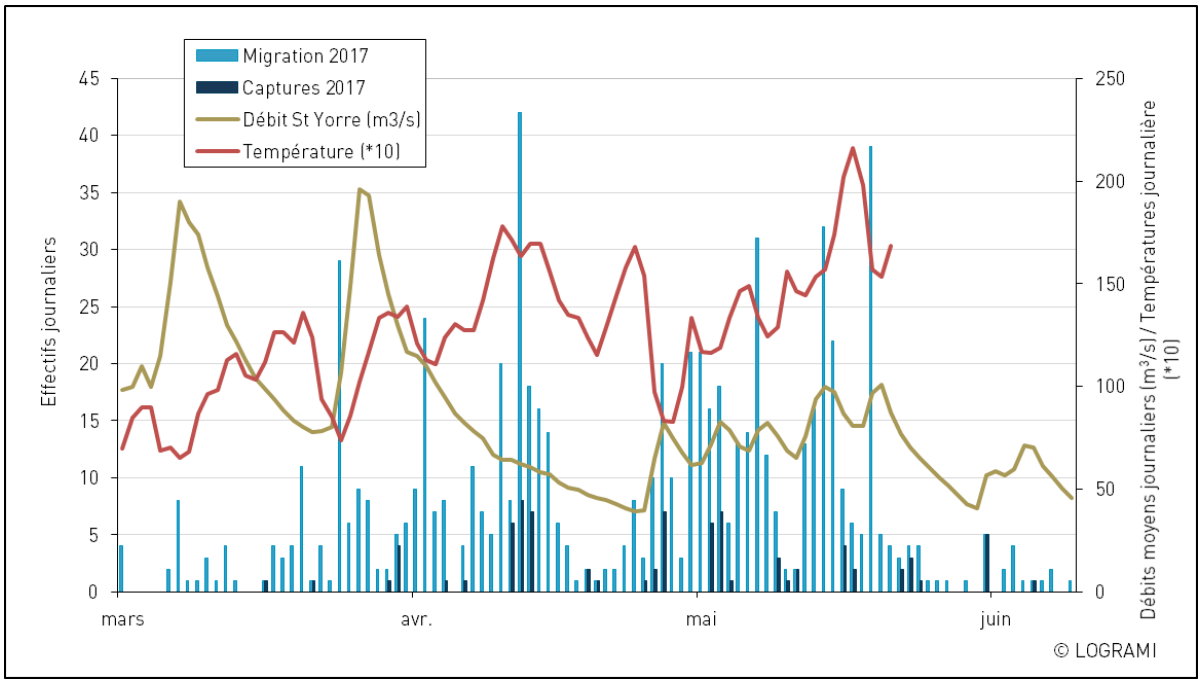
8.8.2.1 Répartition des saumons migrants et piégés sur l'ensemble de la période de migration 2017

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 14 mars au 7 juin, les individus de début et de fin de cohorte n'ont pas été échantillonnés, soit 5 % de la population migrante avant le 1er mars (37/754) et 1 % de la population migrante après le 9 juin (7/754).

Les captures réalisées en avril (44,4 % des captures (36/81)) et en mai (45,7 % des captures (37/81)) sont fortes au regard de la population migrante à Vichy (38,4 % des passages (290/754)) en avril et 41,5 % des passages (313/754 en mai).

La journée de piégeage la plus efficace est enregistrée le 12 avril avec 8 saumons piégés en 2h15minutes. Les captures réalisées cette journée représentent 21% de la population migrante journalière (8/37).

Au cours de 3 journées de piégeage (12 avril, 13 avril et 3 mai), le quota maximum de saumons transportables dans la cuve du CNSS (7) est atteint rapidement et permet ainsi de relever le piège plus précocement (10h30, 15h et 14h). 2 saumons ont donc été relâchés dans l'Allier (1 le 12 avril et 1 le 3 mai).



**Manque données T° à partir de fin mai (Problème de la sonde)*

Figure 320 : 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 2017

8.8.2.2 Comparaison des rythmes hebdomadaires

Compte tenu des migrations différentielles par âge et potentiellement par provenance, les captures afin d'être les plus représentatives possibles, doivent suivre au mieux la tendance des passages. La comparaison des pourcentages cumulés des passages de saumons avec ceux des captures permet de juger la qualité de l'échantillon.

Les saumons ont été capturés à raison d'environ 6 individus par semaine avec une semaine particulière (semaine 15 du 11 au 13 avril) où 21 saumons ont été piégés (Figure 321).

Le début de la migration (semaine 10 à 16) est légèrement sous représenté par l'échantillon. En effet, les captures réalisées jusqu'à la semaine 16 représentent seulement 40,7 % de l'échantillon contre 46,1 % pour la population migrante.

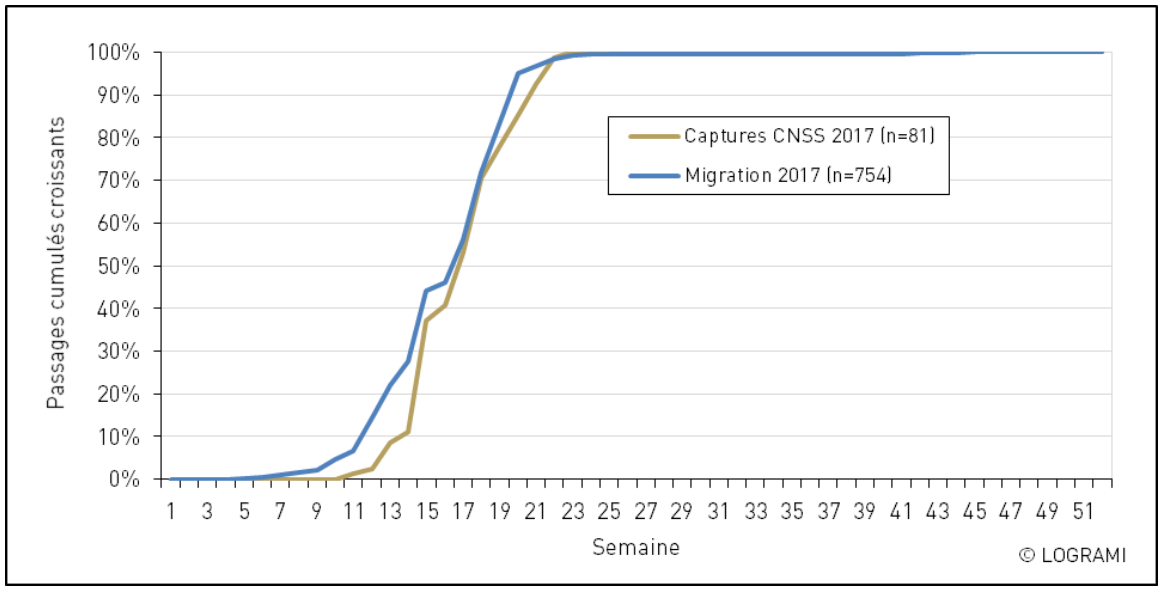


Figure 321 : Comparaison du rythme migratoire et des captures de saumons atlantiques à Vichy en 2017

Ainsi, puisque l'échantillonnage mené en 2017 suit significativement la tendance des passages (R^2 = 0,98) (Figure 322), 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).

Par conséquent, **la période d'échantillonnage des effectifs de la semaine 11 à 23 s'est révélée très favorable à un échantillonnage représentatif.**

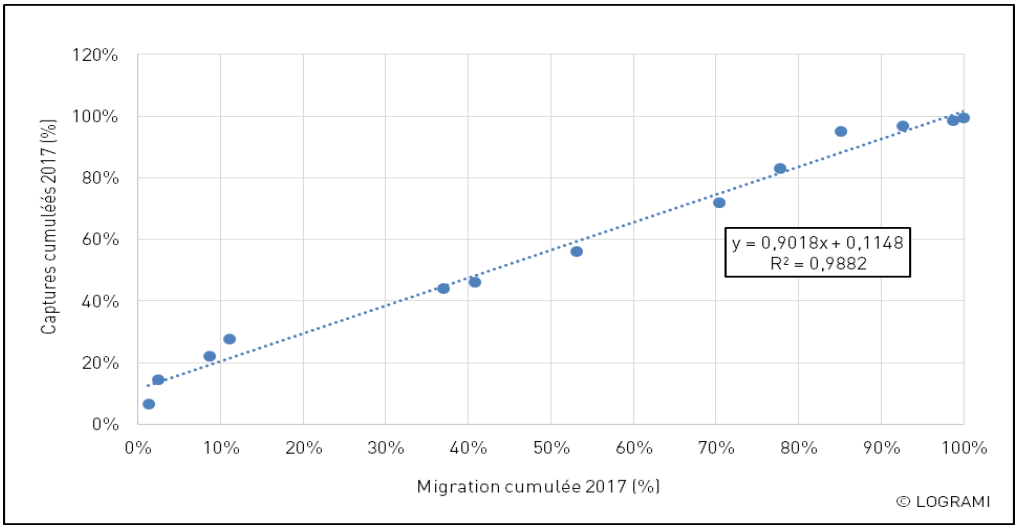


Figure 322 : Droite de régression captures/migration des saumons à Vichy en 2017

8.8.2.3 Comparaison des classes d'âges de l'échantillon avec la population migrante

La répartition des saumons capturés en 2017 par âge de mer est la suivante (Tableau 71) :

- 0 saumon de 1 an (1 été) de mer (0 %),
- 42 saumons de 2 ans (2 étés) de mer (51,8 %),
- 39 saumons de 3 ans (3 étés) de mer (48,2 %).

Tableau 71 : 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
Migrations 2017	2	370	382	**754**
Piégeage 2017	0	42	39	**81**

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 une sous-représentation 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 2017 (N=129)).

Dans l'échantillon capturé en 2017, un saumon représente 1,2 %. Ainsi, les écarts observés (2,8 % pour les 2 étés et 2,6 % pour les 3 étés) entre échantillon capturé et migration ne représentent qu'environ 2 saumons. Ce résultat traduit un effort de piégeage constant sur l'ensemble de la période de piégeage.

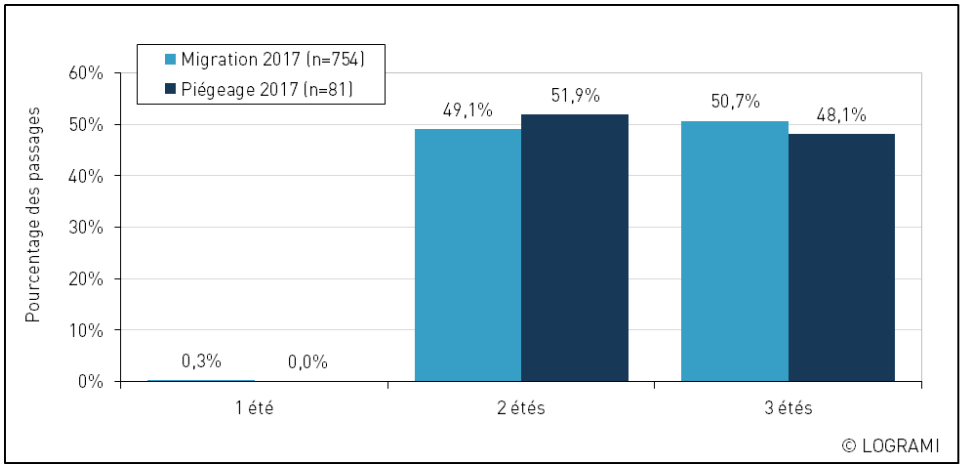


Figure 323 : Comparaison de la répartition des classes de tailles des saumons migrants observés à Vichy en 2017 avec celles des individus piégés

8.8.2.4 Représentativité des individus « 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.

2 saumons sur 81 soit 2,5 % des saumons capturés ne présentaient pas de nageoire adipeuse. L'échantillon piégé sur la période de migration (14 mars au 7 juin) représente 5,8 % de la population migrante sans adipeuse (soit 2 saumons piégés sur 34 individus sans adipeuse passés). Ce dernier est sous représentatif de la population migrante étant donné que le passage des individus sans adipeuse représente 4,6 % en 2017 (soit 35 individus sur 754 passages).

La répartition des saumons capturés en 2017 sans adipeuse par âge de mer est la suivante (Tableau 72) :

- 0 saumon de 1 an (1 été) de mer (0 %),
- 1 saumon de 2 ans (2 étés) de mer (50 %),
- 1 saumon de 3 ans (3 étés) de mer (50 %).

Tableau 72 : Comparaison des effectifs par classes de tailles des saumons sans adipeuse (AD-) observés à Vichy en 2017 avec les individus piégés (Source LOGRAMI)

	1 été	2 étés	3 étés	Total
Migrations 2017 Sans Adipeuse	1	16	19	36
Piégeage 2017 Sans Adipeuse	0	1	1	2

En terme de structuration en âge des individus sans adipeuse, l'échantillon n'est pas représentatif de la population migrante avec un surplus de 2 ans de mer et déficit de 3 ans de mer (Figure 324).

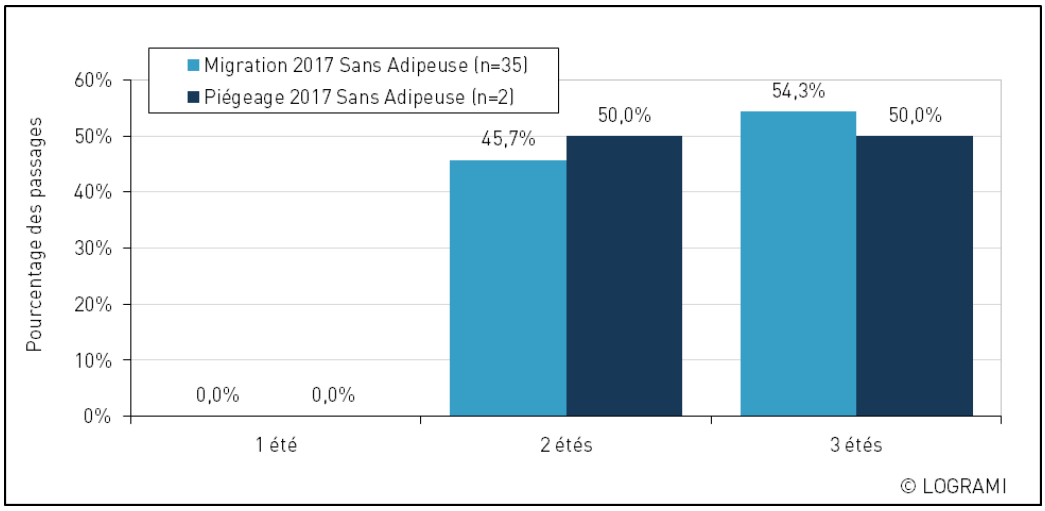


Figure 324 : Comparaison de la répartition des classes de tailles des saumons sans adipeuse (AD-) observés à Vichy en 2017 avec les individus piégés

8.8.3. Etat sanitaire de l'échantillon en 2017

Lors de l'échantillonnage, l'état sanitaire des poissons est relevé. Des classes ont été effectuées par le CNSS afin de qualifier de façon standard les observations (Rapport d'Exécution CNSS, 2017) :

- 0 = Saumon sans blessure apparente : aucune lésion ou manque d'écailles apparent ;
- 1 = Blessure légère : manque d'écailles, nez érodé, nageoires érodées ;
- 2 = Blessure sérieuse : coupure légère, mycose, nageoire coupée, nageoire fendue légère ;
- 3 = Etat fortement dégradé pouvant compromettre la survie du poisson : coupure profonde, peau arrachée, plaie profonde.

Ainsi, à partir des 81 saumons échantillonnés en 2017 par le CNSS, il en ressort que **35 % des individus sont jugés en état « fortement dégradé » (3)** (Tableau 73).

Avec près de 2 poissons sur 3 présentant des blessures sérieuses ou un état fortement dégradé, l'état sanitaire des poissons en 2017 est assez proche de 2008 et 2016, les deux plus mauvaises années depuis les campagnes de capture à Vichy (CNSS, 2017).

Classe Sanitaire	Saumons capturés	
0	3	4%
1	26	32%
2	24	30%
3	28	35%
Total	81	

Tableau 73 : Etat sanitaire des saumons capturés en 2017 par le CNSS (Rapport d'Exécution CNSS, 2017)

8.8.4. Bilan de l'étude d'assignation génétique

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.

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.

Compte tenu du cycle de vie des saumons, les retours issus d'une année de reproduction (N) se répartissent de la façon suivante :

- 1 an en eau douce et 2 ans en mer (1+ 2 HM) en N+4 ;
- 2 ans en eau douce et 2 ans en mer (2+ 2HM) en N+5, ainsi que ceux dévalant au stade smolt à 1 an et ayant passé 3 ans en mer (1+ 3HM) en N+5 ;
- et enfin 2 ans en eau douce et 3 ans en mer (2+ 3HM) en N+6.

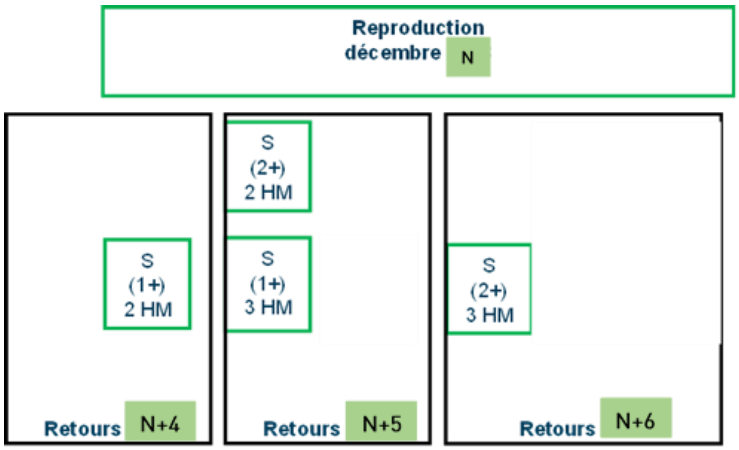


Figure 325 : Décomposition des retours en sous-cohortes par année de reproduction et identification des génotypes (Sources : Modifié d'après DREAL de Bassin)

L'assignation porte sur 14 loci microsatellites de l'ADN nucléaire. Le choix des marqueurs a été validé en amont de cette étude dans un souci de concordance et de comparaison des résultats obtenus pour la population de l'Allier aux données collectées par les programmes européens ASAP et SALSEA sur un grand nombre de populations naturelles de saumons à l'échelle européenne (GRIFFITHS et al., 2010).

Les premières données portent sur l'analyse des retours d'individus issus de 3 années de reproduction (2008, 2009 et 2010) (T. JOUSSEAUME et G. EVANNO, INRA 2017).

8.8.4.1 Résultat pour la reproduction 2008 / Cohorte dévalante 2009

Pour suivre la reproduction de 2008 (cohorte dévalante 2009), il s'agit d'obtenir des échantillons de géniteurs remontant de 2012 à 2014 (Figure 326).

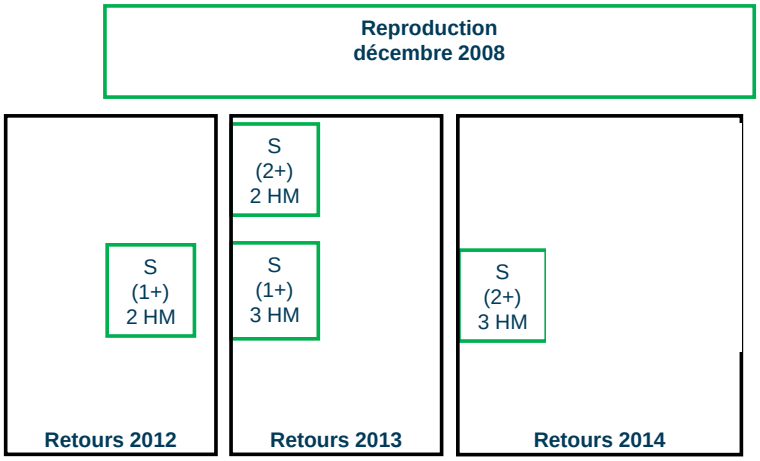


Figure 326 : Décomposition des retours en sous-cohortes pour la reproduction 2008 et identification des génotypes (Sources : Modifié d'après DREAL de Bassin)

L'ensemble des analyses pour la cohorte dévalante de 2009 a porté sur un total de 230 individus génotypés : 93 individus pour l'année 2012, 63 pour l'année 2013 et 74 pour l'année 2014. Sur ces 230 saumons, 126 individus appartiennent à la reproduction de 2008.

Par conséquent, **pour la cohorte dévalante de 2009, 48 individus sont assignés à la pisciculture, soit 38,1 % des saumons échantillonnés sur les trois années (2012-2013-2014)** (Tableau 74).

Tableau 74 : Proportions d'individus issus de pisciculture (déversement stade alevin) comparativement aux individus assignés pour la cohorte dévalante de 2009 (Sources INRA)

Reprodcution 2008 / Cohorte dévalante 2009					
Année retours	Captures	Age	Individus appartenant à la reproduction 2008	Individu provenant des déversement au stade alevin en 2009	Pourcentage de géniteur issus des déversements au stade alevin en 2009
2012	93	1+2HM	21	9	
2013	63	2+2HM	10	4	
		1+3HM	29	11	
2014	74	2+3HM	66	24	
Total	230	Total	126	48	38,1%

8.8.4.2 Résultat pour la reproduction 2009 / Cohorte dévalante 2010

L'ensemble des analyses pour la cohorte dévalante de 2010 a porté sur un total de 247 individus génotypés : 63 individus pour l'année 2013, 74 pour l'année 2014 et 110 pour l'année 2015. Sur ces 247 saumons, 56 individus appartiennent à la reproduction de 2009.

Pour la cohorte dévalante de 2010, 22 individus sont assignés à la pisciculture, soit 39,3 % des saumons échantillonnés sur les trois années (2013-2014-2015) (Tableau 75)

Tableau 75 : Proportions d'individus issus de pisciculture (déversement stade alevin) comparativement aux individus assignés pour la cohorte dévalante de 2010 (Sources INRA)

Reprodcution 2009 / Cohorte dévalante 2010					
Année retours	Captures	Age	Individus appartenant à la reproduction 2009	Individu provenant des déversement au stade alevin en 2010	Pourcentage de géniteur issus des déversements au stade alevin en 2010
2013	63	1+2HM	7	4	
2014	74	2+2HM	18	6	
		1+3HM	20	6	
2015	110	2+3HM	11	6	
Total	247	Total	56	22	39,3%

8.8.4.3 Résultat pour la reproduction 2010 / Cohorte dévalante 2011

L'ensemble des analyses pour la cohorte dévalante de 2010 a porté sur un total de 259 individus génotypés : 82 individus pour l'année 2014, 103 pour l'année 2015 et 74 pour l'année 2016. Sur ces 259 saumons, 65 individus appartiennent à la reproduction de 2010.

Par conséquent, pour la cohorte dévalante de 2011, 6 individus sont assignés à la pisciculture, soit 9,1 % des saumons échantillonnés sur les trois années (2014-2015-2016) (Tableau 76).

Tableau 76 : Proportions d'individus issus de pisciculture (déversement stade alevin) comparativement aux individus assignés pour la cohorte dévalante de 2011 (Sources INRA)

Reprodcution 2010 / Cohorte dévalante 2011					
Année retours	Captures	Age	Individus appartenant à la reproduction 2010	Individu provenant des déversement au stade alevin en 2011	Pourcentage de géniteur issus des déversements au stade alevin en 2011
2014	82	1+2HM	16	3	
2015	103	2+2HM	13	2	
		1+3HM	29	1	
2016	74	2+3HM	7	0	
Total	259	Total	65	6	9,2%

Conformément aux recommandations des groupe de travail et à l'invitation de l'INRA, l'échantillon génétique prélevé chaque année à la station de piégeage de Vichy 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.

Pour cela, l'étalement des captures de la semaine 10 à la semaine 23 et l'allongement des journées de piégeage jusqu'à 18h est indispensable. Ainsi, l'échantillon 2017 piégé par le CNSS 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.

L'année 2017 permet de compléter les échantillons thésaurisés par l'INRA afin d'obtenir une analyse pour la cohorte issue de la reproduction 2011 s'étalant sur des retours en 2015, 2016 et 2017.

Concernant, les assignations parentales, elles montrent pour les cohortes dévalantes de 2009 et 2010, qu'une part importante (environ 39 %) des individus échantillonnés dans le bassin de l'Allier provient de pisciculture. 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 39 %, nous devons également ajouter les pourcentages issus de déversements au stade smolt (environ 10 %).

En revanche, pour la cohorte dévalante de 2011, cette part de retour de géniteurs issus d'alevins déversés est très faible (environ 9 %), ce qui illustre une forte variation interannuelle. Il est à noter que ces individus dévalant en 2011 son issus de la reproduction des géniteurs de 2010. Or, 2010 est la saison qui enregistre le plus faible passage de saumons à Vichy depuis le début de comptage en 1997 (N=227).

8.9. 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 peuvent alors être identifiées :

- Les individus de retour issus des déversements au stade 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.

8.9.1. Dynamique migratoire des saumons issus des déversements au stade alevins

La dynamique migratoire aux stations de comptage des saumons issus de déversements au stade alevins peut être comparée avec celle des saumons de la reproduction naturelle. Les données d'identification des poissons n'est pas disponible les années antérieures mais cette analyse a été effectuée pour les individus de la cohorte de 2014 (BACH et al., 2015) et a pu dorénavant être effectuée pour 2015. En effet, l'indentification de la provenance des individus capturés lors de la campagne 2015 à la station de comptage de Vichy nous a été communiquée (T. JOUSSEAUME et G. EVANNO, INRA 2017).

Au total, sur les 110 saumons capturés en 2015, seul 87 individus ayant une adipeuse ont fait l'objet de cette analyse. L'assignation génétique fait état de 78 saumons issus de la reproduction naturelle (90 %) contre 9 issus des déversements au stade alevin (10 %).

Une première comparaison est réalisée par semaine de migration. Etant donné le faible échantillon (n=87 en 2015), les semaines avec moins de 3 saumons capturés ont été retirées du traitement (semaines : 10, 11, 12, 20, 22, 23 et 24).

Contrairement à 2014 (BACH et al., 2015) en 2015, nous remarquons que la part de saumons issus de la pisciculture diminue légèrement au fur et à mesure de la saison passant de 17 % la semaine 14 à 14 % la semaine 18 (Figure 327). En 2015, les individus issus des déversements au stade alevins migrent légèrement plus précocement que les individus issus de la reproduction naturelle.

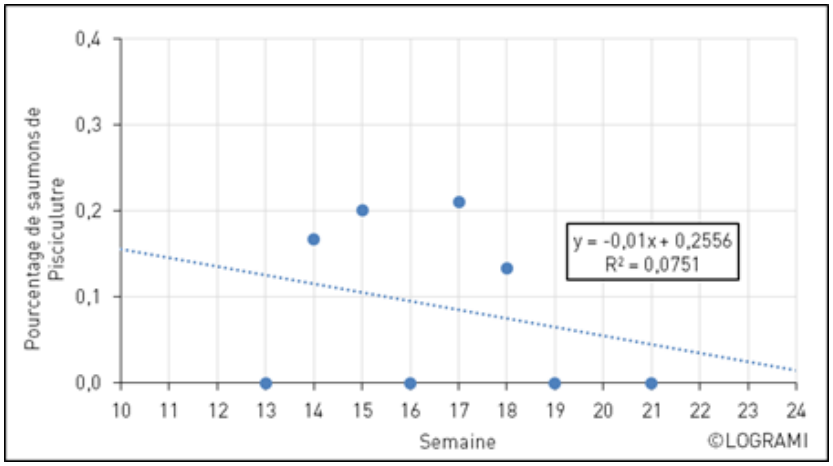


Figure 327 : Evolution de la part de saumons issus des déversements au stade alevins par semaine de piégeage à la station de Vichy en 2015

Une seconde comparaison est réalisée par date de passage. En 2015, le rythme migratoire des saumons issus de la reproduction naturelle est quasi similaire à celui des saumons issu des déversements au stade alevins avec une légère précocité en début et fin de migration. En effet, pour 25 % des passages, un décalage de 7 jours est observé.

L'intégration des saumons issus du plan de déversement au stade smolts dans ce traitement permet de mettre en évidence un important retard par rapport aux saumons issus de la reproduction naturelle (Figure 328). Ce retard varie des quelques jours tout le long de la migration (9 jours à 25 % de la migration, 16 jours à 50 % et 10 jours à 75 %).

Les analyses réalisées sur les échantillons en 2015 montrent que les saumons issus des déversements au stade smolt auraient une dynamique migratoire plus tardive que les saumons issus de reproduction naturelle.

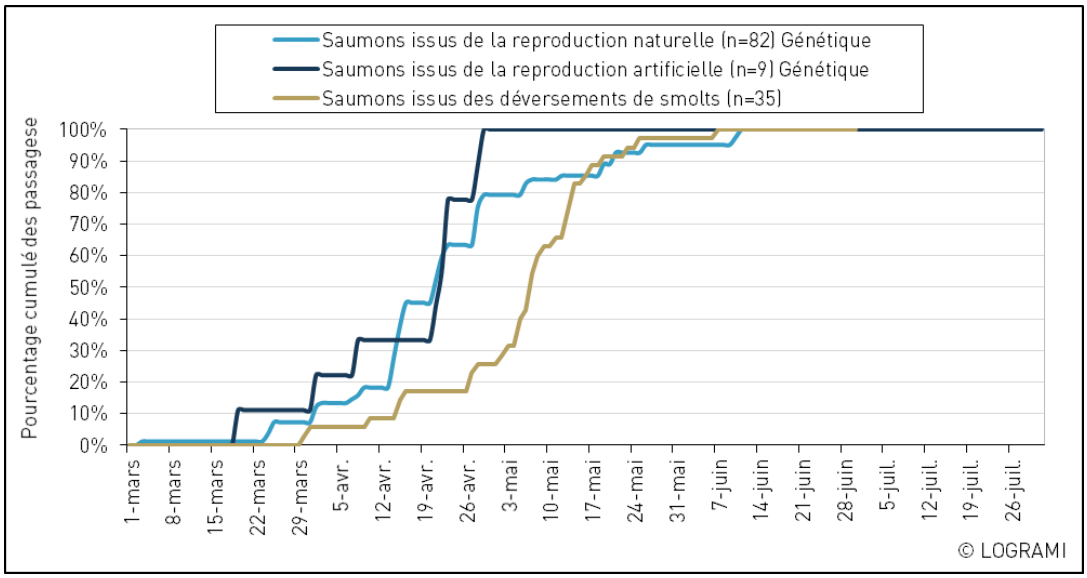


Figure 328 : Comparaison des rythmes de migration à la station de comptage de Vichy entre les saumons issus des déversements au stade alevins, smolts et ceux d'origine naturelle en 2015

Une troisième comparaison est réalisée par classes d'âge des saumons. La faiblesse des effectifs doit être prise en compte dans l'analyse des données surtout pour les individus issus des déversements au stade alevin (effectif inférieur ou égal à 5).

Nous relevons que pour l'année 2015, les individus de 2 ans issus du plan de déversement au stade alevin, sont en retard par rapport aux saumons d'origine naturelle (Figure 329). Cependant, pour les individus de 3 ans de mer, le constat est inverse, les saumons de 3 ans issus du plan de déversement au stade alevin, sont en avance par rapport aux saumons d'origine naturelle.

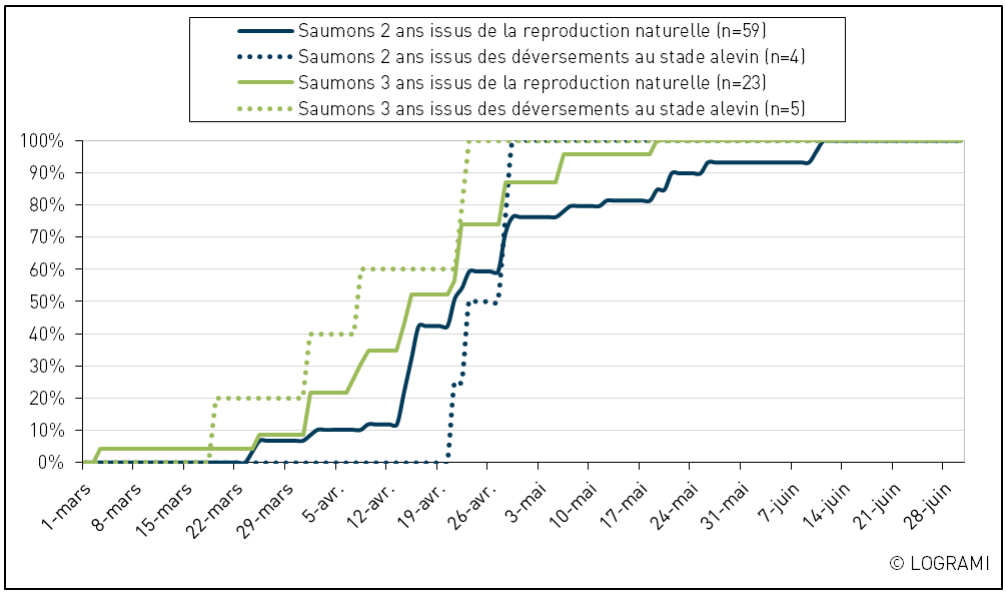


Figure 329 : Comparaison des rythmes de migration par classe d'âge (2 ans de mer et 3 ans de mer) à la station de comptage de Vichy entre les saumons issus des déversements au stade alevin et ceux issus de la reproduction naturelle en 2015.

Le retard pour les 2 ans de mer issus de l'alevinage diminue en fin de migration : 8 jours à 25 % de la migration, 5 jours à 50 % et 1 jour à 75 %.

L'avance pour les 3 ans de mer issus de l'alevinage semble constante tout au long de la saison de migration : 6 jours à 25 % de la migration, 30 jours à 50 % et 20 jours à 75 %.

8.9.2. Dynamique migratoire des saumons issus des déversements au stade pré-smolt

La dynamique migratoire aux stations de comptage des saumons issus de déversements au stade smolt peut être comparée avec celle des saumons d'autres origines (reproduction naturelle ou déversement à d'autres stades). Cette comparaison est réalisée par bassin et par âge de mer de manière à s'affranchir des décalages migratoires en fonction de la localisation et de la classe d'âge.

8.9.2.1 Sur le bassin Creuse-Gartempe à Descartes

Le marquage par ablation de la nageoire adipeuse des smolts n'étant réalisé que depuis 2009 sur la Gartempe, les premiers retours de saumons marqués ont été enregistrés en 2011 pour les 2 ans de mer et en 2012 pour les 3 ans de mer. Pour pouvoir obtenir une dynamique migratoire, il a été décidé de conserver seulement les années avec plus de 10 passages de saumons sans adipeuse dans la même classe d'âge. Ainsi seules les données de passages des deux ans de mer de 2014, 2015, 2016 et 2017 et des trois ans de mer de 2015 et 2016 sont analysées.

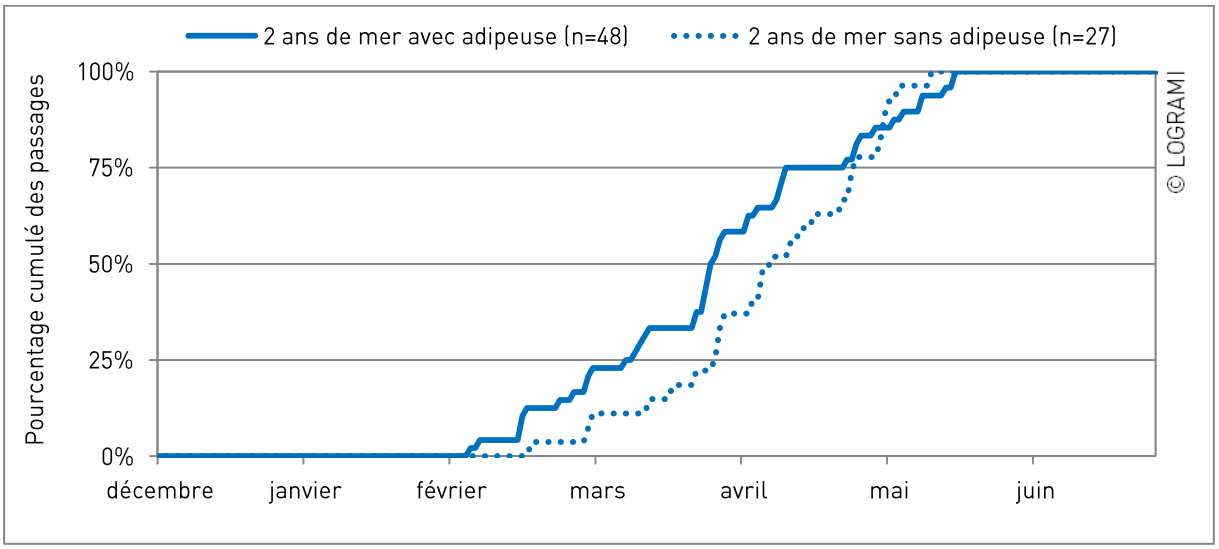


Figure 330 : Comparaison des rythmes de migration à la station de comptage de Descartes entre les saumons de 2 ans de mer issus des déversements au stade smolt (sans adipeuse) et ceux d'une origine différente (avec adipeuse) en 2017

En 2017, les rythmes migratoires des saumons de 2 ans de mer sont similaires sur la majorité de la période de migration. Par contre, ils présentent un décalage de plusieurs jours selon leurs origines. En effet, **les saumons sans adipeuse, issus du plan de déversement au stade smolt, sont en retard par rapport aux saumons d'autres origines** (Figure 330). La durée du retard varie au cours de la migration (30 jours à 25 % de la migration, 13 jours à 50 % et 17 jours à 75 %). Le même constat a été fait les années précédentes avec un décalage de migration plus ou moins prononcé suivant les années (en 2014 : retard de 8 jours à 25 %, 16 jours à 50 %, et 11 jours à 75 %, en 2015 : 20 jours à 25 % de la

migration, 17 jours à 50 % et 17 jours à 75 %, et en 2016 3 jours à 25 % de la migration, 4 jours à 50 % et 7 jours à 75 %).

Les effectifs de trois ans de mer étant trop faibles en 2017, les migrations des saumons avec et sans adipeuse n'ont pas pu être comparées. En 2016, un retard de migration des individus issus du repeuplement au stade smolt était aussi constaté sur cette classe d'âge (9 jours de décalage à 25 % de migration, 58 jours à 50 % et 20 jours à 75 %).

8.9.2.2 Sur le bassin de l'Allier à Vichy

Le marquage par ablation de la nageoire adipeuse des smolts n'étant réalisé que depuis 2003 sur l'Allier, les premiers retours de saumons marqués ont été enregistrés en 2005 pour les 2 ans de mer et en 2006 pour les 3 ans de mer.

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 2017, 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 décalage semble beaucoup plus marqué pour les individus de 3 étés de mer. En effet, ce retard migratoire des individus sans adipeuse atteint 6 jours chez les saumons de 2 étés de mer contre 26 jours chez les 3 étés de mer pour 50 % des passages de la population migrante (Figure 331).

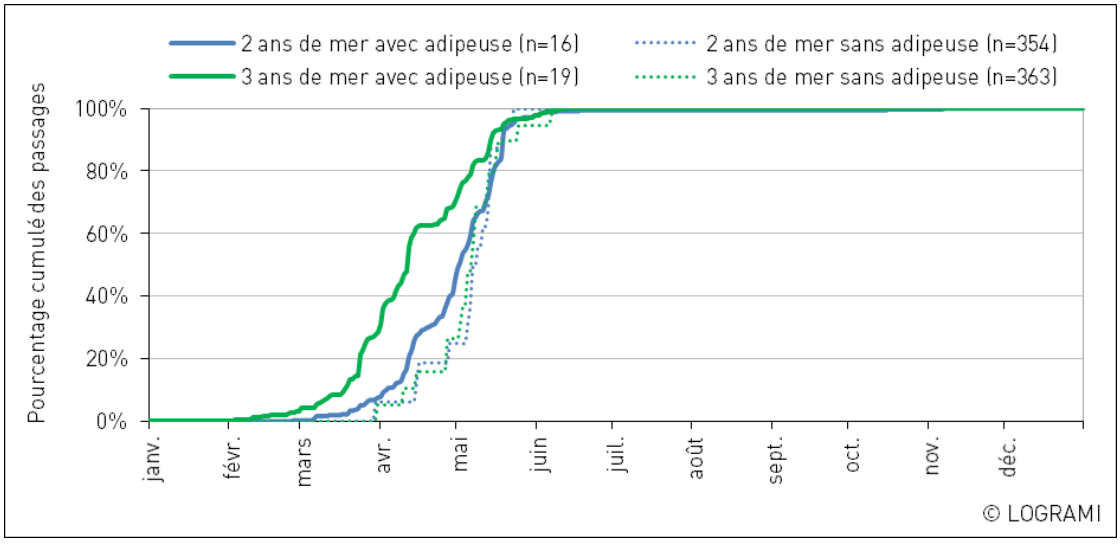


Figure 331 : Comparaison des rythmes de migration à la station de comptage de Vichy entre les saumons issus des déversements au stade smolt (sans adipeuse) et ceux d'une origine différente (avec adipeuse) en 2017

Ces résultats obtenus en 2017 confirment les observations faites depuis plusieurs années (BACH et al, 2010). En effet, depuis les premiers retours des saumons issus des déversements de smolts, le retard migratoire des individus sans adipeuse atteint 7 jours chez les saumons de 2 étés de mer et 9 jours chez les 3 étés de mer pour 50 % des passages de la population migrante (Figure 332).

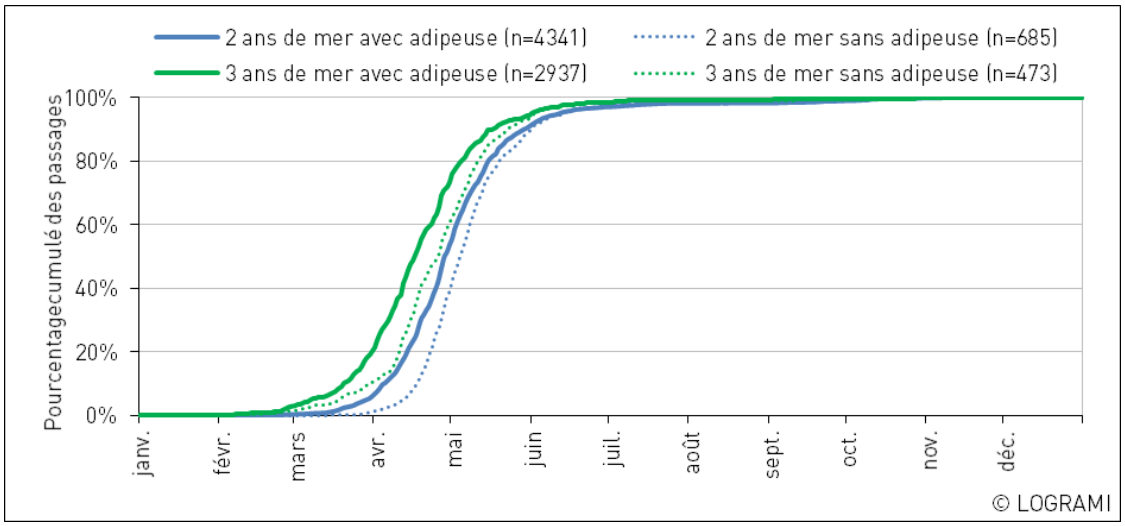


Figure 332 : Comparaison des rythmes de migration à la station de comptage de Vichy entre les saumons issus des déversements au stade smolt (sans adipeuse) et ceux d'une origine différente (avec adipeuse) pour la période 2005-2015 (2 ans de mer) / 2006-2016 (3 ans de mer)

Grace à l'indentification de la provenance des individus capturés lors de la campagne 2015 (Rapport G. EVANNO, 2017) à la station de comptage de Vichy, des écarts de dynamique migratoire ont été observés à la fois sur les retours issus d'alevins et de smolts déversés.

En 2015 à Vichy, le rythme migratoire des saumons de 2 ans de mer issus de la reproduction naturelle montre un décalage avec celui des saumons issu des déversements au stade alevins qui arrive plus tardivement de quelques jours (8 jours à 25 % de la migration, 5 jours à 50 % et 1 jour à 75 %). Pour les saumons de 3 ans de mer le constat est inverse, les saumons de 3 ans issus du plan de déversement au stade alevin, sont en avance par rapport aux saumons d'origine naturelle (6 jours à 25 % de la migration, 30 jours à 50 % et 20 jours à 75 %).

En 2017, à Descartes et Vichy, le rythme migratoire des saumons tous âges confondus issus des déversements au stade smolts est plus tardif que celui des saumons issus d'autres origines (déversements alevins et reproduction naturelle). Ces résultats obtenus confirment les observations faites depuis plusieurs années (BACH et al, 2010) à savoir une « dizaine de jours » de retard pour les individus issus des déversements de smolts.

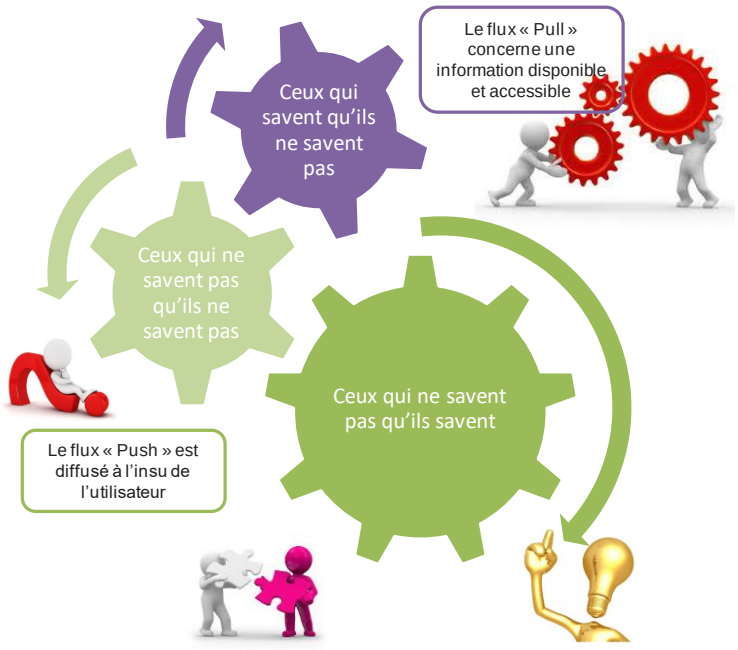
Ces constats réalisés à la fois sur le bassin Creuse-Gartempe (smolts) et le bassin de l'Allier (alevins et smolts déversés), peuvent paraitre minimes mais ont des conséquences importantes pour la survie des poissons. En effet, les saumons arrivant tardivement ont de grands risques d'effectuer des arrêts migratoires dans des zones de survie estivale réduite (BACH et al., 2011 et BACH et al., 2015). 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.

La date d'arrivée des individus aux stations de comptage est donc un facteur primordial pour optimiser la survie estivale des géniteurs et donc d'augmenter le pool d'individus participant au renouvellement de la population.

9. La valorisation des connaissances et sensibilisation des acteurs à la gestion des poissons migrateurs

9.1. Stratégie de communication des informations du programme d'action

Depuis plusieurs années, l'association a conséquemment développé les outils de communication pour rendre accessibles la connaissance des actions menées et les informations obtenues. A cette fin, une stratégie de communication a été déployée.



Les informations diffusées sont toujours « digérées » pour une meilleure compréhension et une interprétation plus facile par des acteurs non spécialisés (grand public, élus, administrations, etc.). Nous pouvons classifier le flux d'informations en deux catégories : « Pull » et « Push » (CAN et al., 1999). Le flux « Pull » concerne une information disponible et accessible qui est destinée à «ceux qui savent qu'ils ne savent pas» ; la démarche de recherche de l'information est donc volontaire dans ce cas de figure. Cela correspond aux demandes d'avis du groupe du COGEPOMI pour l'aide à la prise de décision, mais également à la recherche volontaire par des acteurs de documents tels que le rapport d'étude ou des informations sur l'espèce et son milieu sur le site Internet (www.logrami.fr). Les journées de colloques « Rencontres Migrateurs en Loire» constituent également un lieu d'échange privilégié du savoir vers les usagers et gestionnaires.

Figure 333 : Stratégie de communication et public visé (Source LOGRAMI)

A l'inverse, le flux « Push », plus intrusif puisque l'information est diffusée à l'insu de l'utilisateur. Cette méthode de diffusion est destinée à «**ceux qui ne savent pas qu'ils ne savent pas**», le destinataire va enrichir sa connaissance à la lecture de cette information qu'il n'a pas recherchée mais qu'on lui propose. Elle concerne les démarches auprès du grand public par la mise en œuvre de l'exposition itinérante, les panneaux d'informations des pêcheurs sur l'interdiction de capture du saumon, des outils pédagogiques distribués auprès des structures de l'enseignement et de la sensibilisation à l'environnement. Cette démarche a motivé la mise en place d'une lettre d'information « Actions Phares » qui fait connaitre l'existence des études et leurs résultats, aux principaux acteurs du bassin Loire.

Enfin, le flux « Push » s'adresse également à «**ceux qui ne savent pas qu'ils savent**», dans ce cas-là, l'information revêt un rôle de révélateur pour l'utilisateur. Il sert au retour d'information des différents acteurs scientifiques, pêcheurs, animateurs de SAGE, administrations, etc.) vers notre structure.

9.2. Valorisation des données et résultats

9.2.1. 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 rapportages 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 (ex-ONEMA), le chef de file.
- Les informations issues des stations de comptage sont utilisées dans le cadre d'une **thèse sur les « Migrations des poissons amphihalins : étude comparée des fluctuations d'abondances des populations et de la phénologie migratoire en France et en Europe» (2015-2018).** Ce travail permettra notamment de mieux appréhender les fluctuations des populations observées et de déterminer si ces fluctuations sont dues à des facteurs internes à chaque bassin ou à des facteurs plus globaux.
- De plus, les informations obtenues dans le cadre de cette étude sont mises à disposition des **autres réseaux portés par les associations migrateurs** afin de permettre une **comparaison inter-système tant en terme de continuité que de qualification de l'état de santé des espèces.**

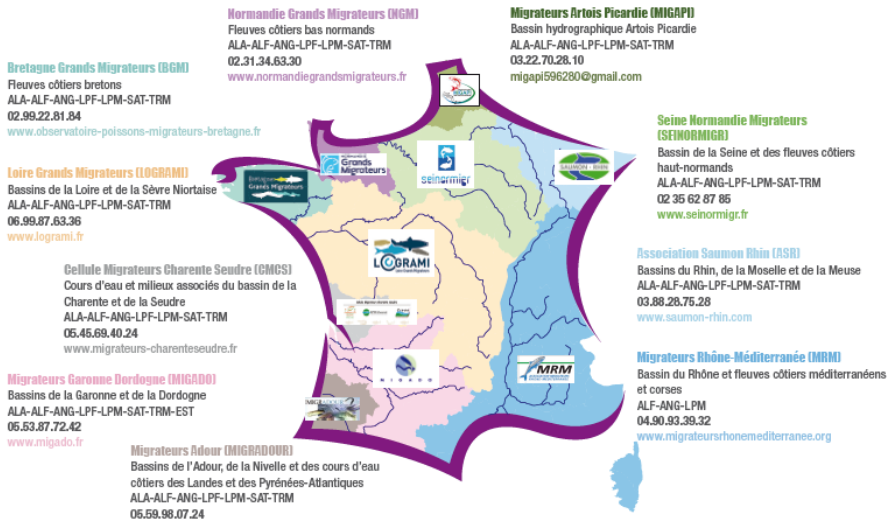


Figure 334 : Répartition et logos des Associations Migrateurs

En effet, de nombreuses informations sont collectées par les **associations migrateurs de France**. Ces dernières années, avec la thésaurisation des

données chronologiques, les 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 la 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 (actuellement AFB), 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.

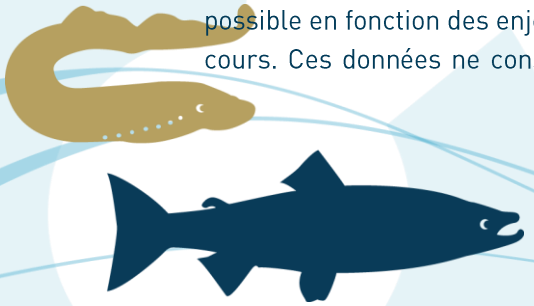
Ce travail collaboratif entre Associations Migrateurs productrices de données scientifiques permet une mutualisation et un partage des compétences, des protocoles, des méthodes, des outils d'analyse des données, des outils de diffusion et valorisation des données, une mise en contexte des résultats locaux et un pas vers l'harmonisation de la collecte des données.

- D'autre part, l'**Agence Française pour la Biodiversité** est responsable du pilotage fonctionnel national du **Système d'Information sur l'Eau** et à ce titre, elle 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 (AFB)-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.

9.2.2. Valorisation en cours d'études à l'échelle du bassin

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 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, anguille et ammocètes sont transmises aux DDT 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.

9.2.3. Valorisation par des interventions des agents

Parmi les nombreuses interventions de l'association en 2017 dans le cadre du programme de recherches appliquées en faveur des poissons migrateurs, par des réponses téléphoniques, des documents d'aide et des discussions en visio-conférence, 100 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. Ce niveau d'intervention est légèrement plus élevé que les années précédentes montrant la volonté de porter-à-connaissance.

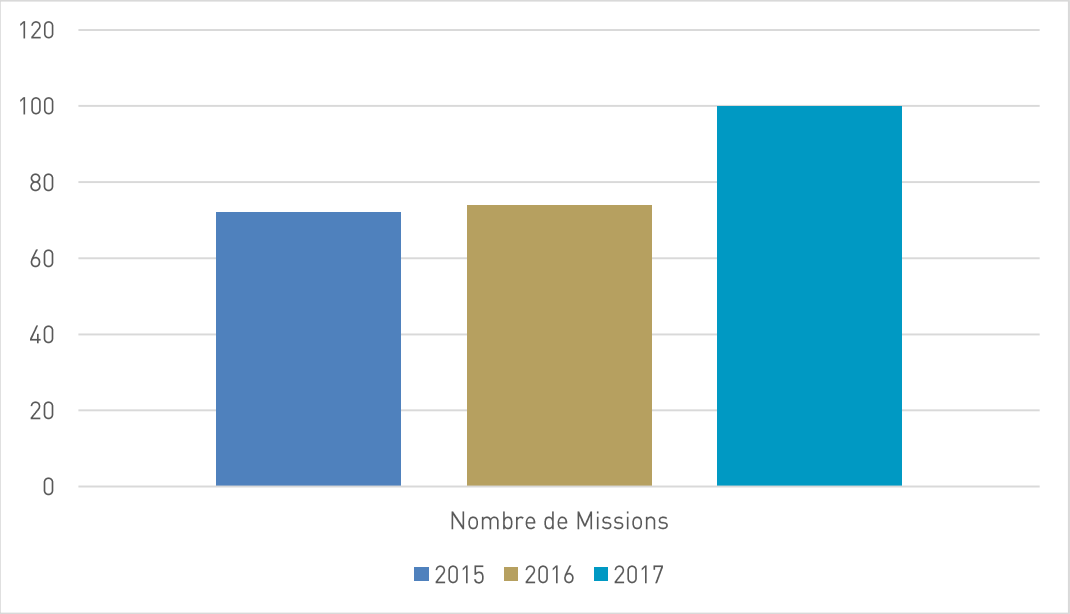


Figure 335 : Nombre de restitutions d'un ou plusieurs jours réalisées par les agents dans le cadre du programme de 2015 à 2017 (Sources LOGRAMI)

Ces restitutions et participations aux groupes de travail concernent particulièrement la chargée de programme Vienne (Sénécal) et la Directrice (Baisez) mais également des chargés d'études (Léon, Bach, Parouty et Portafaix).

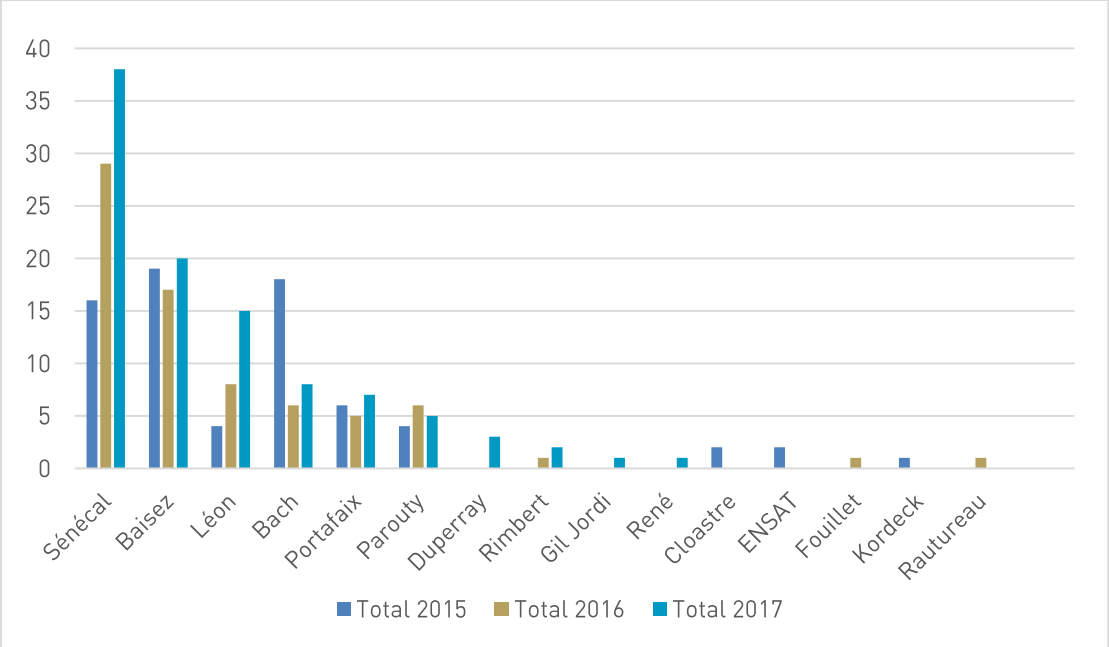


Figure 336 : Nombres d'interventions dans le cadre du programme de recherches appliquées par agent et par an (Sources Logrami)

En moyenne, les agents réalisent sur le programme d'actions **9 +/- 5 restitutions par mois.**

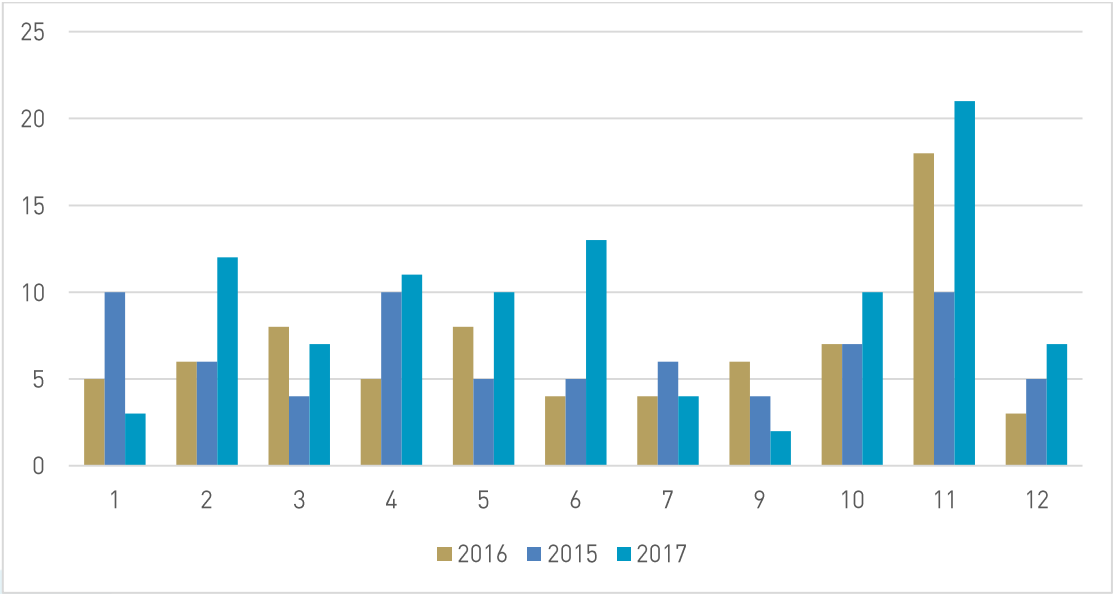


Figure 337 : Nombres de restitutions en termes de journée complète par mois concernant les informations diffusées dans le cadre du programme de recherches appliquées (Sources Logrami)

9.2.4. Valorisation par public cible

Les résultats de l'étude sont **mis à disposition des groupes de travail** à l'échelle du bassin, régionaux ou locaux. Ainsi, la situation actuelle des espèces pourra être intégrée dans les documents d'objectifs 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), comité de pilotage de Contrats territoriaux ou d'Etudes de continuité 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.

Comme les années précédentes, le public concerné en 2017 est essentiellement constitué des acteurs du bassin (70%). Il s'agit de restituer les informations au cours de comités de gestion, groupe de travail, 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). Elles sont moins nombreuses qu'en 2016 qui était une année où la commission parlementaire nous avait beaucoup sollicités. Le grand public n'est concerné que par un nombre très restreint d'interventions, l'association n'a en effet pas de cellule d'animation avec la jeunesse et le grand public et intervient anecdotiquement. Cependant de nombreuses demandes sont effectuées et cette catégorie d'acteurs a bénéficié en 2017 d'interventions avec notamment des conférences publiques à thèmes.

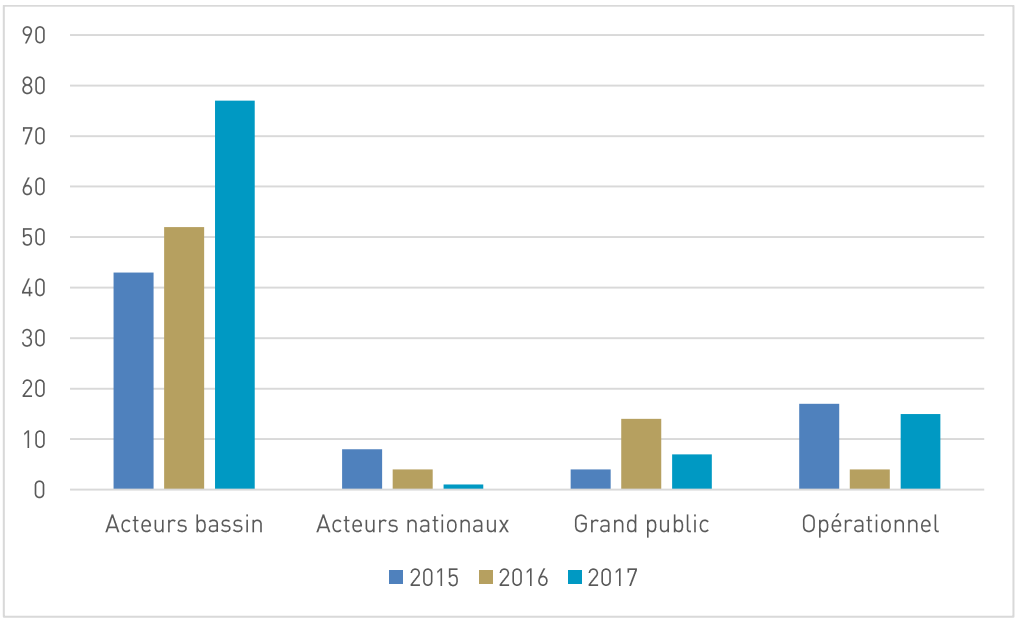


Figure 338 : Proportions des publics concernés par les informations diffusées dans le cadre du programme de recherches appliquées (Source Logrami)

9.2.4.1 Focus sur les réunions publiques

En 2017, deux conférences publiques ont été effectuées en réponse à des interrogations sur l'état de santé des espèces ou plus généralement la saisonnalité des migrations et la particularité des cycles de vie des espèces. Ces conférences ont été organisées par la Fédération pour la pêche et la protection des milieux aquatique d'Indre et Loire et le Syndicat Intercommunal d'Aménagement de la Vallée (SIAV) de la Couze Pavin.

A cette occasion, des articles de presse ont permis de mettre en lumière les poissons grands migrateurs et les actions réalisées en leur faveur.



Poissons migrateurs : beaucoup à faire

Jeudi soir, au pôle nautique du Cher, à Tours, la réunion publique organisée par la fédération départementale de pêche et de protection du milieu aquatique a été très suivie par un auditoire attentif aux explications des deux intervenants, Aurore Baisez, de l'association Loire Grands Migrateurs (Logrami), et David Maffre, de l'Établissement public Loire (EPL).

Aurore Baisez, directrice de Logrami, a présenté plusieurs espèces de poissons migrateurs – alose, anguille, saumon, mulet, etc. en soulignant leurs caractéristiques et leurs besoins. Elle a expliqué que les stations de comptage sont implantées dans certaines passes à poissons, au niveau des barrages. Les chiffres qu'elle donne à titre d'exemple font bien prendre conscience des dangers pour la survie de certaines espèces : pour l'alose, 2. 117 géniteurs ont été comptabilisés en 2016, contre 32.825 en 2007 ! David Maffre a ensuite présenté les solutions envisagées à l'échelle de l'axe Cher.

Avant de donner la parole au public, le président Marquet est revenu sur la pêche du saumon (interdite sur le bassin de la Loire) pour stigmatiser la position de la Fédération nationale de la pêche qui souhaite la rétablir sur l'axe Loire-Allier. En tant que rapporteur des fédérations de pêche de la région Centre-Val de Loire, il trouve cette proposition déraisonnable.

La présidente de Logrami a expliqué les mesures prises pour faciliter le retour des poissons migrateurs.

Figure 339 : Article paru dans la nouvelle république en mai 2017



Figure 340 : Photographies de la conférence organisée par la Fédération de pêche d'Indre et Loire

la Nouvelle République.fr

MES FAVORIS . Tours – Poitiers

Indre-et-Loire - Environnement

Ces poissons qui remontent (de nouveau) la Loire

09/05/2017 05:38

Les poissons migrateurs sont bien présents dans le fleuve… Pourquoi, comment, pour longtemps ? Début de réponses avec la fédération de pêche.



La migration des saumons dans la Loire est de plus en plus observée. - (Photo Jean-Michel Bach, Logrami)

Le charme de **la pêche**, la magie d'une journée réussie… Malgré les nouvelles technologies qui ont fait leur apparition, comme les échosondeurs, impossible pour les pêcheurs de savoir ce qui se trame sous la surface de l'eau. Certes, ils obtiennent bien des informations sur la présence de poissons, voire sur la taille, mais pour le reste… Suspense.

Si bien que des pêcheurs, sans forcément le vouloir, sans forcément le savoir, ont capturé ces derniers mois des saumons, sur la Loire ou ses affluents. Une prise surprise qui parfois prête à confusion. *« Certains pêcheurs le confondent avec des truites de mer »*, confirme Aurore Baisez, directrice de l'association Loire Grands Migrateurs (Logrami).

Une pêche interdite

Mais autant la pêche à la truite est autorisée, autant celle du saumon est **interdite** (il faut le relâcher). Une situation qui est parvenue aux oreilles de la fédération pour la pêche et la protection du milieu aquatique d'Indre-et-Loire qui a décidé d'aider ses adhérents à s'y retrouver. *« Les pêcheurs nous ont posé beaucoup de questions autour du saumon et la réglementation. Il nous a semblé important d'apporter les réponses sur les poissons migrateurs et de faire un état des lieux »*, indique Jacky Marquet, le président départemental et vice-président de Logrami. Le saumon est-il de retour dans la Loire ? Sa population croît-elle ? Quels sont les freins à son développement ? Et les autres espèces migratrices ?

Jeudi soir, Aurore Baisez se propose d'éclairer les pêcheurs :

> Oui, le saumon est bien observé dans la Loire et ses affluents. Pour se faire une idée, nous comptabilisons 550 individus qui remontent la Loire, et ses affluents par an, contre une centaine trente ans plus tôt. En 1900, on a estimé à 100.000 saumons capturés par des pêcheurs à la ligne.

Symbolique, la présence du saumon n'est pour autant pas la seule trace de migration. *« L'effacement du barrage de Maison Rouge, sur la Vienne, a donné des bons résultats sur les poissons migrateurs. Cela a été spectaculaire pour la lamproie : en deux ou trois ans, nous avons observé la plus grosse concentration de lamproies d'Europe »*, explique Aurore Baisez. La suppression des ouvrages, ou leur amélioration, reste une piste essentielle pour le retour des migrations.

Des points noirs sont pourtant pointés du doigt par Logrami : *« L'esturgeon a disparu et la situation de l'anguille est catastrophique, avec seulement 1 % de la population. »*

Figure 341 : Article de presse de la nouvelle république web paru le 9 mai 2017



Figure 342 : Conférence réalisée dans le cadre de la semaine verte d'Issoire organisée par le SIAV de la Couze Pavin

Une autre intervention d'une heure réalisée trois fois pour des groupes d'élèves différents a consistée à participer aux échanges scolaires internationaux avec une présentation en anglais des actions et de l'état de santé des poissons migrateurs.

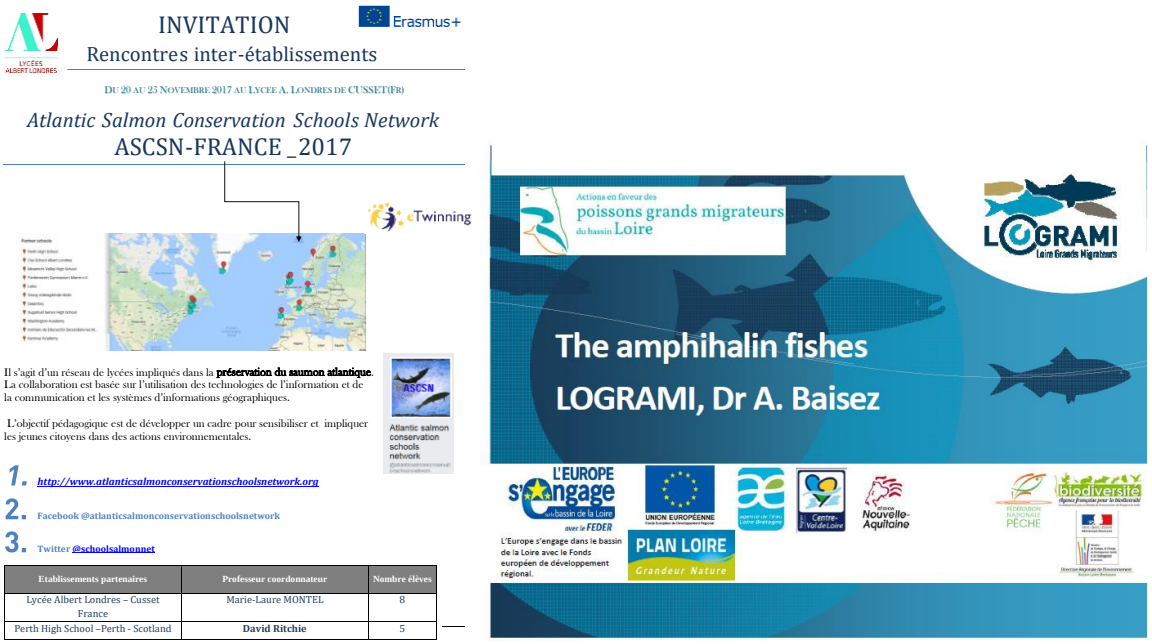


Figure 343 : Intervention dans le cadre des rencontres Inter-établissements sur la problématique du saumon

Enfin, les stations de comptage font assez régulièrement l'objet de visites et de présentation des opérations mises en œuvre pour obtenir les comptages. En 2017, une intervention a eu lieu à Roanne et deux autres à Châtellerault et Descartes. Ces dernières ont été effectuées dans la semaine du Migration Day.



Figure 344 : Intervention durant la semaine du World Fish migration Day

9.2.4.2 Focus sur « les journées de restitutions »

Par ailleurs, le programme de recherches appliquées développe de la connaissance sur les habitats et les abondances de poissons migrateurs qui nécessitent un temps de restitution conséquent. Ainsi, en plus de notre assemblée annuelle avec les fédérations pour la pêche et de protection du milieu aquatique et des acteurs du bassin, il nous a paru intéressant d'organiser **une réunion annuelle sur plusieurs sites géographiques.** Cette journée de restitution a été effectuée en présence des agents techniques et animateurs de programmes afin de détailler les résultats auprès des acteurs susceptibles d'utiliser ces informations pour orienter la gestion.

Pour ce faire, deux restitutions ont été organisées en décembre 2017 localisées à Poitiers pour l'une et à Clermont Ferrand pour l'autre grâce à un accueil par les fédérations pour la pêche et la protection du milieu aquatique concernées (Vienne et Puy de Dôme).

Pour chacun d'elle, une présentation générale des résultats a été effectuée à l'échelle du bassin puis une partie focalisée sur la région accueillant la restitution. Les acteurs en présence ont été invités par

messagerie avec un programme détaillé. Par ailleurs, une actualité a été diffusée dans la lettre des rivières éditée par le CPIE Val de Gartempe dans le cadre du réseau des Techniciens Médiateurs de Rivières.

En 2017, environ 25 participants ont été présents à chaque restitution. Les organismes ayant participé sont les fédérations pour la pêche et la protection du milieu aquatique à travers leurs chargés de mission et d'études ou leurs administrateurs, les techniciens ou chargés de mission des syndicats de rivières, parcs naturels régionaux, établissements publics de bassin, l'Agence Française pour la Biodiversité, la Ligue de Protection des oiseaux, EDF et Anper.

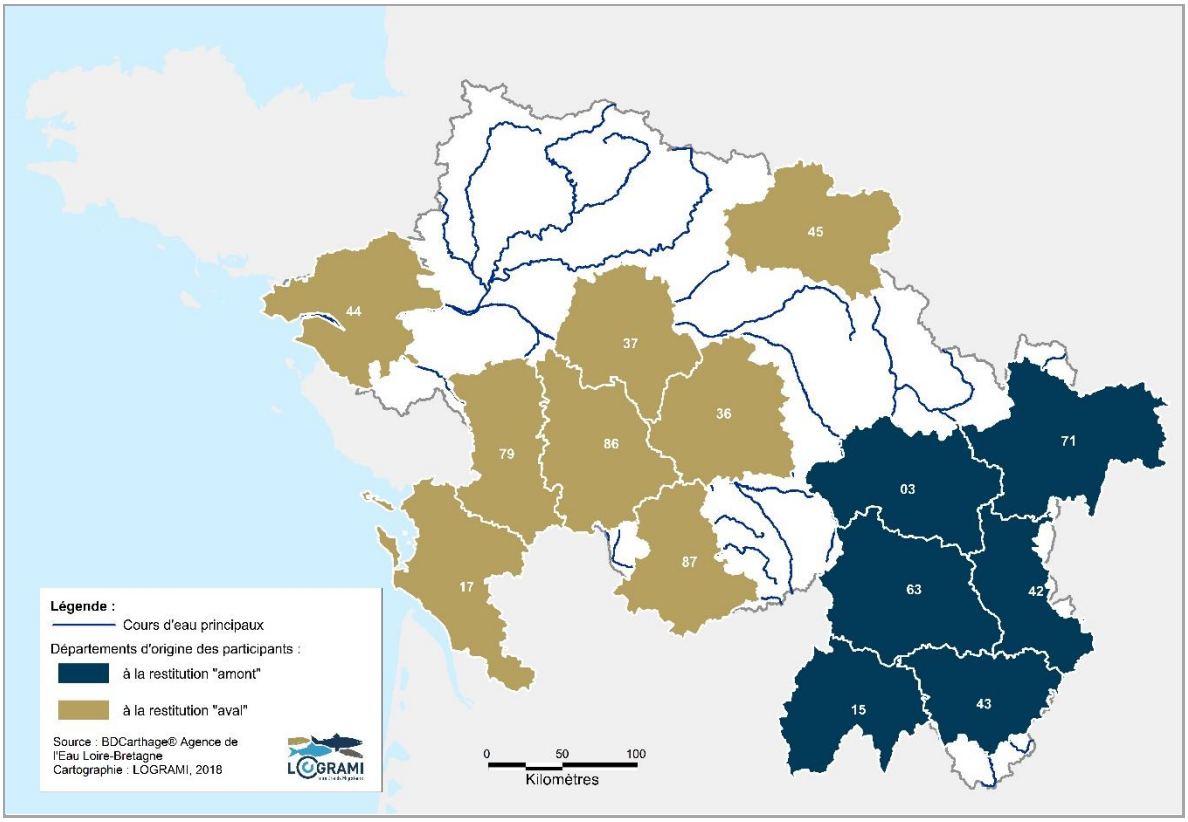


Figure 345 : Origine géographique des participants (siège structure) aux restitutions organisées par LOGRAMI

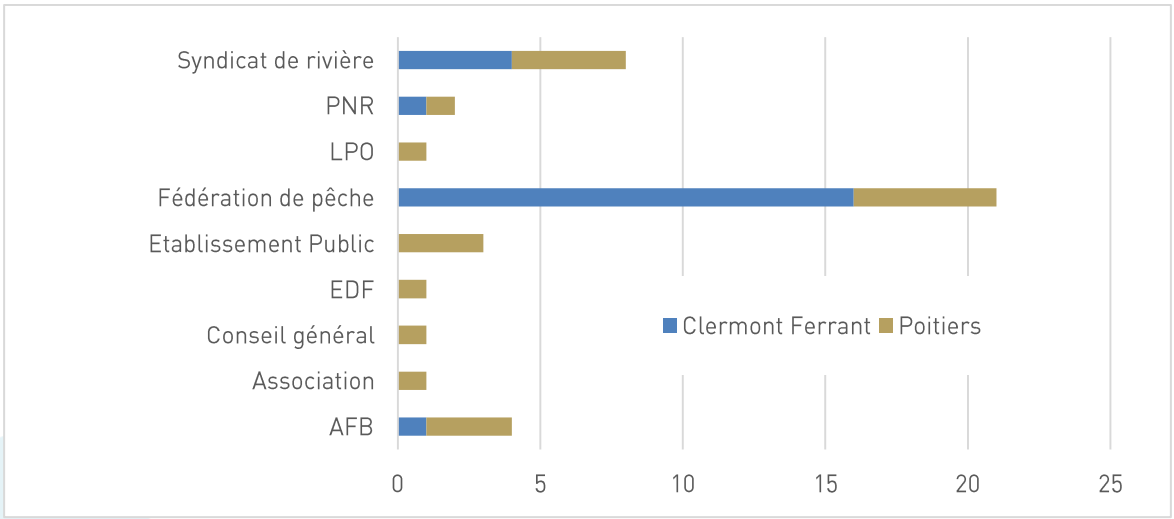


Figure 346 : Effectifs par organisme présents aux restitutions de Poitiers et Clermont Ferrand





Figure 347 : Programme de la restitution organisée à Poitiers



Figure 348 : Photographies de la restitution à Poitiers





Figure 349 : Programme de la restitution organisée à Clermont Ferrand



Figure 350 : Photographies de la restitution de Clermont Ferrand

La Lettre des Rivières
www.cpa-lathus.asso.fr/tmr

Le rapport concernant les suivis et études sur les populations de poissons migrateurs du bassin Loire réalisés en 2016 par LOGRAMI est publié. Téléchargement : http://www.logrami.fr/publications/rapports/

L'Association LOGRAMI organise deux journées de restitution des résultats des suivis biologiques sur les poissons migrateurs amphihalins du bassin de la Loire. Celles-ci sont ouvertes à tous les acteurs de la gestion de l'eau : administrations, fédérations de pêche, syndicats de bassin, syndicats de rivières, communautés de communes, associations... Sur ces deux journées, une grande partie des suivis réalisés seront abordés avec, néanmoins, un focus territorial en fonction de la localisation :

la première se déroulera le **jeudi 23 novembre 2017** de 14h à 16h30 dans les locaux de la Fédération du Puy-de-Dôme pour la pêche et la protection du milieu aquatique - 14 allée des Eaux et Forêts Site de Marmilhat Sud - 63370 LEMPDES (dép. : 03, 15,18, 42, 43, 45, 48, 63, 58, 71).

Contact : logrami.allier@logrami.fr - 07 69 82 70 80.

+ la seconde aura lieu le **jeudi 7 décembre 2017** à 14h dans les locaux de la Fédération de la Vienne pour la pêche et la protection du milieu aquatique - 4 rue Caroline Aigle – 86000 POITIERS (dép. : 23, 36, 37, 41, 44, 49, 53, 72, 79, 85, 86, 87)

Contact : logrami.vienne@logrami.fr - 05 49 41 94 23.

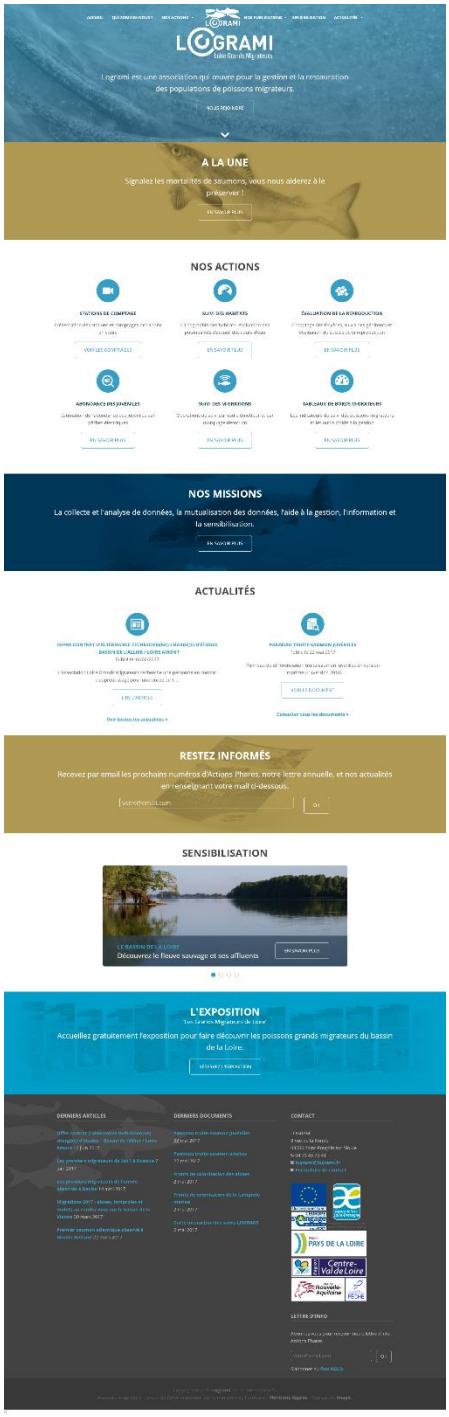
Pour des raisons d'organisation, merci de signaler votre participation en utilisant les coordonnées ci-dessus.

Figure 351 : Extrait de la lettre des rivières diffusée par messagerie et portant à connaissance les journées de restitution LOGRAMI

9.3. Information pour le grand public

9.3.1. Site internet

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. Il y a actuellement 45 pages de contenu. En 2017, nous avons ajouté 3 pages pour les cartographies, les "autres publications" et pour la rubrique action. Une nouvelle page a été créée pour la station de comptage de Saint-Pourçain-sur-Sioule.



9.3.1.1 Statistiques de visites

Le site a été entièrement refait afin de faciliter l'accès à l'information. Concernant l'audience, en 2017 le site a eu 52 810 visites par **24 317 visiteurs** (46% nouveaux visiteurs). Comparativement au site historique de Logrami, 2017 est dans une dynamique proche puisque la moyenne est à 49 157 (+/-11 968) visites.

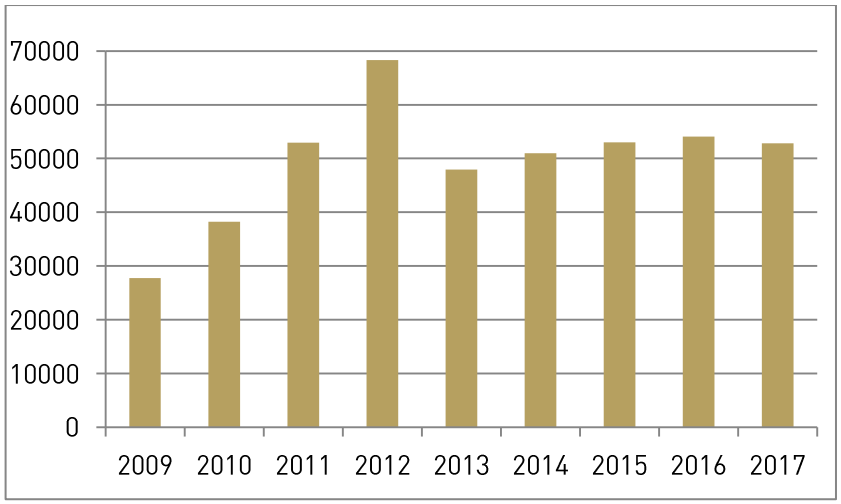


Figure 352 : Statistiques du nombre de visites du site de LOGRAMI de 2009 à 2017 (Source : LOGRAMI, 2017)

Les statistiques de visites par jour sont de 128 visiteurs (+/-68). Cependant, plusieurs remarques peuvent être soulignées sur ces visites. Il apparaît nettement un phénomène saisonnier avec plus de 45% des visites en 100 jours (de février à début juin). Cela révèle de la part des visiteurs une connaissance des calendriers migratoires et des connexions accrues pour suivre les arrivées des poissons.

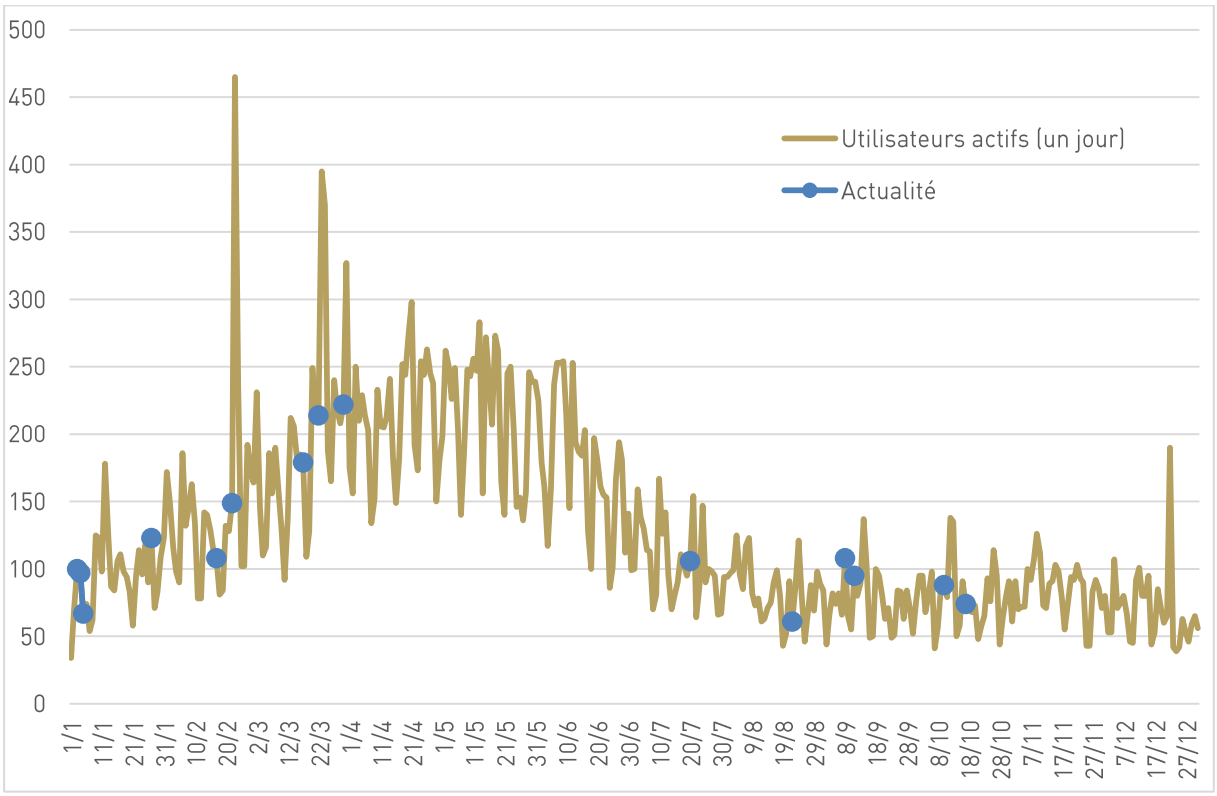


Figure 353 : Statistiques du nombre de visites par jour du site de LOGRAMI en 2017 et date de mise en place d'une actualité (Source : LOGRAMI, 2017)

De même, un lien peut être effectué entre les actualités et les connexions avec notamment l'annonce de l'incendie de nos locaux (pic de 465 visites), du premier saumon à la station de comptage de la Sioule le 22 mars (395 et 370 visites les jours suivants), les premières migrations (30 mars sur Decize) et la publication des rapports (138 et 135 visites les jours suivants).

9.3.1.2 Supports de visite

Le site de 2015 a fait l'objet d'une adaptation aux nouveaux supports numériques (tablette et mobiles) cet effort a concerné 25% des connexions sur mobile et 9% sur tablette contre 66% 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.

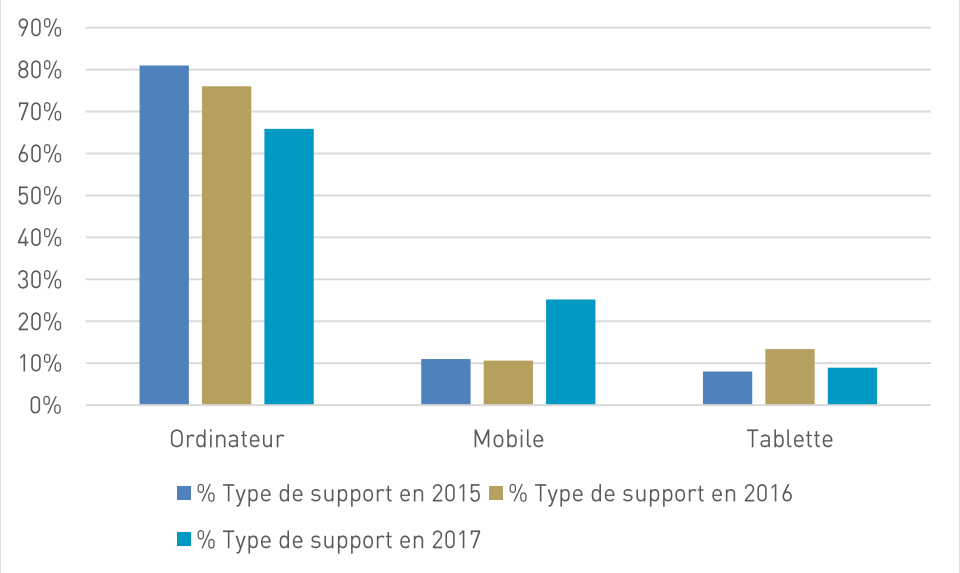


Figure 354 : Proportions des supports des visites du site de LOGRAMI de 2015 à 2017 (Source : LOGRAMI, 2017)

Concernant le public du site web de logrami, 62% des visiteurs proviennent des moteurs de recherche, 25% en écrivant directement l'adresse (ou favori), 7% via un lien sur un autre site et 5% via les réseaux sociaux (Figure 355).

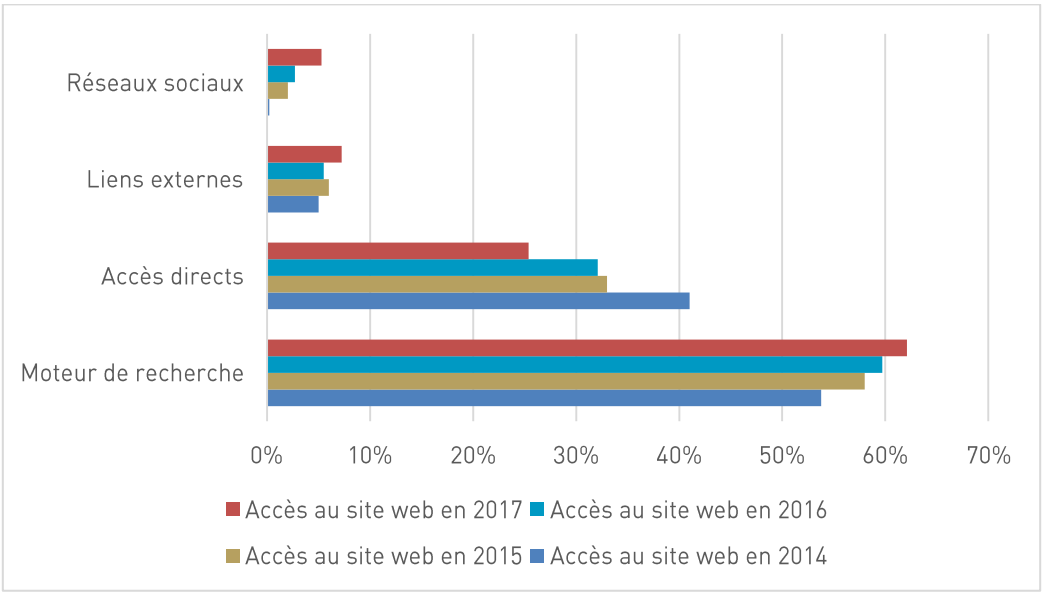


Figure 355 : Proportions des modes d'accès des visites du site de LOGRAMI de 2014 à 2017 (Source : LOGRAMI, 2017)

Lorsque la connexion a été effectuée par liens externes, 57,65% par des liens sont réalisés à partir des réseaux sociaux tel que Facebook ; 28,29% par les fédérations de pêches ou site de pêcheurs spécialisés et enfin 3,29% par le site des Tableaux de Bord Migrateurs. Ainsi, il semble que notre site soit bien relayé sur les réseaux sociaux même si nous n'avons pas de compte Facebook avec certains internautes qui donnent le lien sur leur blog (Figure 356).

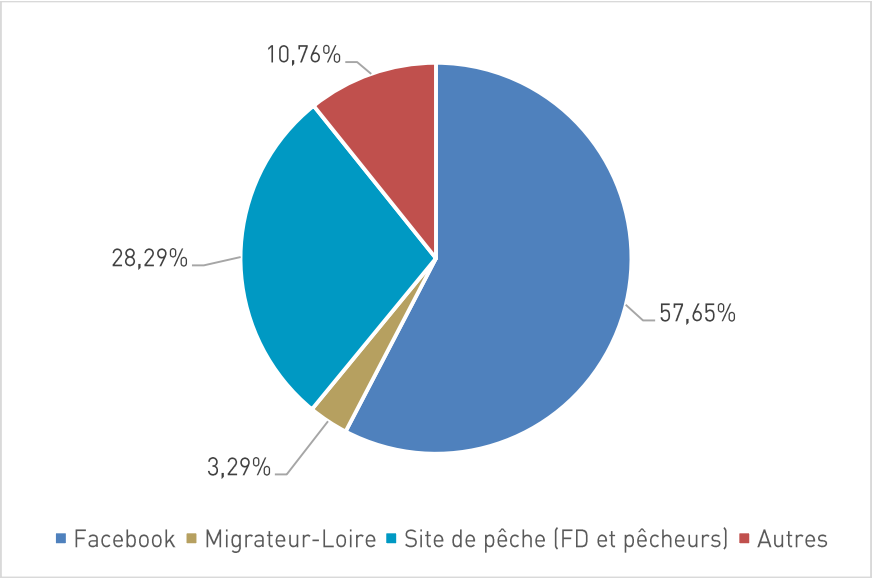


Figure 356 : Proportions des modes d'accès des visites du site de LOGRAMI en 2017 (Source : LOGRAMI, 2017)

Lorsque la recherche est réalisée par des moteurs de recherches le premier mot clef référencé est « logrami » avec 63% des visites issues de cette recherche. Il semble donc que la structure soit connue et ciblée dans la recherche. Le nom des espèces ou le générique « Poissons migrateurs » apporte 31% des visites et les mots « comptage » associé à un site tel que « Vichy » ou « Descartes » apporte 6% des visites.

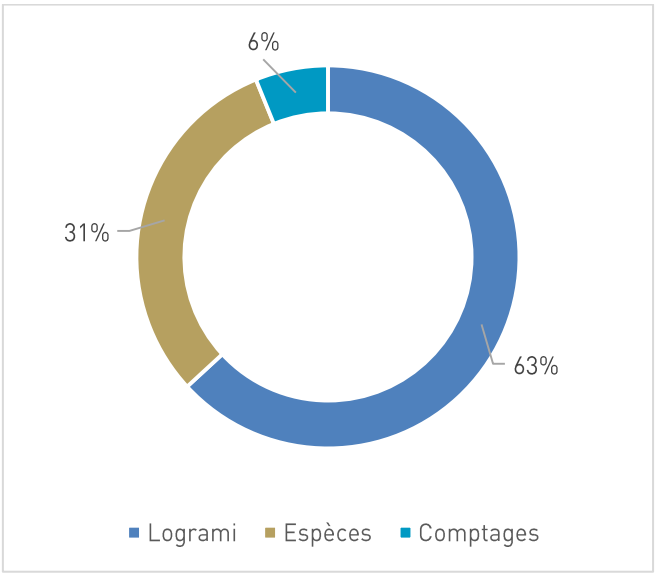


Figure 357 : Mots clefs d'accès au site web (Sources LOGRAMI, 2017)

9.3.1.3 Origine des visiteurs

Le public concerné par notre site est incontestablement français à plus de 92%. Certains pays comme le Canada ont probablement une connexion en rapport avec le saumon tandis que la Belgique, l'Algérie ou la Maroc peuvent être liés à la présence d'anguilles.

Plus précisément en France, le bassin de la Loire correspond à 63% des visiteurs avec comme en 2015 et 2016 une forte représentation de la région Auvergne-Rhône-Alpes. En 2017, une augmentation importante est constatée des visiteurs de l'Ile de France.

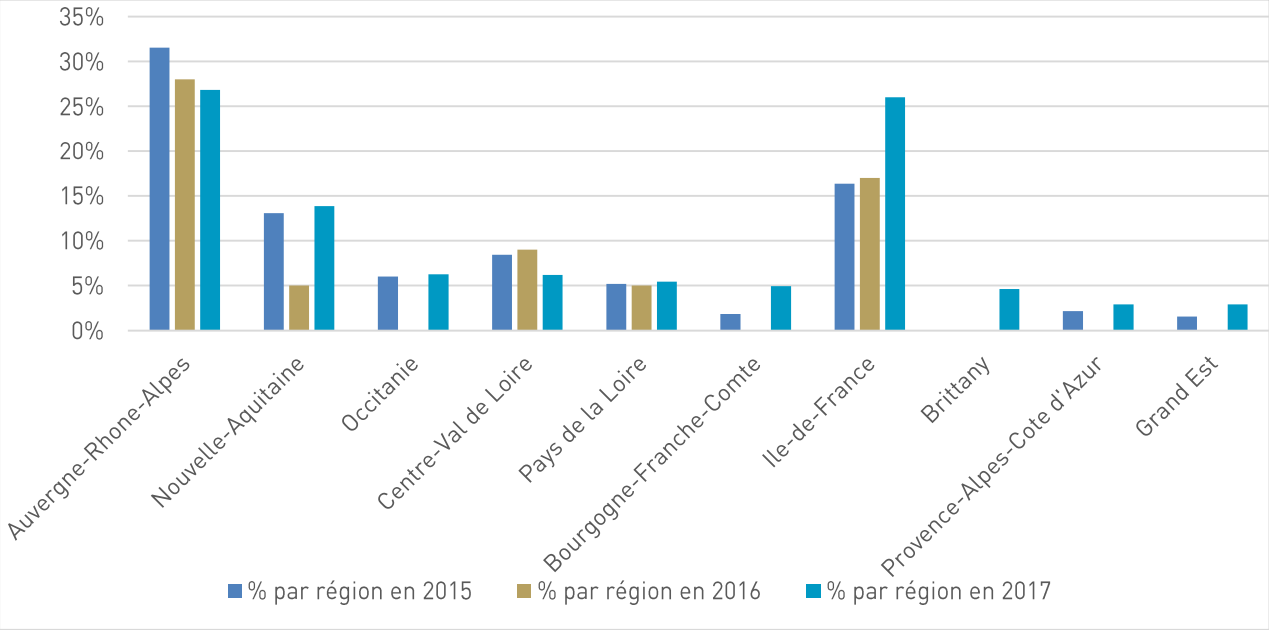


Figure 358 : Origines géographiques par régions des visiteurs du site web de Logrami (Sources Logrami)

9.3.1.4 Pages d'entrée du site web

Le site internet dispose de rubriques d'entrée qui sont :

- Qui sommes-nous ?
- Actions
- Nos publications
- Sensibilisations
- Actualités

Comme en 2016, la page d'accueil est la page de destination pour un quart des visites. Les stations de comptage représentent près de 39% dont 15% directement sur le site de Vichy démontrant que de nombreux acteurs ont placé cette rubrique en raccourci afin d'y aller directement. La biologie des poissons migrateurs est une clef d'entrée pour 14% des visites.

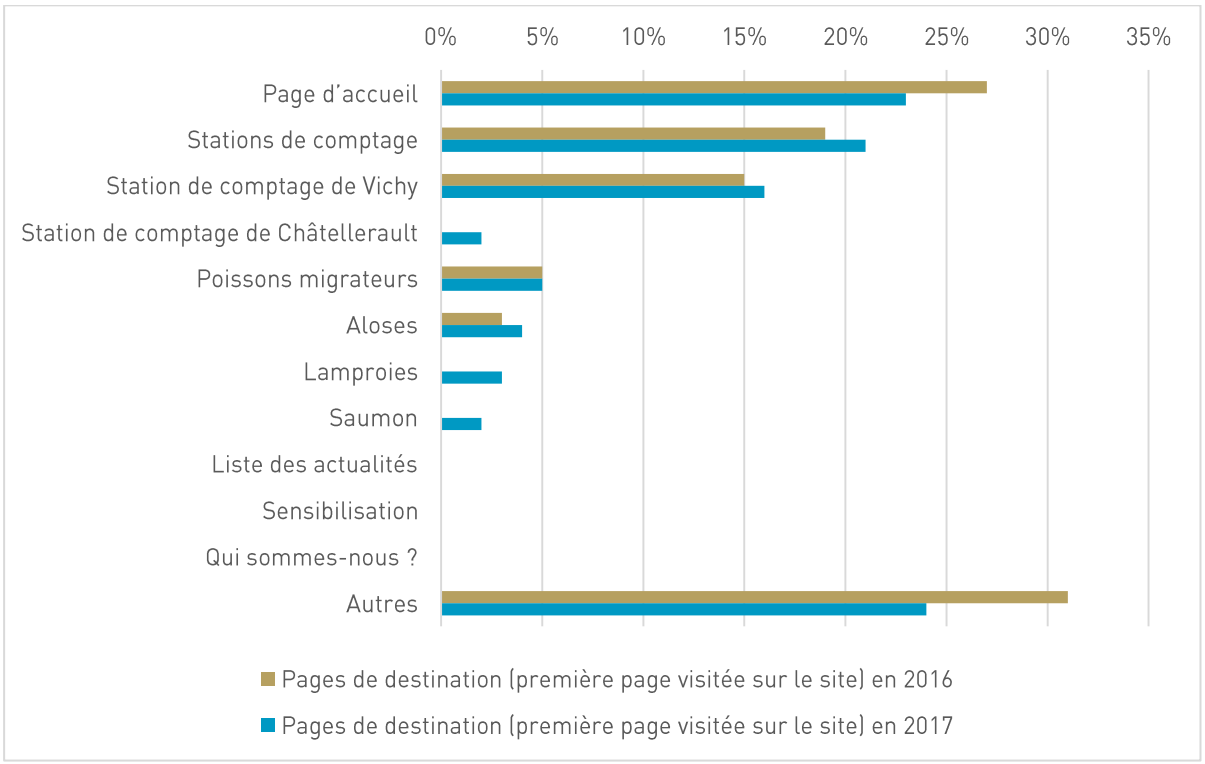


Figure 359 : Pourcentages de visites d'entrée par rubriques du site de LOGRAMI en 2017 (Source : LOGRAMI, 2017)

Les rubriques les plus visitées (avec sous-pages) sont **les actions** du programme de recherches appliquées (dont les stations de comptage) avec 59% des visites. Les outils de sensibilisation en libre téléchargement concernent 13% des connexions et sont en légère augmentation par rapport à 2015 et 2016. Les actualités apportent également 12% des visites.

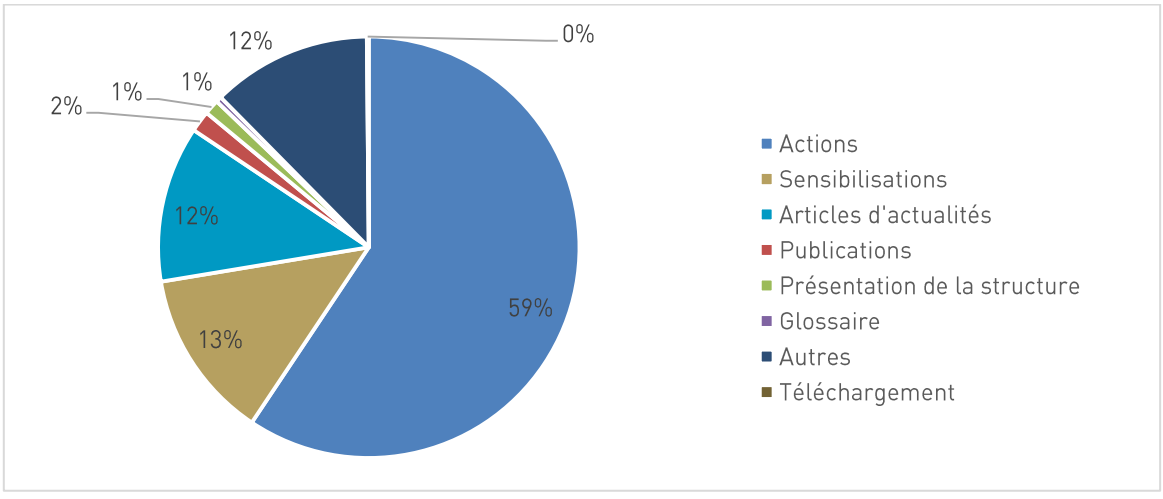


Figure 360 : Pourcentages de visites par rubriques du site de LOGRAMI en 2017 (Source : LOGRAMI, 2017)

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

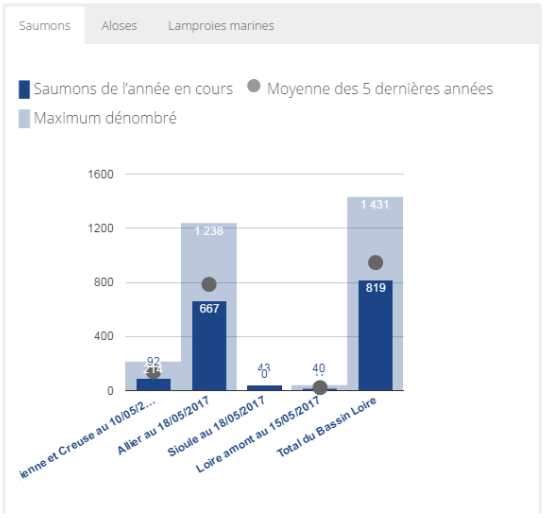
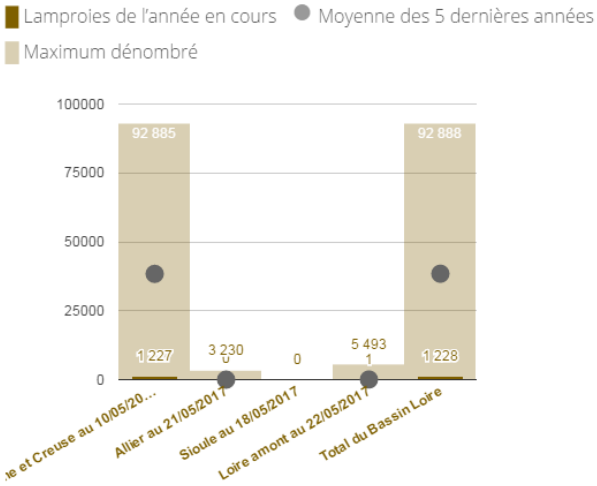


Tableau de données

Bassin	Saumons	Aloses	Lamproies
Vienne et Creuse au 10/05/2017	92	82	1 223
Allier au 18/05/2017	667	0	0
Sioule au 18/05/2017	43	0	0
Loire amont au 15/05/2017	17	23	1
Total du Bassin Loire	819	105	1 224
Moyenne 2012 - 2016	946	1 606	38 432
Maximum dénombré	1 431 en 2015	30 819 en 2007	92 888 en 2007

Vous pouvez consulter les tableaux complets sur **les pages de chaque station de comptage**.



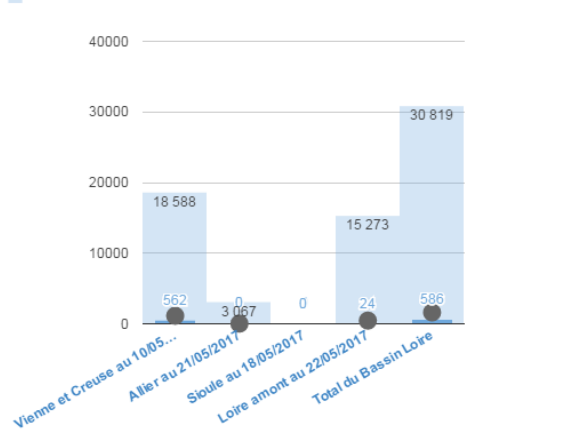


Figure 361 : Graphiques présentés sur le site par espèce

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/.

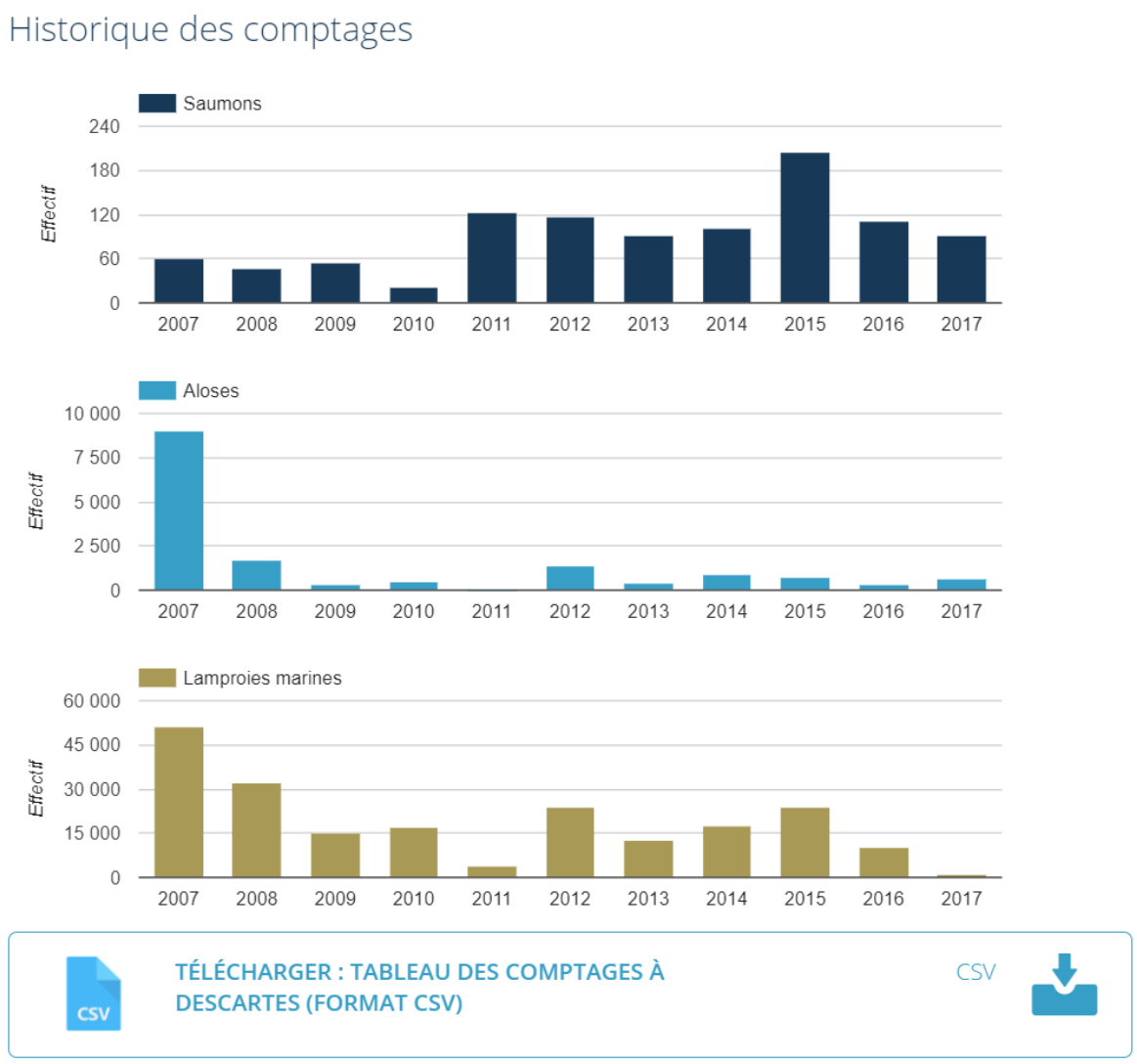


Figure 362 : Copie d'écran de la page station de Descartes du site de LOGRAMI (Source : LOGRAMI, 2017)

Annee	Mise à jour	Saumons	Aloses	Lamproies marines	Anguilles jaunes montantes	Anguilles argentées dévalantes	Truites de mer
2018	18/03/2018	13	0	0	0	0	0
2017	2017	754	20	0	26	0	1
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

Affichage de l'élement 1 à 10 sur 22 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 trés 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 363 : Tableau de données disponible sur le site web pour la station de Vichy (Sources Logrami)

9.3.1.5 Les téléchargements

Un total de 83 documents est téléchargeable sur le site web. L'analyse montre 2 387 téléchargements en 2017 dont 34 concernant l'organigramme de LOGRAMI.

Contrairement aux années précédentes où les stations de comptage concentraient la majorité des téléchargements, l'année 2017 se particularise avec 69% des téléchargements qui ont concerné les outils pédagogiques.

Le rapport concentre 16% et la lettres « Actions phares » 4% des téléchargements.

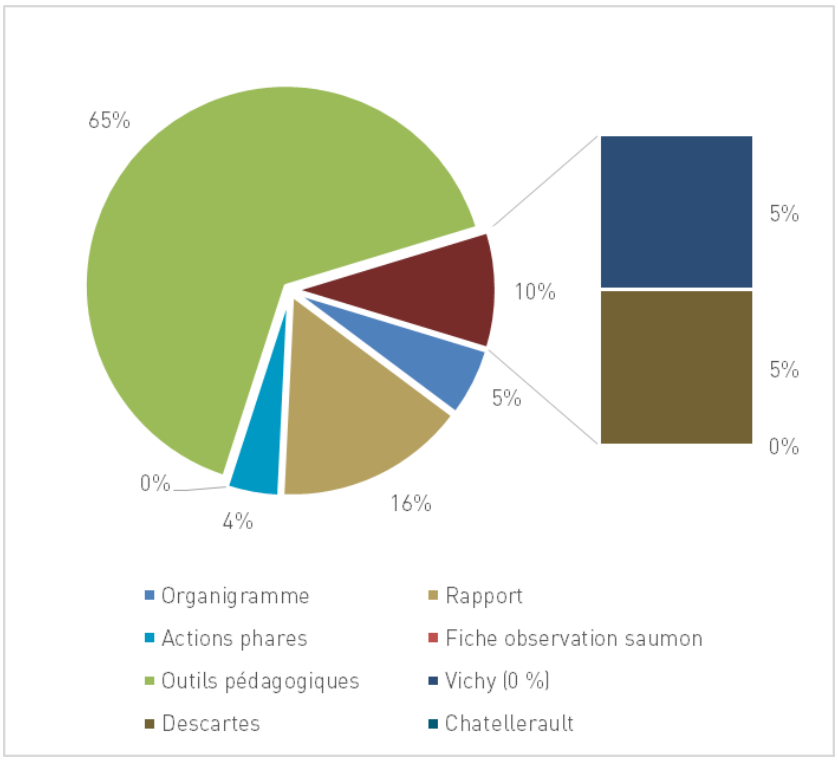


Figure 364 : Nombre de téléchargements par rubrique du site de LOGRAMI en 2017 (Source : LOGRAMI, 2017)

9.3.1.6 Actualités

Avec le nouveau site internet nous avons mis en place des actualités régulières sur les opérations de mesures du volet recherches appliquées. La lettre « LOGRAMI Actu' » est envoyée automatiquement à partir du site internet de LOGRAMI lorsque qu'un nouvel article a été posté sur le site dans la semaine précédente. Cette lettre reprend donc systématiquement cette ou ces actualité(s) permettant aux personnes qui n'ont pas eu le temps ou l'occasion d'aller sur le site de LOGRAMI de suivre l'actualité des poissons migrateurs et de leur étude sur le bassin de la Loire. La fréquence est variable puisqu'elle dépend de la mise en ligne d'articles sur le site.

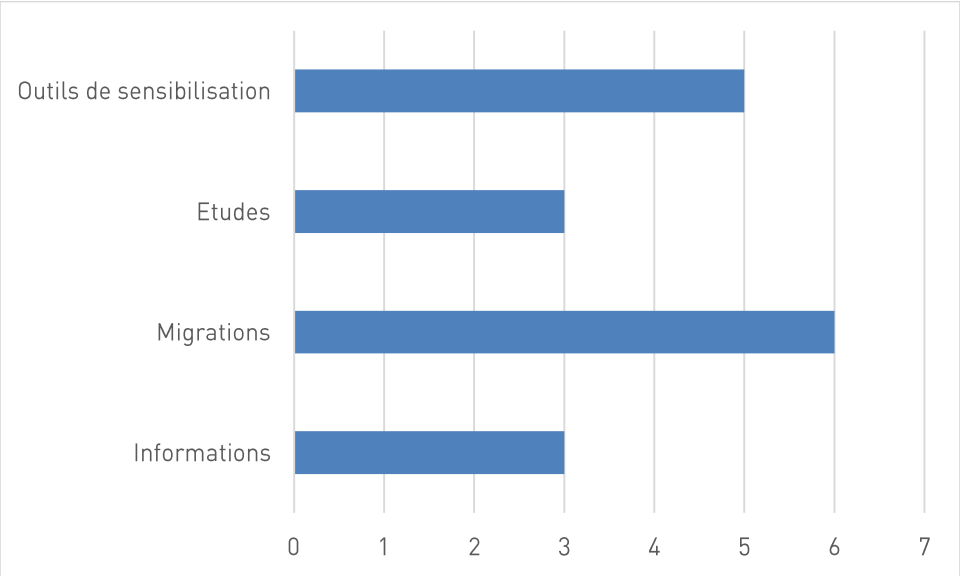


Figure 365 : Nombre d'actualités du site de LOGRAMI en 2017 par thème (Source : LOGRAMI, 2017)

Ainsi, 17 Logrami Actu' ont été éditées entre janvier et décembre 2017, concernant 368 à 396 destinataires par envoi (381 en moyenne) et en moyenne lue par 51% des destinataires.

Une lettre d'information de l'antenne Vienne a été envoyée à 94 destinataires, en moyenne lue par 47% des destinataires.

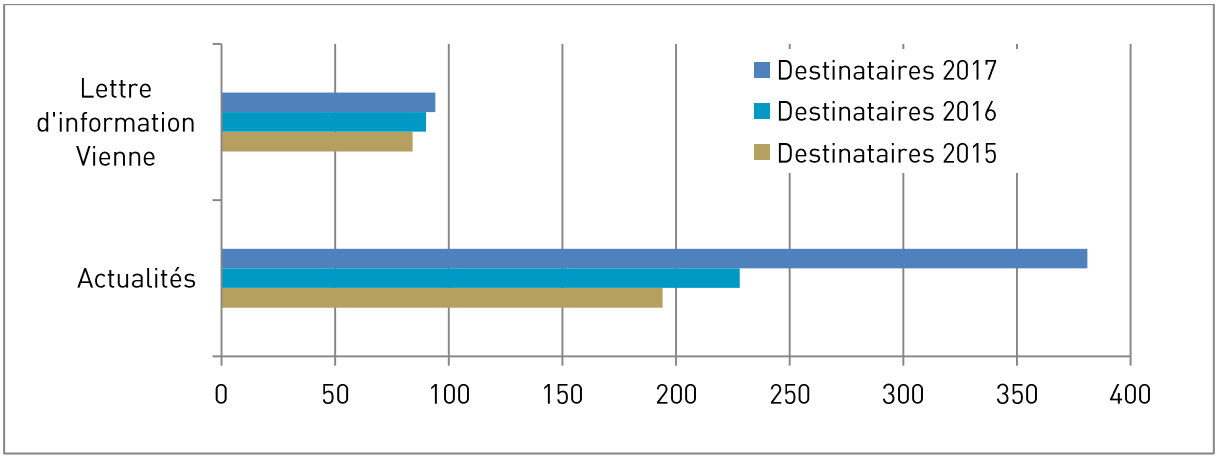


Figure 366 : Nombre de destinataires et lectures des actualités du site de LOGRAMI de 2015 à 2017 (Source : LOGRAMI, 2017)

9.3.2. 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 367 : Visuel de la plaquette Actions phares 2016

En 2017, 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),
- L'étude des périodes de migration des aloses,
- Les potentialités d'accueil de la Desges et la Senouire pour le saumon,
- La survie sous-graviers des œufs de saumon sur la Sioule et la Dore,
- Les passages de saumon sur le bassin de l'Allier,
- Des signes positifs pour l'anguille sur la Vienne.
- Enfin, deux articles concernant la sensibilisation : les sentiers pédagogiques de Chécy et Châtellerault et les posters « espèces ».





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** comprend 12 visuels regroupés autour de 3 axes auxquels ont été ajoutés deux nouveaux visuels thématiques sur l'anguille réalisés dans le cadre du Tableau de Bord « Anguille » **en 2011** :

- Présentation du bassin de la Loire / Gestion des poissons migrateurs et l'association LOGRAMI (2 visuels),
- Poissons migrateurs : Anguille, Saumon et truite de mer, Aloses, Lamproies (4 visuels),
- Thématiques (6 visuels) :
  - actions menées et état des lieux par sous-bassin : bassin Vienne-Creuse et bassin Loire-Allier (2 x 2 visuels),
  - libre circulation (2 visuels).
- « Les zones humides » : les habitats de l'anguille,
- « Portes ouvertes aux anguilles » : la circulation des anguilles.



Figure 368 : 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

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 2017

Volume des emprunts

En 2017, l'exposition complète ou partielle a été empruntée six fois sur une durée totale de 132 jours dont 102 d'exposition et 30 jours de temps de transport (Figure 369). Comme les années précédentes, le temps moyen consacré au transport aller-retour est de 5 jours.

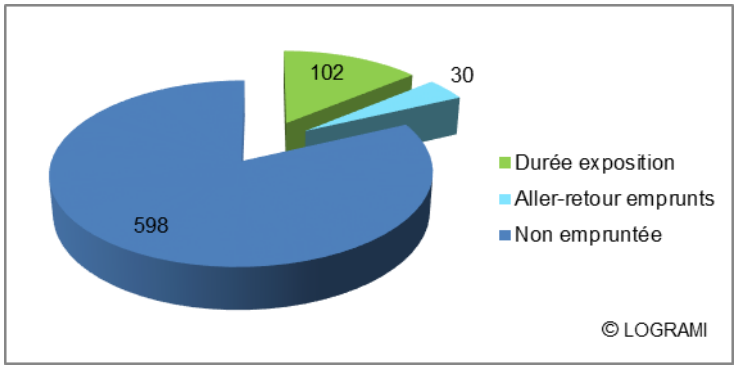


Figure 369 : Nombre de jours d'emprunt et d'exposition au public des deux jeux d'exposition « Grands Migrateurs de Loire » en 2017

L'exposition a été moins empruntée en 2017 par rapport à la moyenne observée sur la période 2010-2016, soit 10 emprunts. De la même façon, le temps d'exposition au public a été moins important (102 jours contre 197 jours en moyenne) (Figure 370).

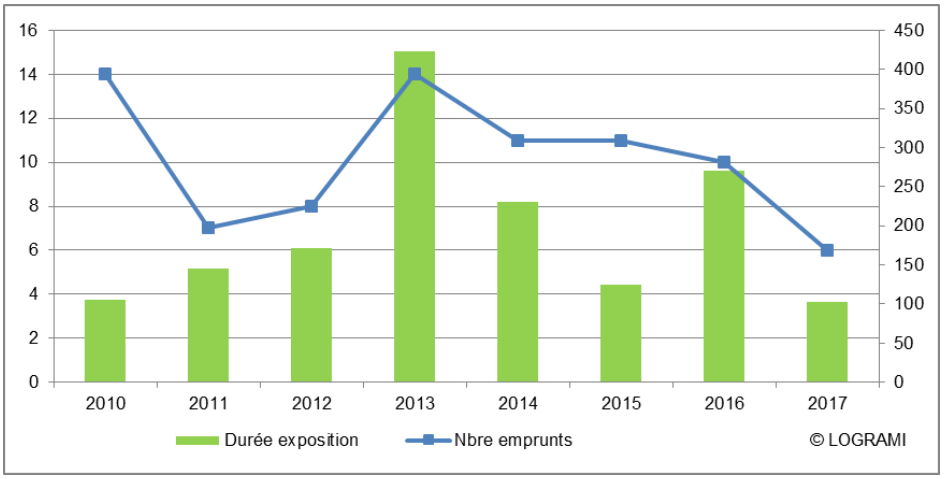


Figure 370 : Durée d'exposition au public et nombre d'emprunts de « Grands Migrateurs de Loire » de 2010 à 2017 (deux jeux d'exposition à partir de 2013)

L'exposition étant modulable, les emprunts ont concerné tout ou partie des visuels. Ainsi, en 2017, les 6 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 2017, cinq départements ont accueilli l'exposition, tous situés sur le bassin de la Loire : Puy-de-Dôme, Vienne, Haute-Vienne, Loire-Atlantique, Allier.

Elle a été visible pour la première fois en Haute-Vienne (87) lors d'une journée technique de la Chaire d'Excellence Grands Barrages Qualité des eaux organisée par la Fondation Partenariale de l'Université de Limoges.

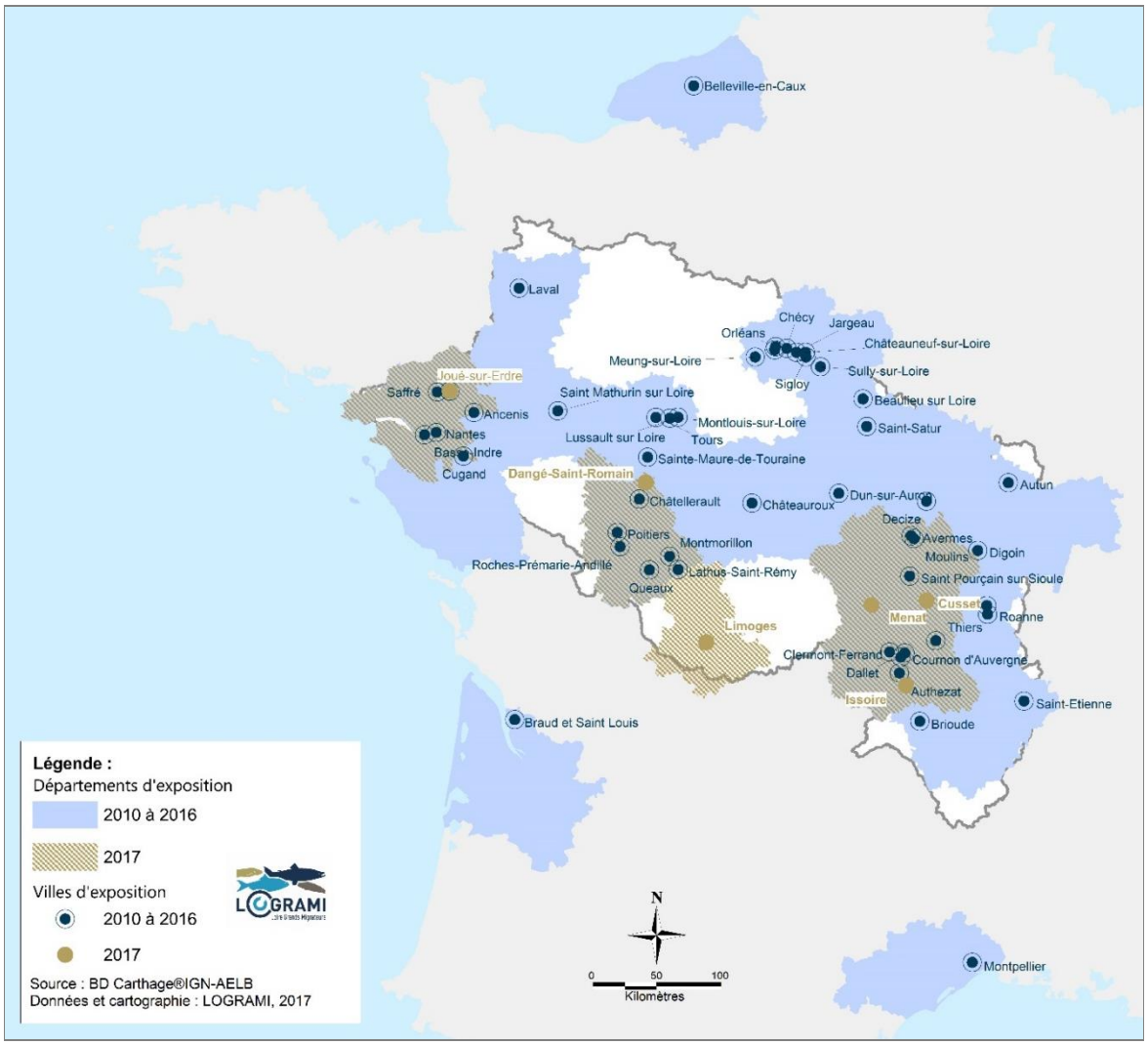


Figure 371 : Localisation des lieux et départements de l'exposition « Grands Migrateurs de Loire » de 2010 à 2017

Durée des expositions

Les temps d'exposition au public ont varié de 1 à 86 jours. Comme les années précédentes, les emprunts peuvent être répartis selon trois catégories de durées (Figure 372) :

- De 1 à <7 jours : ceux-ci ont représenté 9 % du temps d'exposition au public,
- De 7 à 30 jours (1 semaine à 1 mois) : cette catégorie a mobilisé 7 % du temps d'exposition au public,
- Enfin, les emprunts d'une durée supérieure à 30 jours ont été largement majoritaires avec 84 % du temps total d'exposition au public.

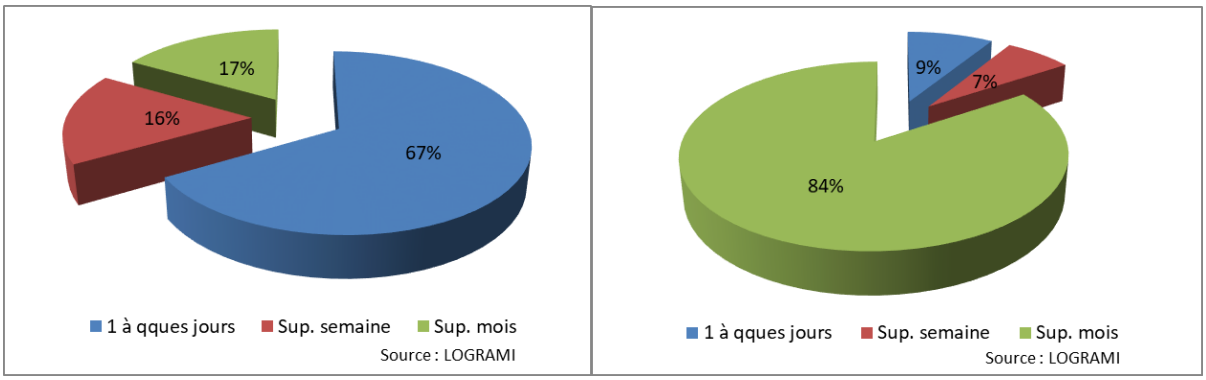


Figure 372 : Répartition des durées d'exposition « Grands Migrateurs de Loire » en 2017, en nombre d'emprunts (à gauche) et en nombre de jours d'exposition au public (à droite)

Concernant le nombre d'emprunts, et pour la quatrième année consécutive, les expositions de 1 à quelques jours ont dominé en 2017 (67 % des emprunts). Le reste des emprunts est équitablement réparti entre expositions de plus d'une semaine (16 % des emprunts) et expositions d'une durée supérieure à un mois (17 % des emprunts) (Figure 372 et Figure 373).

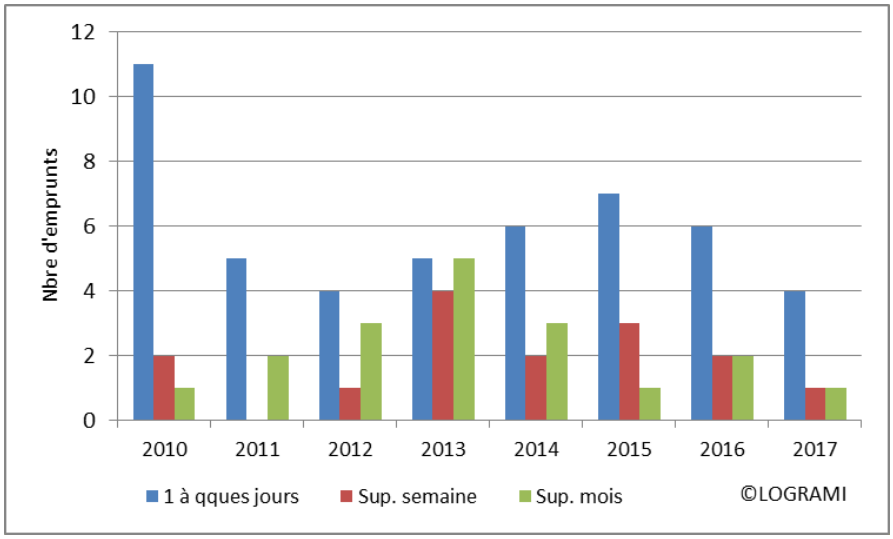


Figure 373 : Evolution du nombre d'emprunts de l'exposition « Grands Migrateurs de Loire » par classe de durée de 2010 à 2017

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. En 2017, l'exposition a été empruntée pour 3 manifestations de ce type : la Semaine verte de la ville d'Issoire (63), Les Naturales 2017 à Dangé-Saint-Romain (86) et la Fête de la chasse et de la pêche à Joué-sur-Erdre (44).
- **Les expositions à thème** correspondent à des emprunts de plus longue durée. Ces expositions ne visent pas spécifiquement un public averti. Celles-ci ont été au nombre de deux en 2017 : à la Maison de Pays de Menat (63) et au Lycée Albert Londres de Cusset (03) dans le cadre des Rencontres Inter-Lycées européens avec pour thème la sauvegarde du saumon.

- **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. Une manifestation de ce type a accueilli l'exposition en 2017 : 3ème journée thématique de la Chaire d'Excellence Grands Barrages Qualité des eaux organisée par la Fondation Partenariale de l'Université de Limoges (87).

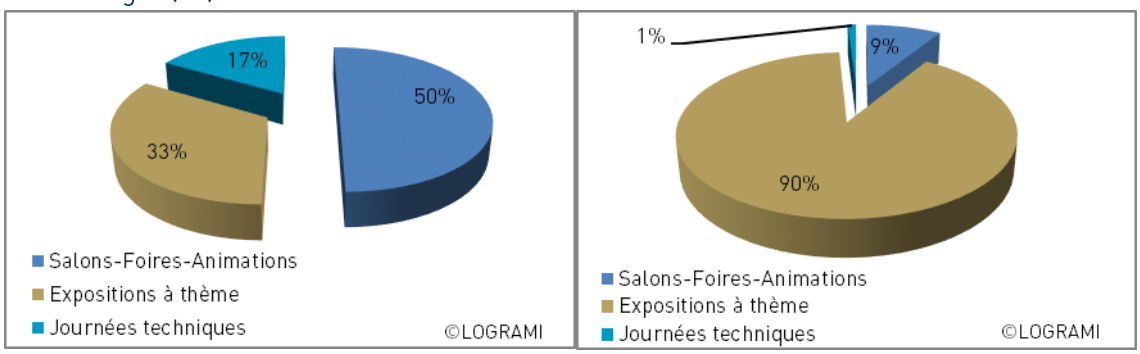


Figure 374 : Types de manifestations pour lesquelles l'exposition « Grands Migrateurs de Loire » a été empruntée en 2017, en nombre de manifestations (à gauche) et en nombre de jours d'exposition au public (à droite)

En nombre d'emprunts, ce sont les salons et journées d'animations grand public (50 % des emprunts) ainsi que les expositions à thème (33 % des emprunts) qui ont majoritairement mobilisé l'exposition en 2017. En termes de durée de présentation au public, les expositions à thème ont logiquement dominé avec 90 % du temps d'exposition (92 jours sur un total de 102 jours).



Figure 375 : Exposition « Grands Migrateurs de Loire » à la Maison de Pays de Menat (Source : E. Bouleau)

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.

L'exposition « Grands Migrateurs de Loire » a été **empruntée à 6 reprises en 2017**. Ce nombre d'emprunt est **en-deçà de la moyenne observée sur la période 2010-2016.** De même pour la durée d'exposition au public qui a été de 102 jours en 2017 contre 197 en moyenne. Elle a été présentée dans 5 départements différents dont un nouveau département, la Haute-Vienne (87).

Les durées d'exposition au public ont varié de 1 à 86 jours, deux expositions à thème ont mobilisé de façon très importante l'exposition avec 92 jours sur un total de 102 jours de présentation au public.

9.4. Les films

Depuis plusieurs années, l'association a conséquemment développé les outils de communication pour rendre accessibles les actions menées et les informations obtenues. A cette fin, une stratégie de communication a été déployée. Cette réalisation s'inscrit pleinement dans le développement d'outils de communication notamment à l'égard du cœur de cible : le grand public et les cibles élargies, les acteurs de l'eau et des milieux aquatiques.

9.4.1.1 Action mise en œuvre

Il s'agit de mettre en œuvre 5 clips vidéo (propriété LOGRAMI, Auteur prestataire) présentant les opérations d'acquisitions biologiques et de restitution de l'information par LOGRAMI réalisées dans le cadre du Plan Loire à travers le programme de recherches appliquées en faveur des poissons grands migrateurs du bassin Loire. Le message est de faire comprendre l'intérêt de ces acquisitions biologiques pour aider les gestionnaires à la prise de décision. Ces vidéos doivent également éclairer les cibles sur l'investissement des agents de Logrami pour mener à bien cette mission. Les clips reposent donc sur la présentation technique des opérations et leur intérêt pour guider les gestionnaires. La notion de chronique de données doit également transparaître dans ces vidéos car ce sont les séries chronologiques établies à l'échelle des cycles de vie des espèces qui sont pertinentes.

Les clips sont complémentaires et se déclinent en 5 épisodes marquants dans le processus de connaissance et de prise de décision de gestion.

9.4.1.2 Détail des scénarios

L'épisode 1 présente la vie des poissons migrateurs. Il dresse le décor en présentant la Loire, considérée comme le dernier fleuve sauvage d'Europe qui a marqué la géographie de sa vallée et de son bassin versant. Le territoire concerne 5 régions, 28 départements et accueille près de 8,5 millions d'habitants. Ce sont autant d'enjeux de gestion et d'acteurs impliqués.

Parmi les données nécessaires à la définition des grandes orientations de gestion des milieux aquatiques, LOGRAMI concentre ses efforts de recherche sur les bio-indicateurs que sont les poissons grands migrateurs. La trame de ce clip présente la migration saisonnière des poissons migrateurs, leur cycle de vie et les enjeux à l'échelle plus large que le bassin versant.

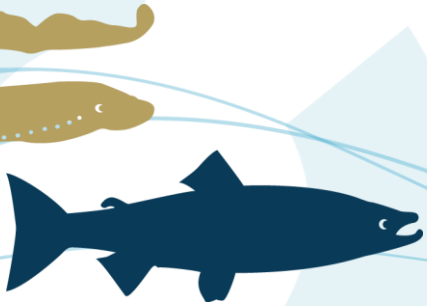




Figure 376 : Captures d'écran du film épisode 1 (Source logrami)

L'épisode 2 concerne leur voyage semé d'embuches. En effet, la Loire est un fleuve peu aménagé sur son cours moyen et aval hormis l'endiguement de ses berges. Pour autant, l'écoulement des eaux de son bassin versant est entravé par 19 000 obstacles. Or, les poissons grands migrateurs sont des marathoniens contraints de finaliser leurs parcours en saut d'obstacles. C'est la question de la continuité écologique et de l'accessibilité des zones de reproduction et de croissance.

Le travail porté par LOGRAMI consiste à évaluer les difficultés des parcours des poissons grands migrateurs lorsqu'ils remontent et redescendent les rivières. Il s'agit de guider les gestionnaires vers les actions les plus efficaces pour un gain biologique maximum en priorisant les interventions.

L'épisode 3 aborde les notions d'habitat avec un toit pour chacun. Puisque lorsqu'on parle de poissons grands migrateurs, on pense aux différentes difficultés de leurs parcours. Mais les poissons grands

migrateurs doivent faire face à un autre handicap. Comme pour de nombreuses espèces, il s'agit de la dégradation des habitats.

Celle-ci peut être causée par des pollutions ponctuelles ou chroniques, d'origine chimique ou thermique. Cette atteinte à leur lieu de vie est également issue des aménagements qui modifient les conditions d'écoulement de l'eau et appauvrissent le lit de la rivière en graviers.

Pour mieux comprendre et évaluer la disponibilité, la fonctionnalité et l'utilisation des habitats par les espèces migratrices, LOGRAMI réalise des opérations spécifiques. Elles portent sur la quantification des habitats de reproduction et de croissance disponibles pour les différentes espèces de poissons grands migrateurs. Ces informations sont complétées par des suivis de reproduction et la mesure du développement des œufs dans les frayères. Ces études orientent les gestionnaires vers l'amélioration de la qualité des habitats sur les secteurs critiques afin d'augmenter la survie de ces espèces lors de leur séjour en milieu continental.

L'épisode 4 montre que l'espoir est dans la jeunesse. Ainsi, la Loire accueille en son sein de nombreuses espèces contribuant à une richesse considérable de biodiversité. Parmi elles, les poissons grands migrateurs viennent pour s'y reproduire et grandir. Cette étape clef de leur cycle de vie est dépendante de la capacité du milieu à accueillir les juvéniles. Afin de mesurer l'état des populations de poissons grands migrateurs, LOGRAMI focalise une partie de ses études sur la mesure de l'abondance des jeunes stades dans chacun de leurs habitats. Ces informations permettent d'alerter les gestionnaires sur la situation, orienter vers des actions de conservation ou rassurer sur la restauration des espèces.

L'épisode 5 se focalise sur la nécessité d'agir en connaissance de cause. En effet, chaque jour, les acteurs de l'eau et des milieux aquatiques dont LOGRAMI, mesurent, comptent et analysent les informations pour connaître et comprendre le fonctionnement du bassin versant de la Loire. Ces données permettent d'orienter les actions et de s'adapter à la situation des espèces pour assurer le meilleur fonctionnement du bassin versant. Car une rivière qui vit, c'est un écosystème harmonieux avec une biodiversité.

Chaque année de données supplémentaires permet de comprendre les phénomènes complexes, jalonnés d'années exceptionnelles. En effet, en termes d'étude du vivant, seules les longues séries chronologiques de données sont capables de révéler les mécanismes qui sont en œuvre. Ces informations collectées par LOGRAMI sont alors mises à dispositions de tous, traduites en indicateurs, elles sont adaptées pour sensibiliser le grand public sur l'état des populations et même relayées sous forme ludique à travers les jeux et les sentiers pédagogiques. Ainsi, LOGRAMI s'attache quotidiennement à enrichir la connaissance afin que les gestionnaires des milieux aquatiques prennent les décisions en connaissance de cause.

9.5. Conclusion

Les actions de valorisation de l'information permettent de diffuser et relayer les résultats des suivis et études sur les poissons migrateurs du bassin Loire en temps réel, tant auprès des gestionnaires de bassin et locaux que du grand public.

Ainsi, en 2017, la restitution des données et l'expertise a été réalisée dans le cadre des programmes nationaux et supranationaux. Au niveau du bassin Loire, les agents de LOGRAMI ont participé à 100 réunions permettant ainsi la diffusion des connaissances et l'expertise sur l'état des populations de grands migrateurs à l'échelle du bassin ou plus locale. Par ailleurs, pour la première année, deux journées de restitution des informations à destination des acteurs locaux ont été organisées sur le bassin : l'une à Clermont-Ferrand, l'autre à Poitiers.

Concernant le grand public, outre les outils pédagogiques déjà déployés les années précédentes (jeux, posters, sentier pédagogique), le site internet comptabilise, en 2017, près de 53 000 visites par 24 000





visiteurs. Sa fréquentation est étroitement liée d'une part à la période de migration et de reproduction des espèces, d'autre part aux actualités publiées. Hormis la page d'accueil, les pages « stations de comptage » restent les principales pages d'entrée sur le site.

Comme les années précédentes, l'exposition Grands Migrateurs de Loire a également permis la sensibilisation et la diffusion des connaissances essentiellement auprès du grand public. Elle a été utilisée à six reprises dans cinq départements différents du bassin Loire.

La plaquette Actions phares, qui a été diffusée à 3 300 exemplaires en 2017, restitue un concentré d'informations acquises l'année précédente principalement auprès des acteurs locaux, élus ou techniciens. Elle est également téléchargeable sur le site internet.

Enfin, un nouveau support de communication a été mobilisé. Ainsi, une série de cinq clips vidéo présentant les opérations d'acquisitions biologiques et de restitution de l'information par LOGRAMI réalisées dans le cadre du Plan Loire a été conçue.

Les outils de valorisation et de diffusion des connaissances sont complémentaires afin de toucher différents publics cibles. La restitution des connaissances acquises ainsi que l'expertise liée est primordiale pour la gestion des cours d'eau à l'échelle locale et de bassin. Elle est réalisée chaque année par les agents de LOGRAMI grâce à la participation aux programmes nationaux, aux avis techniques réalisés ainsi qu'aux réunions techniques et de concertations locales. En 2017, deux journées de restitution des résultats du programme d'études sur les poissons migrateurs du bassin Loire ont été organisées à destination des acteurs locaux.

La sensibilisation auprès d'un plus large public passe par des outils tels que le site internet ou bien l'exposition itinérante, auxquels s'ajoutent les outils pédagogiques mis en place précédemment (jeux, sentier, posters). En 2017, un nouvel outil de communication a été utilisé au travers la réalisation de clips vidéo.

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

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

10.1.1. Quantification des habitats

Depuis plusieurs années, la détermination des habitats potentiels actuels dans les cours d'eau par la méthode des faciès d'écoulement permet ensuite de convertir les surfaces en Equivalents Radier-Rapide (ERR) et de connaitre la surface disponible et la sectorisation des zones de production pour la croissance des juvéniles dans le cadre du saumon atlantique mais également de déterminer les zones de reproduction potentielles pour les lamproies et les aloses.

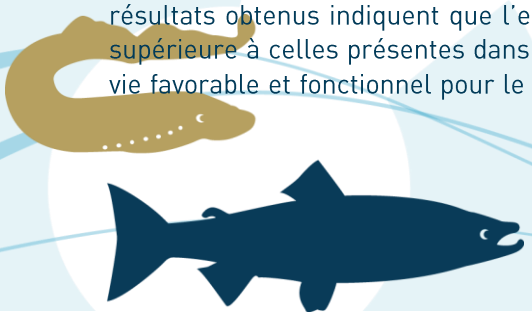
En 2017, les secteurs prospectés de l'Allier sont les secteurs faisant l'objet de déversement de juvéniles. La première zone « de Langeac à Brioude » (S4) présente 180 227 m² de surface favorable Equivalents-Radier-Rapide. Ce résultat est légèrement inférieur à celui de la quantification réalisée en 1999 mais l'écart est principalement induit à la différence de méthode. Le travail de détermination et de calcul de surface des faciès paraît toutefois plus exhaustif (prise en compte des bras secondaires) et plus précis (appréciation de la hauteur d'eau induisant une meilleure distinction CLO/PLA) en 2017. Cette estimation représente un potentiel annuel de production de **13 517 smolts**.

L'autre secteur aleviné (S5), situé en aval du secteur (S4) décrit en 2017, devrait être prospecté en 2018 afin de fournir aux gestionnaires des données actualisées concernant la quantification et la localisation des habitats favorables au développement des juvéniles de saumon atlantiques sur l'ensemble du secteur aleviné de l'Allier.

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.

La qualité de l'habitat physique est un paramètre déterminant pour la survie des œufs de saumons. Les résultats obtenus indiquent que l'ensemble des zones de reproduction du saumon sur l'Alagnon est supérieure à celles présentes dans la partie amont du Béal. Le Béal ne semble pas être un milieu de vie favorable et fonctionnel pour le développement des œufs. En effet, les vitesses de courant y étant



plus faibles que dans l'Alagnon favorise l'accumulation de particules fines qui engendre un colmatage plus important des zones de reproduction.

Les très faibles taux de survie rencontrés lors de la campagne 2016-2017 ne peuvent pas être corrélés aux différentes mesures de colmatage des frayères. Les conditions environnementales particulières de mi-janvier ont pu avoir un impact direct sur la mauvaise survie des œufs.

Toutefois, les nouvelles techniques de caractérisation du substrat de reproduction (Conductivité hydraulique, Piège à sédiments) sont assez simples, peu chères, efficaces et permettent d'évaluer le colmatage de la zone hyporhéique. Il est donc intéressant d'envisager la **réitération de cette étude de manière à tenter de comprendre les différences de survie entre les sites.**

D'autre part, les échantillonnages printaniers d'alevins des saumons réalisés en 2017 sur **la Dore ont mis en évidence la présence de tacons natifs sur une station**. La production d'alevins de saumon natifs de la Dore reste néanmoins très faible.

En 2017, la production de tacons 0+ natifs dans la zone refuge de l'Allier en 2017 est inférieure à la moyenne historique. Le barrage de Poutès limite toujours fortement l'exploitation des capacités de production des habitats du Haut-Allier par les difficultés de franchissement de l'ouvrage par les géniteurs.

Sur **l'Alagnon, en l'absence d'alevinage en 2017, la présence de tacons 0+ natifs sur les 40 premiers kilomètres de l'Alagnon est encourageante.** Elle démontre la capacité de production de l'Alagnon et confirme la pertinence de la mise en place de la gestion patrimoniale sur ce cours d'eau.

La production de tacons 0+ natifs de la zone amont de la Sioule en 2017 est supérieure à la moyenne historique. **Les capacités de production de ce secteur sont réelles mais cette production, très variable d'une année à l'autre, semble être affectée par de forts débits à l'émergence et juste après l'émergence.** Ce résultat interroge sur la vulnérabilité des alevins natifs de ce secteur comparés à ceux d'autres secteurs du bassin de l'Allier.

Sur tous les affluents étudiés en 2017, exceptée la Senouire, la présence de tacons 0+ suit le même schéma : des tacons 0+ ne sont échantillonnés que dans les 2 premiers kilomètres en amont de la confluence avec l'Allier et les stations qui présentent les indices d'abondance les plus importants sont celles qui sont les plus proches de la confluence avec l'Allier. Même si des reproductions de saumons ne peuvent être écartées sur ces cours d'eau, il est probable, au regard des niveaux d'abondance relativement faibles, que les individus échantillonnés aient colonisé ces cours d'eau depuis l'Allier.

La présence de tacons 0+, bien que probablement issus d'alevinage réalisés sur l'Allier, sur la partie aval des Couze(s), à proximité de la confluence avec l'Allier, confirme leur capacité à accueillir et à développer des juvéniles de saumons. L'hypothèse d'un refuge thermique semble privilégiée pour les Couze(s) (toutes affluents de la partie aval de l'Allier dans le secteur d'Issoire (63)). Pour la Desges, située plus en amont, l'importante abondance de tacons dans l'Allier au niveau de sa confluence (zone refuge) et la compétition intra-spécifique qui en découle peut expliquer cette colonisation.

Enfin, sur la Senouire, la présence de tacons 0+ natifs jusqu'à Lavaudieu (43) confirme les données historiques de la FDAAPPMA 43 et révèle la capacité de ses habitats à produire des juvéniles de saumons.

En 2017, la recherche de juvéniles issus de reproduction naturelle sur la Gartempe a permis de capturer un alevin sur la station de Lavaugrasse située à Bessines-sur-Gartempe. Aucun alevin de saumon n'a été pêché sur les quatre autres sites prospectés. Sur ces stations, les résultats sont cohérents avec le suivi de la reproduction réalisé l'hiver précédent puisqu'aucun nid de saumon n'avait pu être observé.



Sur la station de Lavaugrasse, le seul individu échantillonné peut faire douter d'une réelle reproduction naturelle de saumon. L'hypothèse de l'hybridation entre un tacon et une truite fario est émise.

En conclusion, la production naturelle de juvéniles de saumon sur la Gartempe en 2017 a été nulle à très faible, en lien avec les conditions hydrologiques observées en 2016. La quasi-totalité des 92 saumons comptabilisés sur la Creuse à Descartes n'a vraisemblablement pas achevé sa migration jusqu'aux zones de reproduction, les faibles débits accentuant les difficultés de montaison engendrées par le cumul des seuils.

10.2.Les conditions environnementales et d'accessibilité des habitats

10.2.1. Conditions de migrations

L'activité migratoire des poissons est conditionnée par les débits et la température de l'eau. Les réseaux de mesures de débits montrent que l'année 2017 a présenté un profil très sec. Globalement, sur l'ensemble des stations hydrologiques analysées, les débits moyens mensuels sont inférieurs aux débits de référence. Seul le mois de mars a connu des débits proches voire supérieurs aux débits de référence. Cette hydrologie particulièrement faible a certainement été **défavorable aux migrations de l'ensemble des espèces amphihalines.**

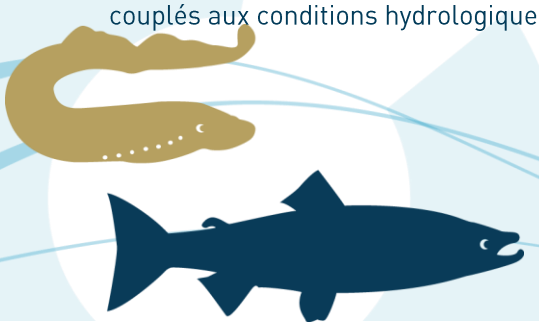
Concernant les températures, nous notons que le mois de janvier a été froid avec des valeurs en-dessous des références sur la plupart des sondes étudiées. A contrario, la période printanière (avril, mai, juin) a connu des températures élevées comparativement à l'historique, températures qui ont pu avoir un impact sur la progression des saumons en fin de migration printanière. En revanche, hormis sur l'Alagnon et la Vienne, les températures observées à l'étiage ont été comparables aux valeurs de référence, favorisant ainsi la survie estivale des saumons. Par ailleurs, un différentiel de température est constaté sur les tronçons de cours d'eau influencés par des lâchures de grands barrages (Loire, Sioule et Renaison) modifiant les évolutions thermiques estivales avec des apports d'eau fraîche.

Sur les principaux axes à migrateurs du bassin de la Loire, de nombreux projets et études en faveur du rétablissement de la continuité écologique sont en cours. Néanmoins, en 2017, peu d'avancées concernant la franchissabilité à la montaison ont été notées hormis l'aménagement du seuil de l'A89 sur la rivière Allier et le réaménagement du dispositif de franchissement du seuil de Carmone sur la Sioule.

10.2.2. Fronts de colonisation

Sur les principaux axes fréquentés par l'alose, le front de colonisation de celle-ci n'a guère dépassé les stations de comptage (Roanne sur la Loire, Vichy sur l'Allier et Gueugnon sur l'Arroux). Sur la Vienne et la Creuse, les effectifs aux stations de comptage étant légèrement plus élevés, les fronts sont considérés au-delà de celles-ci, soit respectivement à Bonneuil-Matours et La Roche-Posay. Enfin, sur le Cher, aucune reproduction n'a été observée dans le cadre de l'étude portée par l'EPL. Ces fronts sont donc globalement bas au regard des fronts maximum connus ces dernières années.

Comme pour l'alose, les fronts de colonisation de la lamproie marine en 2017 sont localisés au niveau des stations de comptage ou quelques kilomètres au-dessus, soit très bas sur les axes. Sur le Cher, le front s'établit à Tours, aucune reproduction n'ayant été observée en amont de cette limite. Ce constat est la résultante de très faibles effectifs (confirmés par les observations aux stations de comptage) couplés aux conditions hydrologiques défavorables.



Concernant le saumon, aucune reproduction n'a pu être observée sur l'axe Creuse-Gartempe. Sur la Loire amont, les saumons ont colonisé la Loire jusqu'à Roanne et l'Arroux jusqu'à Gueugnon. Sur l'Allier et ses affluents, les fronts de colonisation ont été déterminés grâce aux survols réalisés en hélicoptère et aux observations à pied. Les fronts de colonisation s'établissent assez haut malgré les faibles conditions hydrologiques. Néanmoins, les densités de frayères sont faibles sur les parties amont des axes. L'Alagnon a été plus colonisé en proportion des autres axes de l'amont (21,5% des frayères contre 11,7%+/-4,9 en moyenne sur les comptages précédents). Les habitats de reproduction utilisés s'étendent sur 27 km et une frayère a été observée sur son affluent, la Sianne. Sur l'Allier, le front s'établit à Naussac. Comme chaque année, le tronçon Poutès-Naussac a été très peu colonisé par les saumons en raison de difficultés d'accès à cette zone ayant pour conséquence le recensement de 93 % des frayères en aval de Poutès. Sur la Sioule, le nombre de frayères observées est faible au regard des autres années de suivi. Malgré tout, le front de colonisation atteint le barrage infranchissable de Queuille, l'ensemble du linéaire colonisable a donc été fréquenté par les saumons.

10.2.3. Dévalaison des smolts

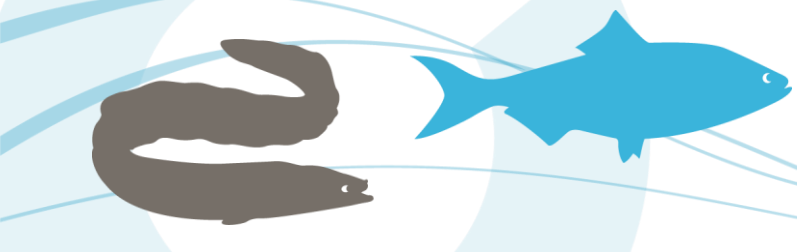
Outre la présence de nombreux seuils de moulins pénalisant la remontée du saumon atlantique, la Gartempe abrite 20 ouvrages utilisés pour la production hydroélectrique dont 15 étaient en fonctionnement en 2017. Parmi ces usines, seules deux étaient équipées de dispositifs récents d'évitement des turbines à la dévalaison. Afin d'accompagner l'évolution réglementaire et la mise aux normes de ces installations demandée par l'administration, un suivi de la dévalaison de smolts au droit d'usines équipées et non équipées de dispositifs pour la dévalaison est réalisé. 2017 en constitue la première année de suivi.

L'objectif étant de connaître les taux de transfert ainsi que les temps de passage des smolts au niveau des deux usines. Cette étude a utilisé le radiopistage mis en place sur deux usines : Roche-Etrangleloup à Châteauponsac et Chaume à Saint-Ouen-sur-Gartempe. A La Roche-Etrangleloup, site équipé d'un dispositif de dévalaison, la technique du RFID (Radio Frequency Identification) et le suivi passif permet en complément d'étudier les voies de passages des smolts.

Au cours de cette première année d'étude, un total de 188 smolts a été marqué dont 93 avec des radio-émetteurs (radiopistage) et 95 à l'aide de transpondeurs passifs (suivi RFID). Suite aux rejets des marques post-marquage, un total de 169 smolts a été suivi. Il faut noter que cette première campagne a été réalisée dans des conditions hydrologiques faibles.

Les premières analyses révèlent une différence importante entre les temps de passage des smolts aux deux usines, celle de La Roche Etrangleloup équipée d'un dispositif de dévalaison et celle du Moulin de Chaume non équipée. De même, 58 % des smolts se présentant à l'usine du Moulin de Chaume ont réalisé de nombreux allers-retours contre 6 % à l'usine de la Roche Etrangleloup.

L'ensemble des résultats et analyses sera présenté dans un rapport spécifique. L'exploitation complète des résultats devra être réalisée au regard des conditions environnementales particulières de l'année et complémentairement aux données recueillies en 2018. En effet, l'étude est reconduite en 2018 avec un nombre de sites étudiés porté à quatre usines.



10.3.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).

Le réseau de suivi des migrations se compose de dix stations de comptage installées le long des principaux axes de migration du bassin de la Loire. En 2017, les systèmes de comptage ont tous été opérationnels avec un taux moyen de fonctionnement de 91 % +/- 18. Quelques comptages de poissons ont toutefois pu être manqués à Saint Pourçain sur Sioule, avant le mois de mars, à Descartes durant une partie du mois de juillet ainsi qu'à Vichy et Roanne lors de brèves coupures de courants. A Langeac aucun enregistrement n'a pu être réalisé au barrage avant le 18 mai 2017.

10.3.1. Des aloses

Les premières aloses sont contrôlées généralement sur la Creuse à Descartes. Il s'agit de la station de comptage la plus proche de l'estuaire. Malgré une distance à l'océan plus importante, la période de migration des aloses à Decize sur la Loire est proche de celle de Châtellerault sur la Vienne.

Alors que la période de migration 2017 des aloses fut plus tardive à Descartes et à Decize que celles des années précédentes, elle est dans la moyenne pour les stations de comptage de Châtellerault et de Vichy.

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 : entre les stations du bassin de la Vienne et celles de Decize (11 jours) et de Vichy (13 jours). La logique d'une arrivée plus précoce aux stations situées sur l'aval du bassin de la Loire est respectée.

10.3.2. Des lamproies marines

Chez la lamproie marine, un décalage important est à noter entre les deux stations les plus aval (Descartes et Châtellerault) et celles situées plus en amont (Decize et Vichy). L'amplitude totale de la période de migration est, comme pour l'alose, beaucoup plus importante sur les stations de comptage situées à l'aval.

En 2017, seulement une lamproie a été observée aux stations de comptage amont. Les rythmes de migration aux deux stations du bassin de la Vienne sont globalement similaires. Les périodes sont très précoces par rapport aux années précédentes. La moitié de la migration a été atteinte 1 mois plus tôt que les années précédentes.



10.3.3. Du saumon

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. La période de migration varie suivant l'âge de mer des saumons, chaque classe d'âge ayant une période spécifique de migration dans l'année. La période hivernale et printanière est ainsi plus propice aux individus de tailles importantes. Les poissons d'un an de mer arrivent plus tardivement sur le bassin. 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. Les passages aux stations de comptage de Langeac et de Poutès ont en majorité lieu en automne, avant le début de la reproduction.

En 2017, 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 : 29 jours entre Descartes et Vichy et 160 jours entre Vichy et Poutès.

10.3.4. De l'anguille

Sur la Vienne à Châtellerault, la migration des anguilles a débuté mi-mai lorsque les débits de la Vienne ont augmenté (passant de 56 m^3/s à 175 m^3/s entre le 15 et le 20 mai). Des individus sont observés régulièrement jusqu'au début du mois de juillet. Les passages journaliers restent très faibles durant cette période. Le pic de migration a eu lieu le 24 juin, avec seulement 5 anguilles comptabilisées (soit 9 % de l'effectif annuel). Aucun passage n'a été observé pendant l'été, les deux derniers individus ont été comptés début septembre.

10.3.5. Rythme nycthéméral

Chaque espèce de poissons migrateurs a une activité migratoire différente durant la journée. Les données compilées depuis 1997 aux stations de vidéos-comptages renseignent sur ces rythmes nycthéméraux.

Ainsi le saumon atlantique, les aloses et les mulets porcs ont une migration diurne. Pour le saumon et le mulet, l'activité est similaire durant toute la journée, alors que pour l'alose elle s'intensifie en fin d'après-midi. Les déplacements de la lamproie marine et de l'anguille sont majoritairement nocturnes, avec des pics d'activité en milieu de nuit.

10.4.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.



10.4.1. Effectifs aux stations de comptage

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 de la 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. Les résultats de l'année 2017 confirment cette régression avec des effectifs très faibles (seulement 1 035 aloses dénombrées). Le bassin de la Vienne a accueilli la majorité de la population avec plus de 80 % de l'effectif annuel.

Depuis l'ouverture de la station de comptage de Châtellerault en 2004, il apparait que l'essentiel des comptages de lamproies marines est effectué sur le bassin de la Vienne. L'affinité de cette espèce avec ce bassin peut s'expliquer par la proximité de 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. Néanmoins en 2017, **très peu de lamproies marines ont été observées sur ce bassin**. Seulement 1 228 individus ont été comptés, soit **10 fois moins que le minimum** recensé en 2011. De faibles effectifs ont aussi été enregistrés sur les autres rivières françaises. Ces résultats inquiètent quant au devenir de cette espèce patrimoniale.

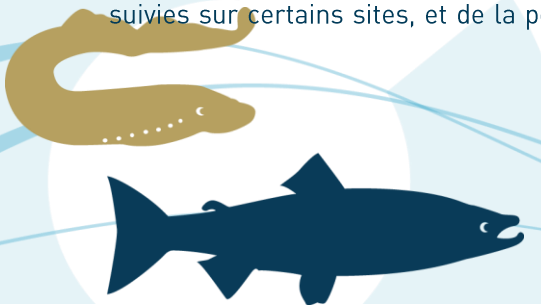
La répartition des stations de comptage sur l'ensemble du bassin de la Loire permet de connaître précisément les abondances de saumons atlantiques en migration de reproduction chaque année sur les axes concernés par les stations de comptage. Les zones de reproduction se situent en effet systématiquement en amont des dispositifs de comptages. 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 le bassin de l'Allier (86 % en 2017), il apparaît qu'une proportion non négligeable remonte sur le bassin de la Creuse (11 % en 2017).

Sur l'axe Creuse Gartempe, 92 saumons ont été comptés à Descartes, aucun individu n'a été observé à Chateauponsac 140 km en amont. Ce résultat reflète les problèmes de continuité rencontrés sur ce bassin.

Sur l'Allier, les moyennes annuelles à Vichy sont de 779 individus depuis 2011 alors qu'elles étaient historiquement (depuis 1997) de 612 saumons. Cette tendance d'augmentation encourageante est confirmée en 2017 avec plus de 750 individus comptés. Ces effectifs ont été accompagnés d'une migration printanière intéressante jusqu'à Langeac mais stoppée avant Poutès. Très peu d'individus ont pu accéder aux zones de reproduction situées en amont du barrage de Poutès. Seulement 4 % des saumons comptés à Vichy ont franchi cet ouvrage. Cette très faible proportion a été fortement influencée 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 de migration.

Les truites de mer sont en effectif extrêmement faible depuis de nombreuses années. En 2017, l'ensemble du réseau de comptage totalise 2 individus alors que d'autres bassins versants français présentent des populations très intéressantes. Ces résultats sont extrêmement faibles et confirment l'absence de population installée sur les axes contrôlés.

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.



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.

10.4.2. Succès de la reproduction d'alose

Ces suivis de reproduction de l'alose ont été allégés afin de garantir une faible mobilisation humaine concentrée uniquement dans des conditions de reproduction favorables. Malgré 5 nuits d'observation dans des conditions « favorables » de reproduction (température supérieur à 16 °C), aucun bull n'a été constaté. Il est possible que les faibles débits rencontrés pendant la période de migration des aloses aient pu limiter leur progression sur l'amont du bassin.

Les faibles effectifs comptabilisés aux stations de comptage en 2017 (20 géniteurs à Vichy et 194 géniteurs à Decize) couplés à l'absence de reproduction sur certaines frayères références en dessous de ces stations viennent confirmer la raréfaction de l'alose (grande et feinte) sur le bassin de la Loire. Toutefois, les capacités d'accueil sont importantes en Loire amont ainsi que sur l'Allier aval mais nous observons un défaut de géniteurs depuis 2007.

10.4.3. Relation géniteurs en migrations - frayères pour le saumon

Il s'agit de conforter la connaissance afin de déterminer le plus précisément possible les différentes étapes du cycle de vie et les probabilités de survie à chaque étape. Parmi toutes les étapes, la reproduction est une partie clef de la vie des poissons. Le programme d'actions 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**.

En 2017, la forte proportion et le nombre record de frayères de saumons localisées sur le secteur de l'Allier le plus aval (S5), ainsi que la présence de frayères très en aval sur l'Allier (aval d'Issoire) et sur la Sioule (aval de St Pourçain sur Sioule) confirment, outre l'absence de coup d'eau favorable à la migration, le caractère plutôt favorable à la survie des géniteurs des conditions estivales de 2017.

10.4.4. Production globale en tacons

Le réseau d'échantillonnage « Indice d'Abondance tacons » mené par LOGRAMI permet d'appréhender annuellement la production de juvéniles de saumons atlantiques d'automne du bassin de l'Allier, toutes origines confondues (natifs ou pisciculture), élément déterminant de la dynamique de la population.

En 2017, en plus des 4 cours d'eau habituellement suivis (l'Alagnon, l'Allier, la Dore et la Sioule), un échantillonnage inédit des 5 affluents de l'Allier, la Couze d'Ardes, la Couze Chambon, la Couze Pavin, la Desges et la Senouire, dont les surfaces favorables pour le développement des juvéniles de saumon atlantique ont été décrites récemment (2015-2016) a été réalisé.

Toutes stations confondues, l'indice d'abondance moyen du bassin s'élève en 2017 à 28,5 individus 0+/5 mn +/-40,3. Au regard du barème existant, celui-ci correspond à une abondance de tacons 0+ considérée comme faible. Les indices varient de 0 à 207 ind. 0+/5 mn.

L'Allier est la plus densément peuplée devant la Sioule, l'Alagnon, la Dore et les 5 « petits » affluents. Les abondances moyennes par cours d'eau peuvent être considérées comme moyennes pour l'Allier et la Sioule, faible pour l'Alagnon et très faibles pour les autres cours d'eau.

La campagne 2017 met en évidence :

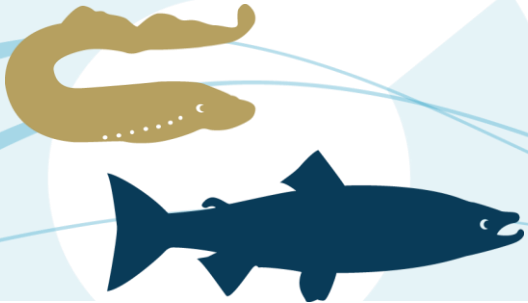
- une abondance de tacons 0+ sur l'Alagnon jugée faible qui correspond au niveau d'abondance le plus bas observé depuis 2009. Toutefois, la présence de tacons 0+ natifs jusqu'en amont de Massiac est encourageante et cette abondance est dénuée d'alevins déversés contrairement aux années précédentes. Elle démontre la capacité de production de l'Alagnon et confirme la pertinence de la mise en place de la gestion patrimoniale sur ce cours d'eau ;
- une abondance de tacons natifs moyenne dans la zone refuge de l'Allier principalement limitée à l'aval du barrage de Poutès (S3) et une production des secteurs alevinés S4 et S5, jugée, elle aussi, moyenne ;
- une abondance faible de tacons 0+ sur la Dore, qui confirme des problèmes récurrents de survie des juvéniles déversés ainsi que des problèmes d'accessibilité des géniteurs ;
- une abondance jugée moyenne pour la Sioule qui s'avère inférieure à l'abondance moyenne historique. Cependant, constituée pour partie de tacons 0+ natifs, cette production peut être considérée comme encourageante pour ce cours d'eau qui révèle d'importantes irrégularités annuelles de sa production de juvénile ;
- une abondance de tacons 0+ très faible sur les 5 autres affluents avec une production qui se cantonnerait principalement aux parties aval par colonisation d'individus provenant de l'Allier à la recherche d'habitats disponibles et plus favorables. La présence d'alevins très probablement natifs sur la Senouire révèle toutefois l'intérêt de ces affluents pour le saumon de l'Allier.

Pour l'année 2017, la production du bassin de l'Allier a pu être estimée à 401 495 tacons 0+ d'automne dont 69% proviennent de l'Allier. En 2016-2017, il apparaît que les survies entre les frayères et les alevins soient inférieures aux années précédentes. Les faibles valeurs observées sur la Sioule attestent d'un problème de survie dès le printemps.

10.4.5. Incrémentation annuelle du modèle de dynamique de population du saumon Loire Allier

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. L'ajout des **4 nouveaux points** porte la relation de calibration à **21 points** qui suit l'équation suivante **y=0.592x** (pour 100m²).

Les différentes mises à jour depuis la reprise de l'opération par LOGRAMI ont conduit à revoir à la hausse la relation médiane de façon importante notamment lors de l'ajout des points en 2015 et en 2017. Par ailleurs, les 5 points réalisés sur l'Alagnon s'intègrent bien dans la relation. Il n'y a donc pas de raison de penser que cette relation de calibration ne soit pas adaptée à l'Alagnon.



10.5.Les traits de vie

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.

10.5.1. Structure en âge

Les structures en âges permettent d'identifier des constantes populationnelles ou au contraire des variations annuelles. Ainsi, la proportion de castillons (saumon de 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 2017, seulement un individu a été observé à Descartes (soit 1 % de l'effectif). Alors que les années précédentes, cette classe d'âge représentait en moyenne 18 % (+/- 11) de la population. A contrario, sur l'amont du bassin, les poissons de 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 du bassin de la Loire.

L'axe Allier se particularise avec une proportion importante de saumons de 3 ans de mer. Sur la période 1997 à 2017, la proportion d'individus de 3 étés représente 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 circulation dans le bras court-circuité lors de faibles débits. Depuis 1986 sur les 1729 saumons ayant franchi l'ascenseur de Poutès, les saumons de trois été de mer représentent seulement 27,7 % des poissons. Une très forte variabilité de la proportion des poissons de 3 ans peut être notée sur ce site (0 % en 1998 pour 30 saumons et 79 % en 2004 pour 89 saumons). Cette variabilité semble directement liée aux déversements au barrage de Poutès, les années sans déversement lors de la présence de saumon à ce niveau de l'axe, un fort déficit des gros saumons est constaté.

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, seule 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 incomber 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 les bassins Creuse-Gartempe et Loire amont.

Concernant les lamproies, malgré un effort d'échantillonnage plus élevé que les années précédentes, cette quatrième année d'étude a permis d'échantillonner un nombre assez faible d'ammocètes de lamproies marines sur le bassin de la Vienne. Ces individus ont été échantillonnés sur des habitats diversifiés. Les densités présentent une variabilité d'un habitat à l'autre. Elles restent toutefois très 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. Par ailleurs, les habitats profonds ne sont pas échantillonnés. Or lors d'épisodes de fortes chaleurs ou de fluctuations importantes du niveau de l'eau, les ammocètes vont réaliser une migration latérale vers ces habitats réduisant ainsi le nombre d'individus présents en bordure.

La détermination de l'âge en fonction des distributions longueur-fréquence reste incertaine en raison de l'hétérogénéité des taux de croissance des larves de lamproies marines et du chevauchement possible des longueurs entre les classes d'âge. La décomposition des distributions de tailles permet tout de même de montrer la présence de cinq classes d'âges. Le recrutement de l'année 2017 est très faible, seulement un individu a été échantillonné. Cela confirme les études menées en parallèle qui ont mis en évidence un faible nombre de géniteurs et de reproduction sur le 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.

10.5.2. Phénologie

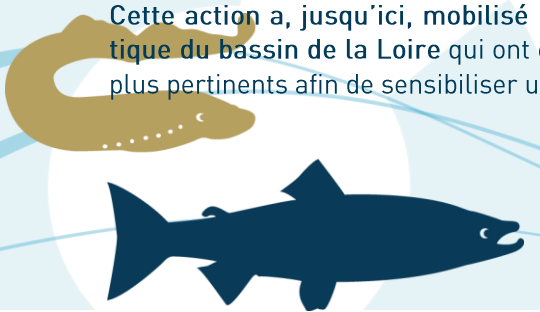
Un environnement saisonnier est un environnement variable mais prédictible d'une année à l'autre. Cette organisation saisonnière va imposer de fortes contraintes sur la phénologie des organismes. Par exemple, la date du début de la reproduction est un paramètre important puisque le succès reproducteur 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.

Concernant le saumon, après une reproduction particulièrement tardive en 2015, la reproduction de 2017 montre un démarrage précoce, dès le 7 novembre. L'activité de creusement de frayères est ensuite très lent, la période de très fort creusement étant observée entre le 24 novembre et le 1er décembre (58 % des 31 nids comptés).

10.6.Information sensibilisation sur le saumon atlantique et son interdiction de pêche

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 qui ont eu à charge les demandes administratives et le choix des sites les plus pertinents afin de sensibiliser un maximum de personnes.



Depuis leur création, nous avons œuvré pour la distribution et l'implantation de 200 panneaux par les Fédérations pour la Pêche et de Protection du Milieu Aquatique concernées.

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.

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.**

10.7. 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).

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 :

- l'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.

10.8.Impact du piégeage

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 (+26% de refus de passage le jour J et 24 minutes de retard).

Ainsi, 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 estivales de l'eau (25°C, étant létal chez le saumon atlantique) (BACH et al., 2011).



10.8.1. Production de l'incubateur du Renaison

Avec une production automnale estimée de 1216 tacons 0+ implantés dans le Renaison soit 12,2 % des œufs mis en place dans l'incubateur, les résultats de l'année 2017 s'apparentent à ceux obtenus en 2015. Contrairement à ce qui avait été observé en 2016, les très faibles débits du printemps 2017 pendant et après l'émergence des alevins ont permis à la production de l'incubateur de correctement s'implanter dans le Renaison.

10.8.2. Taux d'implantation

Si nous considérons les références bibliographiques, un taux d'implantation de 20 % correspond à une « bonne » survie des alevins entre leur déversement en mai et les pêches électriques réalisées en aout-septembre. (RICHARD A., non daté). Ainsi, les résultats obtenus à partir de la méthode utilisant les surfaces « d'Equivalents Radier-Rapide contiguës » en 2017 font état d'un :

- taux d'implantation « faible » sur la Gartempe (16 stations) = 2,6 % (+/- 2,6),
- taux d'implantation « faible » sur l'Allier aval (2 stations) = 3,3 % (+/- 2,9),
- taux d'implantation « moyen » sur la Dore (2 stations) = 7,6 % (+/- 9,1),
- taux d'implantation « bon » sur la Sioule (5 stations) = 21,9 % (+/- 10,3).

Au regard des données acquises entre 1999-2016 sur les stations références, la Dore (5,4 % +/- 1.7), le secteur S5 de l'Allier (11,1 % +/- 4,3) et la Gartempe (1,5 % +/- 1,8) présentent des taux d'implantation plus faibles que sur les autres cours d'eau du bassin de la Loire. La Sioule (26,7 % +/- 13,2) et le secteur S5 de l'Allier (37,3 % +/- 30,5) semblent quant à eux, plus aptes à produire des tacons à partir d'alevins déversés.

Le taux d'implantation moyen obtenu sur la Gartempe en 2017 (2,6 %) est tout de même supérieur à la moyenne interannuelle (1999-2016) et le second meilleur taux de la série de données. Quatre stations situées sur le cours amont ont un taux particulièrement élevé par rapport aux autres sites. L'hypothèse d'une forte concentration des tacons sur des radiers due aux faibles débits ne semble pas être la seule explication. En effet, trois stations situées sur le cours moyen présentent elles aussi, en 2017, un taux d'implantation supérieur à la moyenne interannuelle.

Nous pouvons supposer que ces taux d'implantation calculés sont des « minima ». Il est probable que la dispersion des juvéniles soit effective au-delà des habitats favorables strictement contigus au point de déversement, en particulier lorsque les densités au déversement sont supérieures aux surfaces disponibles. 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 m^2. Or, en 2017, les densités au déversement sur la Gartempe calculées par rapport aux surfaces d'habitats potentiellement productifs autour du point de déversement atteignent jusqu'à près 9 fois la préconisation alors que celles-ci respectent les densités au regard des surfaces indiquées à l'annexe 3. Cet écart s'explique par la différence parfois importante entre les données de cet annexe et le calcul réalisé à partir des relevés d'habitats potentiellement favorables contigus au point de déversement.

Le suivi spécifique réalisé en 2017 sur la Dore révèle que dès le premier mois entre 56 % et 80 % des alevins ne sont plus présents sur le lieu de leur déversement. La période estivale apporte aussi son lot de pertes. Au final, en 2017, l'implantation est comprise entre 5,3 % et 20 %. Les pertes se répartissent entre dispersion (vers l'aval et dans une moindre mesure vers l'amont) et mortalité.

L'alevinage gagnerait peut-être en efficacité si les densités déversées étaient adaptées aux surfaces d'Equivalents-Radier-Rapide et également adaptées aux densités automnales maximales historiques observées qui représentent réellement les capacités productives des stations.



Par ailleurs, sur la Dore, un affinage du plan d'alevinage, comportant la réduction des quantités déversées par points et l'augmentation du nombre de points pourrait diminuer les effets négatifs des surdensités déversées (mortalité par prédation et compétition intra et interspécifique).

10.8.3. Taux de retour des smolts déversés

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 les 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.

Selon les axes, les proportions de saumons issus des déversements au stade smolt sont variables. Sur la Creuse, le nombre de saumons sans adipeuse représente en moyenne 33 % de l'effectif annuel alors que sur la Loire et l'Allier, il ne représente respectivement que 10 % et 5 %.

Sur l'ensemble des axes, les taux de retour varient de 1 à 10 saumons de retours pour 10 000 smolts déversés :

- Moyenne bassin Allier depuis 2006 = 0,05 % +/- 0,003
- Moyenne bassin Loire-Arroux depuis 2009 = 0,004 % +/- 0,007
- Moyenne bassin Creuse-Gartempe depuis 2009 = 0,093 % +/-0,079

Les retours issus de l'année 2013 sur l'axe Creuse-Gartempe sont les plus importants enregistrés sur l'ensemble du bassin de la Loire. Un déversement des smolts en aval de la majorité des usines hydroélectriques et une hydrologie très favorable à la dévalaison 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. Toutefois, 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.

Les résultats des taux de retour au stade alevins sur les bassins de la Gartempe et de l'Arroux sont très faibles. Ils sont respectivement de 0,05 % et de 0,004 %. La bibliographie fait état d'implantation «faible» pour des taux compris entre 0,05 à 0,1 % (RICHARD, Non daté). Ces taux laissent sous-entendre une efficacité « minime » de ces programmes de déversement sur ces deux axes. La contribution de ces déversements sur le bassin de la Gartempe est toutefois 10 fois plus élevée que sur le bassin de l'Arroux.

Sur ces bassins où très peu ou pas de reproduction naturelle est observée, l'action doit prioritairement être portée sur l'amélioration de la survie en phase de montaison des géniteurs, de croissance des alevins et de dévalaison des smolts. En absence de restauration de la fonctionnalité de la rivière, le

mode de déversement au stade smolts semble être à privilégié afin d'espérer des retours de géniteurs plus conséquents et plus rapides.

10.8.4. Identification des saumons de retour

Conformément aux recommandations des groupe de travail et à l'invitation de l'INRA, l'échantillon génétique prélevé chaque année à la station de piégeage de Vichy 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.

Pour cela, l'étalement des captures de la semaine 10 à la semaine 23 et l'allongement des journées de piégeage jusqu'à 18h est indispensable. Ainsi, l'échantillon 2017 piégé par le CNSS 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.

L'année 2017 permet de compléter les échantillons thésaurisés par l'INRA afin d'obtenir une analyse pour la cohorte issue de la reproduction 2011 s'étalant sur des retours en 2015, 2016 et 2017.

Concernant les assignations parentales, elles montrent pour les cohortes dévalantes de 2009 et 2010, qu'une part importante (environ 39 %) des individus échantillonnés dans le bassin de l'Allier provient de pisciculture. 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 39 % nous devons également ajouter les pourcentages issus de déversements au stade smolt (environ 10 %).

En revanche, pour la cohorte dévalante de 2011, cette part de retour de géniteurs issus d'alevins déversés est très faible (environ 9 %), ce qui illustre une forte variation interannuelle. Il est à noter que ces individus dévalant en 2011 son issus de la reproduction des géniteurs de 2010. Or, 2010 est la saison qui enregistre le plus faible passage de saumons à Vichy depuis le début de comptage en 1997 (N=227).

10.8.5. Dynamique migratoire

Grace à l'indentification de la provenance des individus échantillonnés lors de la campagne 2015 (Rapport G. EVANNO, 2017) à la station de comptage de Vichy, des écarts de dynamique migratoire ont été observés à la fois sur les retours issus d'alevins et de smolts déversés.

En 2015 à Vichy, le rythme migratoire des saumons de 2 ans de mer issus de la reproduction naturelle montre un décalage avec celui des saumons issu des déversements au stade alevins qui arrive plus tardivement de quelques jours (8 jours à 25 % de la migration, 5 jours à 50 % et 1 jour à 75 %). Pour les saumons de 3 ans de mer, le constat est inverse, les saumons de 3 ans issus du plan de déversement au stade alevins, sont en avance par rapport aux saumons d'origine naturelle (6 jours à 25 % de la migration, 30 jours à 50 % et 20 jours à 75 %).

En 2017, à Descartes et Vichy, le rythme migratoire des saumons tous âges confondus issus des déversements au stade smolts est plus tardif que celui des saumons issus d'autres origines (déversements alevins et reproduction naturelle). Ces résultats obtenus confirment les observations faites depuis plusieurs années (BACH et al, 2010), à savoir une « dizaine de jours » de retard pour les individus issus des déversements de smolts.

Ces constats réalisés à la fois sur le bassin Creuse-Gartempe (smolts) et le bassin de l'Allier (alevins et smolts déversés), peuvent paraitre 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 (Rapport Radiopistage Allier 2009 et Sioule 2012,



LOGRAMI). 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.

La date d'arrivée des individus aux stations de comptage est donc un facteur primordial pour optimiser la survie estivale des géniteurs et donc d'augmenter le pool d'individus participant au renouvellement de la population.

10.9.Valorisation des connaissances et sensibilisation des acteurs à la gestion des poissons migrateurs

Les actions de valorisation de l'information permettent de diffuser et relayer les résultats des suivis et études sur les poissons migrateurs du bassin Loire en temps réel, tant auprès des gestionnaires de bassin et locaux que du grand public.

Ainsi, en 2017, la restitution des données et l'expertise a été réalisée dans le cadre des programmes nationaux et supranationaux. Au niveau du bassin Loire, les agents de LOGRAMI ont participé à 100 réunions permettant ainsi la diffusion des connaissances et l'expertise sur l'état des populations de grands migrateurs à l'échelle du bassin ou plus locale. Par ailleurs, pour la première année, deux journées de restitution des informations à destination des acteurs locaux ont été organisées sur le bassin : l'une à Clermont-Ferrand, l'autre à Poitiers.

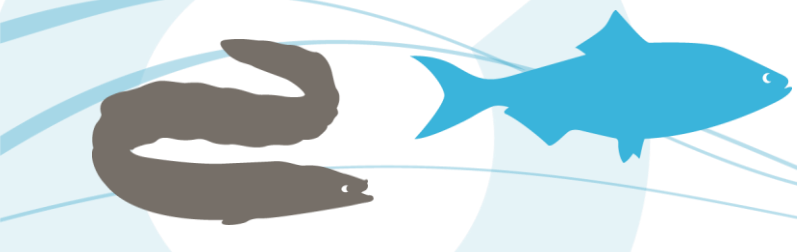
Concernant le grand public, outre les outils pédagogiques déjà déployés les années précédentes (jeux, posters, sentier pédagogique), le site internet comptabilise, en 2017, près de 53 000 visites par 24 000 visiteurs. Sa fréquentation est étroitement liée d'une part à la période de migration et de reproduction des espèces, d'autre part aux actualités publiées. Hormis la page d'accueil, les pages « stations de comptage » restent les principales pages d'entrée sur le site.

Comme les années précédentes, l'exposition Grands Migrateurs de Loire a également permis la sensibilisation et la diffusion des connaissances essentiellement auprès du grand public. Elle a été utilisée à six reprises dans cinq départements différents du bassin Loire.

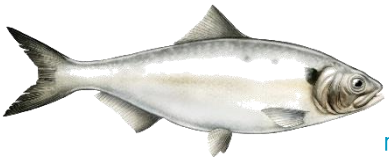
La plaquette Actions phares, qui a été diffusée à 3 300 exemplaires en 2017, restitue un concentré d'informations acquises l'année précédente principalement auprès des acteurs locaux, élus ou techniciens. Elle est également téléchargeable sur le site internet.

Enfin, un nouveau support de communication a été mobilisé. Ainsi, une série de cinq clips vidéo présentant les opérations d'acquisitions biologiques et de restitution de l'information par LOGRAMI réalisées dans le cadre du Plan Loire a été conçue.

Les outils de valorisation et de diffusion des connaissances sont complémentaires afin de toucher différents publics cibles. La restitution des connaissances acquises ainsi que l'expertise liée est primordiale pour la gestion des cours d'eau à l'échelle locale et de bassin.



11. Résumé



Ces dernières années viennent confirmer la raréfaction de l'alose (grande et feinte) sur le bassin de la Loire avec seulement 1035 géniteurs comptabilisés sur l'ensemble du réseau de stations en 2017. Les capacités d'accueil sont maximales en Loire amont mais nous y observons un défaut de géniteurs depuis 2007. Viennent ensuite les secteurs Vienne et Creuse qui concentrent aujourd'hui les enjeux sur ces espèces. 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 comptées historiquement aux stations de comptage.

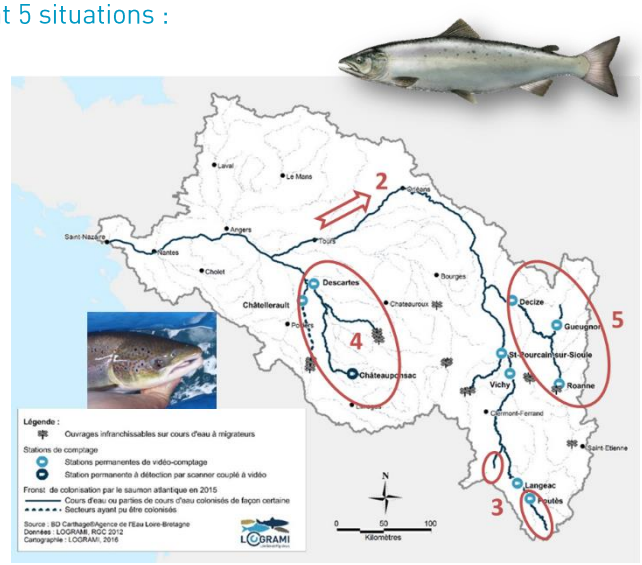
Les lamproies marines sont essentiellement présentes sur l'axe Vienne-Creuse. Le linéaire de cours d'eau colonisé varie d'année en année en fonction des aménagements des ouvrages mais également l'hydrologie joue un rôle capital dans la dynamique migratoire. Aujourd'hui près de 330 kilomètres sont ainsi 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 environ 1 200 lamproies...



Les analyses des migrations révèlent qu'une partie 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 des études sur les saumons de Loire révèlent 5 situations :

1 = Une reconquête du bassin sur les axes non condamnés alors qu'il était cantonné à l'axe Allier il y 20 ans
2 = la Loire moyenne est stratégique pour les passages en Loire amont, les situations d'étiage sévère compromettent la migration
3 = Une perte de productivité est constatée dans les territoires amont de l'Allier et Alagnon par des difficultés d'accès des zones de frayères par les géniteurs
4 = il existe un enjeu sur le territoire Creuse Gartempe avec une progression constante du nombre de remontées sur ce secteur mais présentant des difficultés majeures d'accès dès l'aval du bassin
5 = Une restauration à engager en Loire historique



12. Bibliographie

ASCONIT, 2012 - Assistance à maîtrise d'ouvrage portant étude de définition des potentialités d'accueil piscicoles de la Loire et de ses affluents. ASCONIT, 103 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., SENECAL A., CORNU V., PORTAFAIX P., JOUIN TREMEUR E., LE-LIEVRE 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., SENECAL A., PORTAFAIX P, CLOASTRE T., JEGO Y., KORDEK J., RIMBERT L. et BAISEZ A., 2016. Recueil de données biologiques 2015 sur les poissons migrateurs du bassin Loire, Rapport d'activité, Association LOGRAMI, 375 pages.

BACH J.M., PAROUTY T., LEON C., SENECAL 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., PAROUTY T., LEON C., SENECAL A., PORTAFAIX P., BARAULT A., RAUTUREAU C., DUPERRAY A., RIMBERT L. & BAISEZ A., 2017. Volet scientifique : Suivis biologiques des populations de poissons grands migrateurs, 2016. Rapport d'activité du PROGRAMME DE RECHERCHES APPLIQUEES EN FAVEUR DES POISSONS MIGRATEURS, Association LOGRAMI, 391 pages

BACH J.M., PAROUTY T., LEON C., SENECAL 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., SENECAL A., PORTAFAIX P., CLOASTRE T., JEGO Y., KORDEK J., RIMBERT L. & BAISEZ A., 2016. Volet scientifique : Suivis biologiques des populations de poissons grands migrateurs, 2015. Rapport d'activité du PROGRAMME DE RECHERCHES APPLIQUEES EN FAVEUR DES POISSONS MIGRATEURS, Association LOGRAMI, 376 pages

BACH J.M., PAROUTY T., LEON C., SENECAL 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., SENECAL 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., SENECAL 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.

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): preferendums physiques et variations annuelles (19761980). Acta Oecologica. 3: 241–256.

BARAN P., 2012. Gestion des débits : Comment concilier tous les intérêts et usages ? La gazette officielle de la pêche et de l'eau. p. 4.

BARDONNET A. & BAGLINIÈRE J.L. 2000. Freshwater habitat of Atlantic salmon (Salmo salar). Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 57(2): 497–506.

BHATTACHARYA C.G, 1967 - A simple method of resolution of a distribution into Gaussian components. Biometrics, 23: 115-135.

BLEY P.W., MORING J.R., 1988. Freshwater and ocean survival of Atlantic salmon and steelhead : A synopsis, U.S, Fish and Wildlife Service, Biological Report, 88 (9),

BOSC S., MENCHI O., 2016. Evaluation du colmatage du substrat des frayères à salmonidés sur le bassin de la Garonne amont en 2015, Rapport Final

BOUSQUET B., 1979. Biologie et migration des smolts de Saumon atlantique (Salmo salar L.) dans le bassin Loire-Allier et Adour-Gave d'Oloron. Thèse Doc. 3e cycle, Sci. et Tech. Prod. Anim., Inst. Natl. Polytechn., Toulouse, 80 pages.

BRIAND C., BAISEZ A., BARDONNET A., BEAULATON L., FEUNTEUN E., LAFAILLE P., Lambert P., PORCHER J.P., PROUZET P., RIGAUD C., 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.

CALKINS J.,1989. Winter habitats of Atlantic salmon, brook trout and rainbow trout : a literature review, US Army Cold Regions Research and Engineering Laboratory,

CARLE F.L., STRUB M.R., 1978 - A new method for estimating population size from removal data. Biométrics, 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.

CNSS, Rapport d'exécution Opérations temporaires de soutien d'effectif en saumons dans le bassin de la Loire du 1er novembre 2016 au 31 octobre 2017. CNSS, 90 pages.

COSYNS A., SENECAL A., BAISEZ A., 2013 – Etude actualisée des potentialités d'accueil de la Garonne pour le saumon atlantique. Rapport définitif - LOGRAMI, 78 pages

CRISP D.T., 1996. Environmental requirements of common riverine european salmonic fish species in fresh water with particular reference to physical and chemica aspects. Hydrobiologia, 323, 201-221.

CRISP, 1993. The environmental requirements of salmon and trout in fresh water. Freshwater Forum, 3, 176-202

CUNJAK R.A. et THERRIEN J., 1998. Inter-stage survival of wild juvenile Atlantic salmon, Salmo Salar L, Fisheries Management and Ecology, 5 , 209-223

DATRY T.et DONON E. 2011. Colmatage interstitiel des cours d'eau : Développement d'un protocole de mesure standardisé sur les réseaux de contrôle de surveillance français, Rapport final, Cemagref Lyon, 106p.

DAWSON H.A., JONES M.L., SCRIBNER K.T., GILMORE S.A., 2009 - An Assessment of Age Determination Methods for Great Lakes Larval Sea Lampreys, North American Journal of Fisheries Management, 29:4, 914-927

DESCLOUX S., DATRY T, PHILIPPE M., and MARMONIER P., 2010. Comparison of Different Techniques to Assess Surface and Subsurface Streambed Colmation with Fine Sediments, Int, Review of Hydrobiology, Submitted,

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.

DUMAS J., DAROLLES V., 1999 : Caractéristiques environnementales et survie embryolarvaire du Saumon atlantique, Salmo salar L., dans un cours d'eau du piémont pyrénéen, la Nivelle (France).

DUMAS J., MARTY S., 2006. A new method to evaluate egg-to-fry survival in salmonids, trials with Atlantic salmon, Journal of Fish Biology.

DUMAS J., OLAIZOLA M. & BARRIERE L., 2007. Egg-to-fry survival of atlantic salmon (Salmo Salar l.) in a river of the southern edge of its distribution area,the nivelle. Bfpp-Connaissance Et Gestion Du Patrimoine Aquatique, 39-59.

DURANT, JOL M., HJERMANN D., OTTERSEN G., et STENSETH N - Climate and the match or mismatch between predator requirements and resource availability. Climate Research 33, no 3 (20 avril 2007): 271-83.

DURANT, JOL M., HJERMANN D., OTTERSEN G., et STENSETH N - Climate and the match or mismatch between predator requirements and resource availability. Climate Research 33, no 3 (20 avril 2007): 271-83.

ELLIOTT J.M, 1991. Tolerance and resistance to thermal stress in juvenile Atlantic salmon, *Salmo salar.* Freshwater Biology, 25, 61-70

ELLIOTT J.M. and ELLIOTT J.A., 2010. Temperature requirements of Atlantic salmon Salmo salar, brown trout *Salmo trutta*, and artic charr *Salvelinus alpinus* : predicting the effects of climate change. Journal of Fish Biology 77: 1793-1817.

FOUILLE S., 2013. Etude d'impact de la quantité intra-sédimentaire en vue de la protection des naïades sur les rivières de la Cure et du Cousin.

FRETWELL SD, 1972 - Populations in a seasonal environment. Princeton, New Jersey: Princeton University Press.

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.

GREIG S.M., SEAR D.A., SMALLMAN D., CARLING P.A., 2005. Impact of clay particles on the cutaneous exchange of oxygen across the chorion of Atlantic salmon eggs, Journal of Fish Biology, 66, 1681-1691.

GREIG, S.M., SEAR, D.A & CARLING, P.A., 2007. A review of factors influencing the availability of dissolved oxygen to incubating salmonid embryos Hydrobiological Processes, 21, 323-334.

GUERRIN, F., et DUMAS J., 2001. « Knowledge representation and qualitative simulation of salmon redd functioning, Part II: qualitative model of redds » 59 (2): 85-108.

HANSEN M. J., ADAMS J. V. , CUDDY D. W., RICHARDS J. M., FODALE M. F., LARSON G. L., OLLILA D. J., SLADE J. W., STEEVES T. B., YOUNG R. J., ZERRENER A., 2003 - Optimizing larval assessment to support sea lamprey control in the Great Lakes. Journal of Great Lakes Research 29(Supplement 1):766–782

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.

INGENDAHL D., 2001. Dissolved oxygen concentration and emergence of sea trout fry from natural redds in tributaries of the River Rhine, Journal of Fish Biology, 58, 325-341.

JOUSSEAUME T. et EVANNO G., 2017. Identification de l'origine (sauvage / pisciculture) des saumons atlantiques du bassin de l'Allier par assignation génétique Phase 3 (cohortes 2010 et 2011). INRA, 20 pages

KEITH P, & ALLARDI J, 2001. Atlas des Poissons d'Eau douce de France, 2001, Patrimoines Naturels, n°47, Paris, 387 pages.

KORMAN J., MARMOREK D.R., LACROIX G.L., AMIRO P.G, RITTER J.A., WALTON D. WATT, RICHARD E.W., DONALD C.C., ROBINSON E., 2011. Development and Evaluation of a Biological Model to Assess Regional-Scale Effects of Acidification on Atlantic Salmon (Salmo salar). *Journal canadien des sciences halieutiques et aquatiques*, 1994, 51(3): 662-680.

LACHANCE & CARON, 2003 - Performance des ensemencements de smolts pour le saumon atlantique.21 pages

LACK D.L., 1968 - Ecological adaptations for breeding in birds

LACROIX G., 2011. Survival of Eggs and Alevins of Atlantic Salmon (Salmo salar) in Relation to the Chemistry of Interstitial Water in Redds in some Acidic Streams of Atlantic Canada. *Journal canadien des sciences halieutiques et aquatiques*, 1985, 42(2): 292-299.

LACROIX G.L., DONALD R.T., 1987. Responses of Juvenile Atlantic Salmon (Salmo salar) to Episodic Increases in Acidity of Nova Scotia Rivers. *Journal canadien des sciences halieutiques et aquatiques*, 1987, 44(8): 1475-1484.

LISLE T. E., LAWIS J., 1992. Effects of sediments transport on survival of salmonid embryos in a natural stream: a simulation approach. Can. J. Fish. Aquat. Sci.

LOUHI P,, OVASKA M,, MAKI-PETAYS A,, ERKINARO J,, and MUOTKA T,, 2011. Does fine sediment constrain salmonid alevin development and survival?

LOUHI P., MAÏKI-PETÄYS A., ERKINARO J., 2008. Spawning habitat of Atlantic Salmon and brown trout: General criteria and intragravel factors. River. Res. Applic. 24: 330–339.

MACKENZIE C., MORING J.R., 1988. Estimating survival of Atlantic salmon during the intra-gravel period, North American Journal of Fisheries Management,

MALAVOI J.R., 1999. Quantification des surfaces de production de tacons par le biais de faciès d'écoulement, MALAVOI, LOGRAMI, 11 p, + figures.

MALAVOI J.R., SOUCHON Y., 2001 - Description standardisée des principaux faciès d'écoulement observables en rivière : clé de détermination quantitative et mesures physiques, Bull, Fr, Pêche Piscic, 365/366, p 357-372.

MALAVOI J.R., SOUCHON Y., 2002 - Description standardisée des principaux faciès d'écoulement observables en rivière : clé de détermination qualitative et mesures physiques. . Note Technique. Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture, 365/366 : 357-372.

MARMONIER., DELETTRE., LEFEBVRE., GUYON., BOULTON., 2004. A simple technique using wooden stakes to estimate vertical patterns of interstitial oxygenation in the bed of rivers. Arch.Hydrobiol. 160 1 133-143.

MASSA F., BAGLINIERE J.L., PRUNET P., GRIMALDI C., 2000. SURVIE EMBRYO-LARVAIRE DE LA TRUITE (SALMO TRUTTA) ET CONDITIONS CHIMIQUES DANS LA FRAYÈRE. Cybium 2000, 24(3) suppl.: 129-140.

MASSA F., DELORME C., BAGLINIERE J.L., PRUNET P., GRIMALDI C., 1999. Exposition d'œufs de truites commune (Salmo Trutta) à des hypoxies temporaires ou continues : effets sur la branchie, la résorption de la vésicule vitelline et les caractéristiques morphométriques des alevins. Bull. Fr. Pêche Piscic. (1999) 355 : 421-440.

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.

McNEIL W.J., 1966. Effect of the spawning bed environnment on reproduction of pink and chum salmon, Fishery Bulletin, 65, 495-523.

MEYER, 2003. « The importance of measuring biotic and abiotic factors in the lower egg pocket to predict coho salmon egg survival », Journal of Fish Biology, 62 (3): 534-48, doi:10,1046/j,1095-8649,2003,00039,x.

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 pages.

O'CONNOR W.C. K., ANDREW T.E., 1998. The effects of siltation on Atlantic salmon, Salmo salar L,, embryos in the River Bush, Fisheries Management and Ecology.

OJANGUREN A.F., 1999. Effects of temperature on growth and efficiency of yolk utilisation in egg and pre-feeding larval stages of atlantic salmon. Aquaclture international, march 1999, volume 7, Issue 2, pp 81-87.

OJANGUREN A.F., BRANA F., 2003. Thermal dependence of embryonic growth and development in brown trout, Journal of Fish Biology 62, 580-590.

PARKINSON D., PETIT F., HOUBRECHTS G., PHILIPPART J.C., 2001. Dynamique de modification de l'habitat physique de reproduction des pondeurs lithophiles sous gravier. Cas de deux frayères à ombre dans l'Aisne. 41-55. Bulletin de la Société géographique de Liège, 2001.

PAUWELS S.J., HAINES T.A., 1994. Survival, hatching, and emergence success of Atlantic Salmon eggs planted in three Maine streams, North American Journal of Fisheries Management.

PORTAFAIX P., SENECAL 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.

POWER G., CUNJAK R.A., FLANNAGAN J., et KATOPODIS C., 1993. Chapiter 4 : Bilogical effects of river ice, In Environnemental aspects of river ice (PROWSE T.D. et GRIDLEY N.C. eds), pp, 97-119

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. CSP, 44 pages

REISER D.W. et WESHE T. A., 1979. In situ freesing as a cause of mortality in brown trout egges, The Progressive Fish Culturist, 41, 58-60.

RICHARD A., non daté. Gestion piscicole, interventions sur les populations de poissons, repeuplement des cours d'eau salmonicoles. – CSP, Collection Mise au point. 256 pages

RILEY W. D., MAXWELL D. L., PAWSON M. G., IVES M. J., 2009. The effects of low summer flow on wild salmon (Salmo salar), trout (Salmo trutta) and grayling (Thymallus thymallus) in a small stream. Freshwater Biology 54(12) : 2581 – 2599.

RODRIGUEZ-MUNOZ, R., NICIEZA A. G., BRANA F., 2001 - Effects of temperature on developmental performance, survival, and growth of sea lamprey embryos. Journal of Fish Biology 58:475–486.

ROFF, DEREK A., 2002 - Life history evolution. Sunderland, Massachusetts. Sinauer Associattes. 527 p

RUBIN J.F., GLIMSATER C., 1996. Egg-to-fry survival to the sea trout in some streams of Gotland. Journal of Fish Biology, 48, 585-606.

RUBIN J.F., 1995. Estimating the success of natural spawning of salmonids in streams, Journal of Fish Biology,

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 pages.

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.

TREMBLAY J., 2006. "Le stick hypoxie" Une nouvelle méthode pour mesurer l'oxygénation du lit des rivières. Le Cahier des Techniques de l'INRA, N° spécial, 47–50.

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.

VISSER, HOLLEMAN, 2001- Warmer springs disrupt the synchrony of oak and winter moth phenology

WALSH M., et CALKINS D.J., 1986. River ice and salmonids, 4th workshop on hydraulics of river ice, D 44-D 4,26.

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.


Les migrateurs surveillés par Logrami
Station de
Comptage
Nous avons bien creusé, notre frayère se voit encore mieux du ciel
hé ! Ils observent la survie de nos œufs!
Encore un galet à déplacer, et le nid sera prêt!
...et ils savent combien nous sommes
Ah, je l'ai, il est là, à proximité de cette frayère
C'est l'endroit parfait pour grandir
Avec nous les aloses, pas de reproduction sans bruit!
Du coup, ils nous écoutent...