

DECEMBRE 2019



PROGRAMME DE RECHERCHES APPLIQUEES EN FAVEUR DES POISSONS MIGRATEURS 2018

du 01/01/18 au 31/12/18

Recueil de données biologiques 2018
sur les poissons migrateurs du bassin
Loire



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



Établissement public du ministère chargé du développement durable



Association LOGRAMI

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

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



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

Association LOGRAMI, 2019. PROGRAMME DE RECHERCHES APPLIQUEES EN FAVEUR DES POISSONS MIGRATEURS 2018. Recueil de données biologiques 2018 sur les poissons migrateurs du bassin Loire, 394 p.

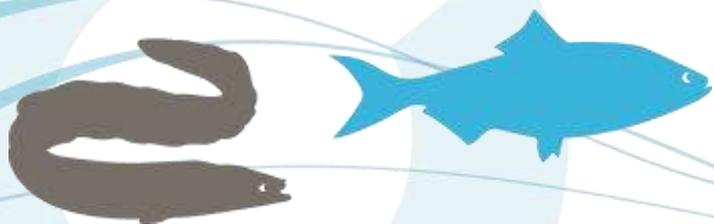
SOMMAIRE

1.	Programme de mesures	24
1.1.	Orientations du PLAGEPOMI	24
1.1.1.	Orientation C1	24
1.1.2.	Orientation C2	24
1.1.3.	Orientation C4	25
1.1.4.	Orientation G3	25
1.2.	Structuration du programme de recherches appliquées porté par LOGRAMI	26
2.	La caractérisation des habitats favorables	28
2.1.	Préambule	28
2.2.	Actualisation de la quantification des habitats potentiels pour le développement des juvéniles de saumon atlantique sur l'Allier entre Langeac et Brioude	29
2.2.1.	Matériel et méthodes	30
2.2.2.	Résultats de la cartographie de l'Allier entre Brioude et Pont du Château	34
2.2.3.	Comparaison des habitats des secteurs S4 et S5 de l'Allier cartographiés en 2017 et 2018	38
2.2.4.	Comparaison des secteurs S4 et S5 (2017–2018) avec la quantification de 1999	40
2.3.	Quantification des habitats potentiels pour le développement des juvéniles de saumon atlantique sur le Béal des Moulins de l'Alagnon	42
2.3.1.	Matériel et méthodes	43
2.3.2.	Bilan de la quantification d'habitats favorables sur le Béal de l'Alagnon	44
2.4.	Comparaison à l'échelle du bassin versant de l'Allier	46
2.5.	Base de données « habitats »	46
2.5.1.	Contexte et objectifs	46
2.5.2.	Composition de la base	47
2.5.3.	Travail réalisé en 2018	47
2.5.4.	Perspectives	49
2.6.	Qualification des habitats potentiels actuels	50
2.6.1.	Survie sous-graviers sur l'Alagnon en 2018-2019	50
2.6.2.	Capacité productive d'alevins de saumon	60
2.7.	Conclusion	71

3. Les conditions environnementales et d'accessibilité des habitats	72
3.1. Conditions environnementales de l'année 2018	73
3.1.1. Les débits	74
3.1.2. Les températures de l'eau	80
3.2. Conditions de migration à la montaison	85
3.2.1. Bassin Vienne-Creuse	86
3.2.2. Bassin Loire amont - Allier	87
3.3. Fronts de migration des poissons migrateurs : habitats réels utilisés	88
3.3.1. Le front de colonisation des aloses	88
3.3.2. Le front de colonisation de la lamproie marine	89
3.3.3. Le front de colonisation du saumon atlantique	91
3.4. Incidence de quatre ouvrages hydroélectriques sur les smolts en dévalaison sur la Gartempe	104
3.4.1. Contexte	104
3.4.2. Méthodologie	107
3.4.3. Conditions environnementales	126
3.4.4. Caractéristiques des smolts	127
3.4.5. Résultats	128
3.4.6. Conclusion	136
3.5. Conclusion des conditions environnementales et d'accessibilité	138
4. Les migrations des poissons migrateurs amphihalins	140
4.1. Contexte de l'étude	140
4.2. Objectifs	140
4.3. Généralités sur les stations de comptage	142
4.3.1. Fonctionnement des passes à poissons en 2018	143
4.3.2. Fonctionnement des stations de comptage en 2018	151
4.4. Migration des aloses	156
4.4.1. Amplitude de la période de migration	156
4.4.2. Dynamique migratoire	157
4.4.3. Passages journaliers	158
4.4.4. Rythme horaire de migration	160
4.5. Migration des lamproies marines	161
4.5.1. Amplitude migratoire	161
4.5.2. Dynamique migratoire	161
4.5.3. Passages journaliers	162
4.5.4. Rythme horaire de migration	163



4.6.	Migration des saumons atlantiques	164
4.6.1.	Amplitude de migration	164
4.6.2.	Dynamique migratoire	167
4.6.3.	Passages journaliers	170
4.6.4.	Rythme horaire de migration	175
4.7.	Migration des anguilles jaunes	176
4.7.1.	Amplitude et dynamique migratoire	176
4.7.2.	Passages journaliers	176
4.7.3.	Rythme horaire de migration	177
4.8.	Migration des mulets porcs	177
4.8.1.	Amplitude et dynamique migratoire	178
4.8.2.	Rythme horaire de migration	179
4.9.	Conclusion	180
5.	La dynamique de population	181
5.1.	Relation entre le nombre de géniteurs en migration et les comptages d'actes de reproduction	182
5.1.1.	Effectif des migrateurs aux stations de comptage	182
5.1.2.	Suivi de la reproduction des aloses et relation avec les géniteurs potentiels comptabilisés aux stations de comptage sur la Loire et l'Allier	204
5.1.3.	Relation géniteurs en migrations-frayères de saumon atlantique sur la Sioule	207
5.2.	Relation entre le nombre de nids et l'abondance et la distribution des juvéniles	208
5.2.1.	Allier	208
5.2.2.	Alagnon	209
5.2.3.	Sioule	211
5.3.	Abondance de juvéniles de saumons	212
5.3.1.	Abondance de juvéniles de saumons sur l'axe Creuse-Gartempe	212
5.3.2.	Abondance de juvéniles de saumons sur le bassin de l'Allier	215
5.3.3.	Production de juvéniles de saumon à l'échelle du bassin Loire	240
5.4.	Conclusion	241
6.	Les traits de vie	244
6.1.	Contexte de l'étude	244
6.2.	Structure en âge des saumons atlantiques	244
6.2.1.	Sur le bassin Creuse-Gartempe	245
6.2.2.	Sur le bassin de la Loire amont	247
6.2.3.	Sur le bassin de l'Allier	248
6.3.	Structure démographique des anguilles européennes sur la Vienne	253
6.4.	Structure en âge des juvéniles de lamproie marine sur le bassin de la Vienne	254



6.4.1.	Matériel et Méthodes	255
6.4.2.	Résultats	258
6.5.	Amplitude de la période de reproduction du saumon	263
6.6.	Conclusion	265
7.	Evolution de la colonisation du silure	267
7.1.	Effectifs des silures en migration aux stations de comptage	268
7.1.1.	Bilan des effectifs de silures à l'échelle du bassin	268
7.1.2.	Evolutions des effectifs de silures par site	269
7.1.3.	Amplitude de migration	273
7.1.4.	Comportement nyctéméral de migration	274
7.1.5.	Analyse biométrique des individus	275
7.1.6.	Influence des conditions environnementales sur les migrations	276
7.2.	Synchronisation des passages de silures avec les poissons migrateurs	279
7.2.1.	A l'échelle journalière	279
7.2.2.	A l'échelle horaire	280
7.3.	Conclusion	283
8.	L'évaluation de l'efficacité des programmes de soutien d'effectifs (saumon atlantique)	285
8.1.	Contexte de l'étude	285
8.2.	Impact de l'opération de piégeage sur le comportement de la migration des saumons	287
8.3.	Production de juvéniles à partir d'incubateur	288
8.3.1.	Contexte	288
8.3.2.	Résultats 2018	290
8.4.	Production des tacons d'automne à partir des déversements au stade alevin	291
8.4.1.	Implantation des juvéniles déversés sur la Gartempe	292
8.4.2.	Implantation de juvéniles déversés sur le bassin de l'Allier	301
8.5.	Taux de retour des individus déversés au stade pré-smolt	304
8.5.1.	Sur le bassin Creuse-Gartempe	305
8.5.2.	Sur le bassin de l'Allier	308
8.5.3.	Sur le bassin de l'Arroux	313
8.5.4.	Comparaison inter-bassins	315
8.6.	Taux de retour des individus déversés au stade alevins	315
8.6.1.	Sur le bassin de la Gartempe	316
8.6.2.	Sur le bassin de l'Arroux	317
8.6.3.	Sur le bassin de l'Allier	318
8.7.	Identification de l'origine des adultes de saumon de retour	319
8.7.1.	Effort de piégeage en 2018	319



8.7.2.	Représentativité de l'échantillon en 2018	321
8.7.3.	Etat sanitaire de l'échantillon en 2018	324
8.8.	Dynamique migratoire génésique selon l'origine des saumons	324
8.8.1.	Dynamique migratoire des saumons issus des déversements au stade alevins	325
8.8.2.	Dynamique migratoire des saumons issus des déversements au stade pré-smolt	326
8.9.	Conclusion	329
9.	La valorisation des connaissances et sensibilisation des acteurs à la gestion des poissons migrateurs	332
9.1.	Stratégie de communication des informations du programme d'actions	332
9.2.	Valorisation dans les programmes nationaux et supranationaux	333
9.2.1.	Valorisation en cours de programme	335
9.2.2.	Valorisation par public cible	338
9.3.	Valorisation des connaissances pour le grand public et accessibilité de la donnée	347
9.3.1.	Plaquette actions phares	347
9.3.2.	Site internet	348
9.3.3.	Exposition itinérante	358
9.3.4.	Panneaux	363
9.4.	Conclusion	371
10.	Conclusion générale	373
10.1.	Synthèse du bassin Loire	373
10.2.	Connaissance par axe migratoire	374
10.2.1.	La Loire Amont	374
10.2.2.	Le bassin Vienne-Creuse	375
10.2.3.	La Sioule	376
10.2.4.	L'Allier	376
10.3.	Synthèse de l'année 2018	378
10.4.	Résumé de l'état des populations	380
10.5.	Le silure	383
10.6.	Programme de soutien d'effectifs	384
10.7.	Restitution de l'information	387
11.	Bibliographie	389

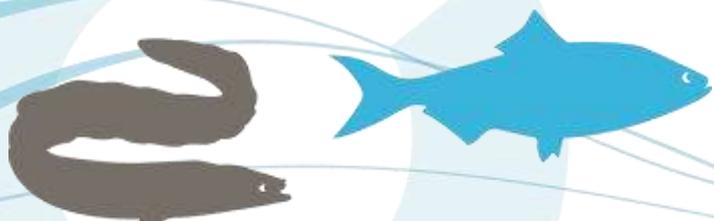


TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figures

Figure 1 : Dendrogramme des actions menées dans le cadre de l'orientation C1 : Dépendance aux habitats (Source LOGRAMI)	28
Figure 2 : Localisation des linéaires décrits en 2015, 2016, 2017 et 2018 dans le cadre de la quantification des habitats potentiels pour le développement des juvéniles de saumon atlantique sur le bassin de l'Allier	29
Figure 3 : Saisie d'un point cartographique sur l'ordinateur de poche et mesure d'une largeur au télémètre laser depuis les bouées « hydrospeed » (©LOGRAMI)	31
Figure 4 : Clé d'identification des faciès d'après MALAVOI et SOUCHON (2002)	32
Figure 5 : Exemple d'habitat favorable à la croissance des juvéniles de saumons sur l'Allier (Rapide) (© LOGRAMI)	33
Figure 6 : Classes de granulométrie utilisées pour la description de la granulométrie des faciès (classification de WENTWORTH (1922) simplifiée par LOGRAMI (COSYNS et al., 2013)	33
Figure 7 : 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)	34
Figure 8 : Répartition des surfaces de faciès sur le secteur S5 de l'Allier en 2018 (LOGRAMI)	36
Figure 9 : Pourcentage de surfaces favorables aux juvéniles de saumon atlantique dans le bras principal et les bras secondaires du secteur S5 de l'Allier en 2018 (LOGRAMI)	36
Figure 10 : Répartition des surfaces ERR sur le secteur S5 par tronçons de 10 km (LOGRAMI)	38
Figure 11 : Répartition des surfaces de faciès sur les secteurs S4 et S5 de l'Allier (LOGRAMI)	39
Figure 12 : Répartition des surfaces de faciès sur les secteurs S4 et S5 de l'Allier hors faciès induits par les ouvrages (LOGRAMI)	40
Figure 13 : Répartition des surfaces de faciès sur les secteurs S4 et S5 de l'Allier en 1999 et en 2017 – 2018 (LOGRAMI)	41
Figure 14 : Surfaces cumulées d'ERR et productions potentielles de smolts des secteurs S4 et S5 de l'Allier en 1999 et en 2017 – 2018 (LOGRAMI)	41
Figure 15 : Situation géographique du Béal de l'Alagnon	43
Figure 16 : Répartition des surfaces de faciès sur le Béal de l'Alagnon en 2018 (LOGRAMI)	45
Figure 17 : Répartition des surfaces ERR dans le Béal de l'Alagnon par tronçons d'un kilomètre	45
Figure 18 : Surfaces de production (en m ² d'Equivalents Radiers-Rapides) et potentiel de production (en nombre de smolts) sur l'axe Allier et ses affluents selon les données actualisées de 2016-2017-2018 (affluents et secteurs S4 et S5 de l'Allier) et de 1999 (pour les secteurs S1, S2 et S3 de l'Allier)	46
Figure 19 : Représentation des études cartographiques recensées sur les poissons migrateurs du bassin de la Loire de 1991 à 2018	48
Figure 20 : Représentation des études cartographiques dont les données ont été intégrées à la table « faciès » de la future base habitats élaborée par LOGRAMI	49
Figure 21 : Localisation des frayères artificielles de saumon atlantique sur le bassin de l'Alagnon et le Béal suivies en 2018-2019	51
Figure 22 : Débits et températures de l'Alagnon à Lempdes sur Alagnon en 2018-2019 (Sources : LOGRAMI et DREAL Auvergne / HYDRO-MEDD/DE)	54
Figure 23 : Evolution de la conductivité hydraulique de l'Alagnon et du Béal entre les trois campagnes de mesure (Incubation, Ecllosion et Emergence) sur les frayères de saumon étudiées en 2018-2019	56



Figure 24 : Poids des différentes fractions de sédiments récoltés dans les pièges relevés au stade « émergence» au regard de la composition granulométrique des frayères étudiées sur la bassin de l'Alagnon en 2018-2019	58
Figure 25 : Localisation des stations d'échantillonnage par pêche à l'électricité de suivi d'abondance de juvéniles natifs de saumon atlantique sur le bassin de l'Allier en 2018.....	61
Figure 26 : Indices d'abondance de tacons natifs sur l'Allier en septembre 2018	62
Figure 27 : 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).....	63
Figure 28 : Indices d'abondance de tacons natifs sur l'Alagnon et le Béal de l'Alagnon en septembre 2018.....	64
Figure 29 : Evolution de l'indice d'abondance tacons 0+ moyen de l'Alagnon entre 2017 et 2018 (8 stations)	64
Figure 30 : Indices d'abondance de tacons natifs sur la Sioule en septembre 2018	65
Figure 31 : 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)	66
Figure 32 : Localisation des stations échantillonnées par pêches électriques pour la recherche de juvéniles de saumon sur le bassin de la Gartempe au printemps 2018	69
Figure 33 : Schéma d'altération, de disparition des habitats et de réduction de la connectivité longitudinale et latérale des cours d'eau (Sources : C. Le Pichon, G. Gorges, J. Baudry, T. Faure et H. Boussard, 2006).....	72
Figure 34 : Dendrogramme des actions menées en 2018 apr LOGRAMI dans le cadre de l'orientation C1 : dépendance aux habitats (Source LOGRAMI)	73
Figure 35 : Localisation des stations hydrométriques de référence sur le bassin de la Loire (Source : banque hydro : www.hydro.eaufrance.fr)	74
Figure 36 : Débits journaliers et mensuels de la Loire à Montjean-sur-Loire en 2018 (Données hydro : DREAL Pays-de-Loire /Hydro - MEDD/DE)	75
Figure 37 : Débits journaliers et mensuels de la Loire à Blois en 2018 (Données hydro : DREAL Centre / Hydro - MEDD/DE)	76
Figure 38 : Débits journaliers et mensuels de la Loire à Nevers en 2018 (Données hydro : DREAL Centre / Hydro - MEDD/DE)	77
Figure 39 : Débits journaliers et mensuels de la Vienne à Ingrandes-sur-Vienne en 2018 (Données hydro : SPC VCA- Centre de Poitiers/Hydro - MEDD/DE)	78
Figure 40 : Débits journaliers et mensuels de la Creuse à Leugny en 2018 (Données hydro : SPC VCA - Centre de Poitiers / Hydro - MEDD/DE).....	78
Figure 41 : Débits journaliers et mensuels de l'Allier à Saint-Yorre en 2018 (Données hydro : DREAL Centre / Hydro - MEDD/DE).....	79
Figure 42 : Débits journaliers et mensuels de l'Allier à Prades en 2018 (Données hydro : DREAL Centre / Hydro - MEDD/DE)	80
Figure 43 : Localisation des sondes températures suivies par LOGRAMI sur le bassin de la Loire	81
Figure 44 : Amplitude des températures sur les différentes stations de mesure utilisées par LOGRAMI sur le bassin de la Loire en 2018	83
Figure 45 : Nombres de jours avec une température supérieure à 25 et 27,5°C pour les stations de mesure de Langeac, Issoire, St Quintin, Puy Guillaume, Lempdes sur Alagnon, Gueugnon, Roanne, Descartes et Châteauponsac durant les mois de juin à août 2018	84
Figure 46 : Carte des obstacles à l'écoulement sur le bassin de la Loire (Source : ROE/AFB 2019)	86
Figure 47 : Vue de dessus de la passe à bassins successifs réalisée à l'Usine de Neuvial (en rive gauche) sur la Sioule en 2018 (Source : LOGRAMI).....	87
Figure 48 : Vue de dessus de la nouvelle passe à bassins successifs réalisée à l'Usine de Neuvial (en rive droite) sur la Sioule en 2018 (Source : LOGRAMI)	88
Figure 49 : Cours d'eau du bassin de la Loire colonisés par les aloses en 2018.....	89
Figure 50 : Cours d'eau du bassin de la Loire colonisés par la lamproie marine en 2018.....	91

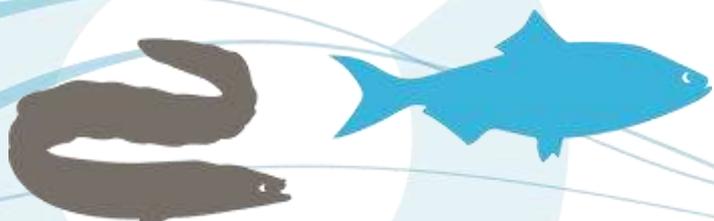


Figure 51 : Débits de l'Alagnon à la station de Lempdes sur Alagnon du 1er octobre au 31 décembre 2018 (Données hydro : DREAL Auvergne / HYDRO-MEDD/DE)	93
Figure 52: Répartition kilométrique des frayères de saumon atlantique sur l'Alagnon en 2018 et principaux obstacles à la migration (Source : LOGRAMI pour les frayères et ONEMA adapté pour la franchissabilité).....	94
Figure 53 : Cartographie des densités de frayères de saumon atlantique sur le bassin de l'Alagnon en 2018 (par tronçon de 10 km) et principaux ouvrages.....	95
Figure 54 : Evolution interannuelle du nombre de frayères de saumon comptabilisés sur les différents secteurs du bassin de l'Alagnon depuis 2001	96
Figure 55 : Evolution interannuelle de la répartition des frayères de saumon comptabilisés sur les différents secteurs du bassin de l'Alagnon depuis 2001	96
Figure 56 : Proportion des frayères de saumon sur le bassin de l'Alagnon localisées en aval du barrage de Chambezou 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).	97
Figure 57 : Débits de la Dore à la station de Dorat du 1 ^{er} octobre au 31 décembre 2018 (Données hydro : DREAL Auvergne / HYDRO-MEDD/DE).	97
Figure 58 : Photographie d'un saumon atlantique adulte retrouvé mort le 24/8/2018 sur la Dore en amont de Vertolaye	98
Figure 59 : Evolution du nombre de frayères de saumon comptabilisées sur la Dore depuis la mise en place du suivi par survol en 2011	99
Figure 60 : Débits de la Sioule à la station de St Pourçain sur Sioule du 1 ^{er} octobre au 31 décembre 2018 (Données hydro : DREAL Auvergne / HYDRO-MEDD/DE).....	99
Figure 61 : Répartition kilométrique des frayères de saumon atlantique sur la Sioule en 2018 et principaux obstacles à la migration (Source : LOGRAMI pour les frayères et LOGRAMI-ONEMA adapté pour la franchissabilité).....	100
Figure 62 : Cartographie des densités de frayères de saumons atlantiques sur la Sioule en 2018 (par tronçon de 10 km) et principaux obstacles.....	101
Figure 63 : Evolution du nombre de frayères de saumon comptabilisées sur les trois secteurs de la Sioule depuis la mise en place du suivi en 2001	102
Figure 64 : Evolution de la répartition de frayères de saumon comptabilisées selon les trois secteurs de la Sioule depuis la mise en place du suivi en 2001	102
Figure 65 : Photographie d'un saumon atlantique adulte retrouvé mort le 3/8/2018 sur la Sioule en aval du Moulin de la Ville à St Pourçain sur Sioule	103
Figure 66 : Températures moyennes journalières de l'eau durant les mois de juin à août 2018 sur trois stations de la Sioule.....	103
Figure 67 : Cours d'eau du bassin de la Loire colonisés par le saumon atlantique sur le bassin de la Loire en 2018.....	104
Figure 68 : Cartographie des zones de reproduction devenues inaccessibles aux saumons actuellement sur le bassin de la Loire	105
Figure 69 : Passages de saumons à la station de comptage de Descartes sur la Creuse depuis 2007	106
Figure 70 : Nombre de saumons comptabilisés au barrage de la Roche-Etrangleloup sur la Gartempe depuis 2001 (compteur à résistivité de 2001 à 2011 puis scanner à infrarouge à partir de 2013	106
Figure 71: Localisation des quatre ouvrages étudiés pour la dévalaison des smolts sur la Gartempe en 2018.....	108
Figure 72 : Passe à poissons à bassins successifs installée au niveau de l'usine hydroélectrique de la Roche Etrangleloup sur la Gartempe	109
Figure 73 : Vues du plan de grilles fines et de l'exutoire de dévalaison (à gauche) et de la restitution de la goutlotte de dévalaison (à droite) de l'usine de la Roche Etrangleloup sur la Gartempe	110

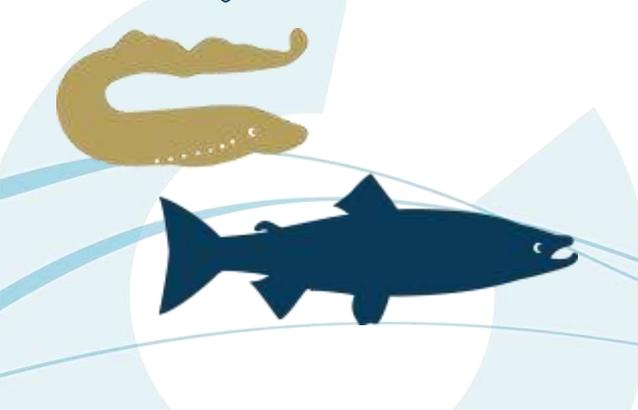


Figure 74 : Rivière de contournement à pré-barrages au niveau du seuil de l'usine hydroélectrique de Roche sur la Gartempe : vue générale à gauche et détail des pré-barrages à droite (Sources : LOGRAMI et A. Lemoine-AFB).....	110
Figure 75 : Prise d'eau et système de dévalaison de l'usine hydroélectrique de Roche sur la Gartempe	111
Figure 76 : Vue aval (sortie hydraulique des turbines et de la passe à poissons) de l'usine hydroélectrique du Moulin de Chaume.....	111
Figure 77: 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	112
Figure 78: Vue du seuil de l'usine du Verger et de l'ancien moulin (à gauche) ainsi que du canal d'aménée avec sa surverse (à droite).....	113
Figure 79: Vue du plan de grilles de l'usine du Verger (à gauche) et de l'entrée hydraulique de la passe à bassins (à droite).....	114
Figure 80 : Schéma de fonctionnement d'un récepteur radio.....	115
Figure 81 : Récepteur R4500C utilisé dans le cadre du suivi par radiopistage sur la rivière Gartempe en 2018.....	115
Figure 82: Antenne immergée (à gauche) et antenne boucle aérienne (à droite) utilisées dans le cadre du suivi par radiopistage sur la rivière Gartempe en 2018.....	116
Figure 83: Illustration des zones couvertes par radiotéléométrie au niveau de l'usine hydroélectrique de la Roche-Etrangleloup sur la Gartempe en 2018 (Source : Quentin Marcon, LOGRAMI)	117
Figure 84: Illustration des zones couvertes par radiotéléométrie au niveau de l'usine hydroélectrique de Roche sur la Gartempe en 2018 (Source : Quentin Marcon, LOGRAMI)	117
Figure 85: Illustration des zones couvertes par radiotéléométrie à l'usine hydroélectrique de Chaume sur la Gartempe en 2018 (Source : Quentin Marcon, LOGRAMI).....	118
Figure 86: Illustration des zones couvertes par radiotéléométrie à l'usine hydroélectrique du Verger sur la Gartempe en 2018 (source : Quentin Marcon, LOGRAMI).....	119
Figure 87 : Suivis radio téléométriques mobiles à pied avec une antenne boucle (à gauche) et en canoë (à droite).....	119
Figure 88: Principe de fonctionnement d'un système RFID	120
Figure 89: Vue amont des deux cadres des antennes RFID installées dans la goulotte de dévalaison de l'usine de la Roche Etrangleloup sur la Gartempe en 2018	121
Figure 90: Pourcentages cumulés des effectifs de smolts dévalant piégés sur la Gartempe entre 1994 et 1998 (Données : CSP).....	122
Figure 91: Schéma de la localisation de la marque RFID sur un juvéniles de salmonidé (à gauche) et mise en place d'une marque (à droite)	123
Figure 92 : Emetteur <i>Advanced Telemetry System</i> ® de type F1720 (Source : LOGRAMI)	123
Figure 93 : Marquage d'un smolt avec un radio émetteur inséré par voie intra-gastrique (Source : LOGRAMI)	124
Figure 94: 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 2018 sur la Gartempe.....	124
Figure 95 : Températures moyennes journalières de la Gartempe d'avril à mai 2018 et sur la période 2011-2017 au niveau de l'usine de la Roche-Etrangleloup (Sources: LOGRAMI)	126
Figure 96 : Débits moyens journaliers de la Gartempe en avril et mai 2018 et débits de références sur la période 2010-2017 à la station hydologique de Saint-Bonnet-de-Bellac (Source : DREAL Limousin/HYDRO-MEDDE/DE)	127
Figure 97 : Temps de passages des smolts enregistrés au niveau des usines hydroélectriques de la Roche Etrangleloup (n = 21), Roche (n = 14), Chaume (n = 13) et Verger (n = 15) (Intervalle de confiance 95 % ; barre du haut : 95%) sur la Gartempe en 2018	132
Figure 98 : Nombre de smolts marqués en RFID détectés pour chaque voie de passage au niveau de l'usine de La Roche Etrangleloup sur la Gartempe en 2018	133
Figure 99 : Pourcentage de smolts marqués en radiopistage détectés pour chaque voie de passage au niveau des quatre usines hydroélectriques suivies sur la Gartempe en 2018	134

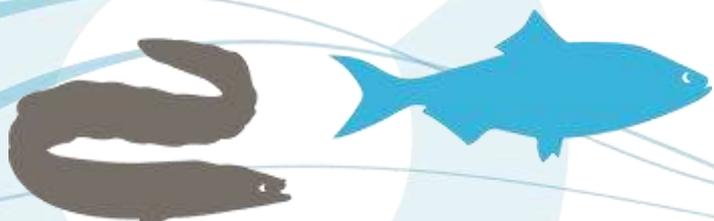


Figure 100 : Vue amont de l'usine de la Roche Etrangleloup avec le plan de grille à gauche et l'entrée hydraulique de la passe à poissons à droite (Source : Logrami)	135
Figure 101 : Vue aérienne du site de l'usine hydroélectrique de Roche sur la Gartempe avec l'usine en rive gauche et la passe à poissons en rive droite (Source : Géoportail/IGN)	136
Figure 102 : Dendrogramme des actions menées dans le cadre de l'orientation C2 : Dynamique de population (Source LOGRAMI)	141
Figure 103 : Répartition des stations de comptage sur le bassin de la Loire en 2019	142
Figure 104 : Chronologie de la création des stations de comptage sur le bassin de la Loire (Source : LOGRAMI)	143
Figure 105 : Niveau d'eau de la retenue de Descartes en comparaison avec la côte légale du barrage (Source hydro : SPCVCA – Centre de Poitiers / Hydro – MEDD/DE)	145
Figure 106 : Photographie des travaux sur le barrage de Descartes et de la mise à plat d'un des deux clapets (le 25 juillet 2018)	145
Figure 107 : Périodes de fermeture de la passe à poissons du barrage de Descartes en 2018	146
Figure 108 : Photographies d'anguilles bloquées lors d'une vidange de la passe à poissons de Châtelleraut en juin 2018	147
Figure 109 : Périodes de fermeture des passes à poissons du barrage de Vichy en 2018	148
Figure 110 : Photographies du sauvetage par un agent de LOGRAMI du saumon piégé à Vichy (Sources LOGRAMI)	148
Figure 111 : Périodes de fermeture de la passe à poissons de l'usine de Langeac en 2018	149
Figure 112 : Périodes de fermeture de l'ascenseur à poissons de Poutès en 2018	150
Figure 113 : Périodes de fermeture de la passe à poissons du barrage de Decize en 2018	151
Figure 114 : Fonctionnement de la station de comptage et de la passe à poissons de Langeac au niveau de l'usine hydroélectrique en 2018	154
Figure 115 : Fonctionnement de la station de comptage et de la passe à poissons de Langeac au niveau du barrage en 2018	154
Figure 116 : Fonctionnement de la station de comptage et de la passe à poissons de Roanne en 2018	156
Figure 117 : Comparaison des amplitudes de migration des aloses aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire en 2018 et en moyenne depuis le début des suivis	157
Figure 118 : Comparaison des périodes de passages des aloses en 2018 aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire avec les périodes observées depuis la mise en place des stations ...	157
Figure 119 : Comparaison des rythmes de migration des aloses en 2018 aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire	158
Figure 120 : Passages journaliers d'aloses à Descartes en relation avec la température de l'eau et les débits de la Creuse à Leugny en 2018 (n=869) (Source hydro : SPCVCA – Centre de Poitiers / Hydro – MEDD/DE)	158
Figure 121 : Passages journaliers d'aloses à Châtelleraut en relation avec les débits de la Vienne à Ingrandes-sur-Vienne en 2018 (n=367) (Source hydro : SPCVCA – Centre de Poitiers / Hydro – MEDD/DE)	159
Figure 122 : Passages journaliers d'aloses à Decize en relation avec la température de l'eau à Decize et les débits de la Loire amont à Nevers en 2018 (Source hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)	159
Figure 123 : Passages journaliers d'aloses à Vichy en relation avec la température de l'eau à Vichy et les débits de l'Allier à St Yorre en 2018 (Source hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)	160
Figure 124 : Passages horaires des aloses aux stations de comptage du bassin de la Loire en effectif cumulé depuis 1997 (n= 124 318)	160
Figure 125 : Comparaison des amplitudes de migration des aloses aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire en 2018 et en moyenne depuis le début des suivis	161

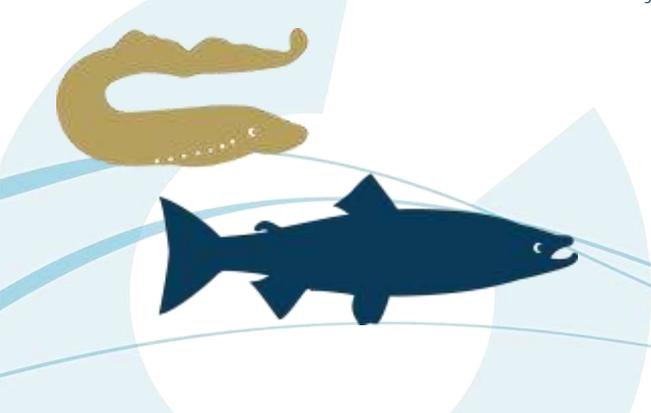


Figure 126 : Comparaison des périodes de passages des lamproies marines en 2018 aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire avec les périodes observées depuis la mise en place des stations	162
Figure 127 : Comparaison des rythmes de migration de lamproies marines en 2018 aux stations de comptage de Châtellerault (Vienne) et de Descartes (Creuse)	162
Figure 128 : Passages journaliers de lamproies marines à Descartes en relation avec la température de l'eau et les débits de la Creuse à Leugny en 2018 (n=5 218) (Source hydro : SPCVCA – Centre de Poitiers / Hydro – MEDD/DE).....	163
Figure 129 : Passages journaliers de lamproies marines à Châtellerault en relation avec les débits de la Vienne à Ingrandes-sur-Vienne en 2018 (n=4 305) (Source hydro : SPCVCA – Centre de Poitiers / Hydro – MEDD/DE)	163
Figure 130 : Passages horaires des lamproies marines aux stations de comptage du bassin de la Loire en effectif cumulé depuis 1997 (n=531 694)	164
Figure 131 : Comparaison des amplitudes de migration des saumons aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire en 2018 et en moyenne depuis le début des suivis	165
Figure 132 : Répartition annuelle des passages de saumons ayant franchi le barrage de Descartes depuis 2007 selon leur classe d'âge (n=1 069).....	166
Figure 133 : Répartition annuelle des passages de saumons ayant franchi le barrage de Vichy depuis 1997 selon leur classe d'âge (n=13 582).....	166
Figure 134 : Répartition annuelle des passages de saumons ayant franchi le barrage de Poutès depuis 1986 selon leur classe d'âge (n=1 682).....	167
Figure 135 : Comparaison des périodes de passages des saumons en 2018 aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire avec les périodes observées depuis la mise en place des stations ...	167
Figure 136 : Comparaison des rythmes de migration de saumons en 2018 aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire	168
Figure 137 : Comparaison des rythmes de migration des saumons par classe d'âge à la station de Descartes entre 2018 et les données de la période 2007-2017	169
Figure 138 : Comparaison des rythmes de migration des saumons par classe d'âge à la station de Vichy entre 2018 et les données de la période 1997-2017	169
Figure 139 : Comparaison des rythmes de migration des saumons par classe d'âge à la station de Poutès entre 2018 et les données de la période 1986-2017	170
Figure 140 : Passages journaliers de saumons à Descartes en relation avec la température de l'eau et des débits de la Creuse à Leugny en 2018 (n=47) (Source hydro : SPCVCA – Centre de Poitiers / Hydro – MEDD/DE).....	170
Figure 141 : Passages journaliers de saumons à Decize en relation avec la température de l'eau à Decize et les débits de la Loire amont à Nevers en 2018 (Source hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)	171
Figure 142 : Passages journaliers de saumons à St Pourçain sur Sioule en relation avec la température de l'eau à St Quintin sur Sioule et les débits de la Sioule à St Pourçain sur Sioule en 2018 (Source hydro : DREAL Auvergne / Hydro – MEDD/DE)	171
Figure 143 : Occurrence des passages journaliers de saumons à la station de comptage de St Pourçain sur Sioule et des débits de la Sioule en 2018 (Source hydro : DREAL Auvergne / Hydro – MEDD/DE)	172
Figure 144 : Passages journaliers de saumons à Vichy en relation avec la température de l'eau à Vichy et les débits de l'Allier à St Yorre en 2018 (Source hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)	173
Figure 145 : Passages journaliers de saumons à Langeac en relation avec la température de l'eau à Brioude et les débits de l'Allier à Langeac en 2018 (Source hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)	174
Figure 146 : Passages journaliers de saumons à Poutès en relation avec la température de l'eau à Poutès et les débits de l'Allier à Prades en 2018 (Source hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)	175
Figure 147 : Passages horaires des saumons aux stations de comptage du bassin de la Loire en effectif cumulé depuis 1997 (n=15 731)	175

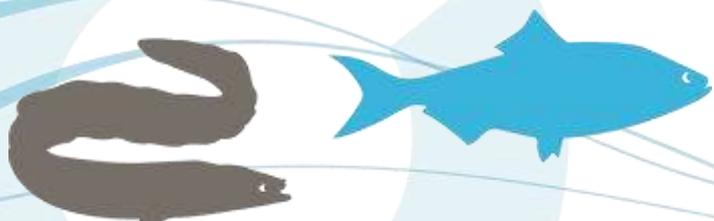


Figure 148 : Comparaison des périodes de passages d'anguilles en montaison à Châtellerault depuis 2004..... 176

Figure 149 : Passages journaliers d'anguilles à Châtellerault en relation les débits de la Vienne à Ingrandes-sur-Vienne en 2018 (n=8 520) (Source hydro : SPCVCA – Centre de Poitiers / Hydro – MEDD/DE)..... 177

Figure 150 : Passages horaires des anguilles à la station de comptage de Châtellerault en effectif cumulé depuis 2004 (n=35 870)..... 177

Figure 151 : Comparaison des périodes de passages des mulets porcs à Descartes depuis 2007..... 178

Figure 152 : Comparaison des périodes de passages des mulets porcs à Châtellerault depuis 2004 179

Figure 153 : Passages horaires des mulets porcs aux stations de comptage du bassin de la Vienne (n=4 089)..... 179

Figure 154 : Dendrogramme des actions menées dans le cadre de l'orientation C2 : Dynamique de population (Source LOGRAMI)..... 181

Figure 155 : Répartition des effectifs d'aloses aux stations de comptage du bassin de la Loire en 2018..... 182

Figure 156 : Répartition des effectifs d'aloses aux stations de comptage du bassin de la Loire en moyenne sur la période 2007-2018..... 183

Figure 157 : Bilan des passages d'aloses à la station de comptage de Descartes de 2007 à 2018..... 183

Figure 158 : Bilan des passages d'aloses à la station de comptage de Châtellerault de 2004 à 2018. 184

Figure 159 : Bilan des passages d'aloses à la station de comptage de Decize de 1998 à 2018..... 184

Figure 160 : Bilan des passages d'aloses à la station de comptage de Gueugnon de 2006 à 2018..... 185

Figure 161 : Bilan des passages d'aloses à la station de comptage de Vichy de 1997 à 2018..... 185

Figure 162 : Répartition des effectifs de lamproies marines aux stations de comptage du bassin de la Loire en 2018..... 186

Figure 163 : Répartition des effectifs de lamproies marines aux stations de comptage du bassin de la Loire en moyenne sur la période 2007-2018..... 187

Figure 164 : Bilan des passages de lamproies marines à la station de comptage de Descartes de 2007 à 2018..... 187

Figure 165 : Bilan des passages de lamproies marines à la station de comptage de Châtellerault de 2004 à 2018..... 188

Figure 166 : Bilan des passages de lamproies marines à la station de comptage de Decize de 1998 à 2018..... 188

Figure 167 : Bilan des passages de lamproies marines à la station de comptage de Gueugnon de 2006 à 2018..... 189

Figure 168 : Bilan des passages de lamproies marines à la station de comptage de Vichy de 1997 à 2018..... 189

Figure 169 : Répartition des effectifs de saumons aux stations de comptage du bassin de la Loire en 2018..... 190

Figure 170 : Répartition des effectifs de saumons aux stations de comptage du bassin de la Loire entre 2007 et 2018..... 190

Figure 171 : Bilan des passages de saumons à la station de comptage de Descartes de 2007 à 2018 191

Figure 172 : Bilan des passages de saumons à la station de comptage de Châtellerault de 2005 à 2018..... 191

Figure 173 : Bilan des passages de saumons à la station de comptage de Decize de 1998 à 2018..... 192

Figure 174 : Bilan des passages de saumons à la station de comptage de Gueugnon de 2006 à 2018 193

Figure 175: Proportion des saumons comptabilisés à la station de comptage de Decize arrivant à la station de comptage de Gueugnon de 2006 à 2018..... 193

Figure 176 : Bilan des observations de saumons à la station de comptage de Roanne de 2012 à 2018..... 194

Figure 177 : Répartition des saumons comptabilisés à la station de Decize pour les années 2012, 2015, 2016 et 2017..... 194

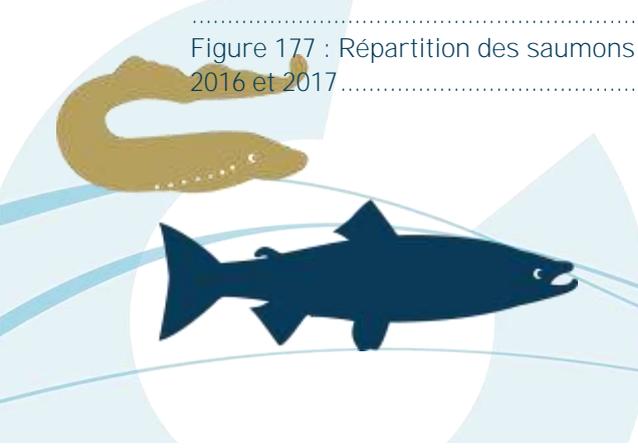


Figure 178 : Bilan des passages de saumons à la station de comptage de St Pourçain sur Sioule en 2017 et 2018.....	195
Figure 179 : Bilan des passages de saumons à la station de comptage de Vichy de 1997 à 2018	195
Figure 180 : Bilan des effectifs de saumons à la station de comptage de Vichy et des captures pour le programme de repeuplement (tous sites de piégeage confondus) de 1997 à 2018.....	196
Figure 181 : Bilan des passages de saumons à la station de comptage de Langeac de 2004 à 2018 ..	196
Figure 182 : Evolution des pourcentages de passages de saumons entre Vichy et Langeac de 2004 à 2018	197
Figure 183 : Bilan des passages de saumons à la station de comptage de Poutès de 1986 à 2018	197
Figure 184 : Evolution des pourcentages de passages de saumons entre Vichy et Poutès de 1997 à 2018	198
Figure 185 : Bilan des passages de truite de mer aux stations de comptage du bassin de la Loire de 1997 à 2018.....	198
Figure 186 : Bilan des passages d'anguilles à la station de comptage de Châtelleraut de 2004 à 2018	199
Figure 187 : Bilan des passages d'anguilles à la station de comptage de Decize de 2009 à 2018	200
Figure 188 : Bilan des passages d'anguilles à la station de comptage de Gueugnon de 2006 à 2018 ..	200
Figure 189 : Bilan des passages d'anguilles à la station de comptage de Vichy de 1997 à 2018.....	201
Figure 190 : Bilan des passages d'anguilles à la station de comptage de Poutès de 1986 à 2018.....	202
Figure 191 : Bilan des passages d'anguilles à la station de comptage de Roanne de 2012 à 2018.....	202
Figure 192 : Bilan des passages de mulets à la station de comptage de Descartes de 2007 à 2018 ...	203
Figure 193 : Bilan des passages de mulets à la station de comptage de Châtelleraut de 2004 à 2018	204
Figure 194 : Localisation des frayères références d'aloses sur le bassin de la Loire amont et de l'Allier	205
Figure 195 : 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 2018 (Sources LOGRAMI et DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)	206
Figure 196 : 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 2018 (Sources LOGRAMI et DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)	207
Figure 197 : Evolution du rapport « frayères/géniteurs potentiels » en amont de la station de comptage de Moulin Breland sur la Sioule et comparaison avec les moyennes historiques de Vichy et Poutès ..	208
Figure 198 : Relation entre le nombre de frayères et l'abondance de juvéniles 0+ l'année suivante pour les 3 secteurs de la zone refuge de l'Allier	208
Figure 199 : Productivité des frayères de saumon atlantique de la zone refuge de l'Allier depuis 2010	209
Figure 200 : Relation entre l'indice d'abondance tacons moyen sur le Béal de l'Alagnon en fonction du nombre de frayères observées depuis 2013 établie sans l'année 2014	210
Figure 201 : Productivité des frayères de saumon atlantique de l'Alagnon en 2018.....	210
Figure 202 : Productivité des frayères de saumon atlantique du Béal de l'Alagnon depuis 2013	211
Figure 203 : Productivité des frayères de saumon atlantique de la Sioule en amont des thermes de Châteauneuf les Bains depuis 2012	211
Figure 204 : Stations échantillonnées pour le suivi de l'implantation des juvéniles de saumon en août 2018 sur la Gartempe	213
Figure 205 : Indices d'abondance en juvéniles de saumon atlantique sur la Gartempe en 2018	214
Figure 206 : 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	216
Figure 207 : Localisation des stations de pêche électrique de suivi d'abondance de juvéniles de saumon atlantique sur le bassin de l'Allier en 2018	217
Figure 208 : Indices d'abondance tacons 0+ sur les cours d'eau du bassin de l'Allier en 2018 (99 stations)	219

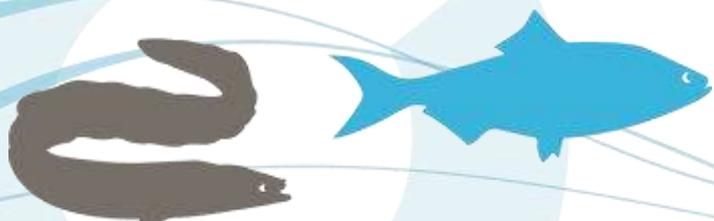


Figure 209 : Indices d'abondance de tacons natifs sur l'Alagnon et le Béal de l'Alagnon en septembre 2018.....	220
Figure 210 : Evolution de l'indice d'abondance tacons 0+ moyen de l'Alagnon sur 11 stations depuis 2014	221
Figure 211 : Evolution de l'indice d'abondance tacons 0+ moyen de l'Alagnon sur 4 stations historiques du cours principal depuis 2009	221
Figure 212 : Indices d'abondance tacons des stations échantillonnées sur l'Allier en 2018 et indices moyens par secteur	222
Figure 213 : Indices d'abondance tacons 0+ sur l'Allier en 2018 selon la localisation des stations dans les différents secteurs	223
Figure 214 : Evolution sur la période 2000-2018 de l'indice d'abondance moyen en tacons 0+ calculé pour 19 stations échantillonnées sur l'Allier	224
Figure 215 : Comparaison de l'indice d'abondance moyen observé en 2018 pour chaque secteur de l'Allier avec les indices moyens observés pour les périodes 2000-2006, 2007 et 2008-2017 (19 stations)	225
Figure 216 : Indices d'abondance tacons des stations échantillonnées sur la Dore en 2018	226
Figure 217 : Evolution sur la période 2009-2018 de l'indice d'abondance moyen de 3 stations échantillonnées sur la Dore	227
Figure 218 : Indices d'abondance tacons des stations échantillonnées sur la Sioule en 2018.....	228
Figure 219 : Evolution sur la période 2000-2018 de l'indice d'abondance moyen de 6 stations échantillonnées sur la Sioule.....	229
Figure 220: Indices d'abondance tacons des stations échantillonnées sur la Couze Chambon en 2018	230
Figure 221 : Indices d'abondance tacons des stations échantillonnées sur la Couze Pavin en 2018... 231	231
Figure 222 : Indices d'abondance tacons des stations échantillonnées sur la Couze d'Ardes en 2018.....	232
Figure 223 : Indices d'abondance tacons des stations échantillonnées sur la Senouire en 2018	233
Figure 224 : Indices d'abondance tacons des stations échantillonnées sur la Desges en 2018.....	234
Figure 225 : Production de tacons 0+ d'automne des différents cours d'eau du bassin de l'Allier en 2018	237
Figure 226 : Répartition de la production de tacons 0+ d'automne du bassin de l'Allier en 2018	238
Figure 227 : Répartition de la production de tacons 0+ d'automne natifs du bassin de l'Allier en 2018 (sans les secteurs mixte natifs -déversés de l'Allier S4 et S5).....	239
Figure 228 : Répartition de la production de tacons 0+ d'automne déversés du bassin de l'Allier en 2018	239
Figure 229 : Production estimée de juvéniles de saumon à partir des suivis d'indices d'abondance de tacons sur les différents axes du bassin de la Loire en 2018.....	240
Figure 230 : Dendrogramme des actions menées dans le cadre de l'orientation C2 : Dynamique de population, traits de vie (Source LOGRAMI)	244
Figure 231 : Distribution en classes de taille des effectifs de saumon atlantique comptabilisés dans la passe à poissons de Descartes sur la Creuse en 2018 (n=47)	245
Figure 232 : Evolution de la répartition des classes d'âges de saumons à la station de comptage Descartes depuis 2007	246
Figure 233 : Effectifs des retours de saumons par classe d'âge suivant leur année de dévalaison à Descartes (n=1 019)	246
Figure 234 : Evolution de la répartition des classes d'âges de saumons à la station de comptage de Decize depuis 2009.....	247
Figure 235 : Effectifs des retours de saumons par classe d'âge suivant leur année de dévalaison à Decize	248
Figure 236 : Evolution de la répartition des classes d'âges de saumons à la station de comptage de Gueugnon depuis 2006.....	248



Figure 237 : Répartition des classes de taille de saumons à la station de comptage de Vichy en 2018 (n=389)	249
Figure 238 : Evolution de la répartition des classes d'âges de saumons à la station de comptage de St Pourçain sur Sioule entre 2017 et 2018	249
Figure 239 : Répartition des classes de taille de saumons à la station de comptage de Vichy en 2018 (n=389)	250
Figure 240 : Evolution de la répartition des classes d'âges de saumons à la station de comptage de Vichy depuis 1997	250
Figure 241 : Effectifs de retours de saumons par classe d'âge suivant leur année de dévalaison à Vichy depuis 1995	251
Figure 242 : Distribution en classes de taille des effectifs de saumon atlantique comptabilisés dans les passes à poissons de Langeac sur l'Allier en 2018 (n=102)	251
Figure 243: Evolution de la répartition des classes d'âges de saumons à la station de comptage de Langeac depuis 2004	252
Figure 244 : Distribution en classes de taille des effectifs de saumon atlantique comptabilisés dans l'ascenseur de Poutès sur l'Allier en 2018 (n=19)	252
Figure 245: Evolution de la répartition des classes d'âges de saumons à la station de comptage de Poutès depuis 1986	253
Figure 246 : Effectifs de retours de saumons par classe d'âge suivant leur année de dévalaison à Poutès depuis 1985	253
Figure 247 : Distribution en classes de taille (en cm) des anguilles à Châtellerault depuis 2004 (n=29 272)	254
Figure 248 : Classification des habitats larvaires selon SLADE et al. (2003) (TAVERNY et al., 2005) ...	255
Figure 249 : Classification des méso-habitats (TAVERNY et al., 2005)	256
Figure 250 : Illustrations d'une pêche électrique sur la Vienne	256
Figure 251 : Critères d'identification des genres <i>Petromyzon</i> (à Gauche) et <i>Lampetra</i> (à Droite) (illustration : Keith Mutch, GARDINER, 2003)	257
Figure 252 : Répartition des habitats à juvéniles de lamproie marine échantillonnés en 2018 sur le bassin de la Vienne	259
Figure 253 : Illustration de la différenciation <i>Lampetra</i> (haut) et <i>Petromyzon</i> (bas) par la pigmentation de la caudale	260
Figure 254 : Distribution par classes de taille des larves de lamproies marines échantillonnées en 2018 (n=461)	261
Figure 255 : Décomposition de la distribution de classes de tailles des ammocètes échantillonnées en 2018 sur le bassin de la Vienne suivant la méthode de BHATTACHARYA (1967) (n=461) (Sources : LOGRAMI et FISATII)	262
Figure 256 : Effectifs d'ammocètes de 2014 à 2018 par année d'échantillonnage et année de naissance sur le bassin de la Vienne (estimation par la méthode de BHATTACHARYA (1967))	263
Figure 257 : Dynamique de la reproduction des saumons atlantiques dans le Béal à Lempdes sur Alagnon de 2012 à 2018 (Source LOGRAMI)	264
Figure 258 : Dendrogramme des actions menées dans le cadre de l'orientation C1E : l'évolution de la colonisation des bassins par les espèces « envahissantes prédatrices » (Source LOGRAMI)	267
Figure 259 : Stations de comptage du bassin de la Loire permettant le comptage des passages de silures (Sources LOGRAMI)	267
Figure 260 : Effectifs de silures cumulés sur l'ensemble des stations de comptage du bassin de la Loire depuis 2012	268
Figure 261 : Répartition des effectifs moyens de silures aux stations de comptage du bassin de la Loire entre 2012 et 2017	269
Figure 262 : Répartition des effectifs de silures aux stations de comptage du bassin de la Loire en 2018	269
Figure 263 : Bilan des passages de silures à la station de comptage de Descartes de 2007 à 2018 ...	270

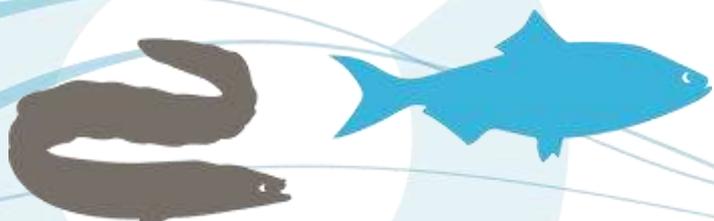


Figure 264 : Bilan des passages de silures à la station de comptage de Châtellerault de 2004 à 2018	270
Figure 265 : Bilan des passages de silures à la station de comptage de Decize de 1998 à 2018	271
Figure 266 : Bilan des passages de silures à la station de comptage de Gueugnon de 2006 à 2018 ...	272
Figure 267 : Bilan des passages de silures à la station de comptage de Vichy de 1997 à 2018	272
Figure 268 : Bilan des passages de silures à la station de comptage de Roanne de 2012 à 2018	272
Figure 269 : Comparaison des périodes de passages des silures aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire en moyenne sur chaque site depuis la mise en place des stations	273
Figure 270 : Comparaison des rythmes de migration des silures en 2018 aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire	274
Figure 271 : Passages horaires des silures aux stations de comptage du bassin de la Loire (n=7378)	275
Figure 272 : Comparaison des tailles des silures aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire en moyenne sur chaque site depuis la mise en place des stations	275
Figure 273 : Comparaison des poids des silures aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire en moyenne sur chaque site depuis la mise en place des stations	276
Figure 274 : Occurrence des températures de l'eau pour les passages de silures pour l'ensemble des stations de comptage du bassin de la Loire (n=9818)	277
Figure 275 : Occurrence des températures de l'eau pour les passages des silures aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire (n=6818)	278
Figure 276 : Occurrence des rapports « débit journalier/module de la rivière » pour les passages de silures pour l'ensemble des stations de comptage du bassin de la Loire (n=7378)	279
Figure 277 : Occurrence des rapports « débit journalier/module de la rivière » pour les passages des silures aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire (n=7378)	279
Figure 278 : Corrélation des effectifs journaliers d'aloses, d'anguilles, de lamproies marines et de saumons atlantique avec les effectifs de silures aux stations de comptage du bassin de la Loire (Descartes, Châtellerault, Vichy et Decize) entre 2004 et 2018	280
Figure 279 : Passages horaires des aloses, anguilles, lamproies marines, saumons atlantiques et silures glanes aux stations de comptage de Descartes, Châtellerault, Vichy et Decize de 2015 à 2018	281
Figure 280 : Corrélation des effectifs horaires d'aloses, d'anguilles, de lamproies marines et de saumons atlantique avec les effectifs de silures aux stations de comptage du bassin de la Loire (Descartes, Châtellerault, Vichy et Decize) entre 2004 et 2018	282
Figure 281 : Dendrogramme des actions menées dans le cadre de l'orientation C4 : Soutien d'effectifs (Source LOGRAMI)	286
Figure 282 : 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 2009-2018 (Source LOGRAMI)	288
Figure 283 : Localisation des quatre stations de suivi des juvéniles de saumon échantillonnées sur le Renaison en 2018	289
Figure 284 : Localisation précise de l'incubateur à saumon de Riorges (42) et des quatre stations de suivi par pêche à l'électricité échantillonnées en 2018 sur le Renaison	289
Figure 285 : Schéma de principe du calcul de la production automnale de tacons 0+ de l'incubateur implanté sur le Renaison à Riorges (42) (ERR : <i>Equivalents Radier-Rapide</i> = surface favorable au développement des juvéniles de saumons ; IA : <i>Indice d'abondance (tacons 0+ capturés en 5 minutes)</i> ; 0,592/100 : <i>coefficient conversion IA-densité du « bassin Allier »</i> (Données habitats : Roannais Agglomération – ASCONIT, 2012)	290
Figure 286 : Stations échantillonnées pour le suivi de l'implantation des juvéniles de saumon en août 2018 sur la Gartempe	293

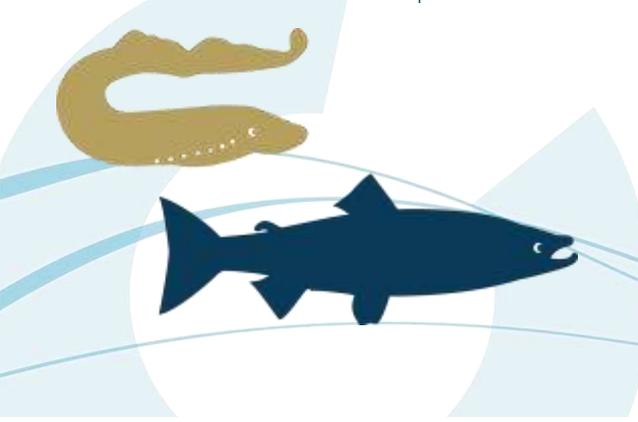


Figure 287 : Taux d'implantation des juvéniles de saumon sur les stations alevinées de la Gartempe en 2018 obtenus d'après les résultats des pêches d'échantillonnage et selon deux calculs de surfaces d'habitats productives.....	295
Figure 288 : Boxplot des taux d'implantation moyens des juvéniles de 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 2018 (Source : LOGRAMI – ONEMA).....	296
Figure 289 : 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 par secteur du bassin de la Gartempe de 1999 à 2018 (Source : LOGRAMI – ONEMA) (<i>CMI : Cours Moyen Inférieur ; CMM : Cours Moyen Médian ; CMS : Cours Moyen Supérieur ; CS : Cours Supérieur</i>).....	298
Figure 290 : Boxplot des tailles des tacons 0+ capturés sur les stations alevinées du bassin de la Gartempe fin août 2015, 2016, 2017 et 2018.....	299
Figure 291 : Boxplot des facteurs de condition des tacons 0+ capturés sur les stations alevinées du bassin de la Gartempe fin août 2015, 2016, 2017 et 2018.....	300
Figure 292 : Répartition des alevins déversés sur les différents cours d'eau du bassin de l'Allier en 2018 (EPL, 2018).....	302
Figure 293 : Taux d'implantation moyens des juvéniles de saumons déversés en fonction des densités moyennes déversées sur chaque cours d'eau aleviné du bassin de l'Allier en 2018.....	303
Figure 294 : Densités déversées sur les stations d'échantillonnage « Indice d'abondance » directement alevinées du bassin de l'Allier en 2018 selon les surfaces productives considérées.....	304
Figure 295 : Différence des profils de saumons au vidéo-comptage en fonction de la présence ou non de nageoire adipeuse.....	305
Figure 296 : Origines des saumons comptabilisés sur le bassin de la Loire en 2018.....	305
Figure 297 : Evolution des déversements de smolts marqués sur la Gartempe depuis 2009 (Données : EPL / CNSS).....	306
Figure 298 : Localisation des déversements de smolts (de 2009 à 2018) et des microcentrales en activité (en 2018) sur la Gartempe (Données : EPL / CNSS et LOGRAMI).....	306
Figure 299 : Retours de saumons à Descartes sur la Creuse suivant leurs années de dévalaison sur la période 2006-2016.....	307
Figure 300 : Indice hydrologique de 2009 à 2018 durant la période de dévalaison des smolts à Montmorillon sur la Gartempe (Données hydro : SPC VCA- Centre de Poitiers/Hydro – MEDD/DE)...	308
Figure 301 : Evolution des déversements de smolts marqués sur le bassin de l'Allier depuis 2003 (Données : EPL/CNSS).....	309
Figure 302 : Evolution de la composition de la population de saumons atlantiques (avec adipeuse/sans adipeuse) à la station de comptage de Vichy depuis 2006.....	310
Figure 303 : Proportion par classe d'âge des saumons comptabilisés en 2018 à Vichy en fonction de leurs origines (issus des déversements au stade smolt ou autres).....	310
Figure 304 : Comparaison de la distribution par classe d'âge des saumons issus de déversements au stade smolt comptabilisés en 2018 à Vichy avec les données historiques de 2006 à 2017.....	310
Figure 305 : Retours de saumons à Vichy sur l'Allier suivant leurs années de dévalaison sur la période 2003-2016.....	311
Figure 306 : Indice hydrologique de 2003 à 2018 durant la période de dévalaison des smolts à Prades sur l'Allier (Données hydro : DREAL Centre/Hydro – MEDD/DE).....	312
Figure 307 : Bilan des déversements de smolts sur le bassin de l'Arroux entre 2009 et 2013 (Données : EPL / CNSS).....	313
Figure 308 : 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).....	314
Figure 309 : Comparaison des taux de retours de smolts entre sous-bassins du bassin de la Loire pour les dévalaisons de 2009 à 2015.....	315
Figure 310 : Evolution des déversements d'alevins nourris sur la Gartempe depuis 2006 (Données : EPL / CNSS).....	316

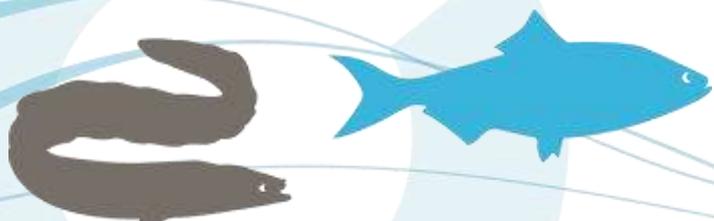


Figure 311 : Comparaison des taux de retours des saumons déversés aux stades pré-smolts et alevins sur la Gartempe	317
Figure 312 : Bilan des déversements d'alevins sur le bassin de l'Arroux depuis 1998 (Données : EPL / CNSS).....	317
Figure 313 : Comparaison des taux de retours des saumons déversés aux stades pré-smolts et alevins sur l'Arroux.....	318
Figure 314 : Dynamique migratoire moyenne des saumons à Vichy sur l'Allier pour la période 1997 – 2017	319
Figure 315 : Répartition par semaine des captures de saumons réalisées par le CNSS en 2018 à Vichy (Source EPL/CNSS).....	320
Figure 316 : Effectifs de saumons piégés et migrants sur la période de migration (début mars à fin juin) observés dans la passe à poissons rive droite de Vichy en 2018 (Source LOGRAMI)	321
Figure 317 : Comparaison du rythme migratoire et des captures de saumons atlantiques à Vichy en 2018 (Source LOGRAMI).....	322
Figure 318 : Droite de régression captures/migration des saumons à Vichy en 2018 (Source LOGRAMI)	323
Figure 319 : Comparaison de la répartition des classes de tailles des saumons migrants observés à Vichy en 2018 avec celle des individus piégés (Source LOGRAMI)	323
Figure 320 : 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 pour les années 2014 et 2015 confondues	325
Figure 321 : 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 pour les années 2014 et 2015 confondues.....	326
Figure 322 : 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 pré-smolt (sans adipeuse) et ceux d'une origine différente (avec adipeuse) en 2018.....	327
Figure 323 : 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 2018	328
Figure 324 : 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 2005-2016 (2 ans de mer) / 2006-2017 (3 ans de mer)	328
Figure 325: Dendrogramme des actions menées dans le cadre de l'orientation G3 : Transfert des connaissances (Source LOGRAMI)	332
Figure 326 : Répartition et logos des Associations Migrateurs de France.....	333
Figure 327 : Effectifs d'aloses aux stations de vidéo-comptage de France en 2018 et comparaison au maximum connu sur la station (camembert) (Source : groupe de travail DATAPOMI des Associations Migrateurs).....	334
Figure 328 : Effectifs de lamproies marines aux stations de vidéo-comptage de France en 2018 et comparaison au maximum connu sur la station (camembert) (Source : groupe de travail DATAPOMI des Associations Migrateurs).....	334
Figure 329 : Effectifs de saumons aux stations de vidéo-comptage de France en 2018 et comparaison au maximum connu sur la station (camembert) (Source : groupe de travail DATAPOMI des Associations Migrateurs).....	335
Figure 330 : Nombre de restitutions d'un ou plusieurs jours réalisées par les agents de LOGRAMI dans le cadre du programme de recherches appliquées en faveur des poissons migrateurs sur le bassin de la Loire de 2015 à 2018 (Sources : LOGRAMI)	336
Figure 331 : Nombres d'interventions (sur un ou plusieurs jours) dans le cadre du programme de recherches appliquées en faveur des poissons migrateurs sur le bassin de la Loire par agent et par an (Sources : LOGRAMI).....	337

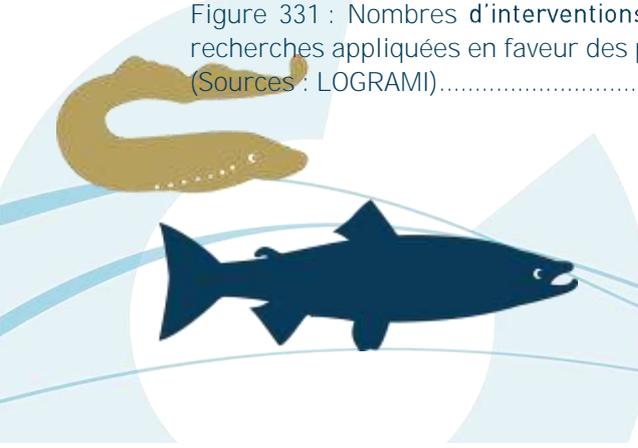


Figure 332 : Nombre de restitutions d'un ou plusieurs jours concernant les informations diffusées dans le cadre du programme de recherches appliquées en faveur des poissons migrateurs sur le bassin de la Loire par mois de 2015 à 2018 (Sources : LOGRAMI)..... 337

Figure 333 : Proportions des publics concernés par les informations diffusées dans le cadre du programme de recherches appliquées en faveur des poissons migrateurs sur le bassin de la Loire par les agents de LOGRAMI de 2015 à 2018 (Source LOGRAMI)..... 338

Figure 334 : Photographies du Salon de la pêche à Cournon et de la conférence réalisée par Mr Guinot (Sources LOGRAMI)..... 339

Figure 335 : Photographies de la visite du barrage de Poutès organisée par la Fédération de pêche et de protection du milieu aquatique de Haute Loire le 21 mars 2018 (Sources : LOGRAMI) 340

Figure 336 : Illustrations de la mise en ligne de la visite de la station de comptage de Châtellerault sur le site Migration Day (à gauche) et campagne pour la journée mondiale de la migration par Migration Day en 2018 (à droite) 340

Figure 337 : Intervention durant la semaine du World Fish migration Day..... 341

Figure 338 : Conférences publiques sur l'apport des poissons migrateurs dans la biodiversité à Chécy dans le cadre de la semaine de la biodiversité (Sources : LOGRAMI) 341

Figure 339 : Présentation des systèmes de suivis par vidéo-comptage sur les sites de Vichy, Moulin Breland, Châtellerault et Descartes dans le cadre du Life Alose « Unlocking the Severn » en 2018 (Sources : LOGRAMI)..... 342

Figure 340 : Type de réunions auxquelles ont participé les agents de LOGRAMI avec les acteurs de bassin de 2015 à 2018 (Sources : LOGRAMI) 343

Figure 341 : Proportion de participants provenant du département d'accueil des journées de restitutions organisées par LOGRAMI en 2017 (Clermont-Ferrand et Poitiers) et 2018 (Tours et Solognac-sur-Loire) (Sources : LOGRAMI)..... 344

Figure 342 : Origine géographique des participants (siège structure) aux restitutions organisées par LOGRAMI en 2018..... 345

Figure 343 : Répartition des organismes présents aux restitutions de LOGRAMI organisées à Tours et Solognac sur Loire en novembre 2018 (Source : LOGRAMI) 345

Figure 344 : Programme de la restitution des actions de LOGRAMI organisée à Tours en 2018 346

Figure 345 : Photographies de la restitution de LOGRAMI organisée à la Fédération pour la pêche et la protection du milieu aquatique à Tours en novembre 2018 (Sources : LOGRAMI) 346

Figure 346 : Programme de la restitution des actions de LOGRAMI organisée à Solognac sur Loire en 2018..... 347

Figure 347 : Photographies de la restitution de LOGRAMI de Solognac sur Loire en novembre 2018 (Sources : LOGRAMI)..... 347

Figure 348 : Visuel de la plaquette Actions phares 2017 réalisée et publiée en 2018 (Source : LOGRAMI) 348

Figure 349 : Statistiques du nombre de visites du site internet de LOGRAMI de 2009 à 2018 (Source : LOGRAMI) 349

Figure 350 : Nombre moyen d'utilisateurs actifs du site internet de LOGRAMI par jour de 2015 à 2018 (Source : LOGRAMI)..... 349

Figure 351 : Statistiques du nombre de visites journalières du site internet de LOGRAMI en 2015, 2016, 2017 et 2018 (Source : LOGRAMI)..... 350

Figure 352 : Proportions des supports de visites du site internet de LOGRAMI de 2015 à 2018 (Source : LOGRAMI) 350

Figure 353 : Proportions des modes d'accès des visites du site internet de LOGRAMI de 2015 à 2018 (Source : LOGRAMI)..... 351

Figure 354 : Proportions des modes d'accès des visites du site internet de LOGRAMI en 2018 (Source : LOGRAMI) 352

Figure 355 : Mots clés d'accès au site web de LOGRAMI (Sources LOGRAMI, 2018) 352

Figure 356 : Origines géographiques par régions des visiteurs du site web de LOGRAMI de 2015 à 2018 (Source : LOGRAMI)..... 353



Figure 357 : Pourcentages de pages vues par rubriques du site internet de LOGRAMI de 2015 à 2018 (Source : LOGRAMI)..... 354

Figure 358 : Graphiques par espèce visibles sur la page stations de comptages du site internet de LOGRAMI présentant les données en cours (dates indiquées), les moyennes des 5 dernières années et les maximums dénombrés par axe migratoire (Source : LOGRAMI)..... 355

Figure 359 : Graphiques et données présentés sur la page « station de comptage de Châtellerault » du site internet de LOGRAMI (Source : LOGRAMI) 356

Figure 360 : Nombre de téléchargements par rubrique du site internet de LOGRAMI de 2015 à 2018 (Source : LOGRAMI)..... 357

Figure 361 : Nombre d'actualités postées sur le site internet de LOGRAMI de 2015 à 2018 (Source : LOGRAMI) 357

Figure 362 : Aperçu panoramique des 14 visuels de l'exposition « Grands Migrateurs de Loire » 358

Figure 363 : Nombre de jours d'emprunt et d'exposition au public des deux jeux d'exposition « Grands Migrateurs de Loire » en 2018 359

Figure 364 : Durée d'exposition au public et nombre d'emprunts de « Grands Migrateurs de Loire » de 2010 à 2018 (deux jeux d'exposition à partir de 2013)..... 359

Figure 365 : Localisation des lieux et départements de l'exposition « Grands Migrateurs de Loire » de 2010 à 2018 360

Figure 366 : Répartition des durées d'exposition « Grands Migrateurs de Loire » en 2018, en nombre d'emprunts (à gauche) et en nombre de jours d'exposition au public (à droite)..... 361

Figure 367 : Evolution de la répartition des emprunts de l'exposition « Grands Migrateurs de Loire » par classe de durée de 2010 à 2018 361

Figure 368 : Types de manifestations pour lesquelles l'exposition « Grands Migrateurs de Loire » a été empruntée en 2018, en nombre de manifestations (à gauche) et en nombre de jours d'exposition au public (à droite) 362

Figure 369 : Exposition « Grands Migrateurs de Loire » dans le cadre de la Semaine des rivières « Rendez-vous au bord des Mauves » en juin 2018 (Source : Communauté de communes de Meung-sur-Loire)..... 362

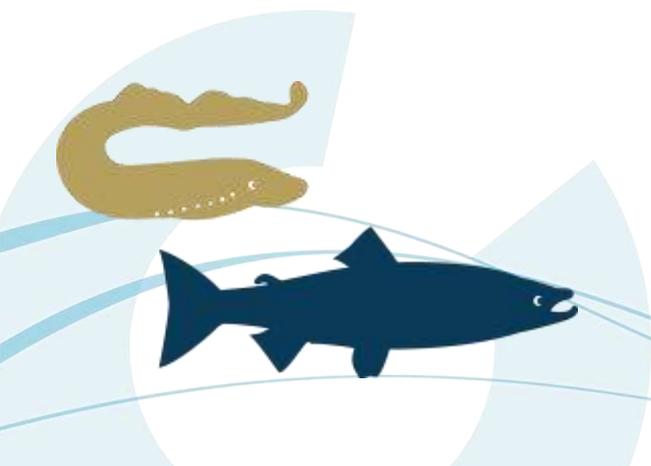
Figure 370 : Implantation des stations de comptage du réseau porté par LOGRAMI en 2018 (Source : LOGRAMI) 363

Figure 371 : Panneaux sur les différentes stations de comptage du réseau porté par LOGRAMI réalisés en 2018 (Source : LOGRAMI)..... 366

Figure 372 : Photographies de panneaux sur les stations de comptage réalisés et implantés en 2018 (de haut en bas et de gauche à droite : Châtellerault, Saint-Pourçain-sur-Sioule et Vichy) (Source LOGRAMI) 367

Figure 373 : Cartographie des sentiers pédagogiques autour du bassin de la Loire et des poissons migrateurs existants ou en projet en 2018 (Source LOGRAMI) 369

Figure 374 : Photographies des panneaux du sentier pédagogique de Decize (Source LOGRAMI) 370



Tableaux

Tableau 1 : Structuration du programme de recherches appliquées porté par LOGRAMI selon les orientations du PLAGEPOMI.....	26
Tableau 2 : Bilan des prospections de terrain lors de la cartographie des habitats sur l'Allier et la Branche Marinière en 2018 (LOGRAMI et http://www.hydro.eaufrance.fr)	35
Tableau 3 : 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 2018.....	35
Tableau 4 : Surfaces de faciès lentiques induites par les 3 ouvrages référencés (ROE) sur le secteur S5 de l'Allier (LOGRAMI)	37
Tableau 5 : Surfaces de faciès lentiques induites par les ouvrages référencés (ROE) sur le secteur S4 de l'Allier (LOGRAMI)	39
Tableau 6 : Comparaison des quantifications d'habitats des secteurs S4 et S5 de l'Allier réalisées en 1999 et en 2017-2018	40
Tableau 7 : Bilan des prospections de terrain sur le Béal de l'Alagnon en 2018 (LOGRAMI et http://www.hydro.eaufrance.fr)	43
Tableau 8 : Bilan de la quantification des habitats potentiels pour le développement des juvéniles de saumon atlantique sur le Béal de l'Alagnon en 2018	44
Tableau 9 : Classes de taille granulométrique utilisées pour la description des frayères sur l'Alagnon en 2018.....	52
Tableau 10 : Approche par code couleur des valeurs numériques de conductivité hydraulique (méthode des quartiles : Auto-référencement)	52
Tableau 11 : Approche par code couleur des taux d'infiltration permettant la mesure de la conductivité hydraulique au niveau des frayères étudiées.....	53
Tableau 12 : Classes de taille du substrat présentes sur les frayères étudiées de l'Alagnon et du Béal en 2018-2019	53
Tableau 13 : Résultats des conductivités hydrauliques moyennes du substrat à l'intérieur des frayères étudiées sur le bassin de l'Alagnon en 2018-2019 aux différentes périodes (Incubation / Ecllosion / Emergence) (Source : LOGRAMI)	55
Tableau 14 : Résultats des taux d'infiltrations moyens du substrat à l'intérieur des frayères étudiées sur le bassin de l'Alagnon en 2018-2019 aux différentes périodes (Incubation / Ecllosion / Emergence) (Source : LOGRAMI).....	56
Tableau 15 : Profondeurs moyennes d'oxygénation du substrat à l'intérieur des frayères étudiées sur le bassin de l'Alagnon en 2019-2019 au stade « émergence»	57
Tableau 16 : Répartition des stations échantillonnées dans le cadre de l'évaluation de la production de juvéniles de saumon natifs à l'automne sur le bassin de l'Allier en 2018.....	61
Tableau 17 : 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).....	66
Tableau 18 : Variations de l'indice de perturbation hydrologique dit indice « éclusée » (méthode de COURRET, 2014) calculé sur la période 15 mars-15 juin pour la station hydrologique de Châteauneuf les Bains (Présentation publique EDF – Réunion de la Commission Locale de l'Eau du SAGE Sioule, 28/02/2019)	66
Tableau 19 : Sites prévisionnels d'échantillonnage pour la recherche de juvéniles de saumon sur la Gartempe au printemps 2018.....	68
Tableau 20 : Débits journaliers (8 juin 2018) et débits moyens interannuels des mois de mai et juin sur la Gartempe (Source : DREAL LIMOUSIN/HYDRO-MEDD/DE).....	69
Tableau 21 : Résultats des échantillonnages de juvéniles de saumon réalisés en juin 2018 sur le bassin de la Gartempe (Source : LOGRAMI).....	70
Tableau 22 : Fonctionnement du réseau d'enregistreurs thermiques suivi par LOGRAMI sur le bassin de la Loire en 2018.....	82

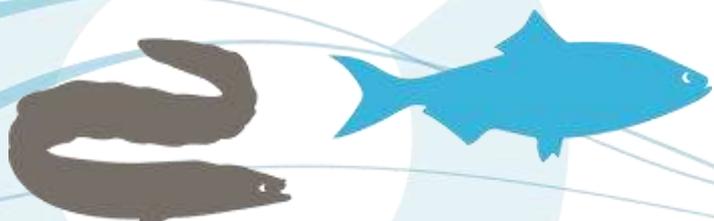
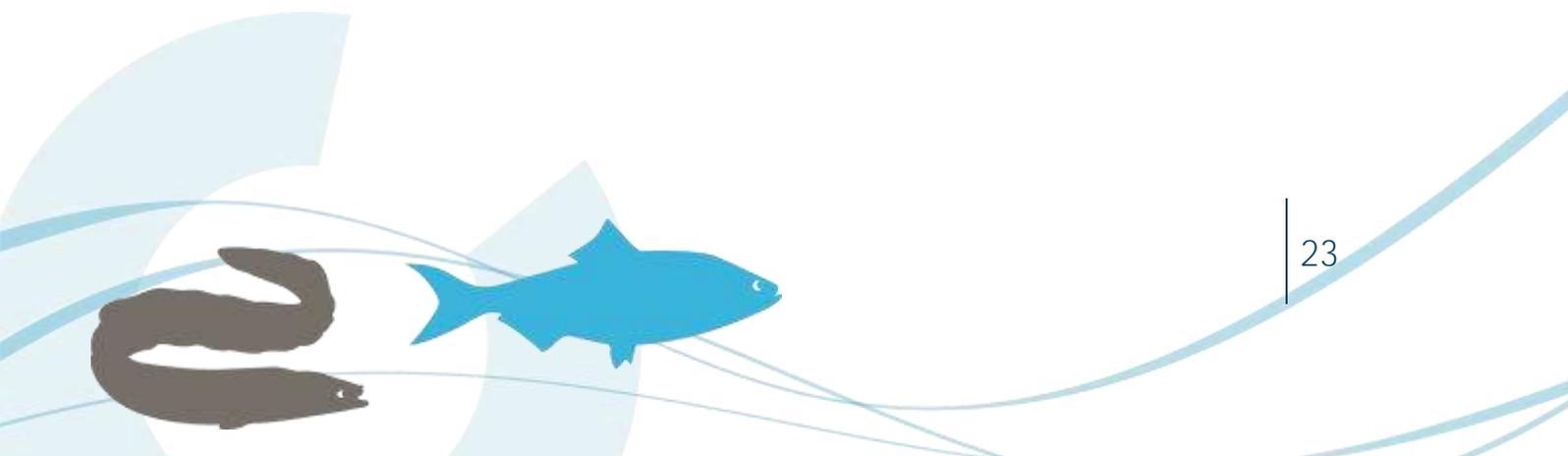


Tableau 23 : Localisation des sondes de suivi des températures de Roanne sur la Loire, Châteauneuf les Bains sur la Sioule et Riorges sur le Renaison par rapport aux barrages situés en amont	83
Tableau 24 : Ecart de températures (°C) entre les valeurs moyennes mensuelles 2018 et les valeurs de référence par mois sur les stations de mesures du réseau suivi par LOGRAMI sur le bassin de la Loire (Sources LOGRAMI)	85
Tableau 25 : Récapitulatif du déroulement des prospections de comptage de frayères de saumon sur l'ensemble du bassin de l'Allier en 2018 (Source : LOGRAMI)	92
Tableau 26: Caractéristiques de l'usine hydroélectrique de la Roche Etrangleloup sur la Gartempe (dép. 87).....	109
Tableau 27: Caractéristiques de l'usine hydroélectrique de Roche sur la Gartempe (dép. 87)	110
Tableau 28: Caractéristiques de l'usine hydroélectrique de Chaume sur la Gartempe (dép. 87)	112
Tableau 29: Caractéristiques de l'usine hydroélectrique du Verger sur la Gartempe (dép. 87).....	113
Tableau 30 : Estimation des débits au niveau des ouvrages hydroélectriques étudiés pour la dévalaison des smolts sur la Gartempe en 2018 (Source : DREAL Limousin/HYDRO-MEDDE/DE-LOGRAMI)	125
Tableau 31 : Répartition des smolts lâchés et non détectés par date, type de marquage et lieu de lâcher lors de la campagne de suivi de dévalaison des smolts sur la Gartempe en 2018.....	129
Tableau 32 : Nombre et et taux de détection des smolts marqués en RFID et lâchés en amont de l'usine hydroélectrique de la Roche Etrangleloup lors de la campagne de suivi de la dévalaison 2018 sur la Gartempe.....	130
Tableau 33 : Nombre et et taux de détection des smolts radio marqués en amont de quatre usines hydroélectriques de la Gartempe lors de la campagne de suivi de la dévalaison 2018	130
Tableau 34 : Récapitulatif des périodes de mise en eau des passes à poissons du bassin de la Loire en 2018 (Sources : LOGRAMI)	144
Tableau 35 : Récapitulatif des périodes de fonctionnement des stations de comptage du bassin de la Loire en 2018 (Sources : LOGRAMI)	152
Tableau 36 : Secteurs de l'Allier et nombre de stations de pêche électrique de suivi d'abondance de juvéniles de saumon atlantique imparties en 2018.....	217
Tableau 37 : Conditions hydrologiques lors des échantillonnages « Indice d'abondance tacons » sur le bassin de l'Allier en 2018 (source : http://www.hydro.eaufrance.fr)	218
Tableau 38 : Indices d'abondance tacons 0+moyens et médians des cours d'eau échantillonnées en 2018 sur le bassin de l'Allier	218
Tableau 39 : Bilan de l'estimation de la production de tacons 0+ d'automne des différents cours d'eau du bassin de l'Allier en 2018	236
Tableau 40 : Récapitulatif des résultats d'échantillonnage de juvéniles de lamproie marine par rivière et type d'habitats en 2018 sur le bassin de la Vienne (Sources : LOGRAMI)	261
Tableau 41 : Table de corrélation entre les passages journaliers des silures et ceux des poissons migrateurs aux stations de comptage de Descartes, Châtellerault, Vichy et Decize entre 2004 et 2018	279
Tableau 42 : Table de corrélation entre les passages horaires des silures et ceux des poissons migrateurs aux stations de comptage de Descartes, Châtellerault, Vichy et Decize entre 2004 et 2018	281
Tableau 43 : Indices d'abondances en juvéniles de saumon printaniers et automnaux sur le Renaison depuis 2015.....	290
Tableau 44 : Production automnale de tacons 0+ de l'incubateur du Renaison depuis 2015	290
Tableau 45 : Surfaces d'habitats productives en juvéniles de saumon selon deux méthodes de calcul sur les stations alevinées et échantillonnées de la Gartempe en 2018	294
Tableau 46 : Résultats du test de Mann-Whitney de comparaison des taux d'implantation moyen sur 8 stations de référence de la Gartempe entre les périodes 1999 à 2007 et 2008 à 2018	297
Tableau 47 : Statistiques et test de Kruskal-Wallis de comparaison des taux d'implantation moyens des juvéniles de saumon de 1999 à 2018 par secteurs de production de la Gartempe.....	298



Tableau 48 : Résultats du test de comparaison multiple entre les taux d'implantation moyens des juvéniles de saumon sur les stations de référence par secteurs de production de la Gartempe de 1999 à 2018.....	299
Tableau 49 : Statistiques et résultats du test de Mann-Whitney de comparaison des tailles des tacons 0+ capturés sur les stations déversées de la Gartempe en 2015, 2016, 2017 et 2018.....	300
Tableau 50 : Poids moyens par lots des alevins 0+ déversés sur la Gartempe en 2018 (Source : EPL, 2018).....	301
Tableau 51 : Production de tacons 0+ d'automne des secteurs alevinés et taux d'implantation correspondants sur le bassin de l'Allier en 2018.....	302
Tableau 52 : Taux de retour des smolts déversés sur le bassin Creuse - Gartempe de 2009 à 2014 (Sources : LOGRAMI).....	307
Tableau 53 : Taux de retour des smolts déversés sur le bassin de l'Allier en 2015 (Sources : LOGRAMI et CNSS).....	312
Tableau 54 : Taux de retour des smolts déversés sur le bassin de l'Allier de 2003 à 2015.....	313
Tableau 55 : 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).....	314
Tableau 56 : 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).....	314
Tableau 57 : Taux de retour des alevins déversés sur le bassin Creuse - Gartempe de 2009 à 2014..	316
Tableau 58 : Taux de retour des alevins déversés sur le bassin de l'Arroux de 2009 à 2015 (Sources : LOGRAMI).....	317
Tableau 59 : Taux de retour des alevins déversés sur le bassin de l'Allier de 2009 à 2011 (Sources : LOGRAMI et données génétiques INRA).....	318
Tableau 60 : Comparatif de l'effort d'échantillonnage de saumon pour l'identification de l'origine des adultes de retour à Vichy sur l'Allier entre les campagnes depuis 2014 (Sources : LOGRAMI).....	320
Tableau 61 : Comparaison des effectifs des saumons migrants observés à Vichy en 2018 par classes de tailles avec les individus piégés (Source LOGRAMI).....	323
Tableau 62 : Comparaison des effectifs par classes de tailles des saumons sans adipeuse (AD-) observés à Vichy en 2018 avec les individus piégés (Source LOGRAMI).....	324
Tableau 63 : Etat sanitaire des saumons capturés à Vichy en 2018 par le CNSS (EPL, 2018).....	324



1. Programme de mesures

Les données sur la connaissance des populations de poissons migrateurs amphihalins correspondent, d'une part aux déclarations de captures, et d'autre part aux résultats d'opérations spécifiques de suivi des populations. Les trois précédents Plans de gestion des poissons migrateurs (Plagepomi) des bassins de la Loire, de la Sèvre niortaise et des côtiers vendéens ont développé, au travers du Plan Loire Grandeur Nature, des outils de suivi des populations de poissons migrateurs amphihalins. Il s'agit d'outils pérennes (stations de comptage des poissons migrateurs amphihalins, réseaux d'échantillonnage par pêche électrique, comptages de frayères) ou d'études spécifiques permettant de caractériser le comportement et d'apprécier les effectifs des populations.

Les tableaux de bord MIGRATEURS « anguille, saumon, aloses, lamproies et truite de mer » ont vocation à centraliser l'ensemble des données biologiques de connaissance des poissons migrateurs amphihalins ainsi que des données relatives aux milieux aquatiques où évoluent ces espèces. Cette bancarisation de l'information permet ensuite de faire connaître l'information et de la valoriser dans le cadre d'expertises, qui permettent de mieux comprendre le fonctionnement des populations et ainsi d'éclairer les prises de décisions en matière de gestion. Il est aussi nécessaire de rappeler que les connaissances biologiques ne sont que partielles, en particulier dans la mesure où elles concernent certains cours d'eau et non l'ensemble des cours d'eau du bassin de la Loire, des côtiers vendéens et de la Sèvre Niortaise.

Pour autant, l'élargissement progressif, dans le cadre du Plagepomi, de la couverture du territoire par différentes opérations de suivi permet de compléter les connaissances et d'avancer vers une caractérisation la plus complète possible de l'état des populations et de leurs habitats à l'échelle des bassins de la Loire et des côtiers vendéens, Sèvre Niortaise. Le développement de synergies avec des suivis locaux des populations de poissons migrateurs amphihalins proposés par certains acteurs du territoire (par exemple dans le bassin versant du Cher) décuple les capacités d'acquisition de connaissances.

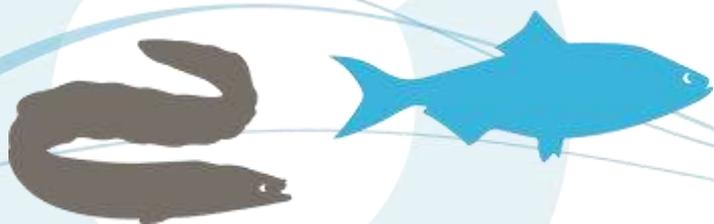
1.1. Orientations du PLAGEPOMI

1.1.1. Orientation C1

Il s'agit de renforcer l'évaluation et la compréhension de la dépendance des poissons migrateurs amphihalins à leurs habitats. La qualité des habitats et leur accessibilité sont des facteurs explicatifs essentiels de l'abondance des populations de poissons migrateurs amphihalins. Aussi est-il indispensable de poursuivre les efforts de compréhension des relations entre les espèces et leurs habitats afin d'être en mesure de proposer des mesures de gestion qui soient les plus adaptées aux contextes locaux et d'éclairer les orientations fondamentales « P » (Protection) et « R » (Restauration) en ce qu'elles concernent les habitats et les circuits de migrations.

1.1.2. Orientation C2

L'orientation ambitieuse de conforter les connaissances sur la biologie et le comportement des espèces migratrices amphihalines, et poursuivre la surveillance des populations. Après avoir constaté la présence des poissons migrateurs amphihalins dans un cours d'eau ou tronçon de cours d'eau et la présence concomitante d'une surface suffisante d'habitats productifs, il convient d'envisager des opérations de suivi du comportement des poissons migrateurs amphihalins. Pour les cours d'eau ou



tronçons de cours d'eau où des opérations de suivi ont déjà eu lieu, il convient de veiller à la poursuite des opérations de suivi scientifique et technique, afin de maintenir l'alimentation des chroniques de données suffisamment longues, seules capables de donner des indications sur l'évolution de l'état d'une population.

L'acquisition de connaissances sur la biologie des espèces amphihalines distingue :

- en première priorité, les opérations de suivis annuels, qui permettent de renseigner des indicateurs de l'état des populations et de leur évolution, qui s'inscrivent en complément des réseaux de contrôle de surveillance de la qualité des milieux aquatiques ;
- en seconde priorité, les études ponctuelles, nécessitant un effort particulier une année donnée, ciblées sur un ou certains bassins versants.

1.1.3. Orientation C4

L'orientation consiste à évaluer l'efficacité des programmes de soutien d'effectifs, afin d'être en mesure de les adapter le cas échéant.

Cette orientation s'inscrit en étroite relation avec l'orientation R3 (« Accompagner la reconquête d'habitats productifs et accessibles par des opérations de soutien temporaire d'effectif en juvéniles »). L'ensemble des effets des programmes de soutien d'effectif en saumons doit être évalué, notamment son efficacité en termes d'individus contributeurs à la reproduction. Les mesures attendues sont l'implantation des juvéniles déversés dans le milieu naturel lors des opérations de soutien d'effectif et l'évaluation de la contribution des individus déversés à la reproduction à l'issue de leur cycle de grossissement.

1.1.4. Orientation G3

L'orientation vise à renforcer le partage d'expériences et la communication. La valorisation des connaissances acquises à travers un partage des expériences et un retour de bonnes pratiques est un enjeu essentiel du Plagepomi. Cela suppose une information régulière des structures chargées du pilotage du Plagepomi comme des porteurs de projet, de l'avancement des actions et ainsi de la mise en œuvre des mesures opérationnelles du Plagepomi.

Au niveau du bassin, l'état de l'avancement dans la mise en œuvre des mesures du Plagepomi s'appuie sur :

- des communications orales lors de réunions de concertation spécifiques aux poissons migrateurs amphihalins ou dans le cadre plus large de la politique de l'eau et des milieux aquatiques ;
- des documents écrits de communication (lettres d'information, communiqués de presse...).

Au niveau local ou dans le cadre d'opérations en réponse aux mesures opérationnelles du Plagepomi, les structures coordinatrices ou opérateurs peuvent communiquer sur certaines actions qui rentrent dans le cadre du Plagepomi ou qui contribuent à l'atteinte de l'objectif du Plagepomi. Les objectifs prioritaires de communication portent sur la sensibilisation du public ciblé aux enjeux et sur la mobilisation des différents acteurs autour des enjeux poissons migrateurs afin de susciter de la fierté mais également de favoriser l'émergence de maîtrises d'ouvrage.

En coordination avec le secrétariat du Cogepomi, des actions de diffusion des connaissances sont organisées régulièrement. Ces opérations de communication peuvent se traduire par l'organisation de journées d'échanges ou la diffusion de synthèses écrites, permettant de créer ou renforcer les relations entre la communauté des chercheurs et experts, et le public des décideurs et gestionnaires.

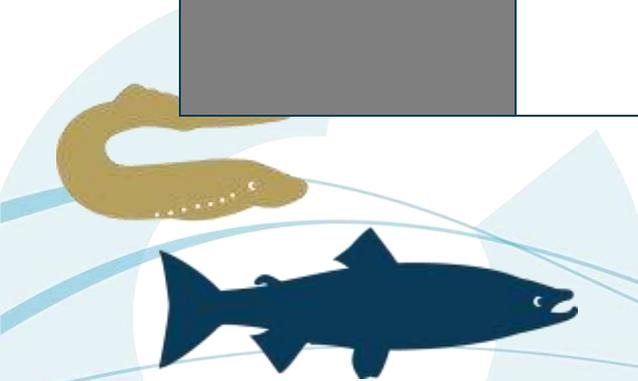
L'objectif principal de cette communication est d'apporter l'éclairage technique et scientifique nécessaire pour appuyer les prises de décision.

1.2. Structuration du programme de recherches appliquées porté par LOGRAMI

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

Tableau 1 : Structuration du programme de recherches appliquées porté par LOGRAMI selon les orientations du PLAGEPOMI

Orientations et dispositions	Thématique du Programme LOGRAMI	Actions concernées	
Orientation C1 : Dépendance aux habitats	Caractérisation des habitats	Quantification des habitats potentiels	
		Qualification des habitats potentiels actuels	
	Continuité écologique et accessibilité	Conditions de migration	
		Fronts de migration	
		Mesures d'impact à la migration	
Orientation C2 : Dynamique de population	Processus de Migrations	Amplitude de la période de migration	
		Rythme nyctéméral de migration des poissons	
	Géniteurs potentiels/ reproducteurs	Effectifs des migrants aux stations de comptage	
		Abondances des alevins	Recherche au printemps d'alevins issus de production naturelle de saumons
			Abondance et croissance des alevins de saumons
	Traits de vie	Structure en âge des saumons atlantiques et effectifs de retours de saumons par classe d'âge suivant leur année de dévalaison	
			Structure en taille des anguilles
			Structure en âge des ammocètes
Disposition C1E : L'évolution de la colonisation des bassins par les espèces envahissantes "prédatrices"	Connaissance sur le Silure	Evolution des effectifs et des périodes migratoires du silure	
Orientation C4 : Evaluer l'efficacité des programmes de soutien d'effectifs	Evaluation de l'efficacité (saumon atlantique)	Impact de l'opération de piégeage sur le comportement de la migration des saumons	
		Production de juvéniles à partir d'incubateur	
		Production des tacons d'automne à partir de déversements au stade alevin	
		Taux de retour des individus déversés au stade pré-smolt	
		Taux de retour des individus déversés au stade alevin	
		Identification de l'origine des adultes de saumon de retour	
		La dynamique migratoire génésique selon l'origine des saumons	



Orientations et dispositions	Thématique du Programme LOGRAMI	Actions concernées
Orientation G3 : Transfert de connaissance	Diffusion des informations	Valorisation des connaissances vers les acteurs de l'eau Valorisation des connaissances pour le grand public et accessibilité de la donnée

2. La caractérisation des habitats favorables

2.1. Préambule

Historiquement présents en grand nombre dans le bassin de la Loire, les poissons grands migrateurs sont aujourd'hui dans une situation nettement moins favorable, autant au niveau de leurs abondances que de l'étendue de leurs aires de répartition. Néanmoins, les efforts dans le domaine de la libre circulation se poursuivent et il est primordial de **connaître les surfaces potentiellement intéressantes pour ces espèces en amont de leur aire actuelle de répartition ou d'ouvrages aujourd'hui bloquant ou retardant la migration**. Afin de définir le statut des cours d'eau et les mesures opérationnelles pour maximiser les gains biologiques, il est nécessaire d'évaluer les capacités productives des axes. Les actions réalisées consistent donc en une **quantification et qualification des habitats potentiels actuels** selon les critères particuliers du domaine de vie des migrateurs spécifiques à chaque espèce et au stade de vie considéré.

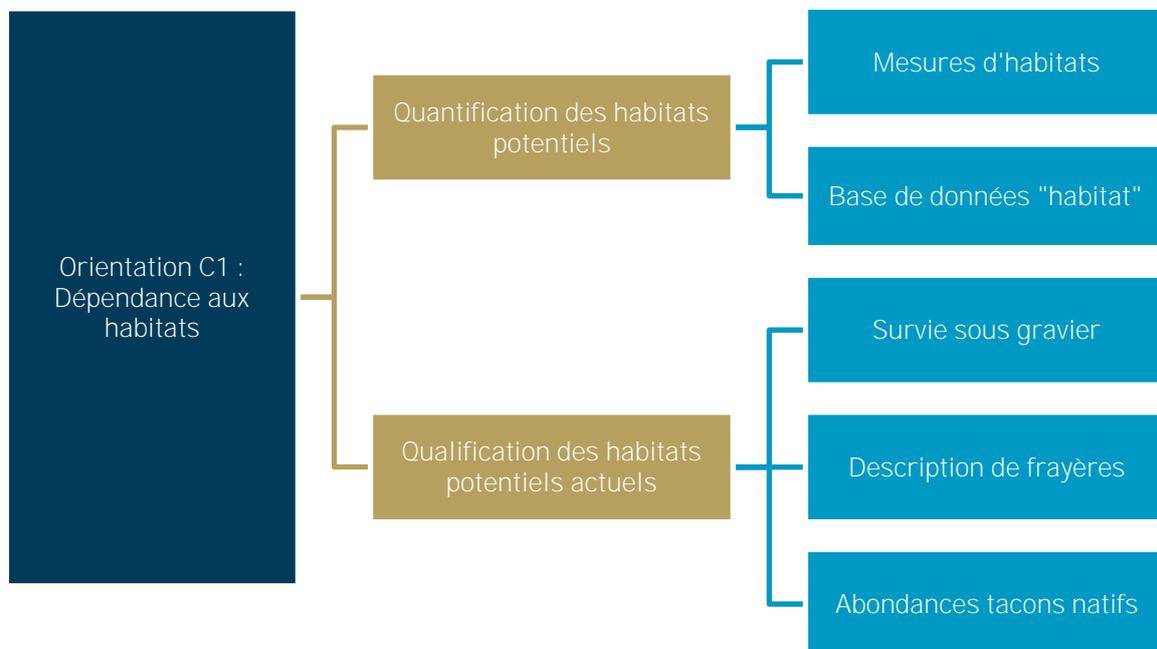


Figure 1 : Dendrogramme des actions menées dans le cadre de l'orientation C1 : Dépendance aux habitats (Source LOGRAMI)

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 un état des capacités productives du bassin et de révéler également les enjeux de territoires.

Aussi, après deux années 2015 et 2016 de caractérisation inédite 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 2).

Cette actualisation s'est poursuivie en 2018 entre Brioude et Pont du Château (secteur S5), seul secteur de l'Allier avec le secteur S4 où des déversements d'alevins ont été effectués en 2018. Ce secteur fait également partie de la zone de reproduction historique du saumon atlantique. Le secteur S5 peut accueillir une part importante de la reproduction des saumons atlantiques de l'Allier (entre 5 et 118 frayères depuis 2000 pour une moyenne de 49,2 +/- 37,2 frayères soit 17,1% +/- 12,2 %). Il constitue la zone aval du secteur de l'Allier qui est annuellement alevinée. Entre 119 322 et 325 216 alevins (moyenne : 242 476 +/- 57 035) y ont été déversés depuis 2010 soit en moyenne 64 % +/- 14 des déversements réalisés sur la rivière Allier.

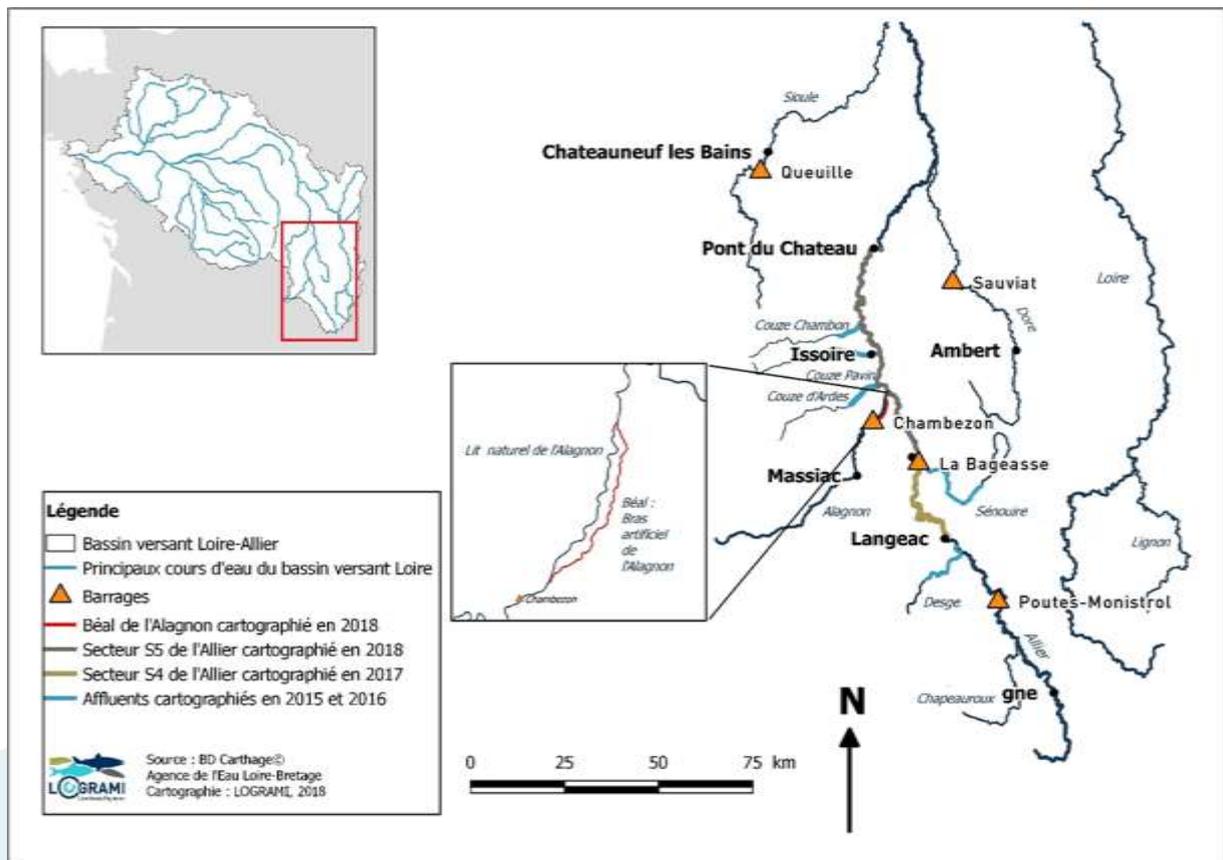


Figure 2 : Localisation des linéaires décrits en 2015, 2016, 2017 et 2018 dans le cadre de la quantification des habitats potentiels pour le développement des juvéniles de saumon atlantique sur le bassin de l'Allier

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 cailloux, pierres et blocs (COUROT, 1987 dans SOUCHON et VALENTIN, 1991 ; HEGGENES et SALTVEIT, 1990 ; BARDONNET et BAGLINIERE, 2000 ; HELAND et DUMAS, 1994 ; 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 (PC).

Il est admis que la production en juvéniles des plats courants est cinq fois inférieure à celle des radiers et des rapides (BAGLINIERE et CHAMPIGNEULLE, 1982). Ainsi, la méthode Equivalent Radiers-Rapides (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). Les radiers, rapides et plats courants dont la granulométrie principale n'était pas composée de cailloux, pierres ou blocs (granulométries favorables aux juvéniles de saumons) ont été écartés de ce calcul.

$$SERR = S_{\text{crois saumon}} = \sum S_{\text{RAD}} + \sum S_{\text{RAP}} + (1/5 * \sum S_{\text{PC}})$$

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

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

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 de petites embarcations type bouées « hydrospeed » propulsées à l'aide de palmes (Figure 3).

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.

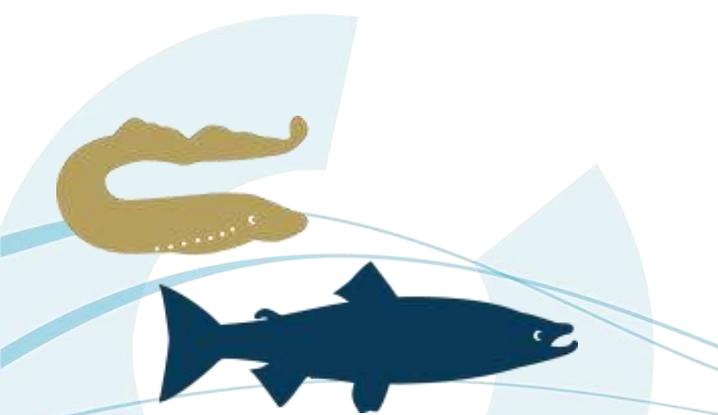




Figure 3 : Saisie d'un point cartographique sur l'ordinateur de poche et mesure d'une largeur au télémètre laser depuis les bouées « hydrospeed » (©LOGRAMI)

Les faciès sont déterminés selon la classification de MALAVOI et SOUCHON (2002) (Figure 4 et Figure 5). 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 coordonnées X et Y du point de mesure en Lambert 93 ;
- 📍 le type de faciès identifié en amont du point ;
- 📍 la granulométrie principale de ce faciès selon la classification de WENTWORTH (1922) et simplifiée par LOGRAMI (Figure 6) ;
- 📍 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 lenticules ont été notés CLE (chenaux lenticules) lorsque la profondeur était supérieure à 60 cm et PLL (plats lenticules) lorsque la profondeur était inférieure à 60 cm. Cette appellation regroupe en réalité les faciès de MALAVOI et SOUCHON présentant des vitesses inférieures à 30 cm/s (chenaux lenticules, plats lenticules, mouilles de concavité, fosses de dissipation et d'affouillement). Les autres faciès décrits sont : chenal lotique (CLO), plat courant (PC), radier (RAD) et rapide (RAP).

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.



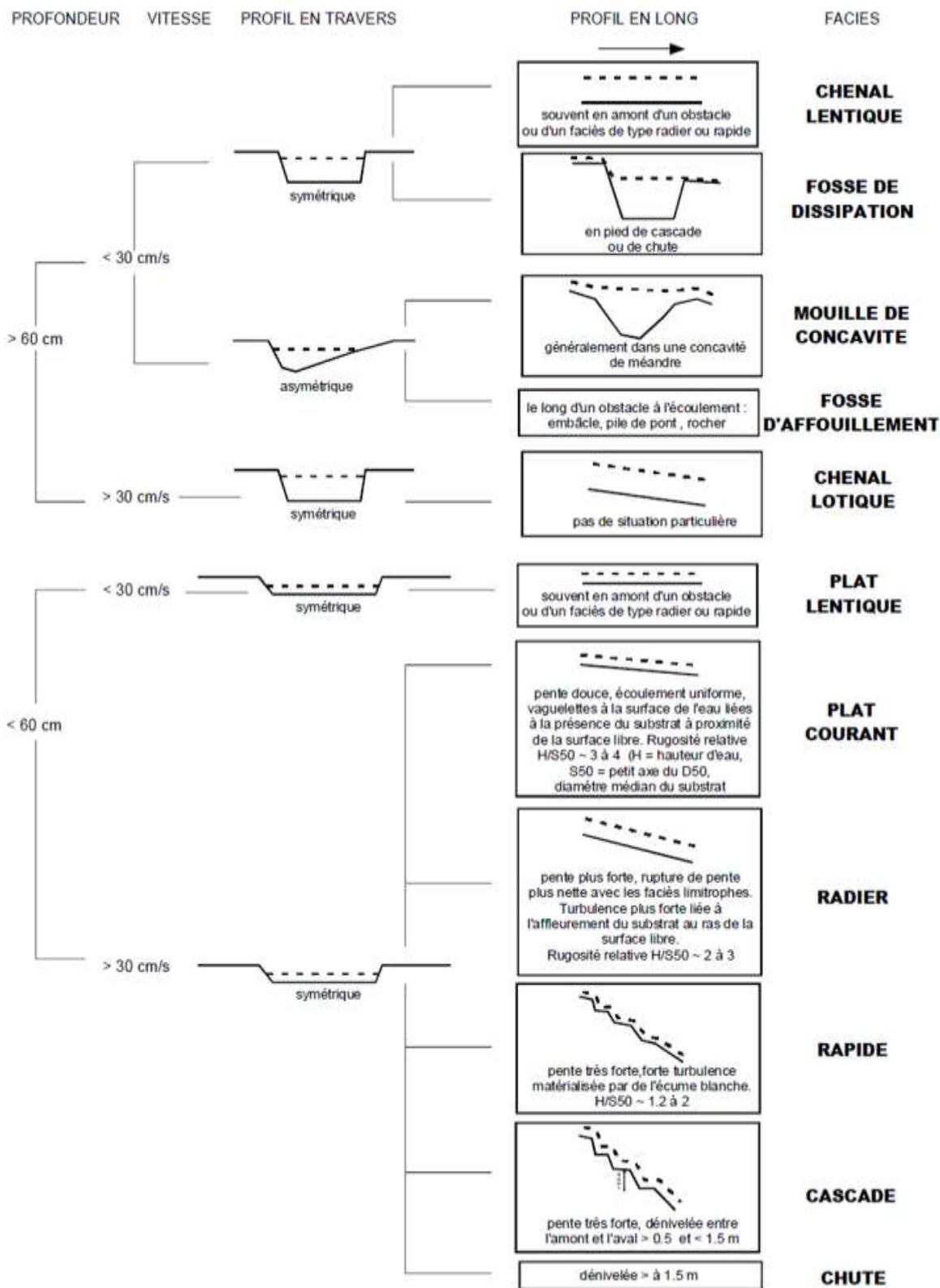


Figure 4 : Clé d'identification des faciès d'après MALAVOI et SOUCHON (2002)

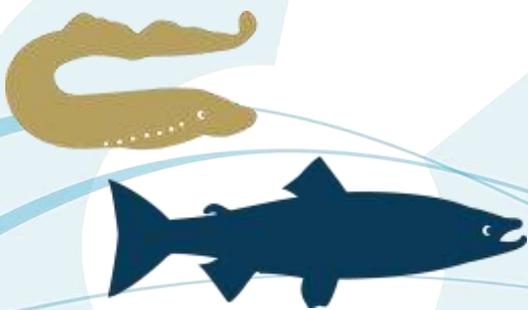




Figure 5 : Exemple d'habitat favorable à la croissance des juvéniles de saumons sur l'Allier (Rapide) (© LOGRAMI)

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 6 : Classes de granulométrie utilisées 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

Suite à la cartographie de terrain, 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 7). 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 polygones entre les points correspondant aux limites aval de chaque faciès.



Figure 7 : 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 de la cartographie de l'Allier entre Brioude et Pont du Château

2.2.2.1 Déroutement et conditions des prospections

Les prospections n'ont pu débuter avant le 26 juin 2018 en raison des débits et de la turbidité trop importants pour permettre un travail précis et sécurisé. Elles se sont terminées le 17 août 2018 (Tableau 2). Au total 10 journées ont été nécessaires pour parcourir 102,5 km de cours d'eau (bras secondaires compris) pour 45h45 cumulées de prospection. Les débits rencontrés durant les journées de prospections étaient tous supérieurs au débit minimal annuel moyen mais permettaient néanmoins de bonnes conditions de travail.

La quantité de bras secondaires rencontrés durant la journée et l'accessibilité du cours d'eau expliquent que les distances parcourues et les vitesses de prospection soient inégales d'une journée à une autre. La Branche Marinière est constituée de deux bras et comporte des faciès de petites tailles. La progression y a donc été plus lente que sur le bras principal avec seulement 5,1 km parcourus en 7 heures. A l'inverse le 16 août 2018, un nombre plus élevé de faciès courants (vitesse supérieure à 30 cm/s) et la raréfaction des bras secondaires a permis de prospecter 7,8 km en seulement 2h30 soit une moyenne de 3,1 km/h.



Le 17 juillet, une turbidité plus importante du fait de conditions météorologiques inattendues a contraint à réduire le linéaire initialement prévu. Seule cette journée a été réalisée avec une turbidité forte et deux avec une turbidité moyenne (3 et 4 juillet).

Tableau 2 : Bilan des prospections de terrain lors de la cartographie des habitats sur l'Allier et la Branche Marinière en 2018 (LOGRAMI et <http://www.hydro.eaufrance.fr>)

Date	Coudes		Vieille Brioude		Turbidité	Distance parcourue (km)	Durée de prospection	Vitesse de prospection (km/h)	Remarques
	Débit moyen journalier	QMNA moyen	Débit moyen journalier (m³/s)	QMNA moyen					
26-Jul	41,2	15,3	20,2	5,8	faible	11,4	05:00	2,3	
03-Jul	23,9		12,4		moyenne	14,7	06:45	2,2	
04-Jul	24,9		12,5		moyenne	15,1	06:00	2,5	
10-Jul	17,9		8,81		faible	6,4	02:15	2,9	
11-Jul	16,4		8,5		faible	13,8	04:45	2,9	
17-Jul	23,2		14,4		forte	2,4	01:00	2,4	Augmentation de la turbidité
31-Jul	14		9,34		faible	5,1	07:00	0,7	Branche Marinière
06-août	14		11,6		faible	14,5	06:30	2,2	
16-août	16,6		12,3		faible	11,6	04:00	2,9	
17-août	16,4		12,5		faible	7,8	02:30	3,1	
Total					102,7	45:45			

2.2.2.2 Bilan de la quantification d'habitats favorables sur le secteur S5

A l'issue des prospections de terrain, 1294 faciès ont été inventoriés sur le secteur S5 pour une surface totale de 3 899 829 m², soit 390 ha, et un linéaire de 102,7 kilomètres dont 15,3 kilomètres de bras secondaires (Tableau 3).

Une dizaine de kilomètres en aval du pont de Pont du Château n'ont pas été actualisés car ne rentrant pas selon notre expertise dans la zone historique de reproduction du saumon. Ces faciès décrits en 1999 et non en 2018 ont été retirés pour comparer les résultats des deux études.

Les surfaces favorables au développement des tacons (Equivalents Radier-Rapide) représentent 392 251 m², soit environ 39 ha. Ces surfaces se répartissent entre le bras principal (317 162 m²) et les bras secondaires (75 089 m²).

Tableau 3 : 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 2018

Faciès	Total			Bras principal			Bras secondaire		
	Surface (m ²)	Longueur (m)	nb faciès	Surface (m ²)	Longueur (m)	nb faciès	Surface (m ²)	Longueur (m)	nb faciès
CLE	1 500 260	34 827	189	1 473 146	32 637	165	27 115	2 190	24
PLL	93 187	2 310	36	74 806	1 229	20	18 381	1 082	16
CLO	1 368 643	40 022	408	1 302 016	35 465	319	66 627	4 557	89
PC	634 849	15 991	360	564 175	11 884	237	70 673	4 108	123
RAD	286 824	9 017	275	223 908	5 752	162	62 915	3 266	113
RAP	16 066	497	26	14 168	370	19	1 898	127	7
Total général	3 899 829	102 666	1 294	3 652 220	87 337	922	247 609	15 329	372
ERR	392 251			317 162			75 089		

Avec 38,5 % des surfaces décrites, les chenaux lentiques sont les faciès les plus représentés (Figure 8). Cependant, la majorité de l'Allier sur ce secteur S5, avec 59,2 %, est constitué d'écoulements lotiques (CLO (Chenaux lotiques), PC, RAD et RAP). Les faciès potentiellement favorables aux tacons (RAD, RAP et PC) représentent 24,1 % de la surface totale.

Le cumul des surfaces favorables au développement des tacons (Equivalents Radier-Rapide) représente 10,1 % des surfaces cartographiées dont une majorité de radiers (73,1 % des ERR). Pour ce

calcul des surfaces ERR, 13 radiers, 10 rapides et 22 plats courants ont été écartés car ne présentant pas de granulométrie favorable (Roche mère, Gravier ou Sables) pour une surface ERR déduite de 37 611 m².

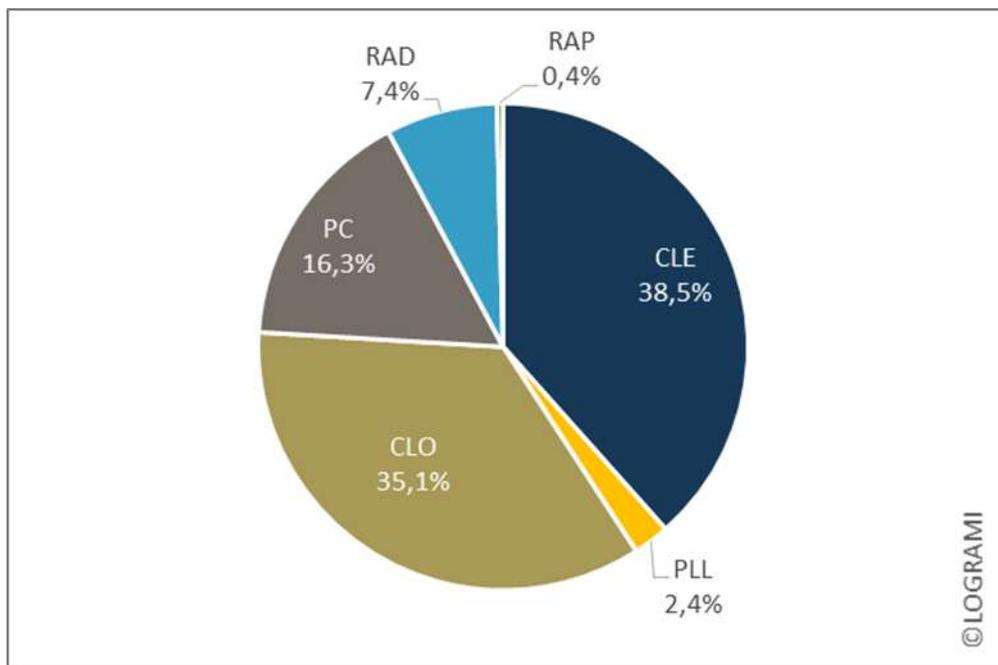


Figure 8 : Répartition des surfaces de faciès sur le secteur S5 de l'Allier en 2018 (LOGRAMI)

Proportionnellement, les bras secondaires sont plus favorables aux juvéniles de saumons que le bras principal (Figure 9). En effet, dans les bras secondaires 30,3 % des surfaces sont favorables aux juvéniles de saumons contre seulement 8,7 % dans le bras principal. De ce fait, alors qu'ils ne représentent que 6,3 % de la surface totale décrite, ils représentent 19,1 % des surfaces ERR totales soit 75 089 m².

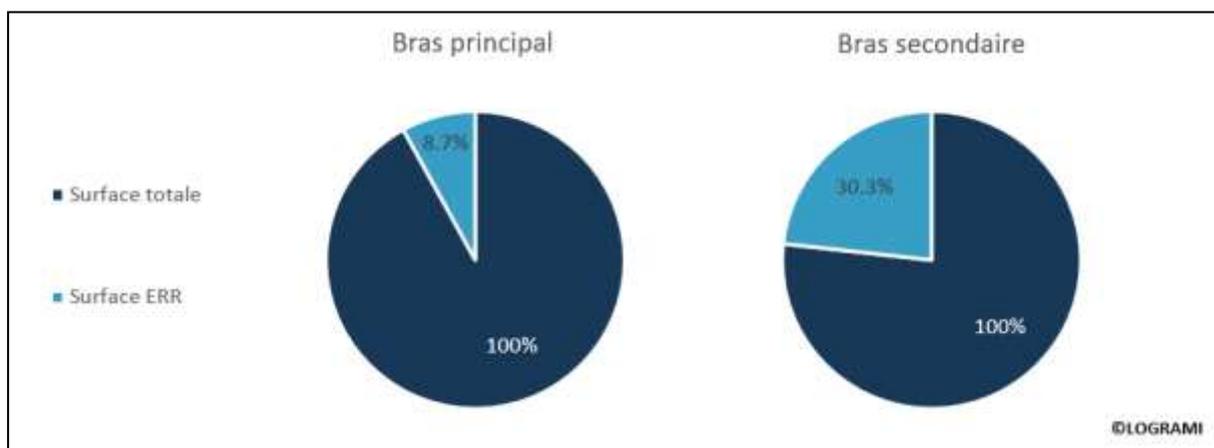


Figure 9 : Pourcentage de surfaces favorables aux juvéniles de saumon atlantique dans le bras principal et les bras secondaires du secteur S5 de l'Allier en 2018 (LOGRAMI)

2.2.2.3 Impact des ouvrages sur les faciès

Les trois ouvrages rencontrés sur le secteur S5 de l'Allier induisent 25 095 m² de faciès lenticules (remous amont) (Tableau 4). Ils représentent moins de 2 % des surfaces lenticules totales du secteur

décrit. La perte par ennoisement d'habitats lotiques potentiellement favorables au développement des juvéniles de saumons induite par ces ouvrages semble limitée.

Néanmoins, les chenaux lenticques induits par les seuils de Grigues et de la Banque de France sont plus importants que la surface moyenne des chenaux lenticques sur l'ensemble du secteur S5 avec respectivement 2 791 m² et 6 526 m² supplémentaires à la moyenne de 7 889 m².

Ces chenaux lenticques représentent une perte potentielle de 25 095 m² de surfaces ERR soit 6,4 % des surfaces ERR actuelles.

Tableau 4 : Surfaces de faciès lenticques induites par les 3 ouvrages référencés (ROE) sur le secteur S5 de l'Allier (LOGRAMI)

Ouvrage	ROE	Surface faciès lenticque de la retenue (m ²)	Surface moyenne de chenaux lenticques (m ²)
Seuil de Grigues	70020	10 680	7 889
Seuil de la centrale thermique de Vézézoux	9846	0	
Seuil de la Banque de France	43148	14 415	
Surface totale		25 095	

2.2.2.4 Production de smolts et répartition des surfaces de production sur le secteur S5

L'analyse par tronçon de 10 km montre une répartition des surfaces de production (ERR) fortement variable d'un tronçon à un autre (Figure 10). Sur les 10 premiers kilomètres (Tronçon 1) en aval du barrage de la Bageasse, la surface d'ERR cumulée s'élève à 63 433 m². Cette forte valeur peut être en partie expliquée par la présence de la Branche Marinière rassemblant une quantité importante de faciès favorables. Sur le Tronçon 2, où les surfaces de bras secondaires sont moins importantes, la surface ERR chute à 29 043 m².

Dans le tronçon 3, l'apport de débit de l'Alagnon semble induire une augmentation de la quantité de faciès favorables par un élargissement du lit de l'Allier. Les surfaces ERR augmentent donc entre le tronçon 3 (33 004 m²) et le tronçon 4 (49 145 m²). Dans les tronçons 5 et 6, l'Allier s'écoule dans des gorges qui réduisent la largeur du lit et de ce fait les surfaces favorables aux juvéniles. Dans le tronçon 7, l'Allier débouche sur une plaine agricole. Le lit mineur s'élargit et la profondeur moyenne diminue, les surfaces ERR sont alors plus importantes et atteignent 79 036 m². Par la suite, les faciès lotiques représentent également une part importante de la surface totale mais les très nombreux affleurements de roche mère font chuter les surfaces ERR à 28 802 m² dans le tronçon 8 et 18 799 m² dans le tronçon 9.



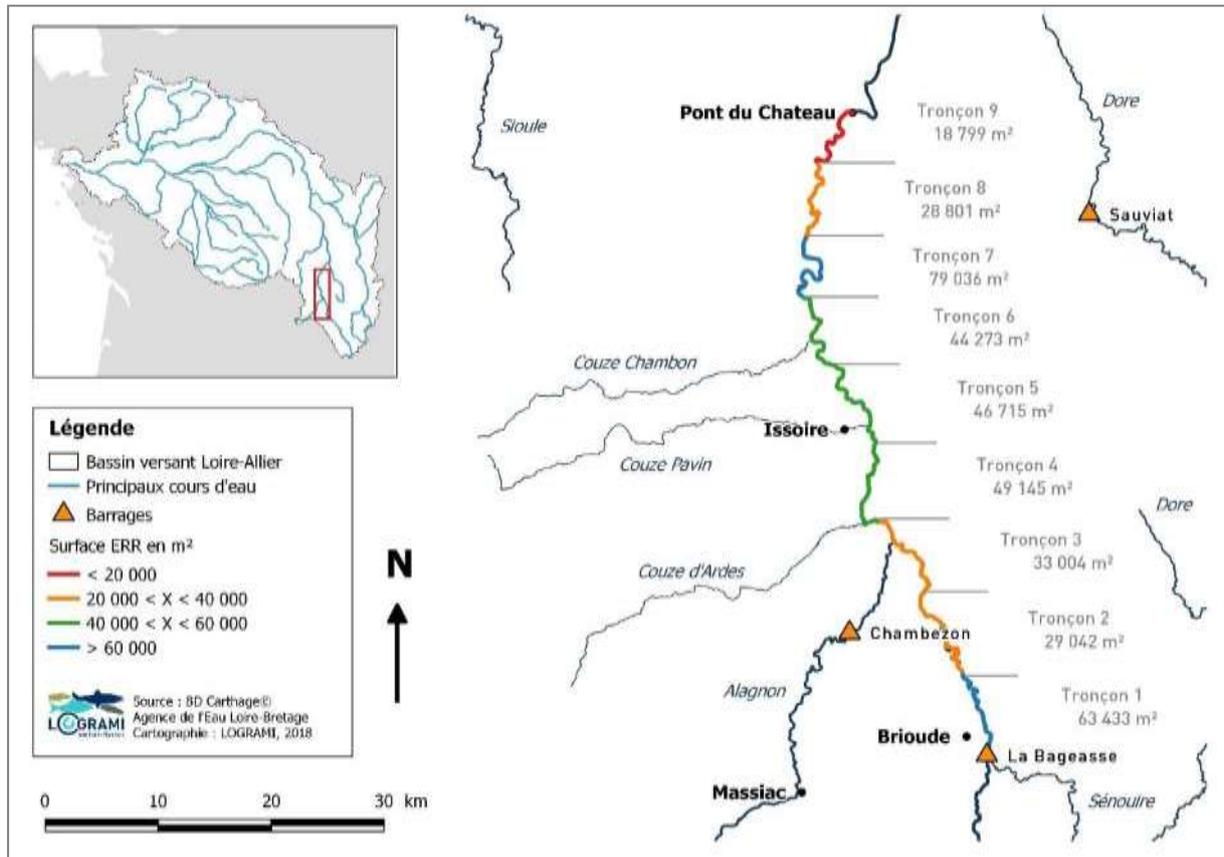


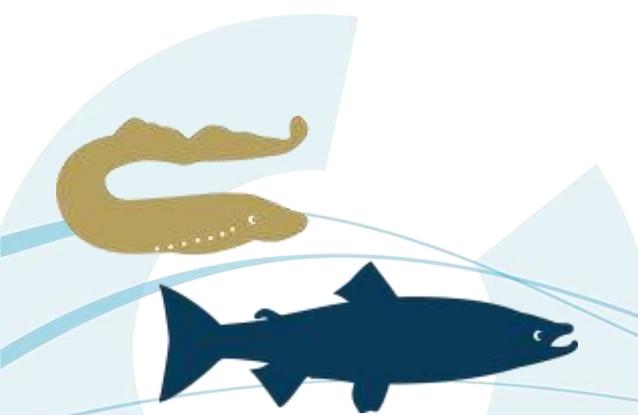
Figure 10 : Répartition des surfaces ERR sur le secteur S5 par tronçons de 10 km (LOGRAMI)

2.2.3. Comparaison des habitats des secteurs S4 et S5 de l'Allier cartographiés en 2017 et 2018

2.2.3.1 Répartition des différents faciès

En 2017, aucune distinction n'était faite entre les chenaux lentiques et les plats lentiques contrairement à l'année 2018. Les surfaces cumulées des deux faciès sur le secteur S5 en 2018 ont donc été additionnées pour les comparer à celles du secteur S4 (Figure 11).

Ce dernier est majoritairement couvert de faciès lentiques à hauteur de 58,2 % quand le secteur S5 ne l'est qu'à 40,9 %. A l'inverse, la part des chenaux lotiques est bien plus importante dans le secteur S5 avec 35,1 % contre 20,1 % sur le secteur S4. Les surfaces cumulées des radiers, rapides et plats courants sont équivalentes avec 21,7 % sur le secteur S4 et 24,1 % sur le secteur S5. Néanmoins, dans le secteur S5 les surfaces de plats courants sont plus nombreuses avec 16,3 % et celles des radiers plus réduites avec 7,4 % contre respectivement 11,5 % et 9,6 % dans le secteur S4. Les surfaces de rapides évoluent très peu (0,6 % et 0,4 %).



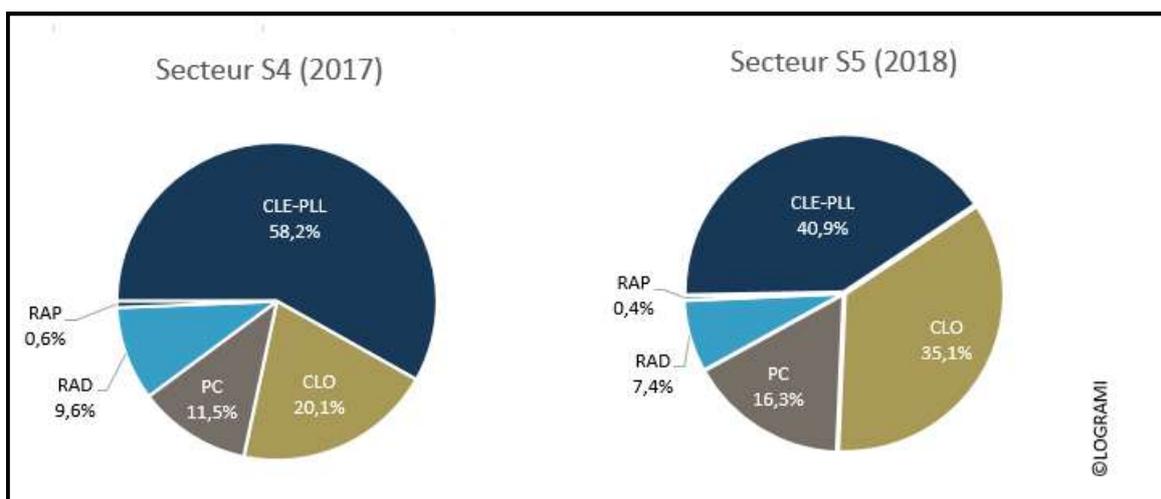


Figure 11 : Répartition des surfaces de faciès sur les secteurs S4 et S5 de l'Allier (LOGRAMI)

2.2.3.2 Impact des ouvrages sur les faciès situés en amont

Les retenues des six ouvrages rencontrés sur le secteur S4 de l'Allier cumulent 228 245 m² de faciès lenticques (Tableau 5). Ces dernières représentent 27,2 % des surfaces lenticques totales du secteur décrit. Ces ouvrages induisent par conséquent, un ennoisement d'habitats lotiques qui constitue une perte non négligeable d'habitats favorables au développement des juvéniles de saumons sur ce secteur.

Tableau 5 : Surfaces de faciès lenticques induites par les ouvrages référencés (ROE) sur le secteur S4 de l'Allier (LOGRAMI)

Ouvrage	ROE	Surface faciès lenticque de la retenue (m ²)
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

Les surfaces lenticques induites par les ouvrages représentent 15,8 % de la surface totale du secteur S4 et 0,64 % de la surface totale du secteur S5. En retirant des calculs les chenaux ou plats lenticques causés par les ouvrages, les surfaces des chenaux lenticques ne représentent plus que 50 % de la surface totale dans le secteur S4 mais restent supérieurs aux surfaces lenticques du secteur S5 (Figure 12). A l'inverse les chenaux lotiques sont plus nombreux dans le secteur S5.

Les cumuls des plats courants, radiers et rapides sont équivalents avec 26 % dans le secteur S4 et 24,2 % dans le secteur S5. Les écarts de proportion des faciès entre les secteurs S4 et S5 sont donc en partie dus aux ouvrages.

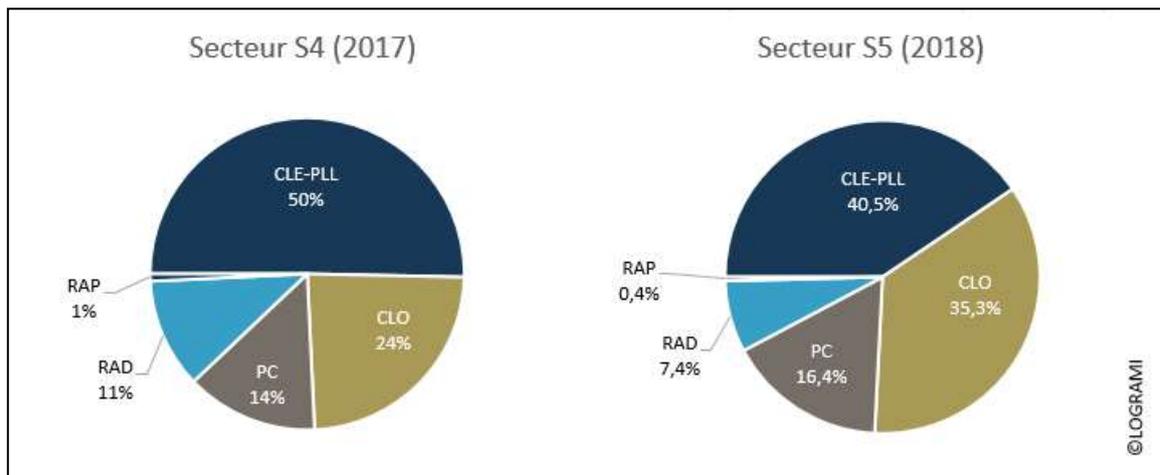


Figure 12 : Répartition des surfaces de faciès sur les secteurs S4 et S5 de l'Allier hors faciès induits par les ouvrages (LOGRAMI)

2.2.4. Comparaison des secteurs S4 et S5 (2017–2018) avec la quantification de 1999

2.2.4.1 Dominances des différents faciès

Les données acquises par MINSTER et BOMASSI (1999) à notre disposition sont incomplètes. Sur un tronçon de 7 km de secteur S5 aucun faciès n'a été décrit. De plus, les bras secondaires n'ont pas été cartographiés, cette comparaison n'est donc pas exhaustive. Les radiers à blocs (RAB) et les radiers sans blocs (RAD) ont été distingués en 1999 mais sont rassemblés pour pouvoir les comparer aux résultats de l'actualisation menée en 2017 et 2018 (Tableau 6). A l'inverse, les chenaux lentiques et les plats lentiques n'étaient pas distingués en 2017.

Le nombre de faciès cartographiés en 2017 - 2018 s'élève à 1 806 contre 614 en 1999. Néanmoins la surface cumulée totale est plus importante en 1999 avec 6 654 724 m² soit 19,7 % de surface supplémentaire par rapport aux années 2017 - 2018 (5 341 860 m²).

A l'inverse, le cumul des surfaces favorables aux juvéniles de saumons est supérieur selon cette actualisation avec 569 443 m² contre 461 803 m² en 1999.

Tableau 6 : Comparaison des quantifications d'habitats des secteurs S4 et S5 de l'Allier réalisées en 1999 et en 2017-2018

Faciès	1999		2017 - 2018	
	surface (m ²)	nb faciès	surface (m ²)	nb faciès
CLE-PLL	5 103 610	283	2 432 617	329
CLO	62 597	19	1 659 044	547
PC	773 137	172	800 140	485
RAD -RAP	301 675	137	424 897	405
RAP	5 501	2	25 162	40
Non décrits	408 204	1	0	0
Total général	6 654 724	614	5 341 860	1 806
ERR (m ²)	461 803		569 443	

Les faciès non décrits en 1999 représentent une part non négligeable de la surface totale (6,1 %) (Figure 13). Cette même année, les faciès lenticulaires (CLE et PLL) sont très majoritaires avec 76,7 % mais ne représentent plus que 45,5 % aujourd'hui. Les chenaux lotiques marquent le plus fort changement avec 0,9 % en 1999 contre 31,1 % actuellement. Les faciès favorables aux juvéniles de saumon (plats courants, radiers et rapides) passent de 16,2 % en 1999 à 23,5 % en 2017 – 2018.

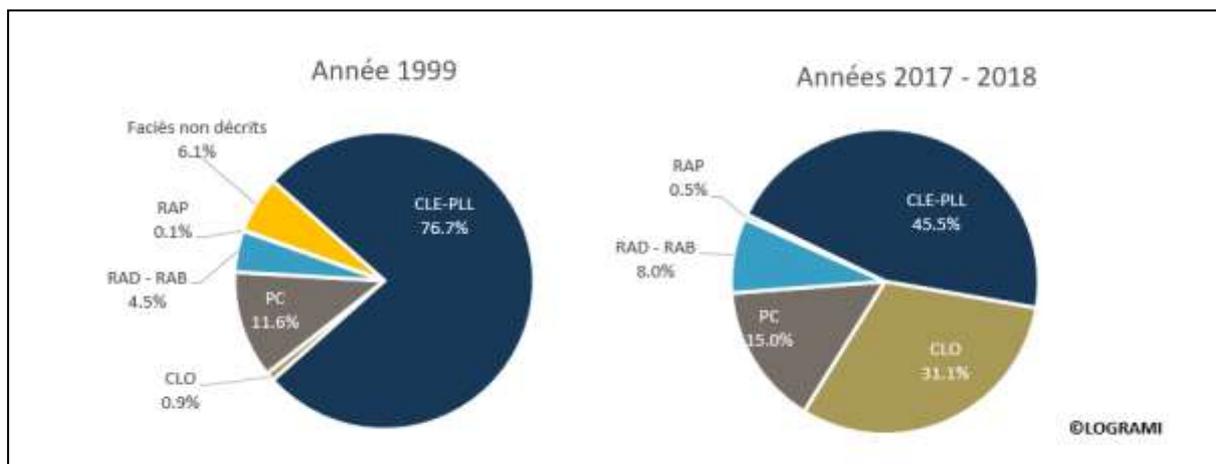


Figure 13 : Répartition des surfaces de faciès sur les secteurs S4 et S5 de l'Allier en 1999 et en 2017 – 2018 (LOGRAMI)

2.2.4.2 Surfaces de production potentielle et production de smolts

La surface cumulée d'ERR est plus réduite en 1999 (461 803 m²) qu'en 2017-2018 (569 443 m²) (Figure 14). La production potentielle de smolts évolue proportionnellement et passe de 34 635 individus en 1999 à 42 708 aujourd'hui soit une augmentation de 23,3 %.

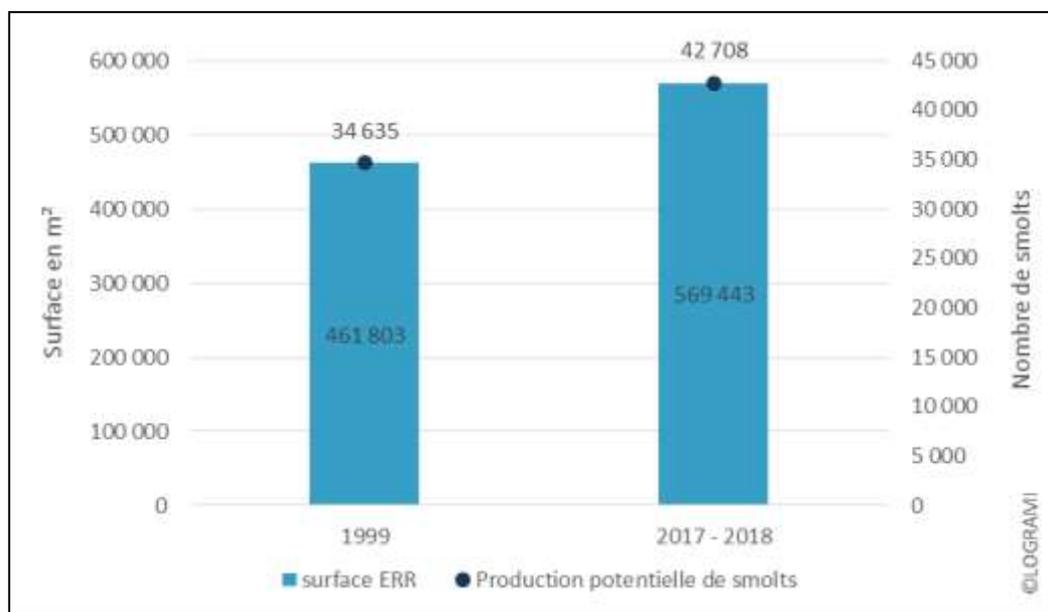


Figure 14 : Surfaces cumulées d'ERR et productions potentielles de smolts des secteurs S4 et S5 de l'Allier en 1999 et en 2017 – 2018 (LOGRAMI)

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

- Une surface totale décrite moins importante en 2017 – 2018 (-19,7 %);
- Un nombre de faciès nettement plus important en 2017 – 2018 (+194 %);

- Une répartition des faciès différente avec notamment une nette augmentation des CLO en 2017 - 2018;
- Une surface productive plus importante en 2017 - 2018 (+107 630 m² d'ERR qui correspond à une augmentation du nombre potentiel de smolts produits de 8 073 smolts).

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

En effet, en 2017 et 2018, le travail de détermination des faciès est beaucoup plus fin qu'en 1999 comme en témoigne le nombre de faciès. En 1999, cette détermination avait été réalisée à partir de reconnaissance par survols aériens à basse altitude (moins de 100 m du sol) en période d'étiage, de prises de vues vidéo et de cartographies au 1/25 000^e (MALAVOI, 1999). Par ailleurs, la largeur moyenne des faciès était mesurée sur carte au 1/25 000^e 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. **Dans le cas de faciès non parallélépipédiques, cette méthode de calcul est moins respectueuse de la réalité que celle des polygones que nous avons employée.**

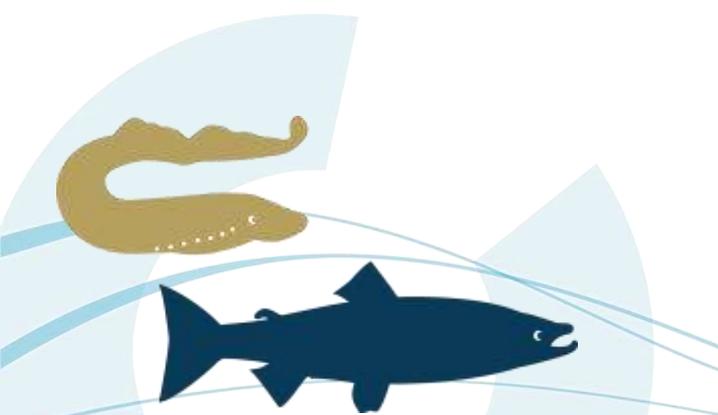
Avec la méthode de 1999, **la hauteur d'eau, critère de distinction prépondérant de la clé de détermination des faciès, était difficilement appréciable.** Ainsi, la distinction CLO/PC n'était pas flagrante. Cet aspect méthodologique explique l'écart CLO/PC avec pour principale conséquence d'augmenter la surface de PC en 2017 - 2018 et par conséquent la surface totale d'ERR.

2.3. Quantification des habitats potentiels pour le développement des juvéniles de saumon atlantique sur le Béal des Moulins de l'Alagnon

Le Béal des Moulins de l'Alagnon est un bief de 7,2 km alimenté en eau par le barrage de Lempdes sur Alagnon (ROE 10031) (Figure 15). La prise d'eau est effectuée en rive droite de l'Alagnon.

Depuis l'arasement du barrage de Grand Pont en 2003, des frayères de saumons sont couramment observées dans le premier kilomètre amont de ce Béal (entre 4 et 42 frayères depuis 2012). Cette forte densité de frayères indique que la partie amont du Béal constitue une zone de reproduction forcée car "de repli" pour les géniteurs qui rencontrent des problèmes de franchissement au barrage de Chambezou. Ce constat a été mis en évidence en 2009 lors de l'opération de radiopistage de géniteurs (BACH et al., 2010).

La quantification des habitats potentiels pour le développement des juvéniles de saumon atlantique sur l'Alagnon réalisée par MINSTER et BOMASSI (1999) n'incluait pas le Béal. Ainsi, fin 2018, à l'occasion d'un dénombrement de frayères de saumons, les habitats de l'ensemble du linéaire du Béal ont été cartographiés.



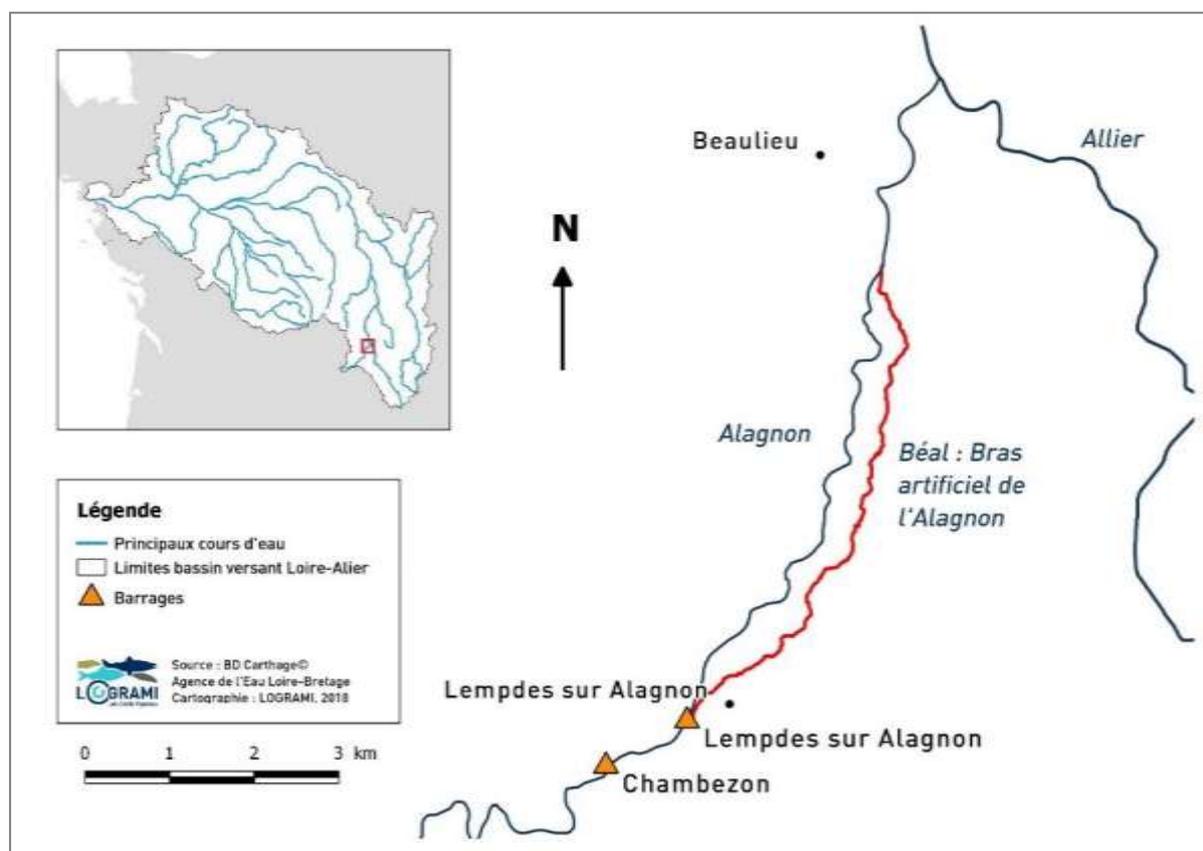


Figure 15 : Situation géographique du Béal de l'Alagnon

2.3.1. Matériel et méthodes

Le protocole appliqué sur le Béal de l'Alagnon est similaire à celui de l'Allier sur les secteurs S4 et S5 (cf § page 30). Toutefois les faibles profondeurs ne permettaient pas une descente du cours d'eau en bouée type « hydro speed ». La prospection a donc été réalisée à pied en progressant de l'aval vers l'amont. De plus, la taille réduite du lit et la ripisylve le recouvrant n'a pas permis de digitaliser les polygones correspondants aux faciès décrits grâce aux photos aériennes sur un logiciel SIG selon la méthode utilisée sur l'Allier. Les surfaces des faciès ont donc été calculées par le produit de la longueur et de la largeur moyenne du faciès mesurée in situ grâce à un télémètre laser.

2.3.1.1 Déroulement et conditions des prospections

Les 7,2 kilomètres du Béal ont nécessité 7h40 de prospection répartis sur 2 journées avec 6 kilomètres pour la journée du 30 novembre et un peu plus d'un kilomètre le 14 décembre (Tableau 7). La vitesse de prospection est bien plus rapide le 14 décembre car l'amont du Béal dans sa traversée de Lempdes sur Alagnon est longé par un chemin piétonnier.

Tableau 7: Bilan des prospections de terrain sur le Béal de l'Alagnon en 2018 (LOGRAMI et <http://www.hydro.eaufrance.fr>)

Date	Lempdes sur Alagnon		Joursac		Turbidité	Distance parcourue (km)	Durée de prospection	Vitesse de prospection (km/h)
	Débit moyen journalier (m³/s)	Module	Débit moyen journalier (m³/s)	Module				
30-nov	2,2	11,8	2	6,33	faible	6,02	07:00	0,9
14-déc	4,36		3,47		faible	1,15	00:40	1,7
Total						7,2	07:40	

2.3.2. Bilan de la quantification d'habitats favorables sur le Béal de l'Alagnon

La surface totale du Béal de l'Alagnon s'élève à 38 116 m² répartie sur 7,1 kilomètres et 270 faciès.

La surface totale favorable aux juvéniles de saumon atlantique atteint 11 410 m² d'ERR soit selon l'hypothèse d'une production moyenne basée sur 7,5 individus pour 100m², une production potentielle de 855 smolts. Les résultats de test de survie sous gravier indiquent cependant que cette estimation est probablement sur estimée.

Tableau 8 : Bilan de la quantification des habitats potentiels pour le développement des juvéniles de saumon atlantique sur le Béal de l'Alagnon en 2018

Faciès	Total		
	Surface (m ²)	Longueur (m)	nb faciès
CLE	3 368	497	12
PLL	2 608	373	7
CLO	8 807	2 088	80
PC	13 668	2 406	95
RAD	9 433	1 781	70
RAP	85	13	3
CAS	147	16	3
Total général	38 116	7 174	270
ERR	11 410		

Dans le Béal, 83,9 % des surfaces sont lotiques. Les plats courants sont majoritaires avec 35,9 % des surfaces (Figure 16). Les faciès favorables aux juvéniles de saumon atlantique (PC, RAD et RAP) représentent 60,8 % de la surface totale mais la part importante de plats courants (5 fois moins productifs que les radiers et les rapides) et la granulométrie parfois inadaptée font chuter la proportion de surface ERR à 29,9 % de la surface totale du Béal.

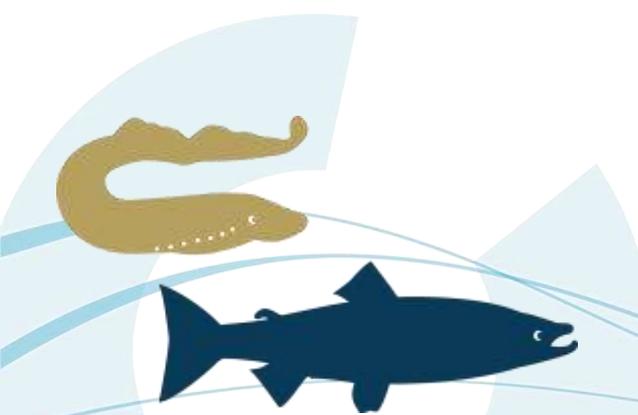
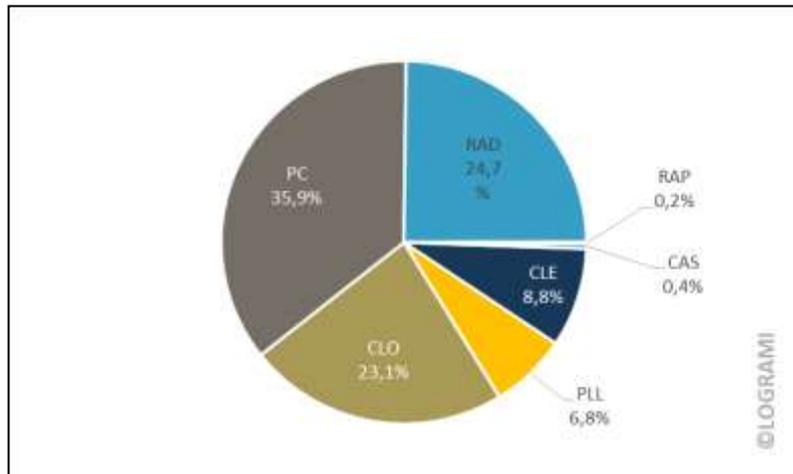


Figure 16 : Répartition des surfaces de faciès sur le Béal de l'Alagnon en 2018 (LOGRAMI)



Avec un découpage par tronçon de 1 km, les surfaces ERR ne sont pas également réparties sur l'ensemble du Béal (Figure 17). Les trois premiers kilomètres à l'amont sont les moins productifs. Dans les tronçons 4 à 7, la part de surface ERR augmente significativement (de 13,4 % à 21,4 % par kilomètre linéaire). Le tronçon 8, le plus en aval, ne s'étale que sur moins de 200 mètres et accueille 3 % des surfaces ERR. L'impact des obstacles transversaux à l'écoulement (seuils) est très net sur la répartition des surfaces d'Equivalent Radiers-Rapides du Béal. Plus la présence de ces seuils augmente, plus la surface ERR diminue par augmentation des surfaces lenticules et par perturbation du transit sédimentaire entraînant une accumulation de sédiments fins défavorables au développement des juvéniles de saumons.

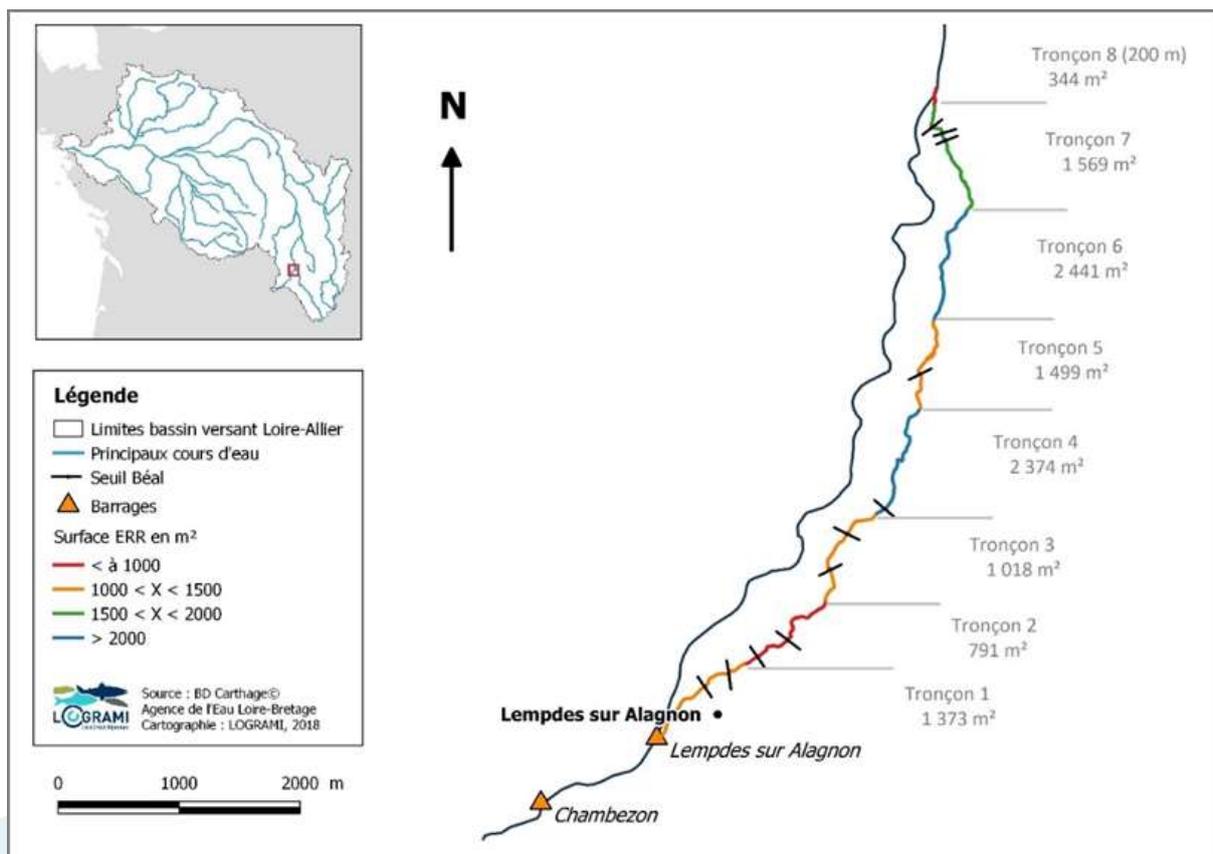


Figure 17 : Répartition des surfaces ERR dans le Béal de l'Alagnon par tronçons d'un kilomètre

2.4. Comparaison à l'échelle du bassin versant de l'Allier

A l'échelle du bassin de l'Allier, la grande majorité des surfaces productives se trouvent dans l'Allier (42,7 %) (Figure 18). Néanmoins, 57,3 % se répartissent dans ses affluents dont 34,9 % dans ses affluents principaux (Alagnon et son Béal, la Dore et la Sioule) et 22,4 % dans des affluents de tailles plus faibles (Chapeauroux, Couze d'Ardes, Couze Pavin, Couze Chambon, Desges et Sénouire).

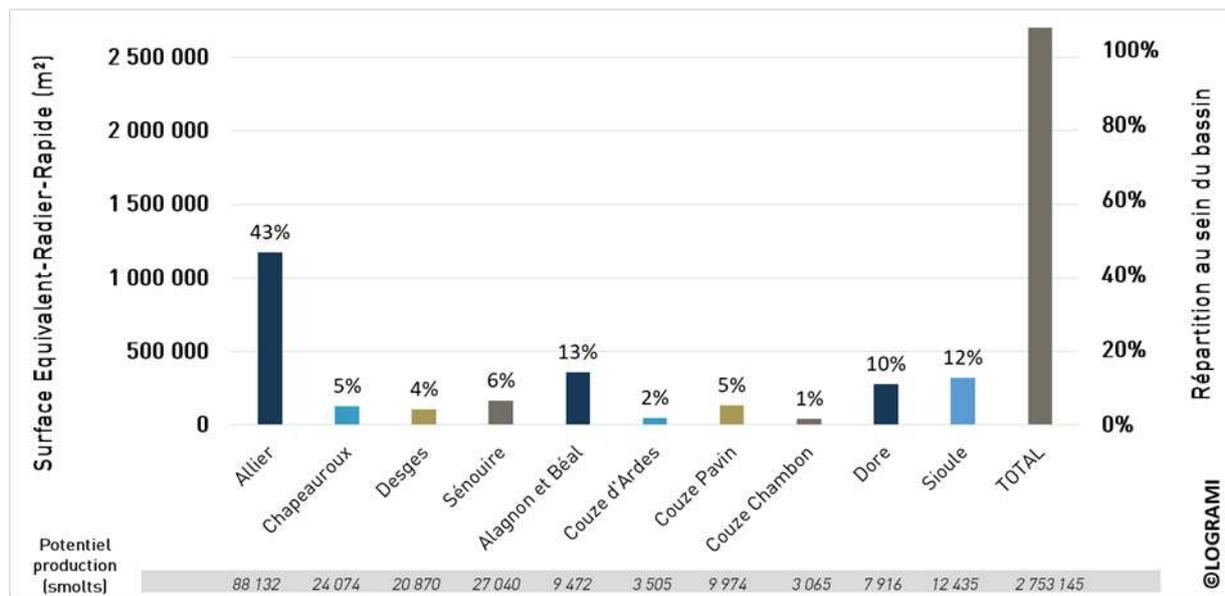


Figure 18 : Surfaces de production (en m² d'Equivalents Radiers-Rapides) et potentiel de production (en nombre de smolts) sur l'axe Allier et ses affluents selon les données actualisées de 2016-2017-2018 (affluents et secteurs S4 et S5 de l'Allier) et de 1999 (pour les secteurs S1, S2 et S3 de l'Allier)

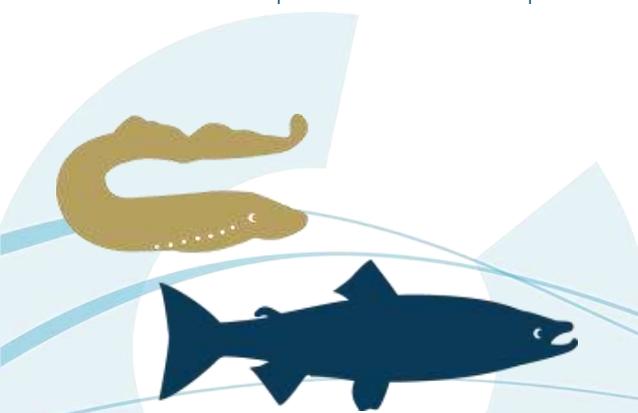
2.5. Base de données « habitats »

2.5.1. Contexte et objectifs

Depuis plusieurs années, le besoin de regrouper l'ensemble des données d'habitats existantes sur les poissons migrateurs du bassin Loire se fait sentir. En 2018, LOGRAMI a entamé l'élaboration d'une base de données « habitats » ayant pour vocation de regrouper les données issues des cartographies d'habitats réalisées sur le bassin Loire.

Ce travail permettra d'harmoniser les données, de les extraire par des requêtes et finalement de produire des analyses et des cartes indispensables à l'appropriation des données pour les besoins de gestion des espèces.

Pour exemples, il est nécessaire de pouvoir localiser l'ensemble des frayères potentielles d'aloses du bassin ou bien d'afficher les zones du bassin les plus productives pour le saumon atlantique ou encore de comparer les zones de reproduction occupées par une espèce aux zones potentielles disponibles.



2.5.2. Composition de la base

Cette base sera composée à terme d'au moins cinq tables actuellement identifiées et liées les unes aux autres ainsi que les indispensables métadonnées associées :

- Une table « opérations » listant les études cartographiques d'habitats réalisées sur le bassin Loire et leurs caractéristiques ;
- Une table « références » : cette table permet l'harmonisation des champs entre les appellations utilisées et les références SANDRE ;
- Une table faciès : table des tronçons de cours d'eau cartographiés et identifiés en fonction de leur type d'écoulement et caractéristiques associées ;
- Une table « frayères » : table des zones potentielles pour la reproduction des aloses et lamproie marine ;
- Une table « activité » regroupant les zones de fraie actives.

2.5.3. Travail réalisé en 2018

L'année 2018 a été consacrée à la réalisation de deux tables de la future base « habitats ». La première phase a été **l'élaboration de la table « opérations »** dans laquelle ont été regroupées l'ensemble des études cartographiques réalisées sur le bassin de la Loire depuis 1991. Un total de 29 études a ainsi été identifié provenant de 12 structures différentes, dont une quinzaine d'études réalisées par LOGRAMI. Parmi elles, 20 études portent sur les faciès d'écoulement et 9 sur les frayères potentielles (Figure 19). Dans ces dernières, les frayères potentielles sont identifiées sans décrire précisément les faciès et leurs caractéristiques les composant. Enfin, les études sont disponibles sous différents supports dont certaines uniquement sur support papier. Pour l'élaboration de cette table, il a fallu réunir un certain nombre d'éléments afin de renseigner les champs suivants :

- le bassin versant,
- les cours d'eau prospectés,
- l'année de production de la donnée,
- le titre du rapport où ces données ont été présentées,
- la structure ayant mené l'étude,
- le linéaire couvert,
- la période de prospection,
- les espèces concernées,
- le protocole employé,
- le type de support où la donnée a été retranscrite (SIG, Dessin Assisté par Ordinateur,...),
- le type de données cartographiques (point, polyligne, polygone),
- la précision de la donnée (tronçons découpés à l'échelle du faciès, à l'échelle du tronçon homogène...),
- le référentiel géographique sous lequel la donnée a été produite,
- le type de support des données attributaires (rapport écrit, table Excel, table S.I.G.),
- les champs renseignés,
- l'organisme possédant la donnée,
- des remarques éventuelles sur la donnée.



Figure 19 : Représentation des études cartographiques recensées sur les poissons migrateurs du bassin de la Loire de 1991 à 2018

La seconde étape a été la réalisation de la table « faciès » (RENE, 2018). L'ensemble des faciès cartographiés sur les cours d'eau du bassin de la Loire et issus de 16 études cartographiques ont été regroupés (Figure 20). Certaines études n'ont pas pu être utilisées faute de données suffisantes ou pour cause de données perdues par le maître d'ouvrage de l'étude pour l'une d'entre elles. Enfin, les études décrivant uniquement les frayères potentielles sans caractériser les faciès n'ont, de fait, pas été incluses dans la table « faciès » mais seront être intégrées à la table « frayères ».

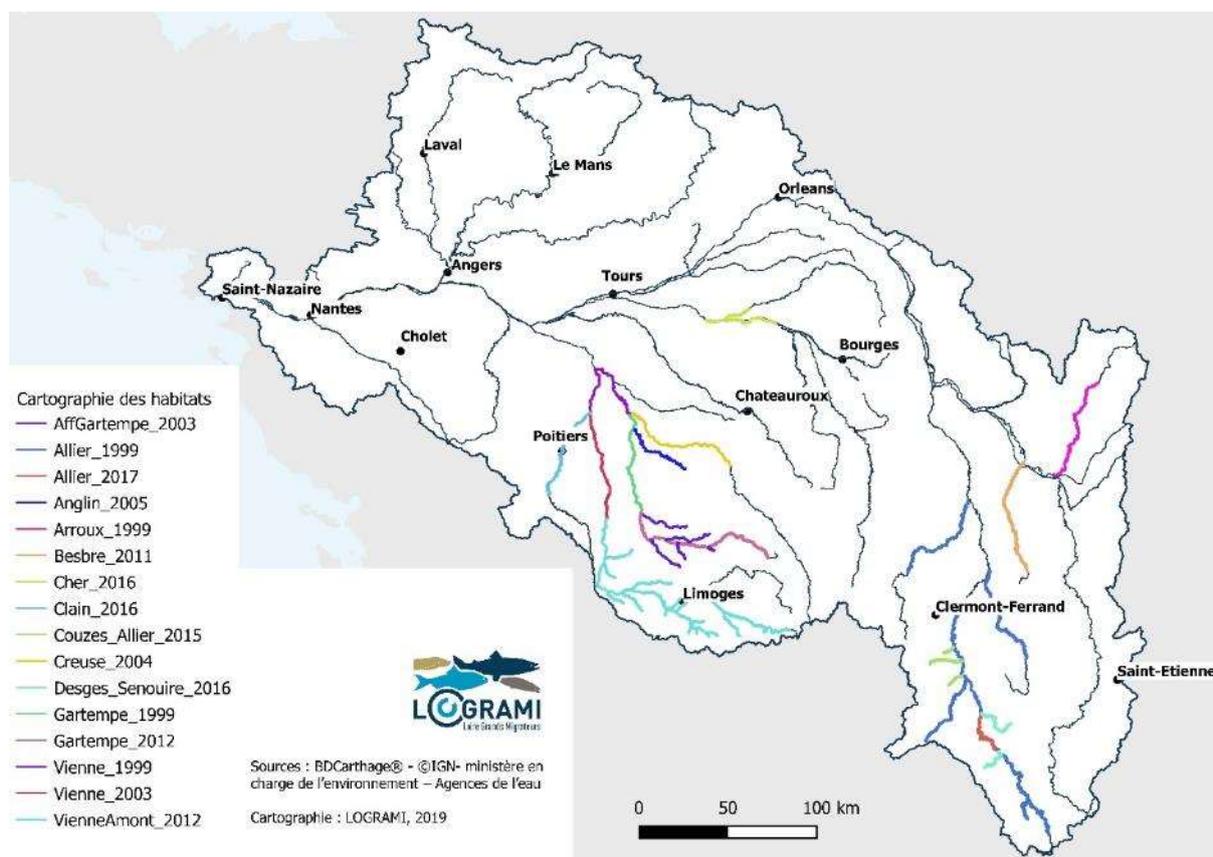


Figure 20 : Représentation des études cartographiques dont les données ont été intégrées à la table « faciès » de la future base habitats élaborée par LOGRAMI

Un important travail d'harmonisation des données a été nécessaire pour aboutir à l'intégration de 15 626 lignes de faciès d'écoulement dans la table. L'harmonisation a porté, entre autres, sur les champs ou encore les codes utilisés pour caractériser par exemple les faciès ou les granulométries. En effet, les études cartographiques décrivant les faciès d'écoulement sont hétérogènes : nombre de champs, types et noms de champs, classes et codes utilisés, dénominations etc.

Par ailleurs, quatre études cartographiques réalisées sur format papier ont du faire l'objet d'une digitalisation et retranscription des caractéristiques des faciès recensés afin de disposer des éléments géométriques sur SIG et des tables associées.

2.5.4. Perspectives

Après le travail de réflexion sur la base et la réalisation des deux premières tables, l'année 2019 sera consacrée, en priorité, à créer la table « frayères ». Puis, il s'agira de réaliser les autres tables pour aboutir à la mise en ligne des données. La réalisation de la base habitats est aussi l'occasion de fixer un protocole pour les futures cartographies d'habitats, de la prise de données de terrain à l'alimentation de la base. Ce travail est largement entamé et la cartographie des faciès d'écoulement réalisée en 2018 sur l'Allier (cf. § 2.2) a pu en bénéficier.

2.6. Qualification des habitats potentiels actuels

2.6.1. Survie sous-graviers sur l'Alagnon en 2018-2019

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 saumon ont été réalisées sur cet axe. Elles permettent d'obtenir des éléments de connaissances sur l'existence de différences de fonctionnalité des secteurs.

Cependant, l'étude réalisée sur ce même axe en 2016-2017 a enregistré des taux de survie extrêmement « faibles » pour les deux stades de développement (éclosion et émergence). Ces résultats inexplicables sont les plus bas enregistrés depuis les premiers suivis réalisés sur le bassin de la Loire en 2009 (BACH et al 2016).

Ainsi, en décembre 2018, une nouvelle étude de la survie sous graviers a été menée sur le bassin de l'Alagnon de façon pouvoir mieux corréliser la survie des œufs avec différents protocoles de caractérisation de l'habitat « frayère » :

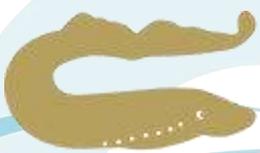
- « Stick Hypoxie » MARMONIER et al. (2004),
- « Conductivité hydraulique » (DATRY et DONON, 2011),
- « Pièges à sédiments » (PARKINSON et al., 2001).

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).

2.6.1.1 Localisation de l'étude

Au total, 6 frayères artificielles ont été mises en place (Figure 21). Ces dernières sont réparties sur l'intégralité des zones de reproduction accessibles que présente l'Alagnon. L'espacement des différents sites doit permettre l'évaluation de la fonctionnalité des secteurs sur l'ensemble du linéaire étudié :

- 4 frayères se situent sur l'axe principal de l'Alagnon. Les deux frayères les plus amont (Massiac et Aubeyrat) ont été déplacées par rapport à la campagne de l'année précédente afin que les sites soient localisés sur des zones présentant des caractéristiques d'habitats encore plus favorables à la fraie du saumon atlantique (granulométrie, faciès...).
- 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.



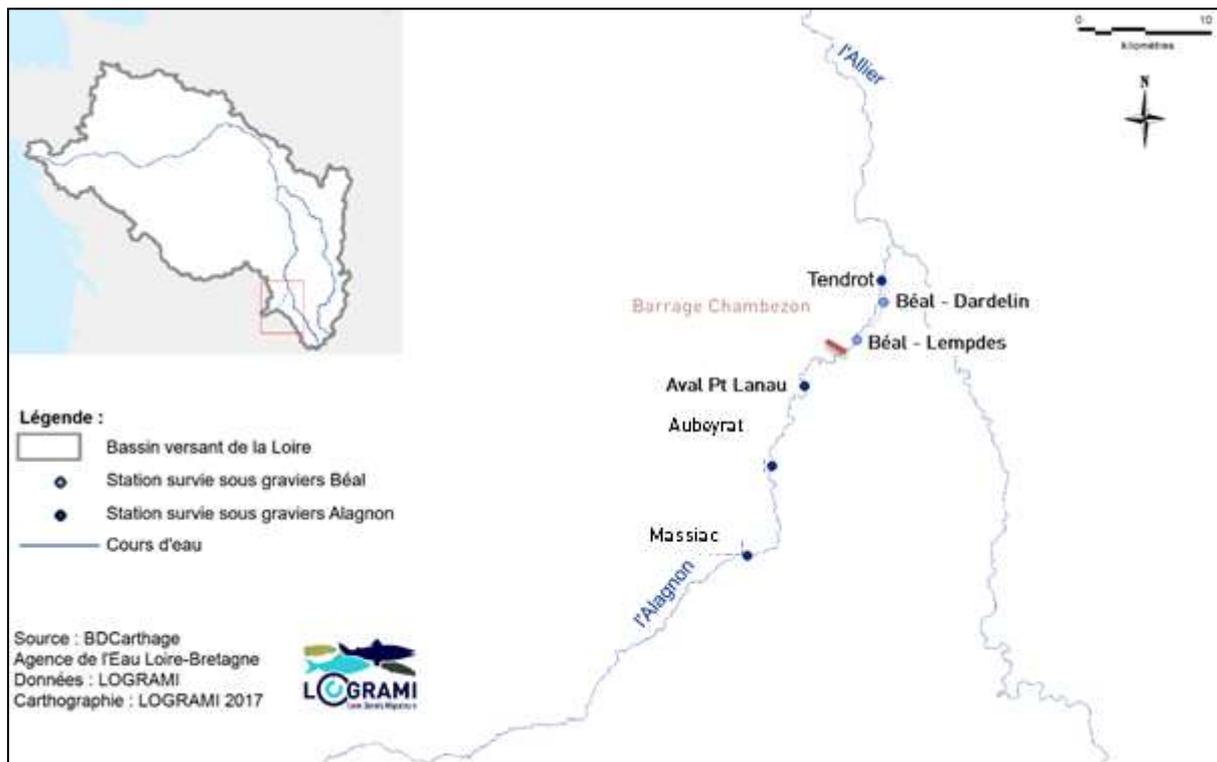


Figure 21 : Localisation des frayères artificielles de saumon atlantique sur le bassin de l'Alagnon et le Béal suivies en 2018-2019

2.6.1.2 Réalisation des frayères artificielles

Le protocole de réalisation d'une frayère artificielle et de mise en place des capsules est identique à celui appliqué en 2016 sur le bassin de l'Alagnon (BACH et al, 2017).

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 ».

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 9) :

Tableau 9 : Classes de taille granulométrique utilisées pour la description des frayères sur l'Alagnon en 2018

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 (COURROT 1987 dans SOUCHON et 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.

Mesure de la conductivité hydraulique

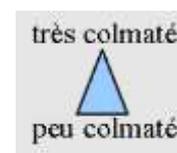
Le conductimètre hydraulique permet de quantifier la conductivité hydraulique des sédiments (DATRY et DONON, 2011) et la fonctionnalité d'un site de fraie (BOSC et al, 2016). 5 points de mesures dans la frayère sont effectués sur chaque station (BACH et al, 2017).

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 10 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 lors de la campagne de survie sous graviers 2016-2017.

Tableau 10 : Approche par code couleur des valeurs numériques de conductivité hydraulique (méthode des quartiles : Auto-référencement)

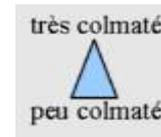
Classe	Conductivité hydraulique (K)
1	$0 < K < 5,5$
2	$5,5 < K < 10,6$
3	$10,6 < K < 17,9$
4	$17,6 < K < 50,5$



Pour chaque groupe de mesure de conductivité 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 le tableau 11 ont été attribuées selon les catégories de colmatage.

Tableau 11 : Approche par code couleur des taux d'infiltration permettant la mesure de la conductivité hydraulique au niveau des frayères étudiées

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



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 : 5 bâtons sont implantés dans la frayère artificielle afin de déterminer les conditions de développement des œufs jusqu'au stade « émergence ».

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 (BACH et al, 2017).

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).

2.6.1.3 Résultats

Les frayères artificielles ont été préparées les 27 et 28 novembre 2018 à raison de 3 sites par jour.

Elles ont été réalisées sur des zones présentant des caractéristiques d'habitats favorables à la fraie du saumon atlantique. La classe granulométrique dominante la plus représentée est celle des « gros galets ». La classe accessoire majoritaire est « pierres » hormis sur la frayère du Béal-Dardelin (petits galets). La frayère localisée en amont du Béal (Lempdes) présente une granulométrie plus fine que les autres sites. A noter, également l'apparition de « graviers » sur les deux frayères du Béal et la frayère de Massiac. La présence de « sables » est relevée sur la frayère d'Aubeyrat.

Tableau 12 : Classes de taille du substrat présentes sur les frayères étudiées de l'Alagnon et du Béal en 2018-2019



Rivières	Sites	Granulométrie dominante	Granulométrie accessoire		Pavage (Echelle de 0 à 3)
			1	2	
Alagnon	Tendrot	Gros galets	Pierres	Petits galets	1
	Aval Pont Lanau	Gros galets	Pierres	/	1
	Aubeyrat	Gros galets	Pierres	Sables	1
	Masslac	Gros galets	Pierres	Graviers	1
Béal	Béal - Dardellin	Gros galets	Petits galets	Graviers	1
	Béal - Lempdes	Petits galets	Gros galets	Graviers	0

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 et BERTON, 2001). 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 moins prononcé des sédiments sur les sites de Lempdes a nécessité un temps de création des frayères beaucoup plus court.

Les œufs de saumon utilisés pour cette étude proviennent d'une fécondation artificielle de géniteurs enfermés de la salmoniculture de Chanteuges (43).

Cependant, les débits légèrement soutenus de l'Alagnon à deux reprises au début de moins de décembre (pic de 10,8 m³/s et 10,4 m³/s les 3 et 10 décembre) couplés à la disponibilité en œufs de la salmoniculture n'ont pas permis d'incuber les capsules dans les frayères artificielles (Figure 22). Les protocoles de caractérisation de l'habitat « frayère » ont toutefois été maintenus afin de pouvoir comparer les résultats aux données antérieures (2016-2017). Pour cela, les périodes d'éclosion et d'émergence ont été estimées à l'aide de la sonde température de Lempdes sur Alagnon en sommant les degrés jours. Les mesures de conductivité hydraulique au stade « éclosion » ont été réalisées le 20 mars 2019 (467 degrés-jours). Celles du stade « émergence » ont été effectuées le 24 avril 2019 (763 degrés-jours). Lors de cette même journée les pièges à sédiment et les bâtons hypoxies ont été récupérés.

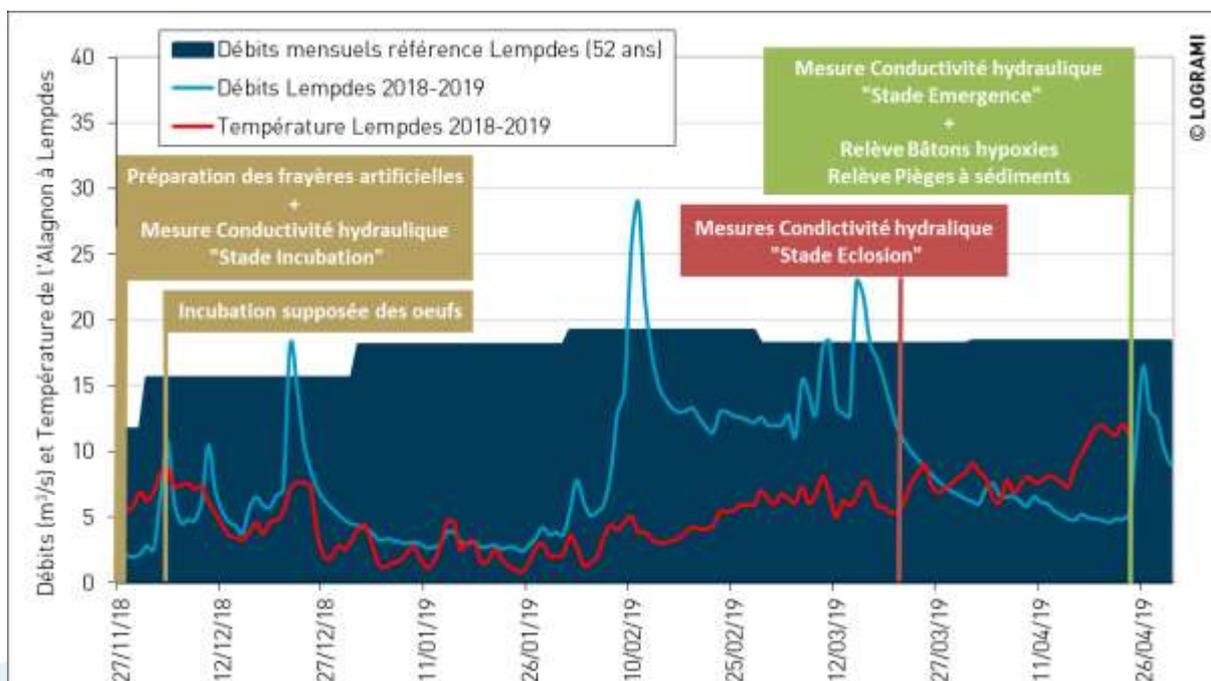


Figure 22 : Débits et températures de l'Alagnon à Lempdes sur Alagnon en 2018-2019 (Sources : LOGRAMI et DREAL Occitanie / HYDRO-MEDD/DE)

Mesure de la conductivité hydraulique

Les sédiments des frayères étudiées sur l'Alagnon et le Béal présentent des perméabilités variables qui semblent évoluer au cours du temps (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**).

Au moment de la réalisation des frayères, celles-ci sont globalement bien décolmatées avec une moyenne de conductivité égale à 29 K +/- 7 sur l'Alagnon et 25 K +/- 12 sur le Béal. La plus forte perméabilité du substrat est enregistrée sur la frayère de Massiac avec une valeur de 42 K. Aucune différence significative de conductivité hydraulique est constatée entre les différents sites de l'Alagnon (Mann Whitney : p-value 0,1411 ; alpha 0,05). Cependant, une différence significative de conductivité hydraulique est constatée entre les deux frayères du Béal (Mann Whitney : p-value 0,0226 ; alpha 0,05).

Au stade éclosion, les frayères sur l'aval de l'Alagnon (Tendrot et Aval Pont Lanau) et l'aval du Béal (Dardelin) sont légèrement colmatées avec une moyenne de conductivité égale à 13 K sur l'Alagnon et 11 K sur le Béal. La plus forte perméabilité du substrat est enregistrée sur la frayère de Massiac avec une valeur de 26 K. En revanche, une conductivité nulle est observée sur les frayères d'Aubeyrat et de Lempdes. Une différence significative de conductivité hydraulique est constatée sur l'Alagnon entre Massiac et Aubeyrat (Mann Whitney : p-value 0,0016 ; alpha 0,05). Comme pour l'incubation, une différence significative de conductivité hydraulique est distinguée entre les deux frayères du Béal (Mann Whitney : p-value 0,0079 ; alpha 0,05).

Au stade émergence, la frayère de Massiac enregistre une conductivité bien plus faible que lors des précédentes relèves (9 K contre 26 K à l'éclosion et 42 K à l'incubation). Contrairement à la frayère de Massiac, la frayère Aval Pont Lanau enregistre une conductivité meilleure que lors de la mesure au stade éclosion (26 K contre 12 K). Une différence significative de conductivité hydraulique est relevée sur l'Alagnon entre la frayère Aval Pont Lanau et Aubeyrat (Mann Whitney : p-value 0,0059 ; alpha 0,05). Contrairement aux mesures lors de l'incubation et de l'éclosion, aucune différence significative de conductivité hydraulique est distinguée entre les deux frayères du Béal (Mann Whitney : p-value 0,3962 ; alpha 0,05).

Tableau 13 : Résultats des conductivités hydrauliques moyennes du substrat à l'intérieur des frayères étudiées sur le bassin de l'Alagnon en 2018-2019 aux différentes périodes (Incubation / Eclosion / Emergence) (Source : LOGRAMI)

		Conductivité hydraulique (K)		
		Incubation	Eclosion	Emergence
Alagnon	Tendrot	27	14	15
	Aval Pont Lanau	28	12	26
	Aubeyrat	16	0	0
	Massiac	42	26	9
Béal	Béal - Dardelin	37	11	11
	Béal - Lempdes	13	0	4
Débit Alagnon à Lempdes (m3/s)		2,1	15,5	5,4

Après la conception des frayères artificielles, les mesures de perméabilités mettent en évidence que les sédiments de l'Alagnon et du Béal sont perméables. Les taux d'infiltration sont de 100 % sur l'ensemble des frayères (Tableau 14).

Les deux frayères aval de l'Alagnon (Tendrot et Aval Pont Lanau) présentent une perméabilité totale des sédiments jusqu'au stade émergence. Des taux d'infiltration de 100 % sont enregistrés lors des campagnes de mesures aux stades éclosion et émergence.



Au cours du temps, les problèmes de colmatage apparaissent sur les frayères du Béal et les deux frayères les plus en amont sur l'Alagnon (Massiac et Aubeyrat). Une imperméabilité totale du substrat est constatée sur les frayères d'Aubeyrat pour le stade éclosion et émergence et du Béal à Lempdes au stade éclosion.

Tableau 14 : Résultats des **taux d'infiltrations moyens** du substrat à l'intérieur des frayères étudiées sur le bassin de l'Alagnon en 2018-2019 aux différentes périodes (Incubation / Eclosion / Emergence) (Source : LOGRAMI)

		Taux d'Infiltration (%)		
		Incubation	Eclosion	Emergence
Alagnon	Tendrot	100%	100%	100%
	Aval Pont Lanau	100%	100%	100%
	Aubeyrat	100%	0%	0%
	Massiac	100%	100%	60%
Béal	Béal - Dardelin	100%	60%	60%
	Béal - Lempdes	100%	0%	40%
Débit Alagnon à Lempdes (m³/s)		2,1	15,5	5,4

Toutes frayères confondues, les mesures de perméabilité au moment de l'incubation sont significativement meilleures que lors des campagnes de relèves aux stades éclosion et émergence (Test de Kruskal-Wallis ; p-value < 0,0001 ; alpha 0,05). (Figure 23).

Visuellement, nous remarquons une légère différence de conductivité entre l'Alagnon et le Béal. Cependant statistiquement, aucune différence significative de conductivité hydraulique n'est relevée entre les frayères de l'Alagnon et le Béal pour chaque campagne de mesures :

- Stade incubation = Mann Whitney : p-value 0,5380 ; alpha 0,05
- Stade éclosion = Mann Whitney : p-value 0,0597 ; alpha 0,05
- Stade émergence = Mann Whitney : p-value 0,2789 ; alpha 0,05

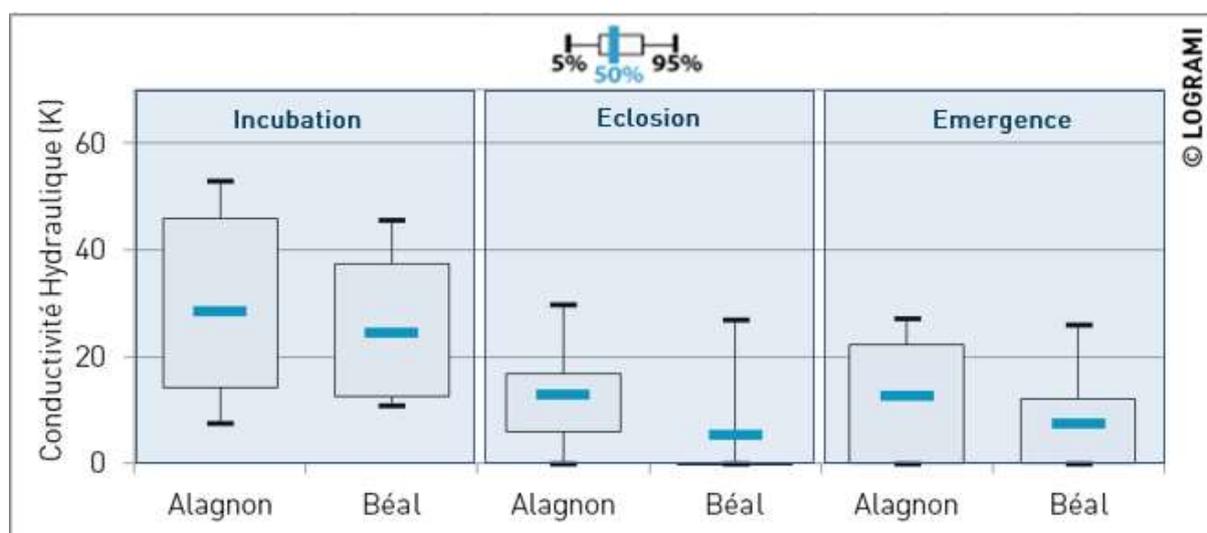


Figure 23 : Evolution de la conductivité hydraulique de l'Alagnon et du Béal entre les trois campagnes de mesure (Incubation, Eclosion et Emergence) sur les frayères de saumon étudiées en 2018-2019

Au sein de l'Alagnon et du Béal, une évolution de la conductivité est constatée. 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 (Alagnon = Mann Whitney test : p-value 0,025 ; alpha 0,05 et Béal = Mann Whitney test : p-value 0,029 ; alpha 0,05).
- Ce constat n'est toutefois pas observé entre l'éclosion des œufs et l'émergence des alevins (Alagnon = Mann Whitney test : p-value 0,85; alpha 0,05 et Béal = Mann Whitney test : p-value 0,37 ; alpha 0,05).

L'eau interstitielle : taux d'oxygénation du substrat

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 étudiés en 2018-2019, les œufs ont évolué dans de bonnes conditions d'oxygénation (profondeur oxygénée maximale) jusqu'au stade émergence hormis pour la frayère de Lempdes dans le Béal (Tableau 17). Cette dernière présente un niveau d'anoxie supérieur à toutes les autres frayères (Test de Kruskal-Wallis ; p-value < 0,0001 ; alpha 0,05).

Tableau 15 : Profondeurs moyennes d'oxygénation du substrat à l'intérieur des frayères étudiées sur le bassin de l'Alagnon en 2019-2019 au stade « émergence »

Cours d'eau	Site	Nb bâtons	Profondeur moyenne oxygénée sur les 20 premiers cm
Alagnon	Tendrot	5	20,0
	Aval Pont Lanau	4	20,0
	Aubeyrat	5	20,0
	Massiac	5	20,0
Béal	Béal - Dardellin	4	20,0
	Béal - Lempdes	5	7,2

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 15 ont pu être récupérés. Sur le site de Tendrot et Aubeyrat, seulement 2 pièges à sédiments sur 3 ont été retrouvés. Pour le site à l'aval du Pont de Lanau, un piège à sédiments a été retiré de l'analyse car retrouvé à l'extérieur de la frayère.

En observant l'ensemble des résultats, il apparaît que la quantité de matière fine moyenne présente dans les pièges est significativement plus importante dans le Béal (14,3 g +/- 2,2) que sur le cours principal de l'Alagnon (6,8 g +/- 2,6) (Mann Whitney test : p-value 0,028 ; alpha 0,05).

La frayère qui présente la plus faible quantité de sédiments fins est celle de l'Aval Pont Lanau (2,7 g). Contrairement aux autres frayères, ce site est composé majoritairement d'une granulométrie de plus gros diamètre (Gros galets et Pierres) moins sujette au colmatage.

Quoi qu'il en soit, les quantités de matières sèches récoltées au niveau de l'ensemble de pièges à sédiment 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 400 g de matières sèches récoltées (FOUILLE, 2013).

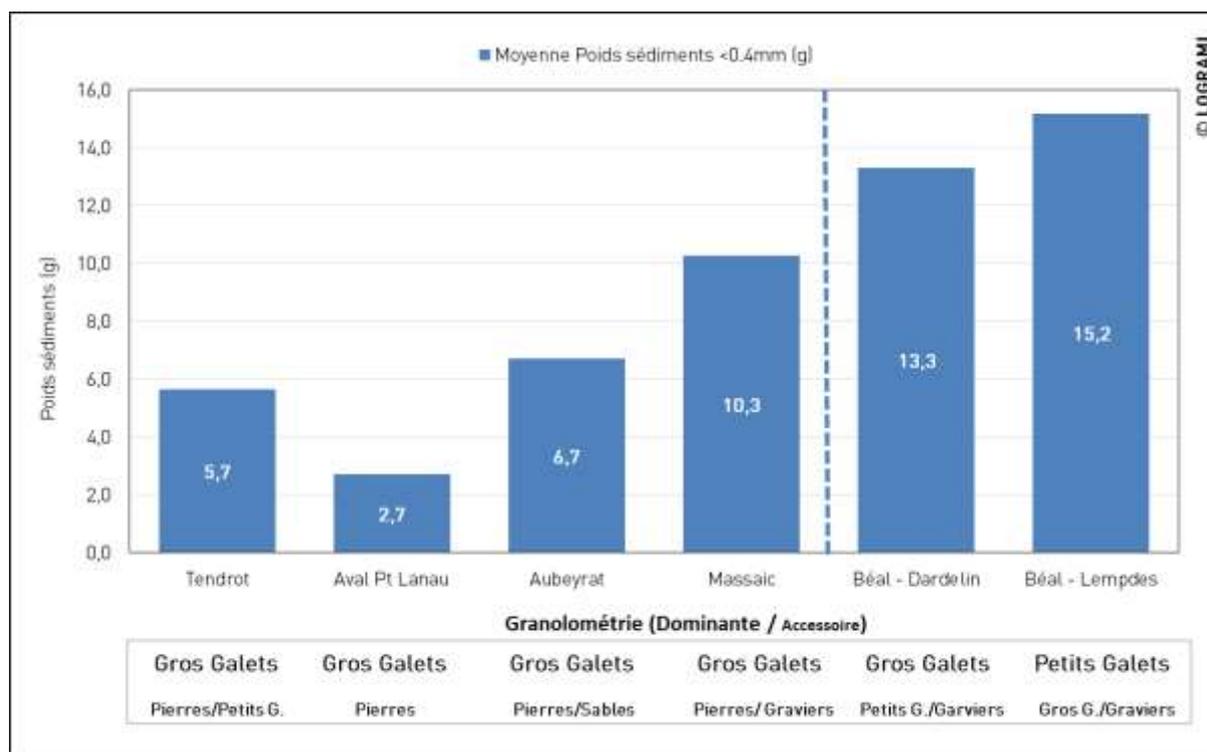


Figure 24 : Poids des différentes fractions de sédiments récoltés dans les pièges relevés au stade « émergence » au regard de la composition granulométrique des frayères étudiées sur la bassin de l'Alagnon en 2018-2019

2.6.1.4 Conclusion

Cette campagne 2018-2019 a été marquée par des débits soutenus lors des différentes tentatives de mise en place des œufs dans les frayères. Ainsi, seuls les protocoles de caractérisation des frayères ont été maintenus afin de pouvoir caractériser l'habitat et comparer les résultats aux données de la précédente campagne de 2016-2017.

La conductivité hydraulique

Les résultats de conductivités obtenus pendant la campagne 2018-2019 permettent d'affirmer que cette étude peut servir comme indicateur d'évolution dans le temps du niveau de colmatage.

Contrairement à l'étude menée en 2016-2017 (BACH et al, 2017), pour toutes les campagnes de mesures réalisées en 2018-2019, la perméabilité des frayères artificielles de l'Alagnon n'est pas significativement différente de celle mesurée dans le Béal.

La conductivité hydraulique est 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 de la reproduction. 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. Le site d'Aubeyrat présente également des conductivités très faibles. Contrairement aux autres frayères de l'Alagnon, la présence de sable a été relevée sur ce site. Ce dernier aurait tendance à accentuer le niveau de colmatage.

Le taux d'oxygène dissous

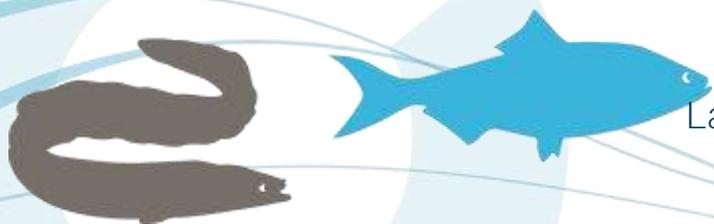
Les œufs ont évolué dans le Béal et le cours de l'Alagnon dans des conditions d'oxygénations maximales jusqu'au stade émergence hormis sur le site amont du Béal (Béal-Lempdes). Jusqu'à présent cette méthode ne permet pas de mettre en évidence un lien entre le taux de survie et le niveau d'oxygénation 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 sédiments fins

Comme lors de la campagne 2016-2017 (BACH et al, 2017), en observant l'ensemble des résultats, nous constatons que la quantité de matière fine présente dans les pièges du Béal est plus importante que sur le cours de l'Alagnon.

Les frayères du Béal sont impactées 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 principale plus fine sur le site le plus amont (Béal-Lempdes : petits galets) atteste de ce fait.

Par conséquent, plus les fines sont en quantité importante, plus la conductivité hydraulique est faible (DESCLOUX et al., 2010).



2.6.2. 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 échantillonnages de sondage sont réalisés selon un protocole standardisé et spécifique aux tacons 0+ (PREVOST et BAGLINIERE, 1993).

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.

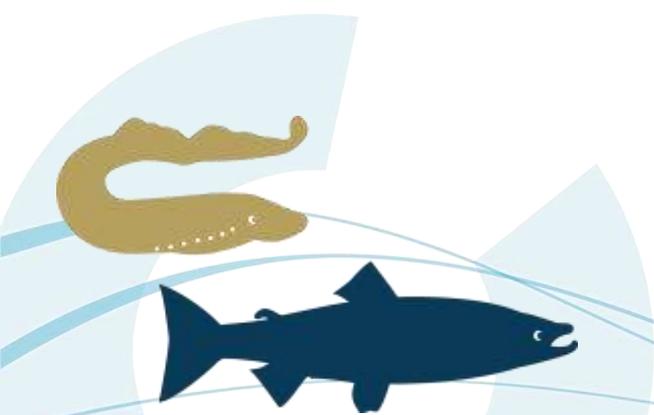
2.6.2.1 Recrutement de juvéniles de saumons sur le bassin de l'Allier

Secteurs étudiés

Sur le bassin de l'Allier, la campagne d'échantillonnage de 2018 évalue la production de juvéniles issue de la reproduction naturelle de 2017, année où 673 géniteurs potentiels ont été contrôlés à Vichy (754 – 81 géniteurs capturés par le Conservatoire National du Saumon Sauvage (CNSS) dont 28 franchissent le barrage de Poutès.

En 2018, compte tenu des secteurs alevinés, seules les capacités productives naturelles de certains secteurs distincts ont été évaluées à l'automne en termes de production de tacons :

- 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 chroniquement en sous densité au regard des capacités d'accueil ;
- Sur la Sioule, un premier secteur, situé **en amont des Thermes de Châteauneuf les Bains (63) jusqu'au barrage infranchissable de Queuille (9 km)** est dépourvu d'alevinage. Un autre secteur situé **en aval d'Ebreuil** (jusqu'à la confluence avec l'Allier) n'a pas été aleviné et peut être considéré comme exempt d'influence d'alevinage ;
- L'Alagnon sur l'ensemble de son cours** n'a pas été aleviné en 2018 suite à une demande des acteurs locaux. Ainsi, pour la deuxième année consécutive, les échantillonnages automnaux de 2018 permettent l'évaluation de la production naturelle de cette rivière qui présente un fort potentiel pour le saumon. **La partie aval de la Sianne (1,3 km)**, affluent rive gauche de l'Alagnon, sur laquelle une frayère de saumon avait été observée en 2017 a également fait l'objet d'un échantillonnage (une seule station) ;
- Pour la deuxième année consécutive, la production de tacons d'automne de **la partie aval de la Desges (4,8 km)**, affluent rive gauche de l'Allier situé en amont de Langeac, a pu être évaluée.



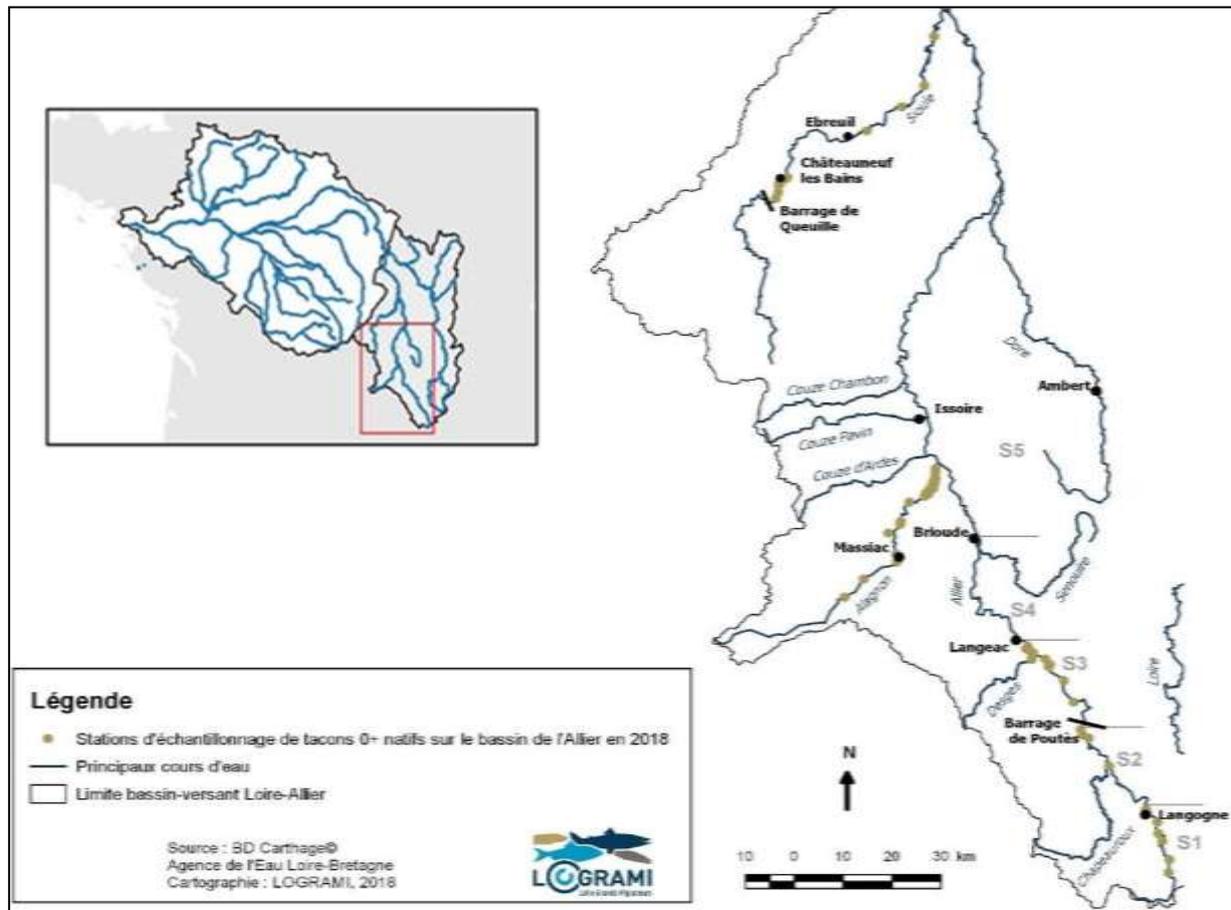


Figure 25 : Localisation des stations d'échantillonnage par pêche à l'électricité de suivi d'abondance de juvéniles natifs de saumon atlantique sur le bassin de l'Allier en 2018

Tableau 16 : Répartition des stations échantillonnées dans le cadre de l'évaluation de la production de juvéniles de saumon natifs à l'automne sur le bassin de l'Allier en 2018

	Nb stations
Alagnon-Sianne	16 (15+1)
Allier	19
Sioule	10 (7+3)
Desges	4

Résultats sur l'Allier

Des tacons 0+ ont été capturés sur 13 des 19 stations échantillonnées dans la zone refuge en septembre 2018 (Figure 26). Les captures de tacons 0+ natifs les plus apicales ont été réalisées à Langogne.

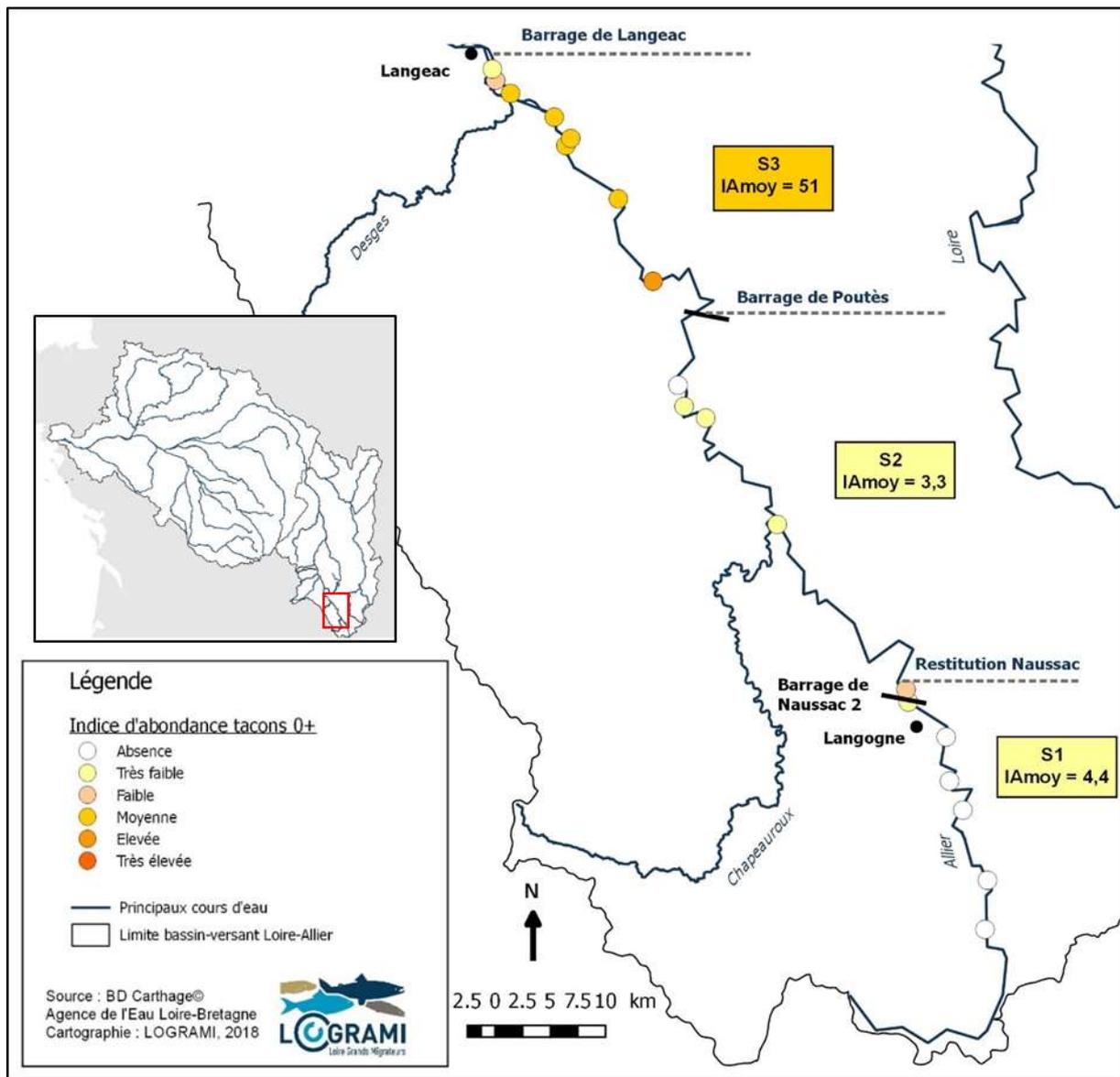


Figure 26 : Indices d'abondance de tacons natifs sur l'Allier en septembre 2018

Les 6 stations ne présentant pas de juvéniles de l'année sont toutes situées en amont du barrage de Poutès, en amont duquel seulement 28 géniteurs potentiels avaient été comptabilisés en 2017. 5 de ces 6 stations sont situées en amont de Langogne qui semble constituer le front de colonisation 2017 des géniteurs. Par ailleurs, hormis la station « aval immédiat barrage Naussac 2 » 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 2018.

Sur le secteur situé en aval du barrage de Poutès (S3), des tacons 0+ ont été capturés sur toutes les stations échantillonnées. Avec des indices d'abondance plutôt hétérogènes (très faibles à élevés) mais avec une majorité d'indice moyens, la production naturelle peut être considérée comme moyenne sur ce secteur en 2018.

Avec un indice d'abondance moyen de 23,4 tacons 0+/5 min +/- 30,8, la production de tacons natifs de la zone refuge de l'année 2018 est inférieure à la moyenne 2009-2017 (43 tacons 0+/5 min +/- 55,3), calculée pour 17 stations historiques (Figure 27). Elle constitue le 3^e moins bon niveau d'abondance observé depuis 2009.

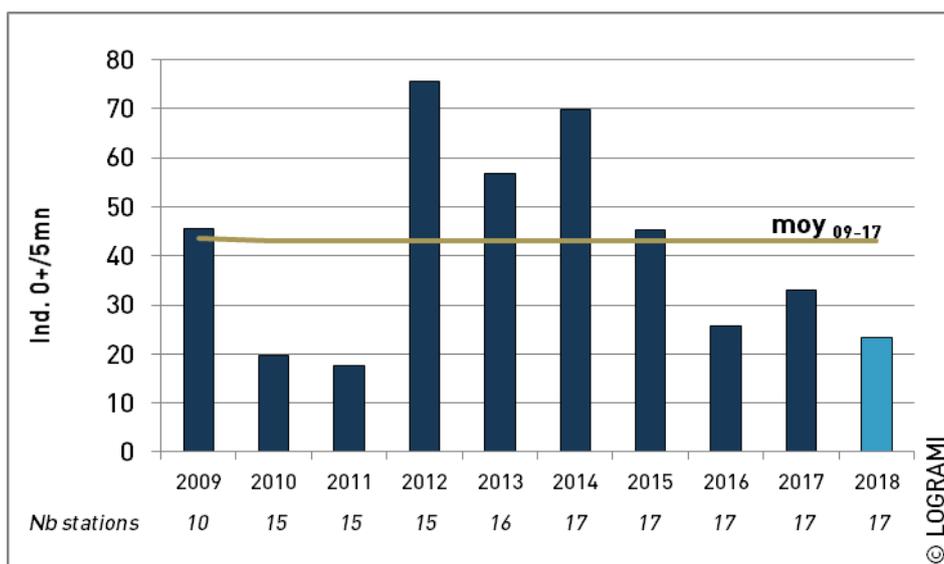


Figure 27 : Evolution de l'indice d'abondance tacons 0+ moyen dans la zone refuge de l'Allier depuis sa mise en place en 2008 (10 stations)

L'absence de coup d'eau automnal en 2017 et la faible colonisation par les géniteurs qui en résulte (103 géniteurs potentiels en amont de Langeac dont seulement 28 en amont de Poutès) ont probablement induit la faible production d'alevins natifs de la zone refuge de l'Allier observée en 2018. Toutefois, la différence d'abondance entre l'amont et l'aval du barrage de Poutès est toujours marquée.

La capacité productive de la zone refuge de l'Allier n'est plus à prouver. Il en est malheureusement de même pour les difficultés d'accès à l'amont du barrage de Poutès.

Résultats sur l'Alagnon

Des tacons 0+ natifs ont été capturés sur 15 des 18 stations échantillonnées sur l'Alagnon et le Béal de l'Alagnon en septembre 2018 (Figure 28). Les captures de tacons 0+ natifs les plus apicales ont été réalisées à Massiac (15) à 31 kilomètres de la confluence avec l'Allier. Aucun tacon 0+ n'a été capturé sur les trois stations situées en amont de Massiac ainsi que sur l'unique station échantillonnée sur la Sianne (partie aval).

Les indices d'abondance varient de « nul » à « moyen » pour une valeur moyenne inter-station de 11,6 ind. 0+/5 min, +/- 10,2. **L'abondance globale de tacons 0+ natifs sur l'Alagnon est considérée comme faible en 2018.**

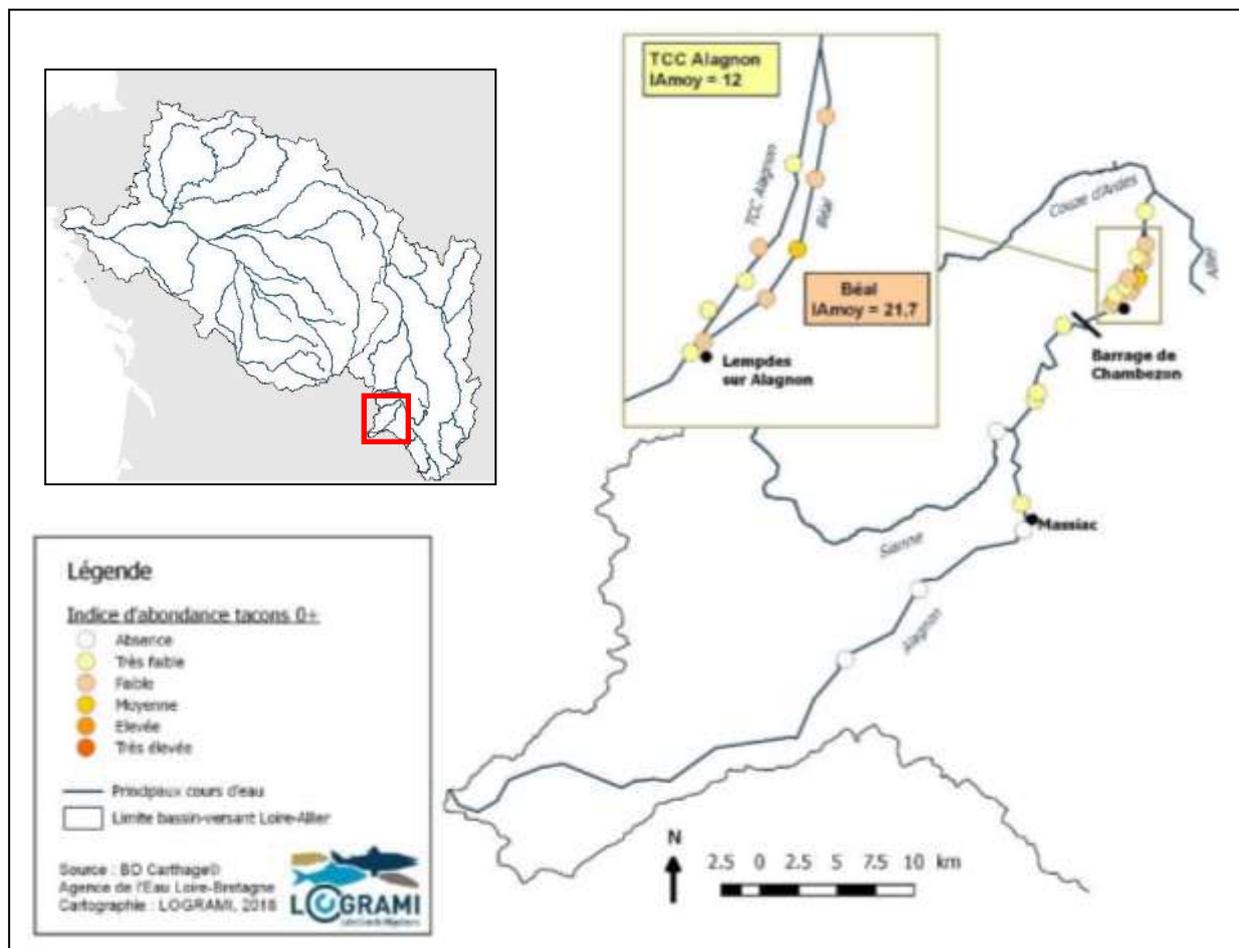


Figure 28 : Indices d'abondance de tacons natifs sur l'Alagnon et le Béal de l'Alagnon en septembre 2018

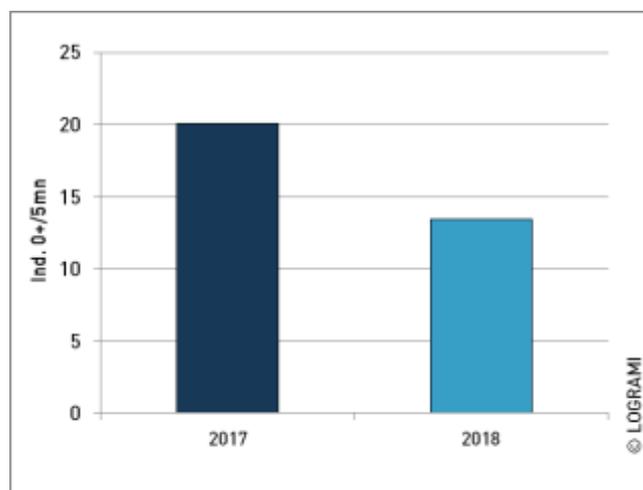


Figure 29 : Evolution de l'indice d'abondance tacons 0+ moyen de l'Alagnon entre 2017 et 2018 (8 stations)

L'indice d'abondance moyen de l'Alagnon en 2018 est légèrement inférieur à celui de 2017 (Figure 29).

Pour la deuxième année consécutive sans alevinage sur l'Alagnon, les résultats du suivi de l'abondance de juvéniles 2018 révèlent l'exploitation par les géniteurs de saumons atlantiques des 31 premiers kilomètres de l'Alagnon, jusqu'à Massiac, pour leur reproduction. Cette répartition correspond à celle des frayères observées en décembre 2017.

Au regard du nombre record de frayères comptabilisées en décembre 2017, l'abondance moyenne de juvéniles 0+ natifs jugée faible en 2018, est un résultat décevant. Il est probable que la crue hivernale du 4/1/2018 avec un pic de crue de 116 m³/s (10 fois le module) ait eu un impact négatif sur la survie des œufs sous graviers engendrant une perte de production de juvéniles.

Résultats sur la Sioule

En septembre 2018, des tacons 0+ natifs ont été capturés sur 7 des 11 stations échantillonnées dans les deux secteurs non alevinés de la Sioule (amont des Thermes de Châteauneuf les Bains et aval Ebreuil) (Figure 30).

Les indices d'abondance varient de « nul » à « très faible » pour une valeur moyenne inter-station de 1,2 ind, 0+/5 min, +/- 1,1. **L'abondance globale de tacons 0 natifs + sur la Sioule peut être considérée comme très faible en 2018.**

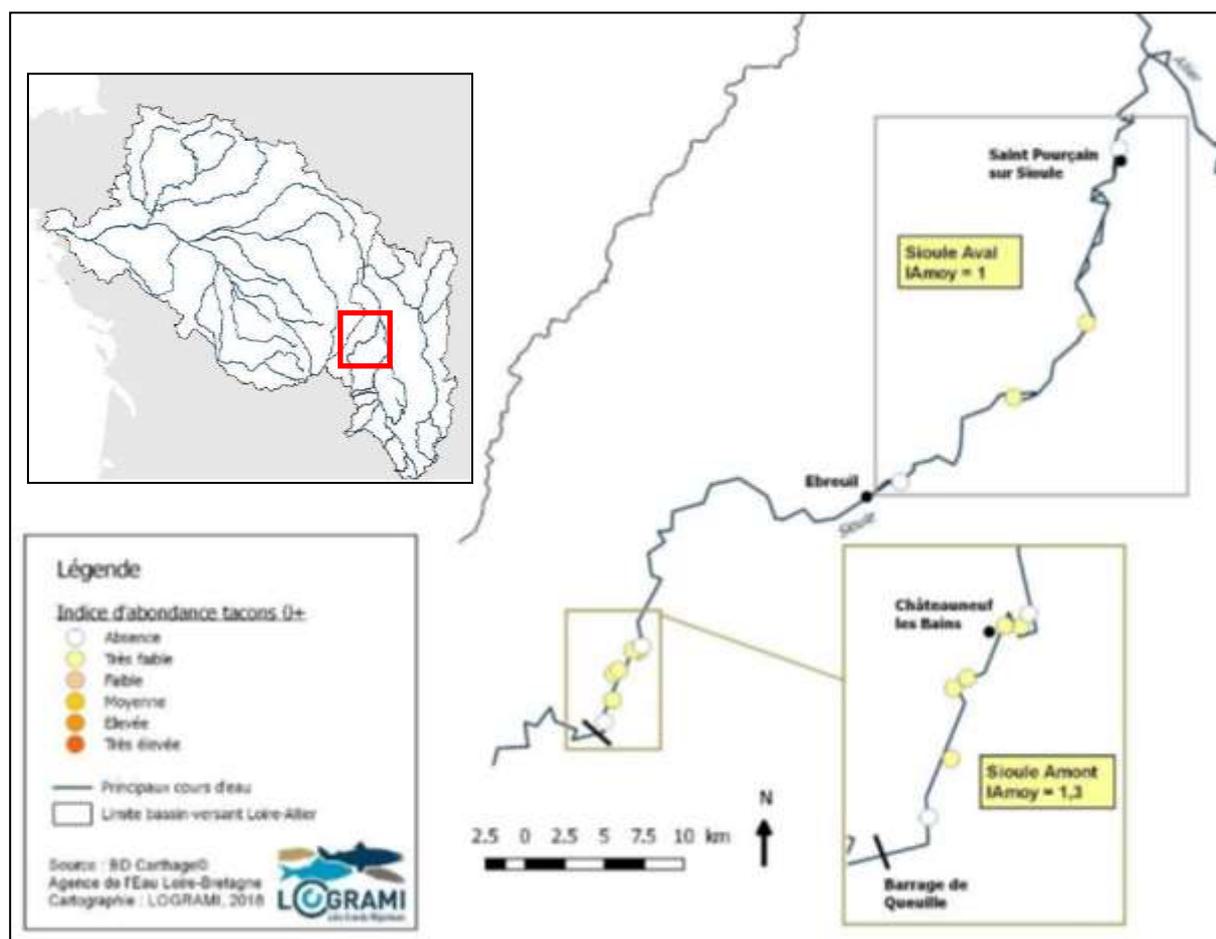


Figure 30 : Indices d'abondance de tacons natifs sur la Sioule en septembre 2018

Zone Sioule amont :

Avec un indice d'abondance moyen de 1,3 tacons 0+/5 min +/- 1,1 (calculé pour 5 stations historiques), la production de tacons natifs de la zone amont de la Sioule en 2018 est très nettement inférieure à la moyenne 2011-2017 (20,5 individus 0+ en 5 minutes +/- 30,8) (Figure 31).

Malgré un nombre de frayères relativement stable sur ce secteur compris entre 12 et 18 frayères depuis 2011, les indices d'abondances moyens annuels sont très variables. Les meilleurs recrutements en juvéniles sur cette partie de la Sioule, au régime hydrologique sensiblement artificialisé par la centrale hydro-électrique EDF de Queuille, semblent liées à une hydrologie faible à l'émergence et à l'absence

de coup d'eau durant 1 mois après l'émergence (Tableau 17). Par ailleurs, les variations de l'indice de perturbation hydrologique dit indice « éclusée » (méthode de COURRET, 2014) calculé sur la période 15 mars-15 juin pour la station hydrologique de Châteauneuf les Bains (7,8 km en aval de la centrale EDF de Queuille) (Présentation publique EDF – Réunion de la Commission Locale de l'Eau du SAGE Sioule, 28/02/2019), semblent expliquer les variations de recrutements en juvéniles de saumons. En effet, l'indice d'abondance est supérieur à la moyenne quand l'indice « éclusée » est plus faible. Le fonctionnement de l'usine hydro-électrique de Queuille, bien qu'encadré par un règlement d'eau revu en 2013, aurait toujours un impact sur le recrutement en juvéniles natifs de ce secteur.

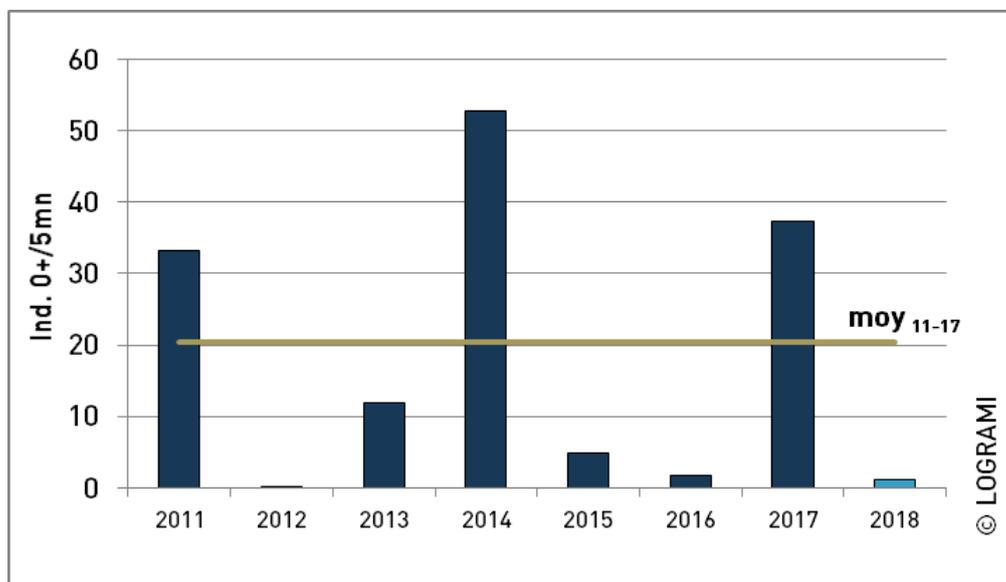
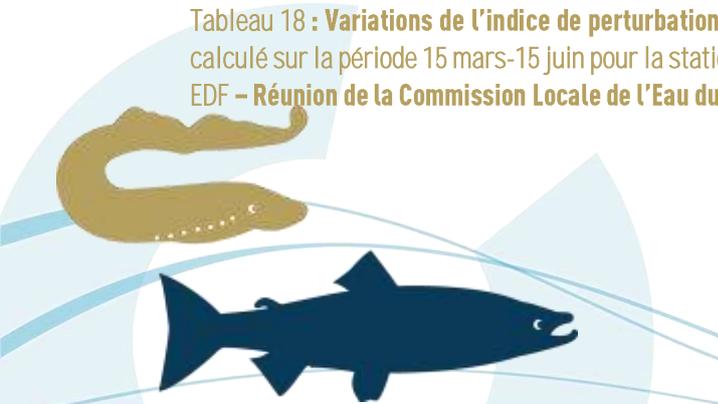


Figure 31 : Evolution de l'indice d'abondance tacons 0+ moyen de la Sioule en amont des Thermes de Châteauneuf les Bains (63) depuis 2011 (5 stations)

Tableau 17 : 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	2018
IA moyen	24,5	49,9	38,0	0,4	8,9	4,4	2,2	1,3
Nb frayères N-1		12	13	18	15		16	12
QMJ à l'émergence (date estimée avec ponte médiane le 1 ^{er} décembre)	5	5	5	5,7	32,5	10,5	36,5	10,9
QMJ max avril-mai	18	24,6	22,4	48,8	50,6	36	48,8	34
Q Moyen avril-mai	4,7	9,8	8,1	23,1	30,4	12,5	24,3	11,7
Indice de perturbation hydrologique « éclusée » (Courret, 2014) 15 mars-15 juin	1	1	2+	3-	2+	2+	2+	2-

Tableau 18 : Variations de l'indice de perturbation hydrologique dit indice « éclusée » (méthode de COURRET, 2014) calculé sur la période 15 mars-15 juin pour la station hydrologique de Châteauneuf les Bains (Présentation publique EDF – Réunion de la Commission Locale de l'Eau du SAGE Sioule, 28/02/2019)



année	Châteauneuf- les-Bains
	classe
1999	3-
2000	2+
2001	3-
2002	1
2003	1
2004	2-
2005	3+
2006	2-
2007	2+
2008	3-
2009	3+
2010	1
2011	1
2012	3-
2013	2+
2014	1
2015	2+
2016	2+
2017	2+
2018	2-

Classe	Code couleur	Niveau de perturbation hydrologique due aux éclusées
0		Hydrologie naturelle ou peu perturbée
1	Bleu	Perturbation hydrologique sensible.
2	Vert	Perturbation hydrologique marquée.
3	Jaune	Perturbation hydrologique très marquée.
4	Orange	Perturbation hydrologique sévère.
5	Rouge	Perturbation hydrologique très sévère.

Comme constaté en 2012, 2013, 2015 et 2016, et à l'inverse des années 2011, 2014 et 2017, la production de juvéniles natifs de la Sioule en amont des Thermes de Châteauneuf les Bains en 2018 est très réduite. Il semblerait que le débit et ses variations artificielles induites par la centrale hydroélectrique EDF de Queuille à l'émergence et juste après l'émergence conditionnent fortement le recrutement en juvéniles sur ce secteur.

 Zone Sioule aval :

Avec un indice d'abondance moyen de 1 tacon 0+/5 min +/- 1,1 (calculé pour 4 stations), la production de tacons natifs de la zone aval de la Sioule en 2018 est, comme celle de la zone amont, très restreinte malgré la présence de frayères constatée en décembre 2017. Cependant, ce résultat paraît moins surprenant que pour la zone amont car cette zone plus aval est naturellement moins propice à la survie et aux développements des salmonidés (thermie limitante).

Résultats sur la Desges

Pour la 2^e année consécutive, 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+ en septembre 2018.

Aucun tacon 0+ n'a été capturé sur les 4 stations échantillonnées sur 5 km en amont de la confluence l'Allier. Il semblerait que la production de juvéniles natifs de la Desges en 2018 soit nulle. Ce résultat semble concorder avec l'absence d'observations de frayère constatée en décembre 2017 et le niveau d'abondance de tacons natifs du secteur S3 (Langeac-Poutès) relativement bas par rapport à la moyenne historique qui peut limiter le besoin de colonisation de la Desges. **Il n'est donc pas possible de conclure en 2018 sur la capacité de production de juvéniles natifs de saumon atlantique de la Desges.**

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

Méthodologie et localisation

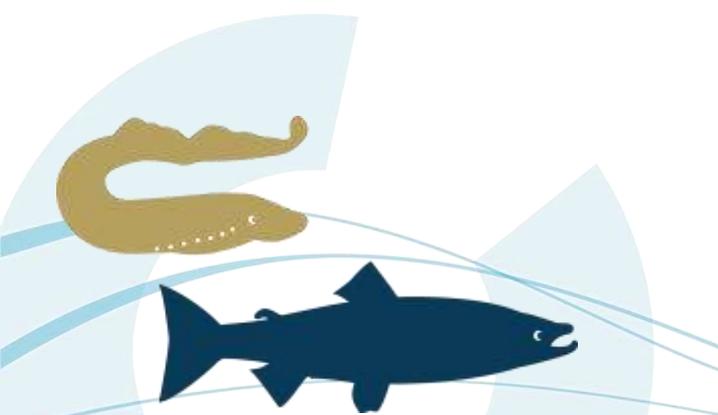
La prospection a été réalisée par des pêches électriques selon le même protocole que le suivi annuel des indices d'abondance de juvéniles en fin d'été, protocole standardisé et spécifique aux juvéniles de saumon de l'année (PREVOST et BAGLINIERE, 1995 in BACH et al, 2010). En revanche, le temps de pêche a parfois été adapté (de 4 à 6 mn) puisqu'il ne s'agissait pas d'aboutir à un indice en 5 min mais d'observer ou non la présence d'alevins de saumons natifs. En effet, la prospection a été adaptée aux alevins de quelques semaines (radiers frisant très peu profonds). Or, au printemps, ces zones sont parfois réduites en raison des niveaux d'eau plus élevés qu'en fin d'été.

Aucun nid de saumon n'a pu être observé sur la Gartempe et ses affluents durant l'hiver 2017-2018. Nous avons donc choisi, comme en 2017, d'échantillonner 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 19) et (Figure 32).

Tableau 19 : Sites prévisionnels d'échantillonnage pour la recherche de juvéniles de saumon sur la Gartempe au printemps 2018

Cours d'eau	Dépt	Commune(s)	Lieu-dit
Gartempe	87	Darnac	Reculat
Gartempe	87	Saint Bonnet de Bellac	Aval Moulin Verger
Gartempe	87	Rancon	Moulin d'Ardent
Gartempe	87	Rancon	Papeterie Laprade
Gartempe	87	Bessines-sur-Gartempe	Lavaugrasse

Trois de ces stations 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.



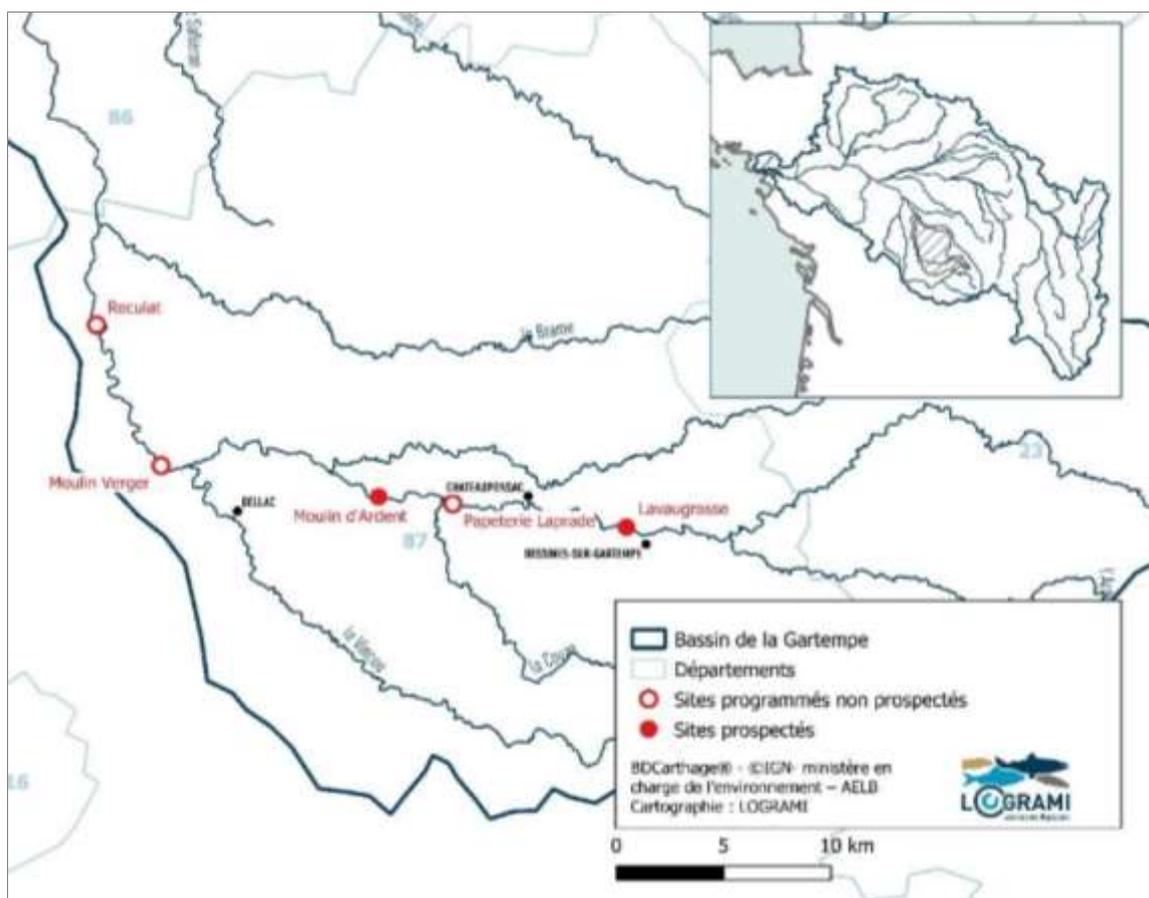


Figure 32 : Localisation des stations échantillonnées par pêches électriques pour la recherche de juvéniles de saumon sur le bassin de la Gartempe au printemps 2018

Résultats

Les déversements d'alevins de saumons dans le cadre du marché de repeuplement par le CNSS étant initialement prévus les 11 et 12 juin 2018, les échantillonnages ont été programmés et réalisés le 8 juin 2018.

Les conditions hydrologiques de début juin n'ont permis la prospection que de deux sites sur les cinq initialement prévus (Figure 32). En effet, le 8 juin 2018, les débits étaient de 17,20 m³/s à Saint Bonnet de Bellac pour une moyenne interannuelle (1994-2018) de 18,41 m³/s en mai et 11,19 m³/s en juin et 8,2 m³/s à Folles pour une moyenne interannuelle (1960-2018) de 9,04 m³/s en mai et 6,08 m³/s en juin (Sources : DREAL LIMOUSIN/HYDRO-MEDD/DE). En comparaison, en 2017, les échantillonnages ont été réalisés le 31 mai sur l'ensemble de ces cinq stations et dans de bonnes conditions. Les débits moyens journaliers étaient alors de 6,42 m³/s à Saint-Bonnet-de-Bellac et 3,58 m³/s à Folles.

Tableau 20 : Débits journaliers (8 juin 2018) et débits moyens interannuels des mois de mai et juin sur la Gartempe (Source : DREAL LIMOUSIN/HYDRO-MEDD/DE)

Station	Débit le 08/06/2018 (m ³ /s)	Débit moyen interannuel mai (m ³ /s)	Débit moyen interannuel juin (m ³ /s)
La Gartempe à Saint-Bonnet-de-Bellac (1994-2018)	17,20	18,41	11,19
La Gartempe à Folles (1960-2018)	8,2	9,04	6,08

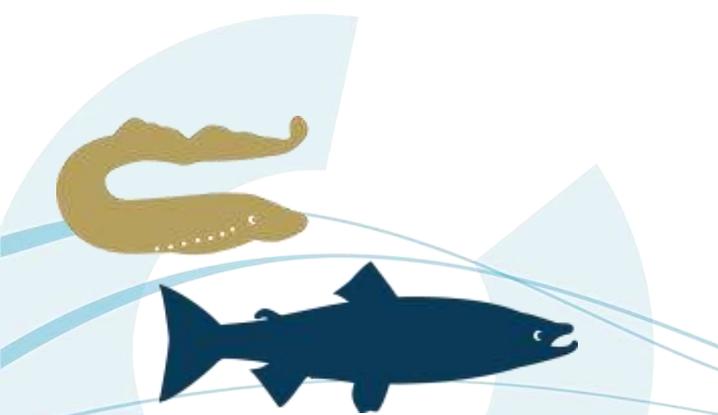
Les stations échantillonnées sont celles de Moulin d’Ardent sur la commune de Rancon et Lavaugrasse sur la commune de Bessines-sur-Gartempe. La configuration de ces sites (zone d’étalement à Moulin d’Ardent et radier réparti sur deux bras à Lavaugrasse) induit une diversité de faciès (profondeurs et vitesses d’écoulement) permettant de trouver des zones échantillonnables lors de débits limitants.

Notons que les déversements réalisés par le CNSS ont finalement été reportés les 13 et 14 juin 2018. Les débits étaient alors respectivement de 20,80 et 16,30 m³/s à Saint-Bonnet-de-Bellac et de 7,86 et 6,99 m³/s à Folles.

Tableau 21 : Résultats des échantillonnages de juvéniles de saumon réalisés en juin 2018 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	<i>Non échantillonnée</i>	
	Moulin Verger	<i>Non échantillonnée</i>	
	Moulin d'Ardent	0	2
	Papeterie Laprade	<i>Non échantillonnée</i>	
	Lavaugrasse	0	1

Aucun juvénile de saumon de l’année n’a été capturé sur ces deux stations. En revanche, 3 individus de tailles comprises entre 120 et 131 mm ont été capturés (Tableau 21). Ces individus sont très probablement âgés de plus d’1 an (1+) et issus soit de la reproduction naturelle de 2017, soit des déversements de 2017. Dans la mesure où les suivis 2016/2017 ont conclu à une reproduction nulle à très faible de saumon atlantique sur la Gartempe (BACH et al., 2018), il est plus pertinent de penser que ces tacons sont issus de déversements.



2.7. Conclusion

En 2017 – 2018, le secteur de l'Allier « Langeac-Pont du Château » (S4 + S5) présente 569 443 m² de surface favorable dit « Equivalent Radier-Rapide ». Ce résultat est supérieur à celui de la quantification réalisée en 1999 (MINSTER et BOMASSI) 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 de la granulométrie) et plus précis (appréciation de la hauteur d'eau induisant une meilleure distinction CLO/PC et calcul des surfaces sur logiciel SIG) en 2017 - 2018. Les autres secteurs de l'Allier (S1, S2 et S3), situés en amont du secteur (S4) devraient être prospectés dans les années à venir 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 de l'axe Allier. La quantification des habitats favorables au développement de juvéniles de saumons menée en 2018 sur le Béal, a permis d'ajouter 11 410 m² de surfaces ERR sur l'axe Alagnon, soit 3,3 % de la surface totale ERR décrite sur ce cours d'eau (1999 et 2018).

L'élaboration d'une base habitats a débuté en 2018 par l'harmonisation des données de faciès d'écoulement issues de 16 études cartographiques. Cette base permettra, à terme, de réunir l'ensemble des données d'habitats (faciès d'écoulement, frayères potentielles) issues des études cartographiques déjà réalisées sur le bassin de la Loire jusqu'à aujourd'hui ainsi que les données des études à venir.

L'étude de survie sous graviers 2018-2019 ne fera pas l'objet de l'évaluation des taux de survie des œufs aux différents stades de développement. Les débits légèrement soutenus de l'Alagnon et la disponibilité en œufs de la salmoniculture de Chanteuges n'ont pas permis d'incuber les capsules dans les frayères artificielles. Cependant, les protocoles de caractérisation de l'habitat « frayère » ont été maintenus afin de pouvoir être comparés aux données antérieures (2016-2017).

Les résultats obtenus en 2018-2019 sont globalement en accord avec la précédente campagne d'étude de 2016-2017. Ils indiquent que les conditions de développement des œufs sur l'ensemble des zones de reproduction du saumon sur l'Alagnon sont supérieures à celles présentes dans la partie amont du Béal. Le Béal semble être un piètre milieu de vie pour la survie des œufs. En effet, les vitesses de courant plus faibles que dans l'Alagnon favorisent l'accumulation de particules fines qui engendrent un colmatage important des zones de reproduction. Contrairement aux sticks hypoxies, les deux nouveaux protocoles de caractérisation des frayères ont permis de mettre en évidence des fonctionnements différents selon les sites étudiés. Le protocole de mesure de conductivité hydraulique permet également de suivre l'évolution du colmatage de la zone hyporhéique au cours du temps. D'autre part, cette nouvelle technique de caractérisation du substrat de reproduction est assez simple, peu coûteuse et relativement efficace. Il est donc intéressant d'envisager la répétition de ce protocole sur d'autres cours d'eau de manière à tenter de comprendre le fonctionnement des zones de reproduction.

Les échantillonnages automnaux réalisés en 2018 sur le bassin de l'Allier ont mis en évidence des productions de juvéniles natifs nettement réduites par rapport aux capacités de production historiquement avérées. Ces productions ont été limitées, par sous-exploitation par les géniteurs sur l'Allier dans sa zone refuge, par probable destruction de frayères par une crue hivernale sur l'Alagnon, par des débits printaniers artificiellement restitués sur l'amont de la Sioule en aval du barrage infranchissable de Queuille (EDF) et par des températures estivales trop élevées sur la Sioule aval. Sur la Gartempe, les échantillonnages de juvéniles de saumons issus de la reproduction naturelle ont été partiels. En effet, les débits importants de début juin n'ont permis d'échantillonner que deux sites sur cinq initialement prévus, et ce dans des conditions limitantes. Les résultats ne peuvent donc pas être considérés comme représentatifs. Néanmoins, aucun géniteur de saumon n'avait été détecté à la station de Châteauponsac en 2017 et aucune trace de reproduction n'avait pu être observée lors de l'hiver précédent 2017/2018. Malgré cela, nous ne pouvons pas trancher fermement sur l'absence totale de reproduction naturelle sur la Gartempe à l'hiver 2017/2018. Par ailleurs, ces échantillonnages 2018 confirment la difficulté de la recherche de juvéniles natifs au printemps compte tenu des contraintes liées aux dates déversement d'une part et aux conditions hydrologiques d'autre part.

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 fonctionnent actuellement en système de puits (Figure 33). 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 sont alors inopérantes 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.

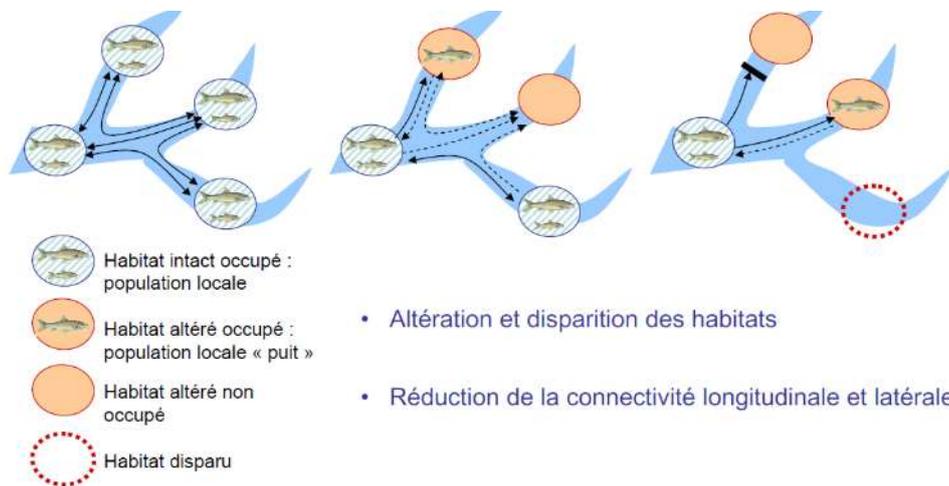


Figure 33 : Schéma d'altération, de disparition des habitats et de réduction de la connectivité longitudinale et latérale des cours d'eau (Sources : C. Le Pichon, G. Gorges, J. Baudry, T. Faure et H. Boussard, 2006)

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, focalisé 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 naturel 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.

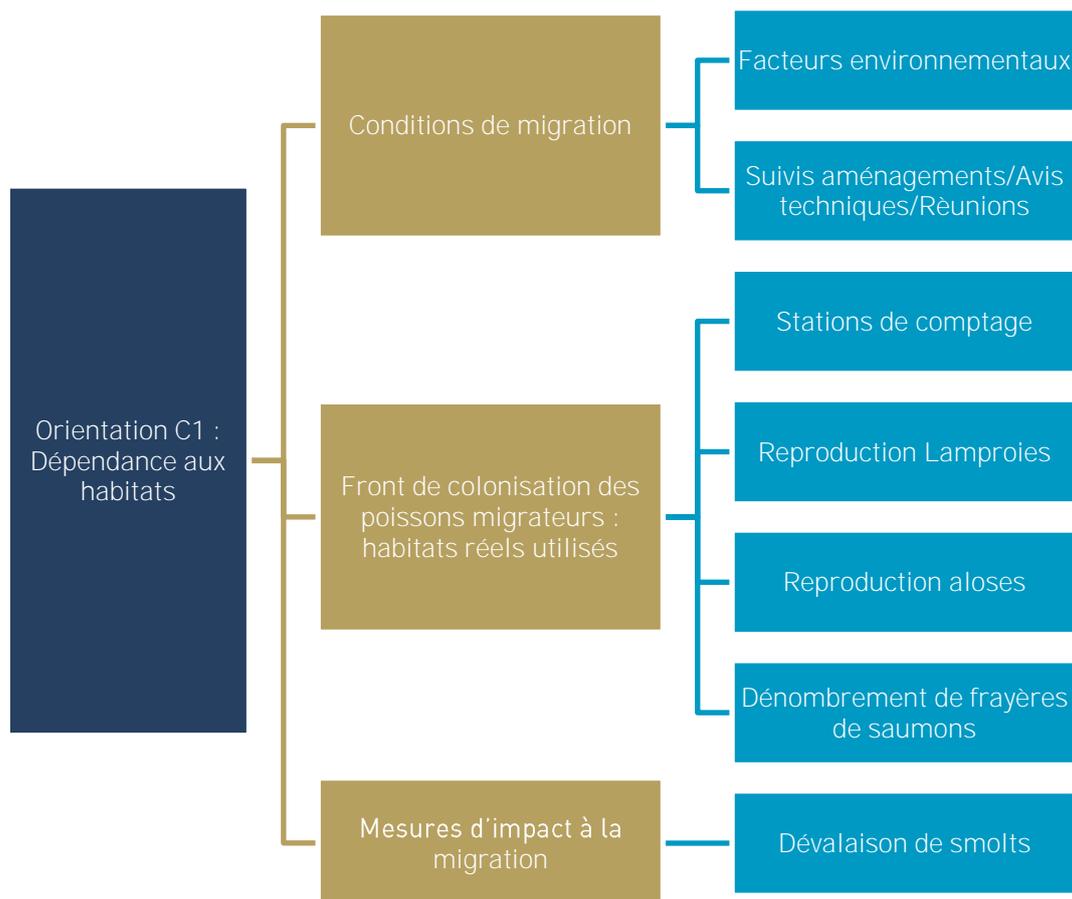


Figure 34 : Dendrogramme des actions menées en 2018 par LOGRAMI dans le cadre de l'orientation C1 : dépendance aux habitats (Source LOGRAMI)

3.1. Conditions environnementales de l'année 2018

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 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 de la Loire et de ses principaux affluents (Allier, Vienne...).

Au moment de la rédaction du présent rapport, les débits 2018, mesurés aux différentes stations hydrologiques, n'ont pas tous été validés par les différents producteurs de données. **Les valeurs décrites ci-après sont donc susceptibles d'évoluer.**

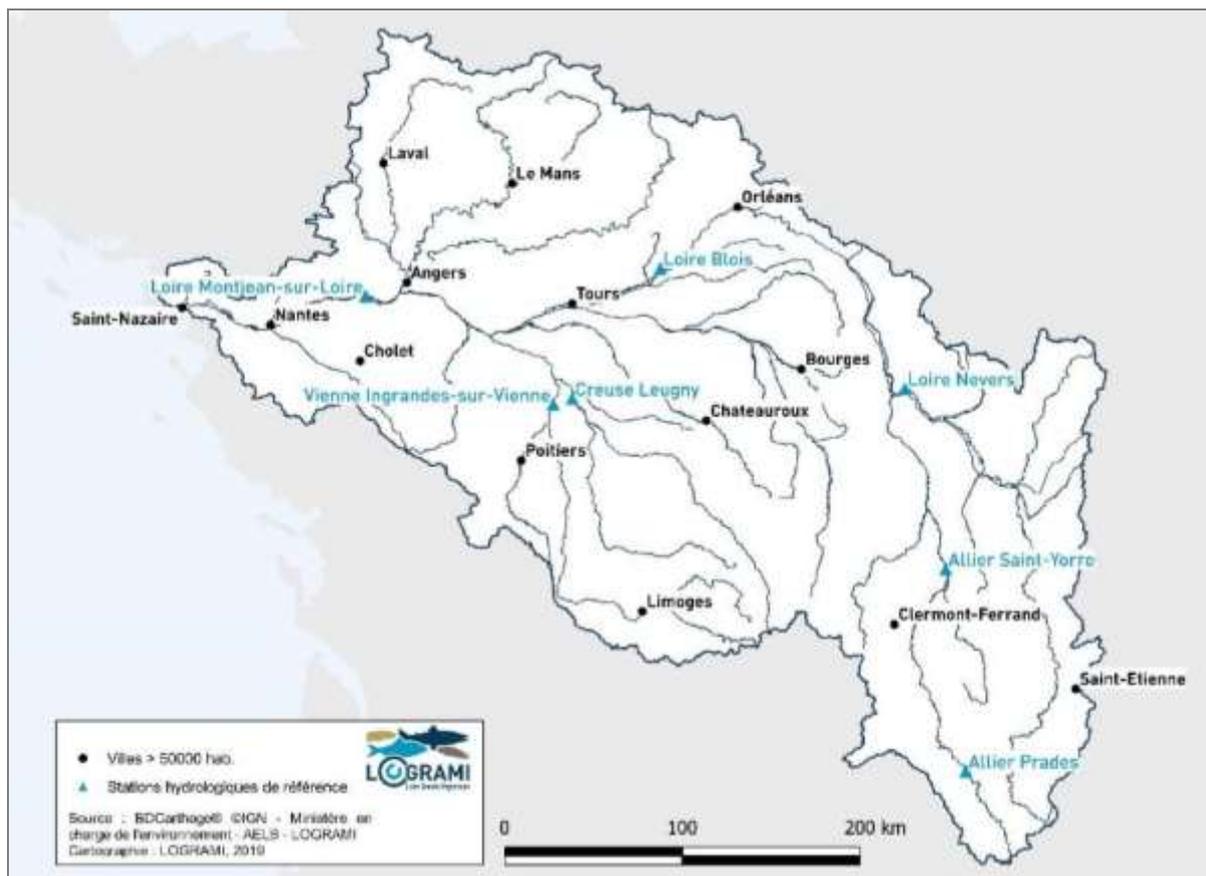


Figure 35 : Localisation des stations hydrométriques de référence sur le bassin de la Loire (Source : banque hydro : www.hydro.eaufrance.fr)

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 36).

Hormis le mois de mai, le début d'année 2018 est caractérisé par des niveaux d'eau plutôt élevés avec un hiver pluvieux. Les débits moyens mensuels à Montjean-sur-Loire sur la période janvier à juin sont supérieurs aux débits de référence calculés sur une moyenne de 156 ans. Durant cette période, cinq crues sont constatées et atteignent des pics de crues supérieurs à 1 500 m³/s :

- La première crue a eu lieu entre le 5 et le 17 janvier avec un pic de crue journalier atteignant 3 050 m³/s le 12 janvier ;

- La deuxième crue est la plus importante de l'année. Elle survient entre le 19 janvier et le 11 février. Le débit moyen journalier maximal est atteint le 28 janvier avec 3 190 m³/s. Pour le mois de janvier, le débit moyen mensuel est 1,6 fois plus élevé que le débit moyen mensuel de référence calculé sur 156 ans ;
- La troisième crue a eu lieu entre le 13 et le 28 février avec un pic de crue journalier atteignant 2 590 m³/s le 22 février ;
- La quatrième crue a eu lieu entre le 14 et le 24 mars avec un pic de crue journalier atteignant 2 010 m³/s le 20 mars ;
- La cinquième est moins importante que les précédentes. Ce coup d'eau a eu lieu entre le 8 et le 22 juin avec un débit moyen journalier atteignant 1 660 m³/s le 14 juin.

La période d'étiage (juillet-août) est marquée par une faible hydrologie. Les débits moyens pour ces deux mois sont en dessous des valeurs moyennes de références. Les débits moyens des mois de juillet et août sont respectivement de 302 et 116 m³/s.

Durant les 3 derniers mois de l'année 2018, les niveaux d'eau sont extrêmement bas pour la saison. En effet, les débits moyens mensuels de la Loire à Montjean-sur-Loire sont en moyenne 2 fois moins importants que les écoulements de référence avec des valeurs nettement inférieures au module (842 m³/s). Pendant cette période, seul un petit coup d'eau est observé fin décembre avec un pic journalier atteignant 1 040 m³/s le 24 décembre.

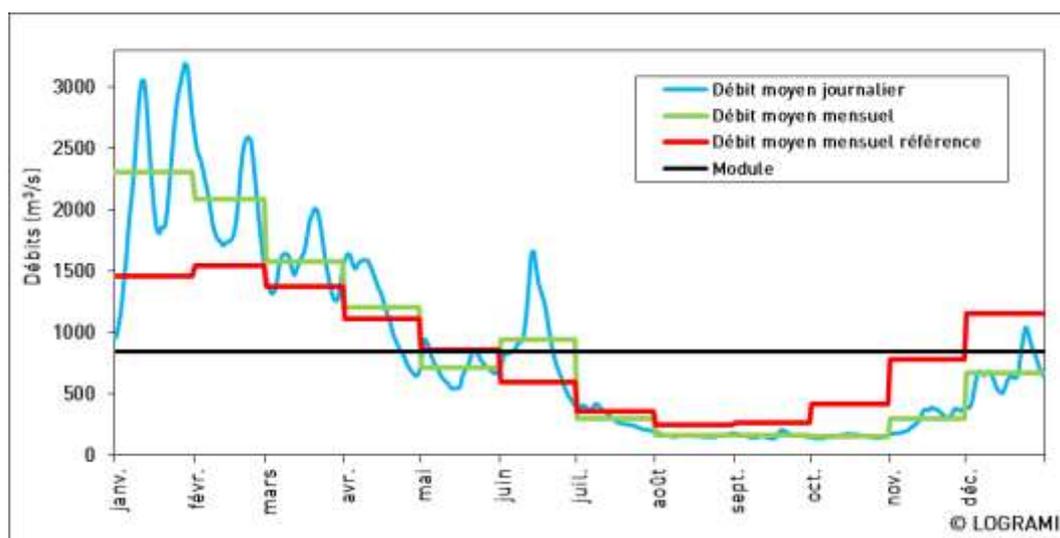


Figure 36 : Débits journaliers et mensuels de la Loire à Montjean-sur-Loire en 2018 (Données hydro : DREAL Pays-de-Loire /Hydro – MEDD/DE)

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 37).

Comme pour la station de Montjean-sur-Loire, pendant les trois premiers mois de l'année, les débits moyens mensuels à Blois sont globalement supérieurs à ceux de références. Ce début d'année 2018 est caractérisé par un hiver pluvieux. Durant les migrations de montaison (avril-mai-juin), les débits moyens mensuels à Blois sont globalement proches de ceux de références.

Six pics de crues principales supérieures au module (358 m³/s) sont distinguables en 2018 :

- le 10 janvier (1670 m³/s),

- 🌀 le 26 janvier (1560 m³/s),
- 🌀 le 20 février (1110 m³/s),
- 🌀 le 19 mars (1080 m³/s),
- 🌀 le 20 mai (630 m³/s)
- 🌀 et le 17 juin (643 m³/s).

A partir du mois de juillet et ce jusqu'à la fin de l'année, les débits mensuels chutent et restent très inférieurs aux valeurs de référence.

Le débit journalier moyen le plus faible est observé le 7 septembre avec une valeur de 64 m³/s. Sur 30 jours consécutifs, le débit minimal (VCN30) est de 77 m³/s entre le 25 septembre et le 26 octobre 2018. La saison automnale est donc caractérisée par une hydrologie particulièrement basse.

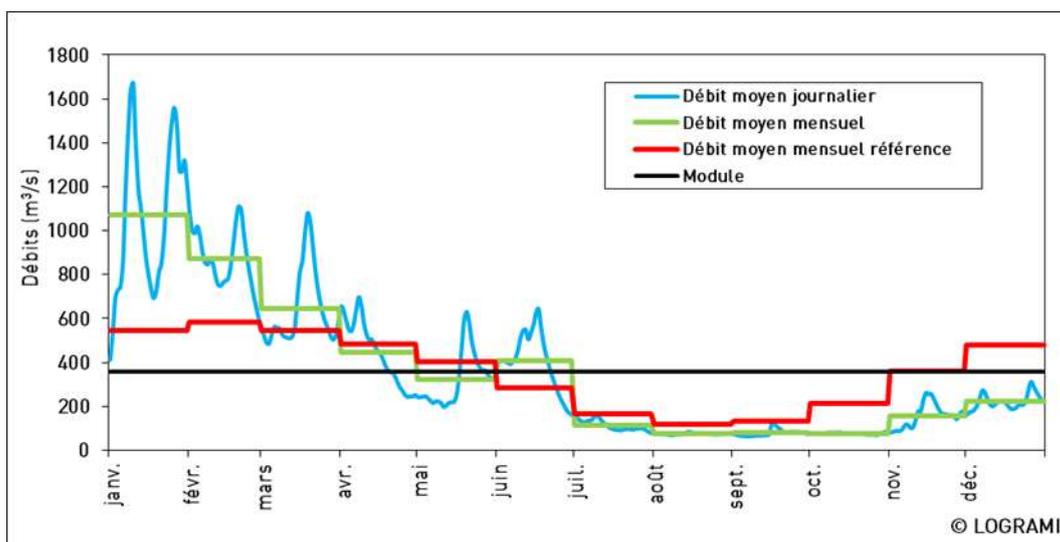


Figure 37 : Débits journaliers et mensuels de la Loire à Blois en 2018 (Données hydro : DREAL Centre / Hydro - MEDD/DE)

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 38).

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

Pour la période de janvier à mars, les débits mensuels sont bien supérieurs aux valeurs de référence avec quatre pics de crue notable : le 7 janvier (1160 m³/s), le 24 janvier (984 m³/s), le 19 février (541 m³/s) et le 17 mars (624 m³/s). Ces crues sont de faible à moyenne intensité par rapport à l'historique de la station, où la crue biennale est de 1000 m³/s. Pour autant, la Loire amont a bénéficié d'un hiver pluvieux et des débits élevés durant ces trois premiers mois de l'année.

Pendant la période de migration des poissons (avril-mai-juin), les débits moyens mensuels sont proches des valeurs de référence calculées pour chaque mois. Deux pics de crues supérieures au module de la rivière à Nevers (177 m³/s) sont tout de même observés au cours de cette période : le 18 mai (318 m³/s) et le 15 juin (341 m³/s).



Pour le reste de l'année, les débits mensuels sont bien inférieurs au module de la Loire (177 m³/s). Le débit journalier moyen le plus faible est, quant à lui, observé le 4 septembre avec une valeur de 22 m³/s. Sur 30 jours consécutifs, le débit minimal (VCN30) est de 25 m³/s entre le 30 septembre et le 29 octobre. Tout comme la Loire moyenne, l'hydrologie de la Loire à Nevers durant l'automne 2018 est caractérisée par des bas débits.

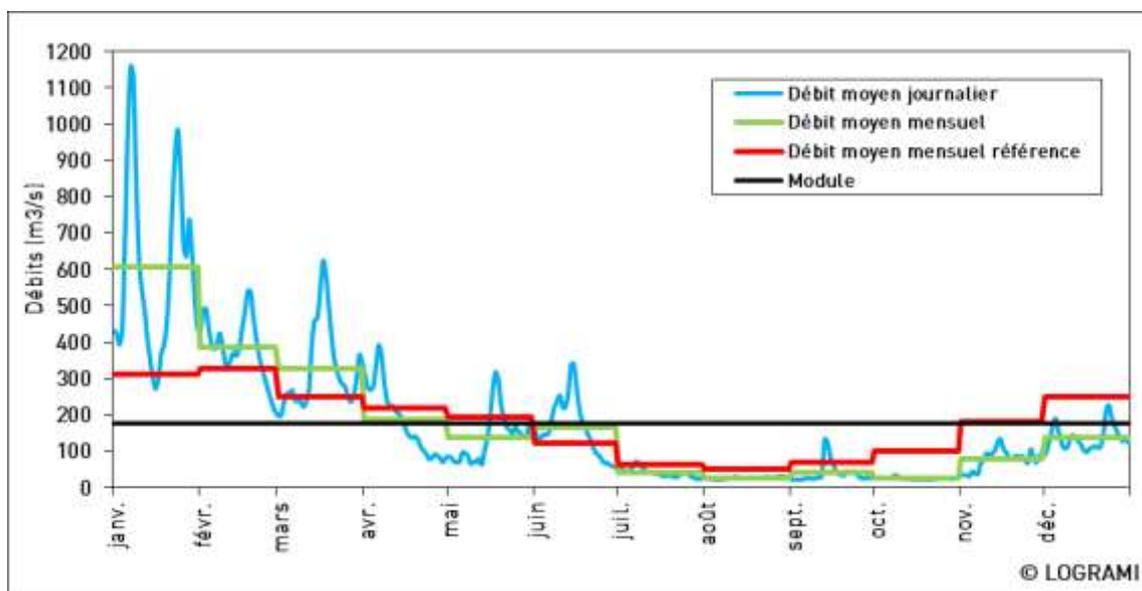


Figure 38 : Débits journaliers et mensuels de la Loire à Nevers en 2018 (Données hydro : DREAL Centre / Hydro - MEDD/DE)

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 39).

Les débits moyens mensuels de l'année sont supérieurs à ceux de référence (calculés sur 101 ans) sur les trois premiers mois de l'année. Trois crues dépassent les 300 m³/s : le 7 janvier (637 m³/s), le 22 janvier (673 m³/s) et le 18 février (414 m³/s). L'intensité de ces crues est plus faible qu'une crue biennale (720 m³/s).

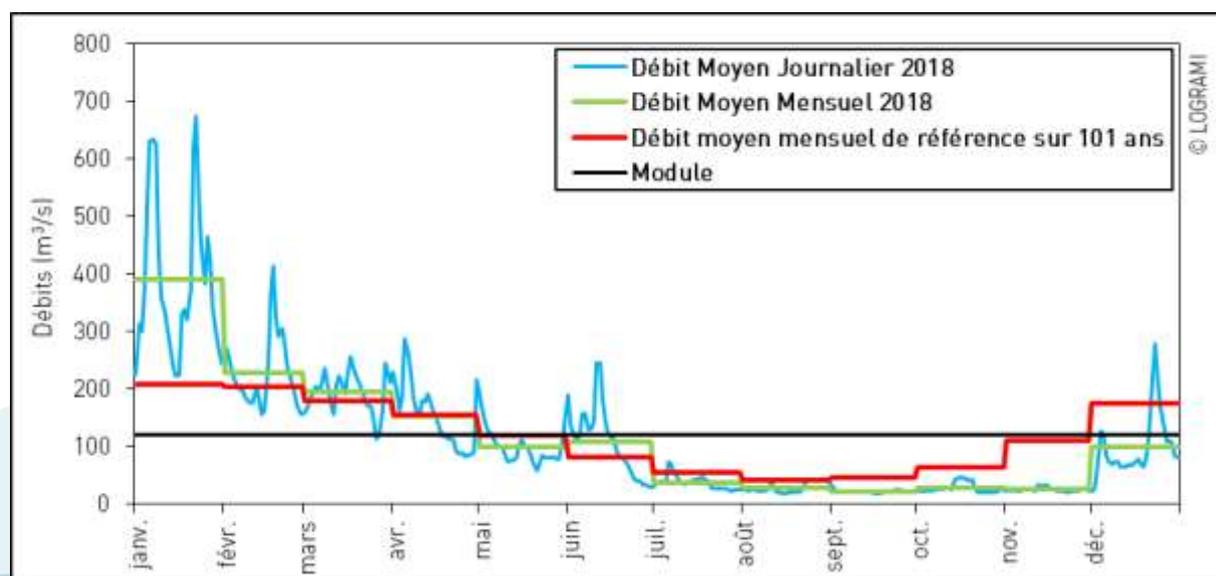


Figure 39 : Débits journaliers et mensuels de la Vienne à Ingrandes-sur-Vienne en 2018 (Données hydro : SPC VCA-Centre de Poitiers/Hydro – MEDD/DE)

A partir du mois de juillet, les débits mensuels sont inférieurs aux débits de référence. Le débit journalier moyen le plus faible est observé le 16 août avec une valeur de 19 m³/s. Le débit minimal calculé sur 30 jours consécutifs (VCN30) est de 21 m³/s entre le 3 septembre et le 2 octobre 2018. Cette période est considérée, par rapport à l'historique de la station, comme quadriennale sèche (24 % des VCN 30 depuis 1918 sont inférieurs). **En 2018, les débits de la Vienne sont donc plutôt favorables aux migrations en début d'année mais deviennent faibles par la suite avec un étiage marqué sur la Vienne.**

3.1.1.5 Les débits de la Creuse

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

Les débits moyens mensuels des trois premiers mois de l'année sont supérieurs à ceux de référence (calculés sur 55 ans). Trois pics de crue sont distinguables durant cette période : le 8 janvier avec 561 m³/s, le 22 janvier avec 497 m³/s et le 18 février avec 495 m³/s. Elles sont de faible intensité par rapport à l'historique de la station, seule la crue du 8 janvier étant considérée comme biennale.

La période de basses eaux débute à partir du mois de mai, les débits moyens mensuels par la suite ne dépasseront pas le module (Figure 40). A partir du mois de juillet, les débits sont inférieurs aux références mensuelles. Le débit journalier moyen le plus faible est observé le 5 octobre avec une valeur de 7 m³/s. Sur 30 jours consécutifs, le débit minimal (VCN30) est de 8 m³/s entre le 12 septembre et le 11 octobre 2018. Cette période est considérée, par rapport à l'historique de la station, comme décennale sèche (seules 9 % des VCN 30 depuis 1964 sont inférieurs). **Les débits ont donc été plutôt favorables aux migrations en début d'année mais furent par la suite très faibles avec une période d'étiage longue et fortement marquée.**

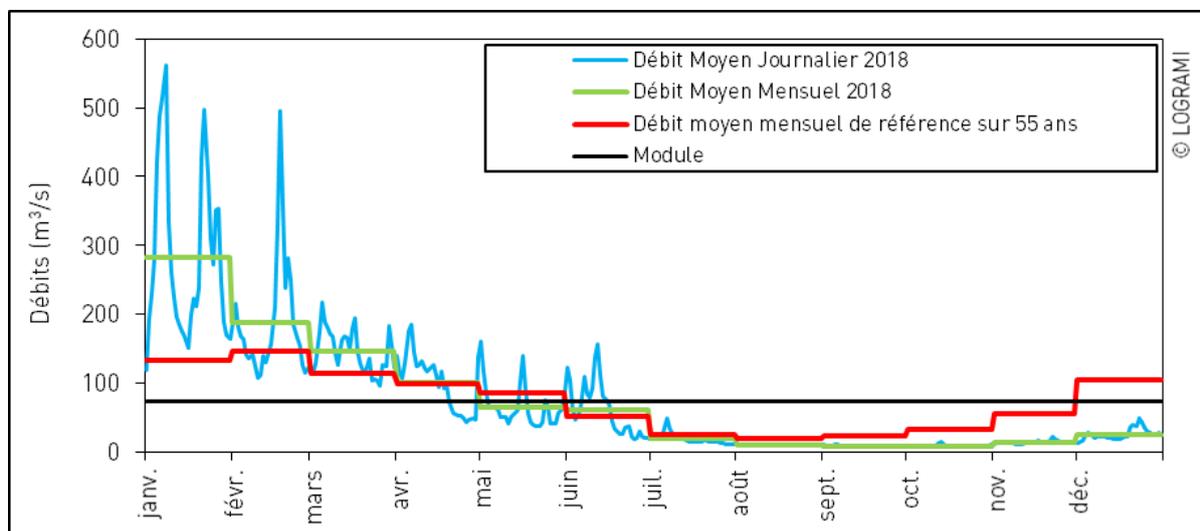


Figure 40 : Débits journaliers et mensuels de la Creuse à Leugny en 2018 (Données hydro : SPC VCA - Centre de Poitiers / Hydro - MEDD/DE)

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 41).

L'analyse des débits mensuels de l'Allier à la station de Saint-Yorre montre que les débits mensuels de l'année 2018 sont supérieurs aux valeurs mensuelles de références pour les mois de janvier, février, mai et juin avec six crues supérieures à 250 m³/s : le 4 janvier (412 m³/s), le 27 janvier (282 m³/s), le 18 février (264 m³/s), le 17 mars (224 m³/s), le 16 mai (340 m³/s) et le 14 juin (287 m³/s).

Ces crues sont de faible intensité par rapport à l'historique de la station, où la crue biennale est de 540 m³/s. Les forts débits enregistrés au niveau de la station de Saint-Yorre pendant le mois de janvier sont dus à des pics de crue de la Dore enregistrés le 5 janvier (92 m³/s) et le 27 janvier (89 m³/s) et de l'Alagnon le 4 janvier (118 m³/s).

A partir du mois juillet, les débits mensuels sont bien inférieurs au module de l'Allier (95 m³/s) ainsi qu'aux moyennes mensuelles de référence sauf pour le mois de novembre. En effet, en fin d'année 2018, une crue survient entre le 7 et le 18 novembre avec un débit moyen journalier maximal qui atteint 228 m³/s le 11 novembre.

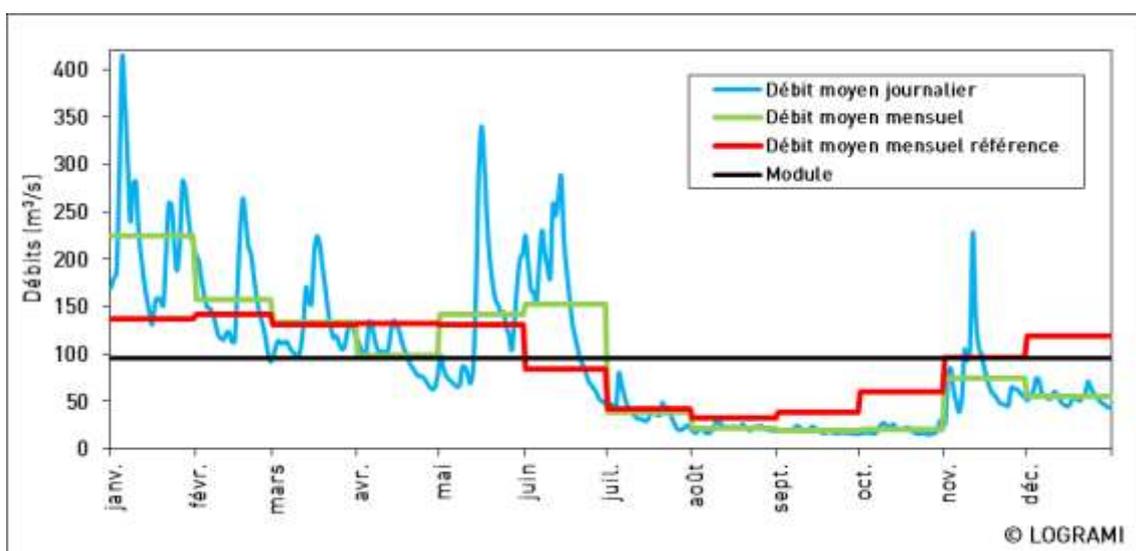


Figure 41 : Débits journaliers et mensuels de l'Allier à Saint-Yorre en 2018 (Données hydro : DREAL Centre / Hydro - MEDD/DE)

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 42).

La situation hydrologique de l'Allier à Prades est différente de celle de l'Allier aval (Saint-Yorre). Les débits moyens mensuels de l'Allier à Prades sont globalement similaires aux débits moyens mensuels de référence pendant les deux premiers mois de l'année. Des débits plus prononcés sont constatés pendant les mois de mars, avril, mai et juin. Sur cette période, les débits mensuels sont en moyenne 1,6 fois plus importants que les débits mensuels de référence calculés sur 51 ans. Quatre pics de crue sont visibles le 12 mars (72 m³/s), le 13 avril (68 m³/s), le 16 mai (92 m³/s) et le 30 mai (67 m³/s).

Le soutien d'étiage opéré par le barrage de Naussac a estompé le phénomène pour les mois de juillet et août.

En fin d'année 2018, trois crues successives surviennent entre le 1^{er} et le 30 novembre avec un débit moyen journalier maximal qui atteint 183 m³/s le 10 novembre. Cette crue est de forte intensité par rapport à l'historique de la station, la valeur de la crue biennale étant de 200 m³/s.

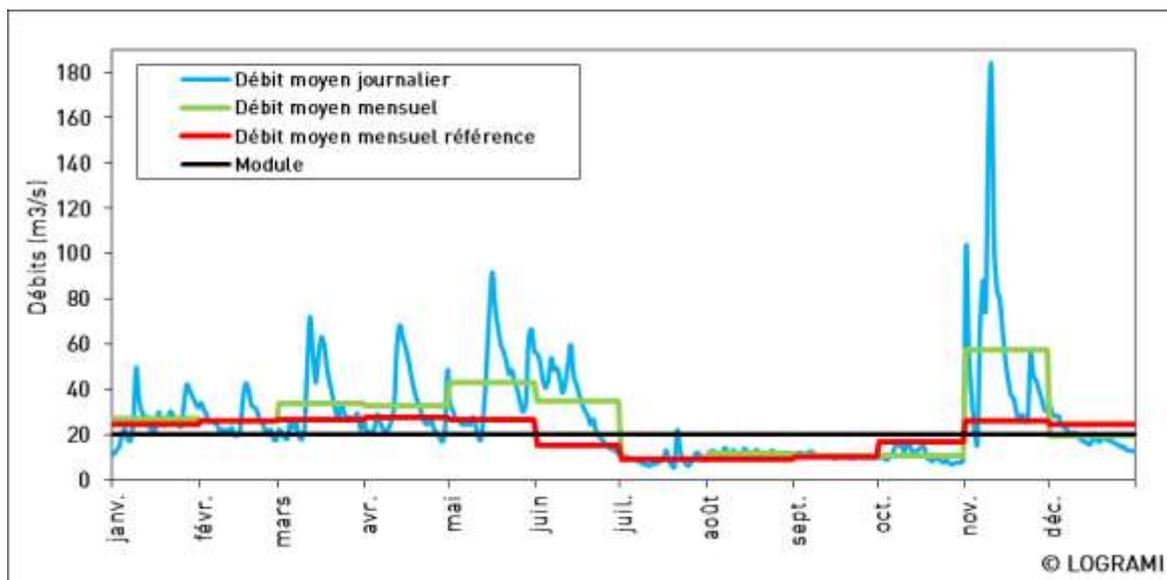


Figure 42 : Débits journaliers et mensuels de l'Allier à Prades en 2018 (Données hydro : DREAL Centre / Hydro - MEDD/DE)

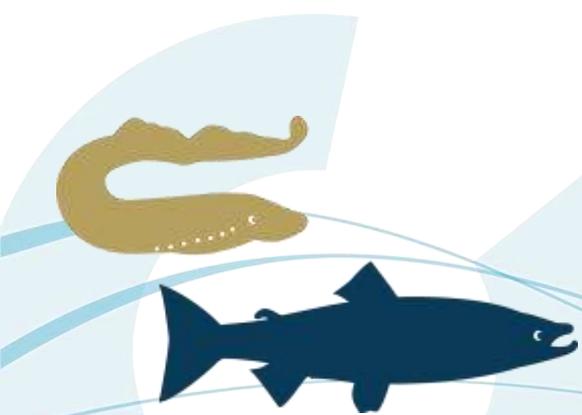
3.1.2. Les températures de l'eau

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 particulièrement étudiés de par leur caractère de référence (Figure 43). 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...).



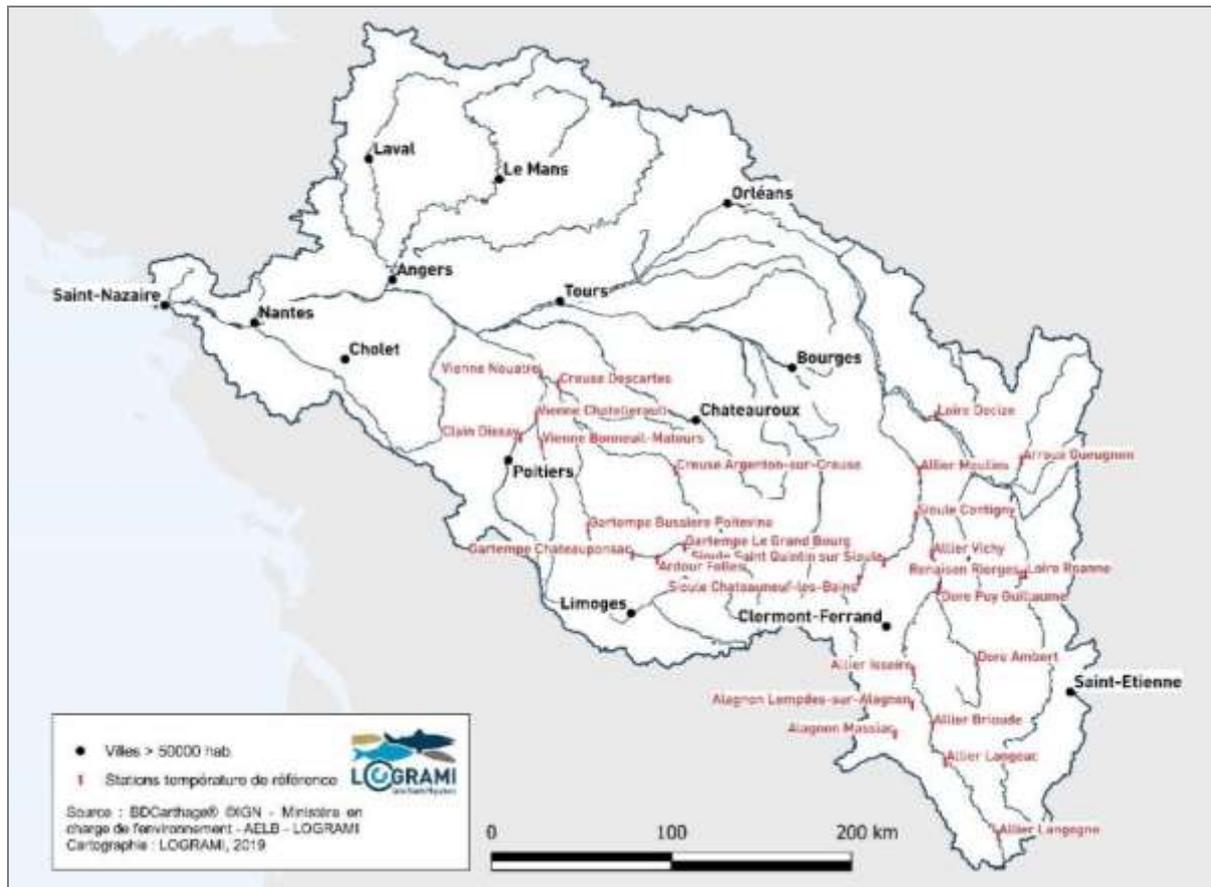


Figure 43 : Localisation des sondes températures suivies par LOGRAMI sur le bassin de la Loire

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 traduire au mieux la réalité.

Traitement des données

Plusieurs méthodes d'analyses 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 2018

Contexte et analyses

L'objectif de cette partie est d'avoir une vision globale des températures 2018 et du fonctionnement des enregistreurs thermiques équipant le bassin de la Loire. Il s'agit également de qualifier l'année 2018 au regard des années antérieures.

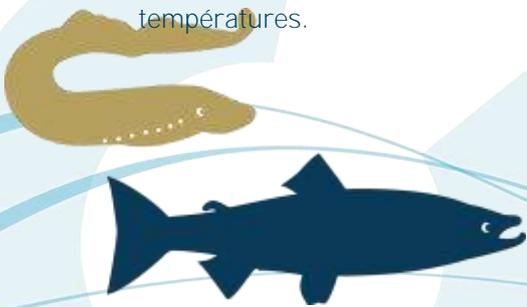
Fonctionnement du réseau

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 prennent du temps et peuvent se faire uniquement dans des conditions de débits favorables (basses eaux). Ainsi, les faibles débits rencontrés début 2019 sur l'ensemble du bassin de la Loire ont permis d'effectuer la relève de la quasi-totalité des sondes. Pour les enregistreurs ayant pu être téléchargés, un tableau de synthèse reprenant les éléments essentiels à la compréhension de leurs fonctionnements est effectué (Tableau 22).

Tableau 22 : Fonctionnement du réseau d'enregistreurs thermiques suivi par LOGRAMI sur le bassin de la Loire en 2018

Rivière	Localisation	Début suivi	Période de défaillance en 2018	Fonctionnement
Loire	Decize	1998	RAS	100%
	Roanne	2012	RAS	100%
Arroux	Gueugnon	2006	18/01/2018 au 31/12/2018	5%
Renaison	Riorges	2016	RAS	100%
Allier	Moulins	2011	RAS	100%
	Vichy	1997	13/04/2018 au 07/11/2018	51%
	Issoire - Orbeil	2016	RAS	100%
	Brioude - La Bageasse	2016	RAS	100%
	Langeac	2016	14/03/2018 au 04/09/2018	31%
Sioule	Langogne	2011	01/01/2018 au 08/09/2018	31%
	Contigny	2011	18/01/2018 au 31/12/2018	5%
	St Quentin sur Sioule	2013	RAS	100%
Dore	Châteauneuf les Bains	2011	RAS	100%
	Puy Guillaume	2011	RAS	100%
Alagnon	Ambert	2011	RAS	100%
	Lempdes sur Alagnon	2011	01/01/2018 au 14/03/2018	80%
Creuse	Massiac	2011	09/07/2018 au 19/09/2018	80%
	Descartes	2007	RAS	100%
Vienne	Argenton-Sur-Creuse	2012	Non relevé	100%
	Nouatre	2011	Non relevé	100%
	Châtelleraut	2004	01/01/2018 au 01/03/2018 et 17/04/2018 au 31/05/2018	72%
Clain	Bonneuil Matours	2011	RAS	100%
	Dissay	2016	RAS	100%
Gartempe	Bussière Poitevine	2011	27/09/2018 au 31/12/2018	74%
	Châteauponsac	2009	RAS	100%
	Le Grand Bourg	2001	RAS	100%
Ardour	Folles	2002	RAS	100%

Sur l'ensemble des sondes installées et téléchargées début 2019, 7 sondes ont fait l'objet d'un dysfonctionnement (Gueugnon, Vichy, Langeac, Lempdes sur Alagnon, Massiac, Châtelleraut et Bussière-Poitevine) et 2 sondes ont disparu (Contigny et Langogne). Les pertes de données sont essentiellement dues à un problème de téléchargement avec la navette de transfert et/ou les sondes températures.



La perte de données sur la station de Massiac peut s'expliquer par un problème de mise à sec de la sonde pendant la période estivale. Cette dernière a fait l'objet d'un nouveau positionnement le 19 septembre.

Amplitude thermique

Une étude des maxima et minima journaliers de l'année 2018 permet de qualifier l'amplitude des températures de chaque station. Seules les sondes températures principales et avec un fonctionnement de plus de 80 % du temps de l'année sont prises en compte dans l'analyse. Ces résultats sont représentés dans un graphique de type minimum-maximum (Figure 44).

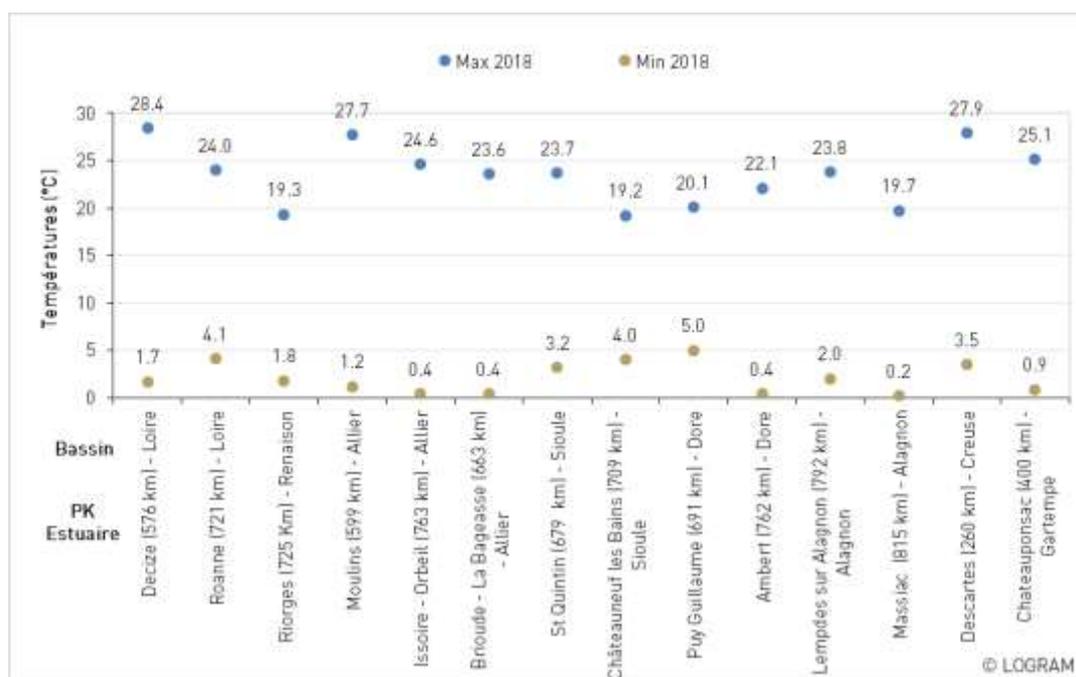


Figure 44 : Amplitude des températures sur les différentes stations de mesure utilisées par LOGRAMI sur le bassin de la Loire en 2018

Les températures journalières mesurées sur les différentes stations du bassin ont des amplitudes variables. La station de Decize enregistre l'amplitude thermique maximale de 2018 avec un écart de 26,7 °C entre le maximum enregistré (28,4 °C) et le minimum (1,7 °C).

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 des faibles amplitudes thermiques (respectivement de 19,9 °C, 15,2 °C et 17,5 °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 23). 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 23 : Localisation des sondes de suivi des températures de Roanne sur la Loire, Châteauneuf les Bains sur la Sioule et Riorges sur le Renaison par rapport aux barrages situés en 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 et les smolts est de 27,5 °C. (COHENDET, 1993 ; CRISP, 1993 ; MILLS, 1989).

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 jours durant les mois de juin à août où la température moyenne journalière est supérieure à 25 et 27,5 °C (Figure 45).

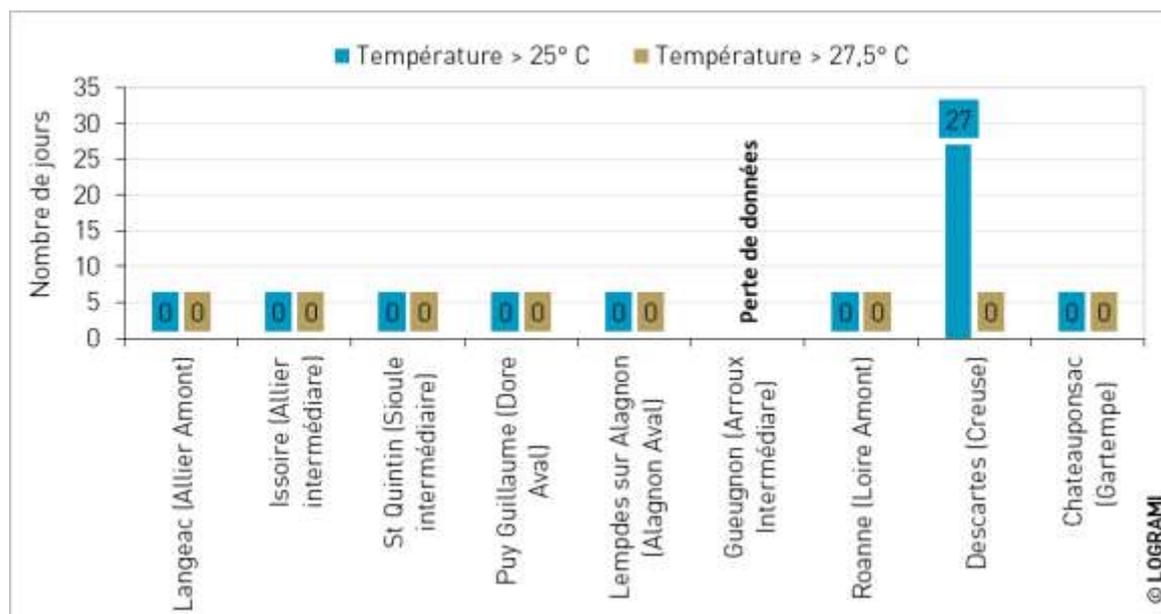


Figure 45 : Nombres de jours avec une température supérieure à 25 et 27,5°C pour les stations de mesure de Langeac, Issoire, St Quintin, Puy Guillaume, Lempdes sur Alagnon, Gueugnon, Roanne, Descartes et Châteauponsac durant les mois de juin à août 2018

En 2018, seul l'aval de la Creuse (Descartes) présente des températures estivales défavorables à la survie des saumons. La température de l'eau a dépassé les 25 °C à plusieurs reprises, soit 27 jours, entre le 2 juillet et le 8 août 2018. Le seuil létal de 27,5 °C n'a cependant jamais été atteint. Ce secteur ne possède pas de zones favorables pour la production de juvéniles de saumons mais est susceptible d'accueillir des géniteurs de 1 an de mer en migration durant cette période estivale.

Les géniteurs possèdent cependant 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 fraie. 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.

Comparaison des moyennes mensuelles

Une comparaison des moyennes mensuelles 2018 aux moyennes mensuelles des années antérieures permet de mieux caractériser l'année 2018. 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 interannuelles.

Les écarts entre les moyennes mensuelles 2018 et les valeurs de référence sont présentés dans le Tableau 24. Nous observons que pour les mois de janvier, juillet, août et décembre sur l'ensemble des axes étudiés, les températures sont bien au-dessus des valeurs de référence. Le plus fort écart positif enregistré durant ces périodes est de + 2,9°C à la station de Moulins sur l'Allier au mois de juillet.

A contrario, il apparaît que les températures ont été particulièrement basses sur l'Allier et l'Alagnon au mois de juin, sur la Dore en juillet et sur la Gartempe en novembre. Le plus fort écart négatif enregistré est de -2,1 °C à Chateauponsac sur la Gartempe en novembre.

Tableau 24 : Ecart de températures (°C) entre les valeurs moyennes mensuelles 2018 et les valeurs de référence par mois sur les stations de mesures du réseau suivi par LOGRAMI sur le bassin de la Loire (Sources LOGRAMI)

Cours d'eau	Station	Référence	jan	fev	mar	avr	mai	juin	juil	août	sep	oct	nov	déc
Loire amont	Decize	1998-2017	2.8	0.1	-0.9	0.4	0.5	0.3	1.8	2.1	1.4	0.9	0.2	1.5
	Roanne	2012-2017	1.5	0.7	-0.9	-0.6	0.3	0.3	0.7	0.6	1.6	0.8	0.1	1.2
Arroux	Gueugnon	2006-2017	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Allier aval	Moulins	2011-2017	2.5	-0.8	-0.8	0.8	-0.2	-1.4	2.0	2.9	1.9	-0.2	0.0	1.3
	Vichy	1998-2017	2.7	-0.4	-0.6	1.0	*	*	*	*	*	*	0.6	1.7
Sloire	Contigny	2011-2017	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	Châteauneuf les Bains	2011-2017	1.5	1.1	-0.1	0.0	-0.2	0.1	1.8	1.4	0.7	0.2	0.6	1.8
Dore	Puy-Guillaume	2011-2017	2.0	0.6	-0.1	-0.5	-0.3	-0.9	-1.8	-0.6	0.3	0.6	0.7	1.4
	Ambert	2011-2017	2.2	-0.4	-0.7	1.3	0.4	-0.7	0.7	1.9	1.0	0.1	0.7	1.3
Alagnon	Lempdes sur Alagnon	2011-2017	*	*	*	0.5	-0.4	-1.7	1.0	1.3	0.9	0.3	0.3	1.1
	Massiac	2011-2017	2.1	-0.3	-0.5	0.7	0.3	0.3	*	*	*	0.5	0.1	1.1
Creuse	Descartes	2007-2017	2.5	0.0	-0.8	0.3	0.5	0.8	2.5	1.8	1.4	0.4	-0.8	1.7
Vienne	Châtellerault	2004-2017	*	*	-0.6	*	*	0.4	2.4	1.7	0.7	0.8	-0.2	2.6
Gratempe	Châteauponsac	2011-2017	2.1	-0.2	-0.6	0.3	-0.2	0.4	1.4	1.2	0.9	0.2	-2.1	-0.2

*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

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).

D'après les données issues de la mise à jour de 2019 du Référentiel des Obstacles à l'Écoulement (ROE) réalisé par l'AFB, plus de 23 700 obstacles à l'écoulement ont été recensés sur le bassin de la Loire. Parmi eux, 1022 ouvrages étaient équipés de 1 ou plusieurs dispositif(s) de franchissement pisciaires.

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.

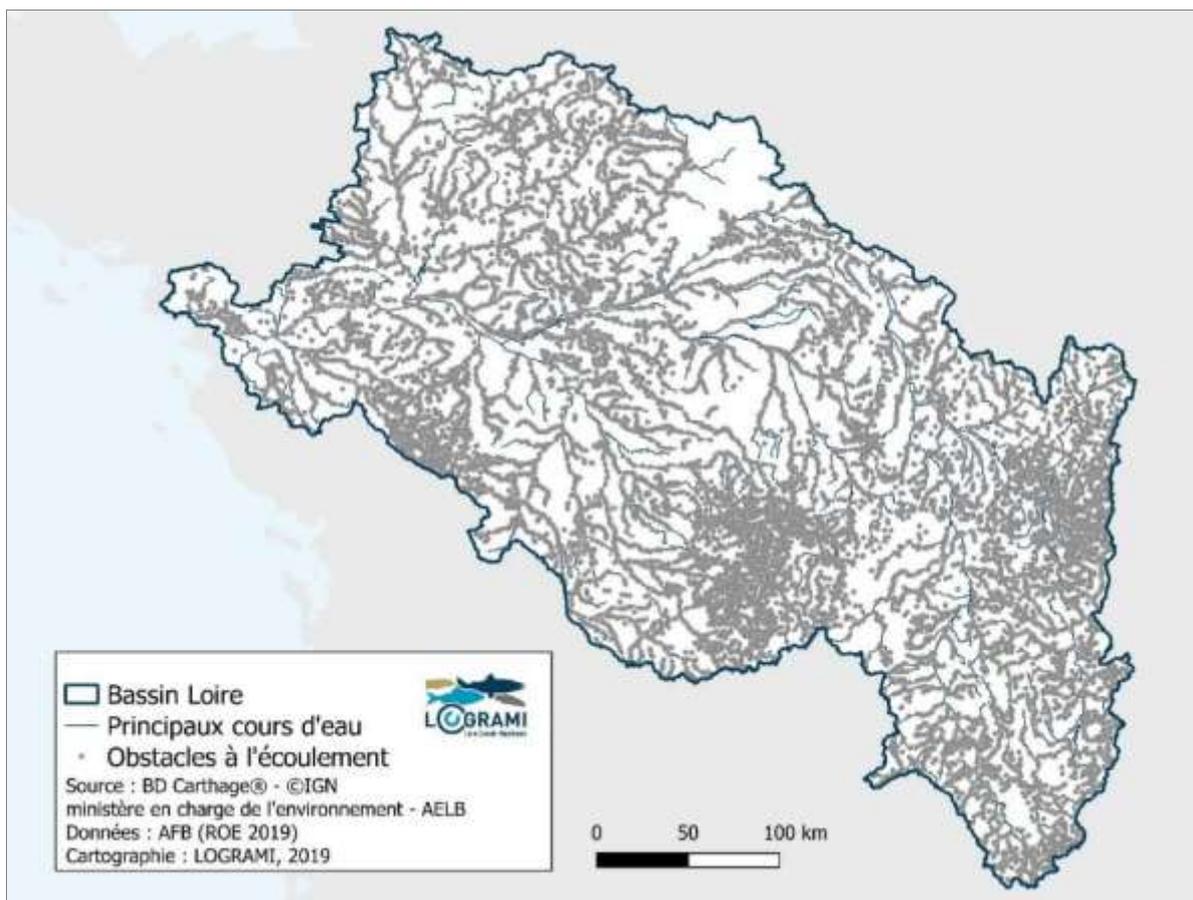


Figure 46 : Carte des obstacles à l'écoulement sur le bassin de la Loire (Source : ROE/AFB 2019)

Ce paragraphe concerne les modifications réalisées en 2018 sur les seuils des principaux axes à migrateurs du bassin en faveur de la continuité écologique. Ces différents projets sont mis en place soit par des collectivités en charge de la gestion des milieux aquatiques (EPCI à compétence GEMA ou GEMAPI), soit par des propriétaires particuliers avec ou sans l'appui de collectivités. Ils peuvent être suivis par les équipes de LOGRAMI lorsque l'association a été informée.

L'objectif est ici de retracer les modifications en termes de continuité écologique ayant eu lieu en 2018 afin, le cas échéant, de faire le lien avec les suivis des populations de poissons migrateurs présentés ensuite.

3.2.1. Bassin Vienne-Creuse

Comme en 2017, malgré des études réalisées sur les principaux axes à migrateurs du bassin Vienne-Creuse, **aucune amélioration en faveur de la franchissabilité à la montaison n'a eu lieu sur ces cours d'eau en 2018** (en-deçà des barrages infranchissables). Concernant l'amélioration des conditions de franchissabilité à la dévalaison, plusieurs projets sont en cours sur la Gartempe mais aucun aménagement n'a été réalisé en 2018.

Une base de données sur les ouvrages a été élaborée par l'Etablissement Public du Bassin de la Vienne (EPTB Vienne) avec l'appui des acteurs du territoire, dont LOGRAMI. Dans un contexte de forte présence de seuils, l'objectif est de partager un outil permettant de cibler les priorités d'action en matière de continuité écologique.

Cette base rassemble les ouvrages sur cours et permet de les classer selon leurs impacts en prenant en compte la franchissabilité à la montaison, à la dévalaison ainsi que des données contextuelles (positionnement du propriétaire, projets en cours,...). L'outil est interactif puisque les acteurs du bassin de la Vienne identifiés autour de la thématique peuvent accéder et enrichir le contenu de mises à jour en fonction de la situation des ouvrages de leur territoire.

3.2.2. Bassin Loire amont - Allier

Suite aux aménagements réalisés en 2016 et 2017 sur la Sioule (Usine de Moulin Breland, Usine du Moulin de la Ville, Usine de la Carmone, Usine du Moulin d'Entremiolles), **le seuil de l'Usine de Neuvial** situé à environ 20 km en amont de l'Usine du Moulin d'Entremiolles a été aménagé en 2018. Deux nouveaux dispositifs de franchissement y ont été réalisés, soit une passe à bassins sur chaque rive (Figure 47 et Figure 48).



Figure 47 : Vue de dessus de la passe à bassins successifs réalisée à l'Usine de Neuvial (en rive gauche) sur la Sioule en 2018 (Source : LOGRAMI)





Figure 48 : Vue de dessus de la nouvelle passe à bassins successifs réalisée à l'Usine de Neuviel (en rive droite) sur la Sioule en 2018 (Source : LOGRAMI)

3.3. Fronts de migration des poissons migrateurs : habitats réels utilisés

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

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

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 2018, bien que du suivi de la reproduction de l'aloise ait eu lieu en aval des stations de comptage, aucune prospection n'a été menée pour la recherche précise du front de colonisation 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 49).



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 (204 aloses) et de Châtelleraut sur la Vienne (869 aloses). Les faibles effectifs couplés aux faibles conditions hydrologiques laissent supposer que le front de colonisation se situe entre Châtelleraut 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**, contrairement aux années précédentes, aucune étude spécifique n'a été menée sur cette espèce. La Fédération pour la pêche et la protection du milieu aquatique d'Indre et Loire a réalisé, durant la période de migration, quatre vidanges de la rivière de contournement de l'île Balzac à Tours. Ces vidanges avaient pour but d'identifier la présence de poissons migrateurs. Aucune alose n'a été observée dans le dispositif. Il est probable que des individus se soient engagés sur cet axe mais aucune observation ne permet de le confirmer.
- 📍 **Sur l'Allier**, seulement 15 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). A noter l'observation de trois aloses sur la Sioule à la station de comptage de moulin Breland sur la commune de Saint-Pourçain-Sur-Sioule. Rappelons que la passe à poissons de cet ouvrage n'est pas contrôlée par un dispositif vidéo, d'autres individus ont pu remonter la Sioule par cette voie.

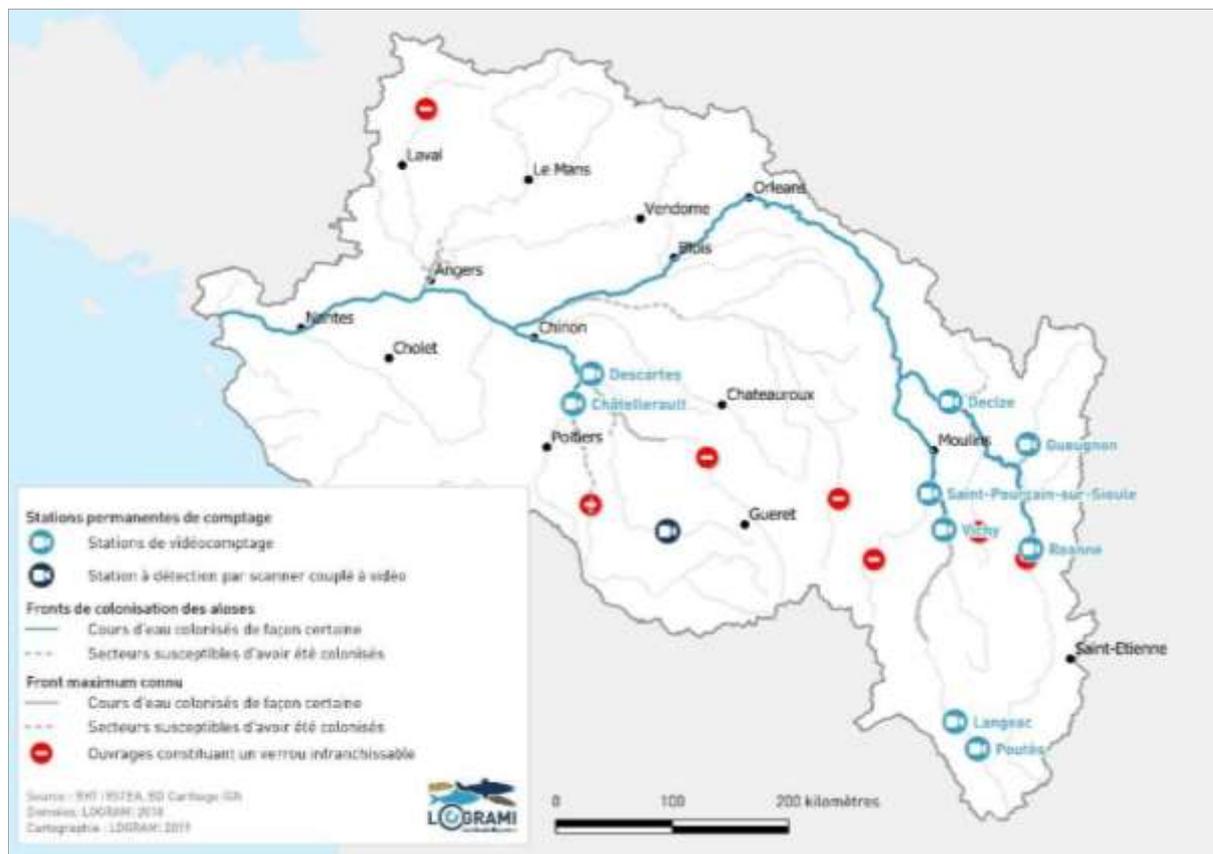


Figure 49 : Cours d'eau du bassin de la Loire colonisés par les aloses en 2018

3.3.2. Le front de colonisation de la lamproie marine

En 2018, les effectifs de lamproies ont été faibles sur l'ensemble du bassin de la Loire. En conséquence, peu de nids ont pu être observés. Plusieurs prospections ont malgré tout été réalisées sur certains affluents de la Loire :



- ❶ **Sur le bassin du Cher**, les vidanges réalisées par la Fédération pour la pêche et la protection du milieu aquatique d'Indre-et-Loire de la rivière de contournement de l'île de Balzac à Tours n'ont pas permis d'observer de lamproies marines. Deux nids à l'aval de l'ouvrage de Savonnières ont été observés par le bureau d'étude ECOGEA (à 5 km de la confluence avec la Loire soit à 240 km de l'estuaire). Ces observations ont été faites dans le cadre d'une étude, commandée par l'Etablissement Public Loire sur la reproduction de la lamproie marine sur le Cher aval (EPL, 2018). 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 4 juillet 2018) et sur la Sauldre (de Pruniers-en-Sologne à la confluence avec le Cher, le 24 juillet 2018). Malgré des conditions d'observations favorables, aucun nid n'a été identifié.
- ❷ **Sur le bassin de la Vienne**, les débits n'ont pas été favorables pour l'observation de nids de lamproies marines. Une crue de faible ampleur a en effet eu lieu du 30 mai au 17 juin avec un pic à 245 m³/s le 11 juin à Ingrandes-sur-Vienne (pour un module de 119 m³/s, données hydro : SPC VCA- Centre de Poitiers/Hydro – MEDD/DE). Les prospections n'ont pu se dérouler qu'à partir de la fin du mois de juin. Une partie des frayères potentielles cartographiées sur la Creuse à l'aval de la Roche Posay, et plus en amont aux alentours d'Argenton-sur-Creuse ainsi que sur la Vienne en aval de Bonneuil-Matours ont été prospectées. Dans le cadre d'un contrat Natura 2000, sur le site de la Vallée de l'Anglin, la partie aval de l'Anglin a aussi été prospectée. Aucun nid n'a été observé sur ces axes. Il est probable qu'une partie des nids ait été effacée par le coup d'eau et/ou que les lamproies en faible nombre aux stations de comptage n'aient pas migré sur les parties hautes des axes colonisables. Le front n'a donc pas pu être identifié en 2018 sur la Vienne et la Creuse.

Ces observations couplées aux effectifs des stations de comptage ont permis de construire une carte de colonisation du bassin pour l'année 2018 (Figure 50). 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.



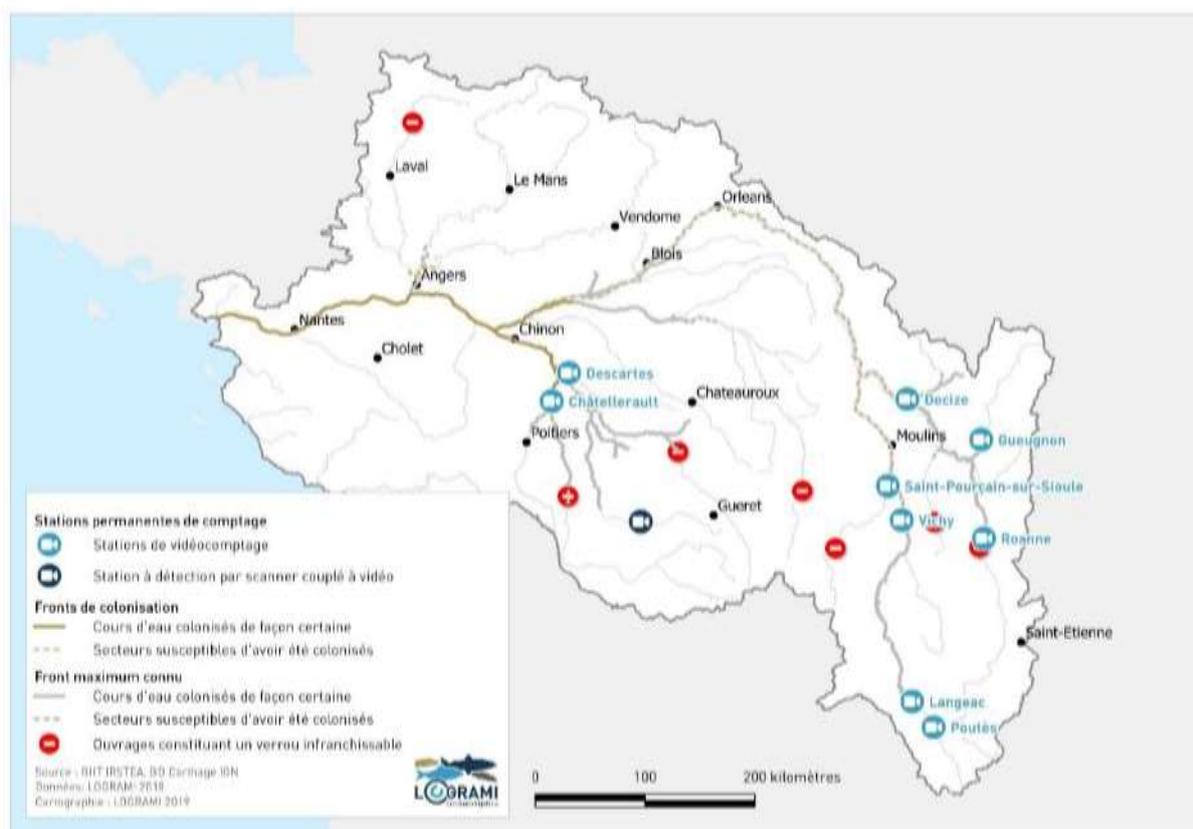


Figure 50 : Cours d'eau du bassin de la Loire colonisés par la lamproie marine en 2018

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 2018, seulement 47 saumons ont été comptabilisés à la station de comptage de Descartes, située à 12 km de la confluence Vienne-Creuse. La majorité de ces saumons migre par la suite sur la Gartempe, une partie d'entre eux peut cependant continuer la migration sur l'axe principal, la Creuse.

Sur la Creuse

Un pêcheur a capturé accidentellement un saumon sur la commune d'Argenton-sur-Creuse environ 8 km à l'aval de l'ouvrage infranchissable de Roche Bat l'Aigue. Malgré la volonté de le remettre à l'eau, le saumon n'a pas survécu au combat. La Fédération pour la pêche et la protection du milieu aquatique de l'Indre a pu rapidement récupérer le cadavre et avertir l'association LOGRAMI en vue de prélever les otolithes. Ces prélèvements ont été transmis à un chercheur du CNRS qui, par le biais de la microchimie, devrait pouvoir retranscrire le parcours de vie de ce saumon.

Sur la Gartempe et ses affluents

En 2018, 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, habituellement fréquentés pour la reproduction, à l'aval de Châteauponsac.

Trois journées de prospections à pied ont été réalisées entre le 19 novembre et le 19 décembre 2018. Les conditions de visibilité furent bonnes à la fin du mois de novembre puis beaucoup moins favorables en décembre. En effet, des précipitations début décembre ont entraîné une augmentation du débit, passant alors de 2 à 9 m³/s à Folles. Aucune trace de reproduction n'a été constatée sur les sites visités. Le suivi de la reproduction sur la Gartempe en 2018 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.**

3.3.3.2 Sur le bassin Loire-Allier amont

Les premières observations de frayères ont été réalisées, lors de prospections à pieds, le 5 novembre 2018 sur l'Allier à Monistrol d'Allier et le 12 novembre 2018 sur l'Alagnon (Beaulieu et Béal). Les conditions hydrologiques observées en fin d'année 2018 ont été favorables à la réalisation des survols programmés sur la Sioule, l'Alagnon et la Dore. Sur l'Allier, deux coups d'eau intervenant début novembre dont un atteignant presque 10 fois le module (cf. § 3.1.1.7) ont nettoyé les fonds. Si cela peut être positif pour l'espèce par nettoyage du substrat avant la fraie, ces événements empêchent de déceler correctement les frayères depuis le ciel par contraste de couleur de substrat. Le survol de l'Allier a donc été annulé.

Des prospections complémentaires ont aussi été réalisées à pieds :

- 🌀 Sur l'intégralité du Béal, pour la troisième fois depuis 2014.
- 🌀 Sur la Senouire et la Desges dans leurs premiers kilomètres depuis leur confluence avec l'Allier jusqu'au premier seuil difficilement franchissable, pour la seconde année consécutive.

En parallèle de ces prospections uniques, pour la 7^{ème} année consécutive, la reproduction des saumons a été suivie sur la partie amont du Béal de l'Alagnon dans sa traversée de Lempdes sur Alagnon.

La Sianne et la Couze Pavin n'ont pas été prospectées en 2018.

Le linéaire total prospecté en 2018 sur le bassin de l'Allier s'élève à 258,8 km.

La date des survols en hélicoptère est définie en fonction de la dynamique de la reproduction mais également en fonction des conditions météorologiques (faisabilité du vol). Le comptage par hélicoptère peut être effectué lorsque le nombre de nids n'augmente plus significativement. Afin de permettre la comparaison entre les axes, les comptages sont alors effectués dans un pas de temps le plus réduit possible. En 2018, la reproduction sur le Béal ayant été limitée, elle n'a pas été utilisée comme critère de déclenchement des opérations de comptages par survol. Les survols ont été réalisés classiquement début décembre : le 4 décembre pour la Sioule et le 6 décembre pour la Dore et l'Alagnon.

Tableau 25 : Récapitulatif du déroulement des prospections de comptage de frayères de saumon sur l'ensemble du bassin de l'Allier en 2018 (Source : LOGRAMI)

Date	Cours d'eau	Secteur prospecté	Linéaire (km)	Opérateurs repérage	Opérateur cartographie
05/11/2018 au 14/12/2018	Alagnon	Le Béal dans sa traversée de Lempdes sur Alagnon	1	1 LOGRAMI (9 prospections à pieds)	

Date	Cours d'eau	Secteur prospecté	Linéaire (km)	Opérateurs repérage	
05/11/2018	Allier	L'Allier dans sa traversée de Monistrol d'Allier	1	1 LOGRAMI (1 prospection à pieds)	
30/11/2018	Alagnon	Tout le cours du Béal	7,1	2 LOGRAMI	
30/11/2018	Senouire	Lavaudieu - Confluence Allier	6,1	1 LOGRAMI	
03/12/2018	Desges	Seuil de la Cambuse - Confluence Allier	2,6	1 LOGRAMI	
06/12/2018	Alagnon	Ferrières St-Mary - Confluence Allier	50	2 LOGRAMI	1 LOGRAMI
06/12/2018	Dore	Confluence Dolore - Confluence Allier	104	2 LOGRAMI	1 LOGRAMI
04/12/2018	Sioule	Barrage de Queuille - Confluence Allier	87	2 LOGRAMI	1 LOGRAMI

Frayères sur l'Alagnon

Les premières observations de frayères ont été réalisées le 12 novembre 2018 sur le Béal de l'Alagnon.

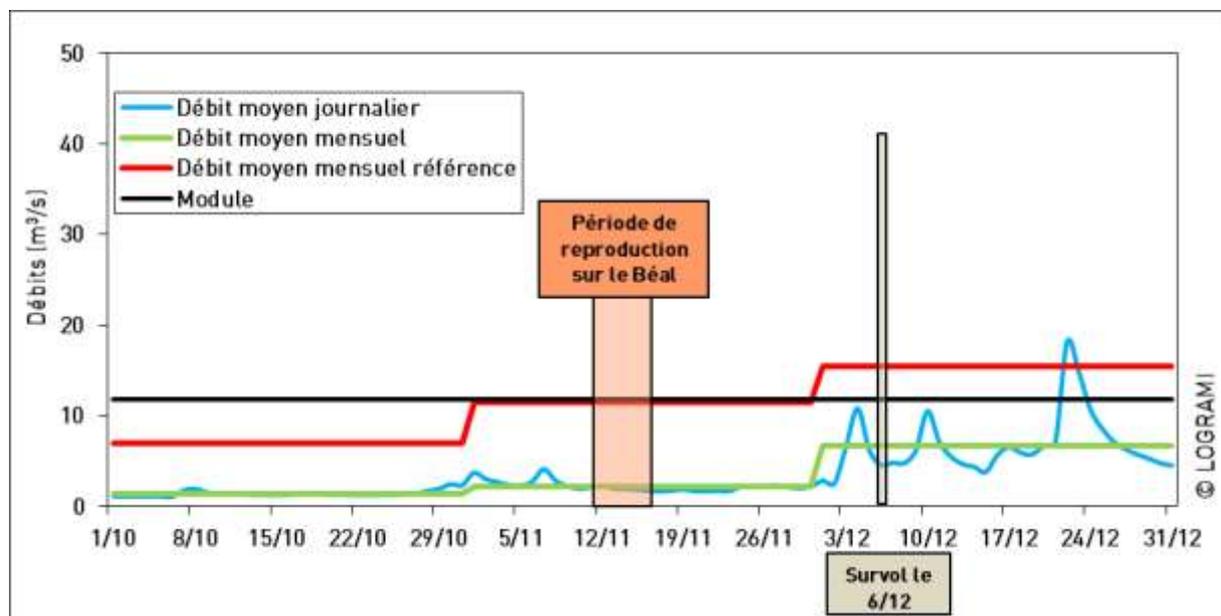


Figure 51 : Débits de l'Alagnon à la station de Lempdes sur Alagnon du 1er octobre au 31 décembre 2018 (Données hydro : DREAL Auvergne / HYDRO-MEDD/DE)

Les très faibles conditions hydrologiques observées en fin d'année 2018 sur l'Alagnon ont été favorables à la réalisation d'un comptage des frayères par survol (Figure 51). Ce dernier a été réalisé le 6 décembre 2018 entre Ferrières St-Mary (15) et la confluence avec l'Allier (63) sur 50 km.

Par ailleurs, et pour la 7^{ème} année consécutive, le Béal dans la traversée de Lempdes sur Alagnon a fait l'objet d'un suivi régulier de l'activité de reproduction des saumons atlantiques. Ce suivi a été réalisé à pieds entre le 5 novembre et le 14 décembre 2018. Ce suivi régulier a aussi été complété par une prospection de l'intégralité du linéaire du Béal (7,1 km) le 30 novembre 2018. 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).

20 frayères ont été comptabilisées sur le bassin de l'Alagnon (Figure 52 et Figure 53) :

- 14 sur le cours principal, sur 21 km entre Blesle (43 ; 806 km à la mer) et Beaulieu (63 ; 784 km à la mer) ;

- 6 sur le Béal, dont 4 dans ses 1500 premiers mètres amont entre le barrage de la prise d'eau de Lempdes sur Alagnon et Bos Sacrat et 2 sur sa partie médiane à proximité du moulin de Dardelin (première observation à ce niveau depuis la réalisation des suivis reproduction) (Figure 52).

Soit :

- 70% (14) 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 ;
- 30% (6) sont situées entre Chambezon et Massiac (Moulin Grand) (S2) ;
- Aucune frayère en amont de Massiac (Moulin Grand) (S1).

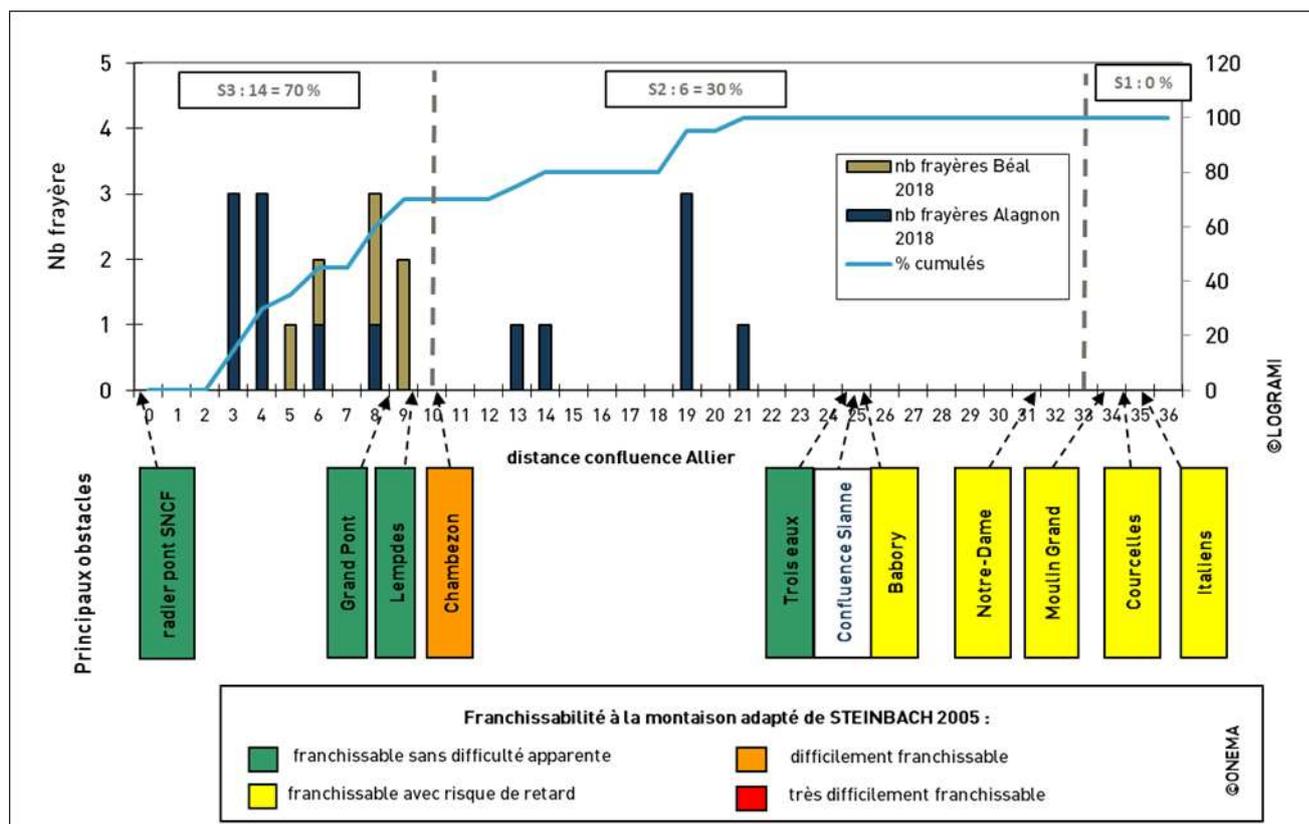


Figure 52: Répartition kilométrique des frayères de saumon atlantique sur l'Alagnon en 2018 et principaux obstacles à la migration (Source : LOGRAMI pour les frayères et ONEMA adapté pour la franchissabilité)

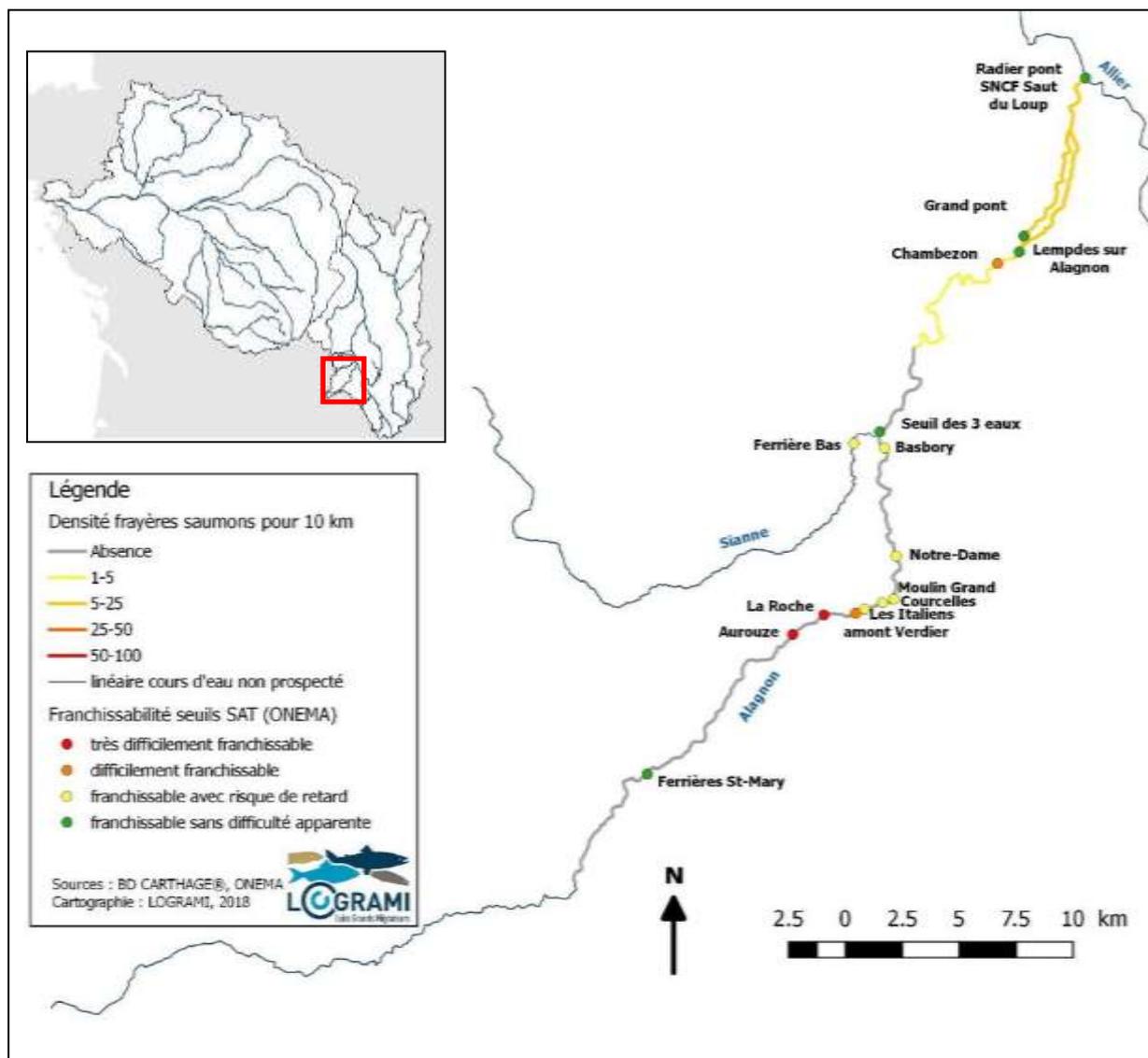


Figure 53 : Cartographie des densités de frayères de saumon atlantique sur le bassin de l'Alagnon en 2018 (par tronçon de 10 km) et principaux ouvrages

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 20 frayères comptabilisées contre 47,3 (+/- 26,4) en moyenne depuis la mise en place de ce suivi sur l'Alagnon en 2001 (11 années suivies), le comptage réalisé en 2018 constitue le 3^{ème} moins bon niveau d'abondance de frayères de saumon atlantique pour ce bassin (Figure 54). Il correspond pratiquement à celui de 2011.

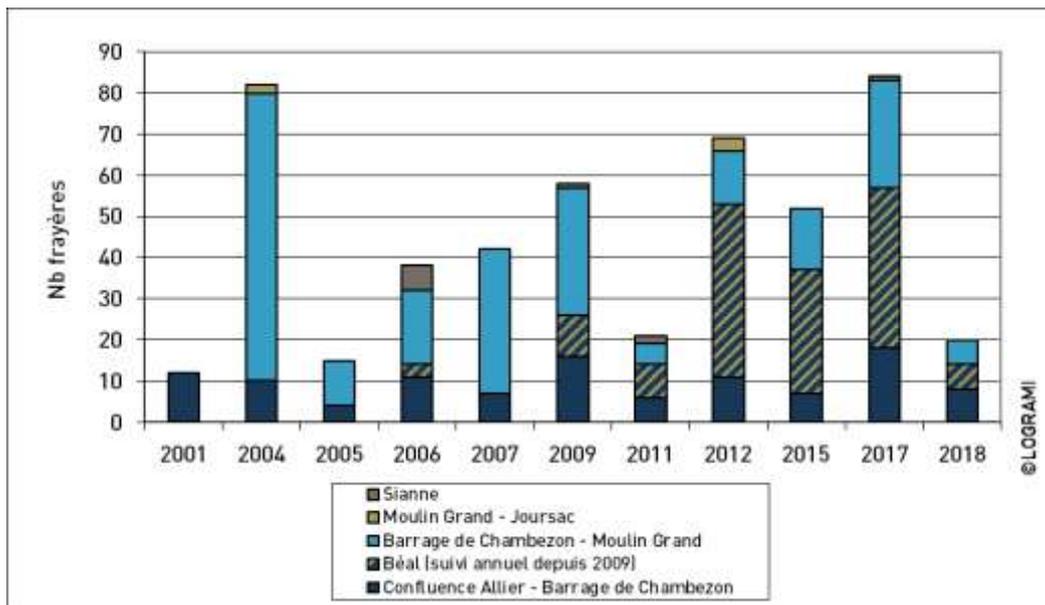


Figure 54 : Evolution interannuelle du nombre de frayères de saumon comptabilisés sur les différents secteurs du bassin de l'Alagnon depuis 2001

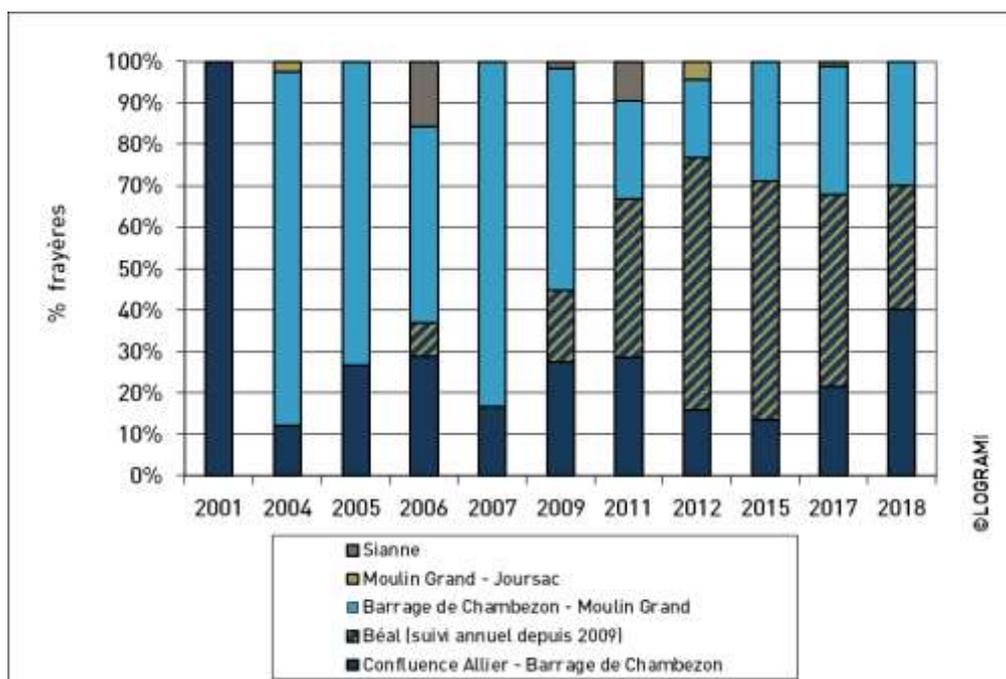
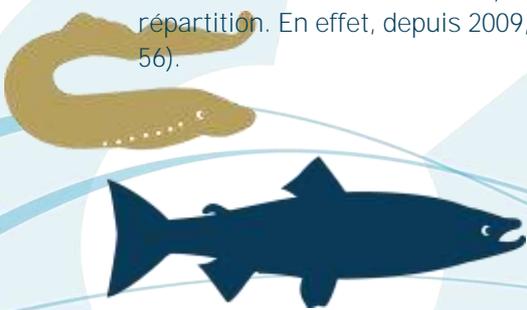


Figure 55 : Evolution interannuelle de la répartition des frayères de saumon comptabilisés sur les différents secteurs du bassin de l'Alagnon depuis 2001

Malgré le faible effectif de frayères en 2018, leur répartition, qui s'apparente beaucoup à celles observées lors des 4 derniers suivis de 2011, 2012, 2015 et 2017 (Figure 55), semble de nouveau indiquer que seule une proportion minoritaire de géniteurs a pu franchir le barrage de Chambezou et exploiter la partie amont de cet axe jusqu'à Blesle (43). Une nouvelle fois, l'importante proportion de frayères en aval du barrage de Chambezou révèle les difficultés de son franchissement par les saumons.

Tout comme constaté en 2017, le caractère très sec de l'automne 2018 (Figure 51) peut expliquer cette répartition. En effet, depuis 2009, cette répartition semble effectivement liée au débit automnal (Figure 56).



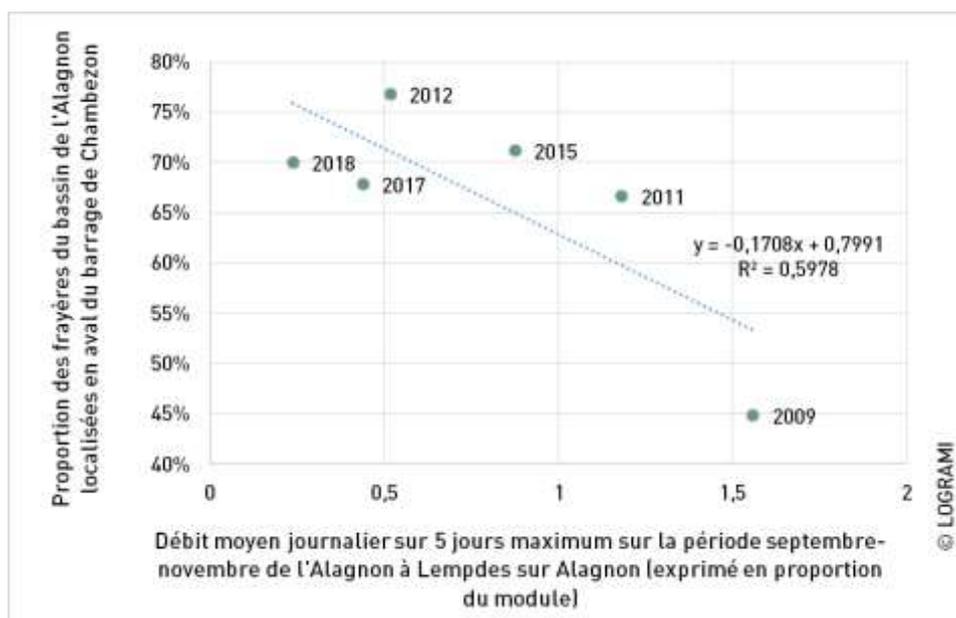


Figure 56 : Proportion des frayères de saumon sur le bassin de l'Alagnon localisées en aval du barrage de Chambezon en fonction du débit moyen journalier sur 5 jours maximum sur la période septembre-novembre de l'Alagnon à Lempdes sur Alagnon depuis 2009 (Source LOGRAMI et données hydro : DREAL Auvergne / 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.

Frayères sur la Dore

Les très faibles conditions hydrologiques observées en fin d'année 2018 ont été favorables à la réalisation d'un comptage exhaustif des frayères par survol (Figure 57). Ce dernier a été réalisé le 6 décembre 2018 entre la confluence avec la Dolore (Marsac en Livradois, 63) et la confluence avec l'Allier (Ris, 63) sur 104 km.

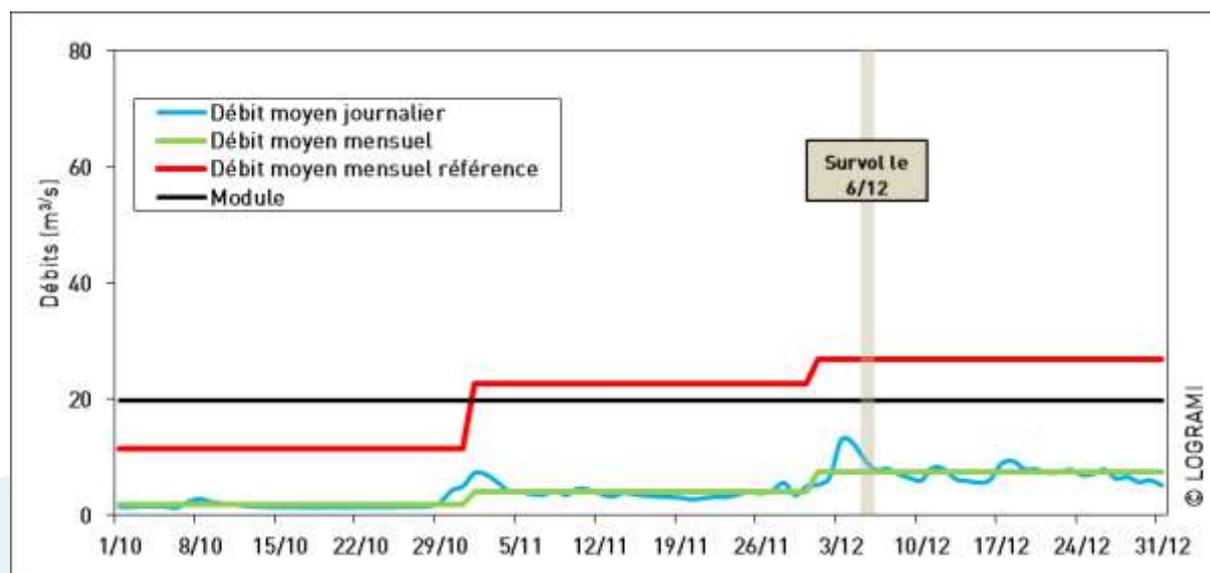


Figure 57 : Débits de la Dore à la station de Dorat du 1^{er} octobre au 31 décembre 2018 (Données hydro : DREAL Auvergne / HYDRO-MEDD/DE).

Une seule frayère a été observée sur la Dore en 2018. Elle était localisée en amont de Peschadoires (63), sur la même zone de fraie potentielle, à quelques mètres près, où des frayères avaient déjà été observées en 2011 et 2012.

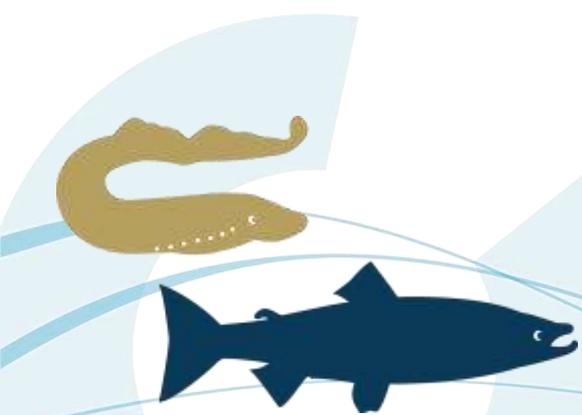
Par ailleurs, un saumon adulte a été retrouvé mort par un pêcheur sur la Dore en amont de Vertolaye (pk 757) le 24 juin 2018 (Figure 58). Cette observation inédite, à notre connaissance, a été réalisée sur un secteur de la Dore (Vertolaye-Ambert) où sont déversés des alevins, où des frayères ont déjà été observées lors des survols et où des alevins natifs ont déjà été capturés. Les conditions de débit et de température sur la Dore à cette période n'étant à priori pas pénalisantes (cf. § 3.1.1.6), les causes de cette mortalité ne sont pas évidentes mais un affaiblissement, une prédation peuvent être évoqués...



Figure 58 : Photographie d'un saumon atlantique adulte retrouvé mort le 24/8/2018 sur la Dore en amont de Vertolaye

Une nouvelle fois, le potentiel productif de la Dore (287 948 m² d'Equivalents Radier Rapide d'après MINSTER et BOMASSI, 1999) n'a pas été exploité significativement par des géniteurs de saumons en 2018. Les très faibles quantités de frayères comptabilisées depuis 2011 (Figure 59) traduisent une quasi-absence de retour de géniteurs sur la Dore, malgré un déversement annuel moyen de 71 084 alevins (+/- 21 574) depuis 2010. Il y aurait sur la Dore des problèmes plus importants qu'ailleurs sur le bassin de l'Allier dans l'accomplissement des différentes étapes du cycle biologique des individus déversés (croissance en rivière, dévalaison, 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. § 8.4.2). La production de smolts prêts à dévaler de la Dore est donc limitée. De plus, 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. Enfin, comme le prouve l'observation d'un saumon adulte mort en juin sur une zone de reproduction potentielle, des pertes peuvent intervenir alors que la plus grande partie du cycle a été réalisée et qu'il ne reste plus que l'ultime étape de la reproduction à accomplir.



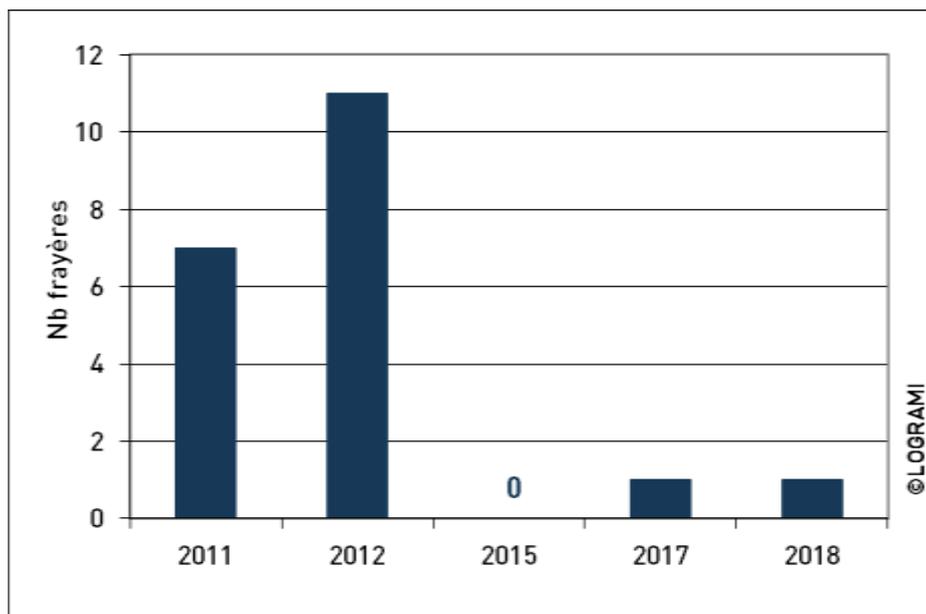


Figure 59 : Evolution du nombre de frayères de saumon comptabilisées sur la Dore depuis la mise en place du suivi par survol en 2011

Frayères sur la Sioule

En l'absence de coup d'eau durant l'automne 2018, un comptage des frayères par survol a pu être réalisé le 4 décembre 2018 entre le barrage de Queuille (63) et la confluence avec l'Allier (Contigny, 63) sur 104 km (Figure 60).

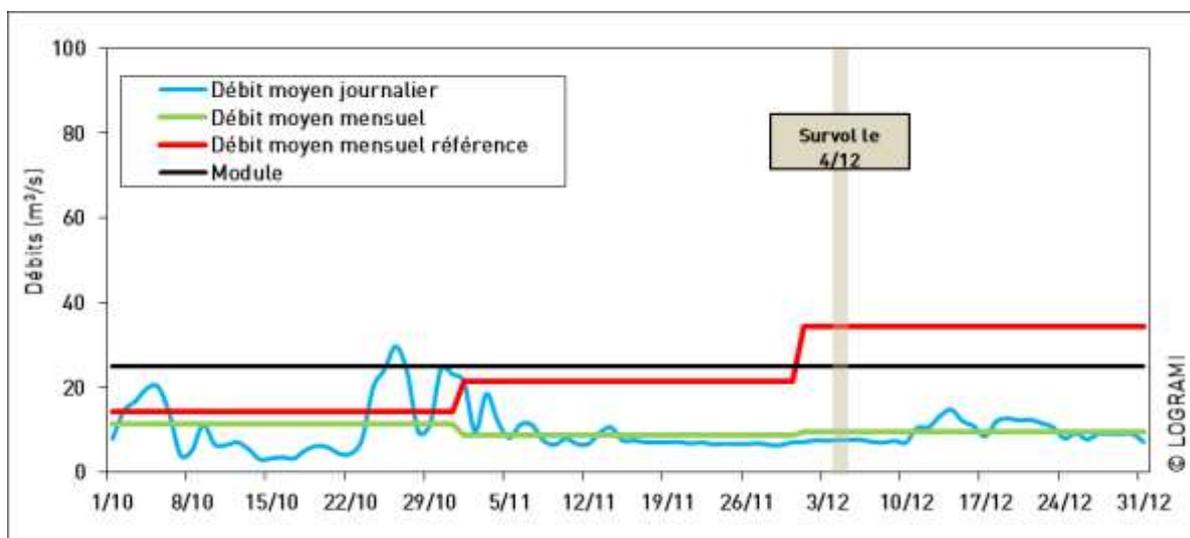


Figure 60 : Débits de la Sioule à la station de St Pourçain sur Sioule du 1^{er} octobre au 31 décembre 2018 (Données hydro : DREAL Auvergne / HYDRO-MEDD/DE).

18 frayères ont été comptabilisées sur la Sioule, entre l'aval du barrage de Queuille (63 ; 713 km à la mer) et Saint Bonnet de Rochefort (03 ; 667 km à la mer) sur 46 km (densité moyenne de 0,39 nids/km) (Figure 61 et Figure 62). La majorité des frayères ont été observées en amont d'Ebreuil (88,9 %).

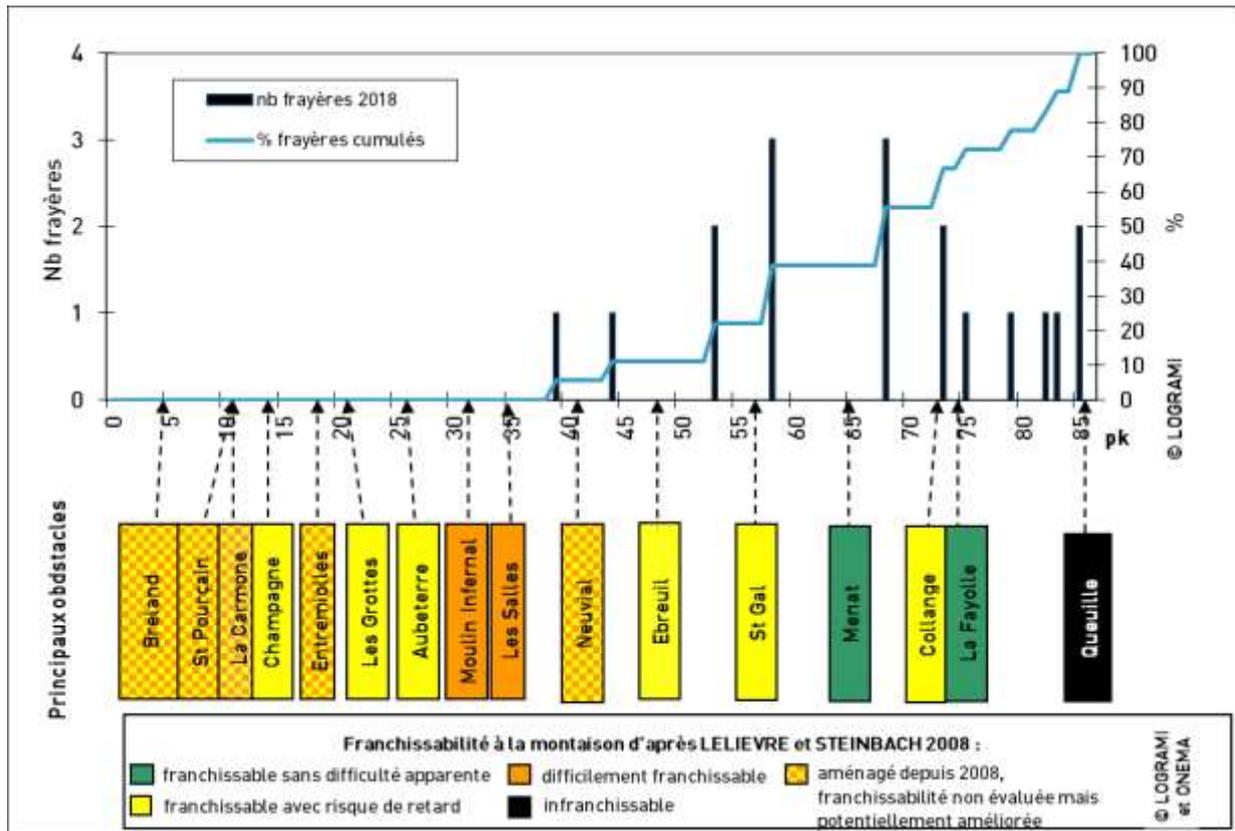
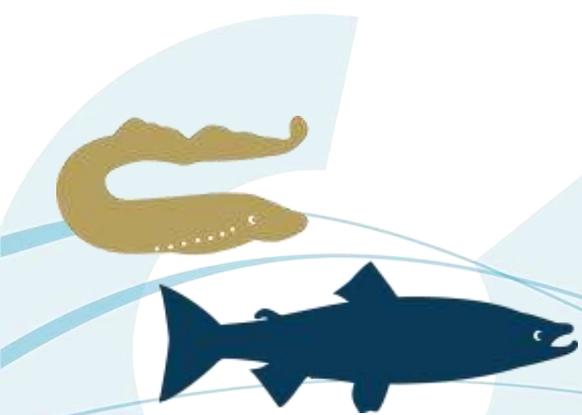


Figure 61 : Répartition kilométrique des frayères de saumon atlantique sur la Sioule en 2018 et principaux obstacles à la migration (Source : LOGRAMI pour les frayères et LOGRAMI-ONEMA adapté pour la franchissabilité)



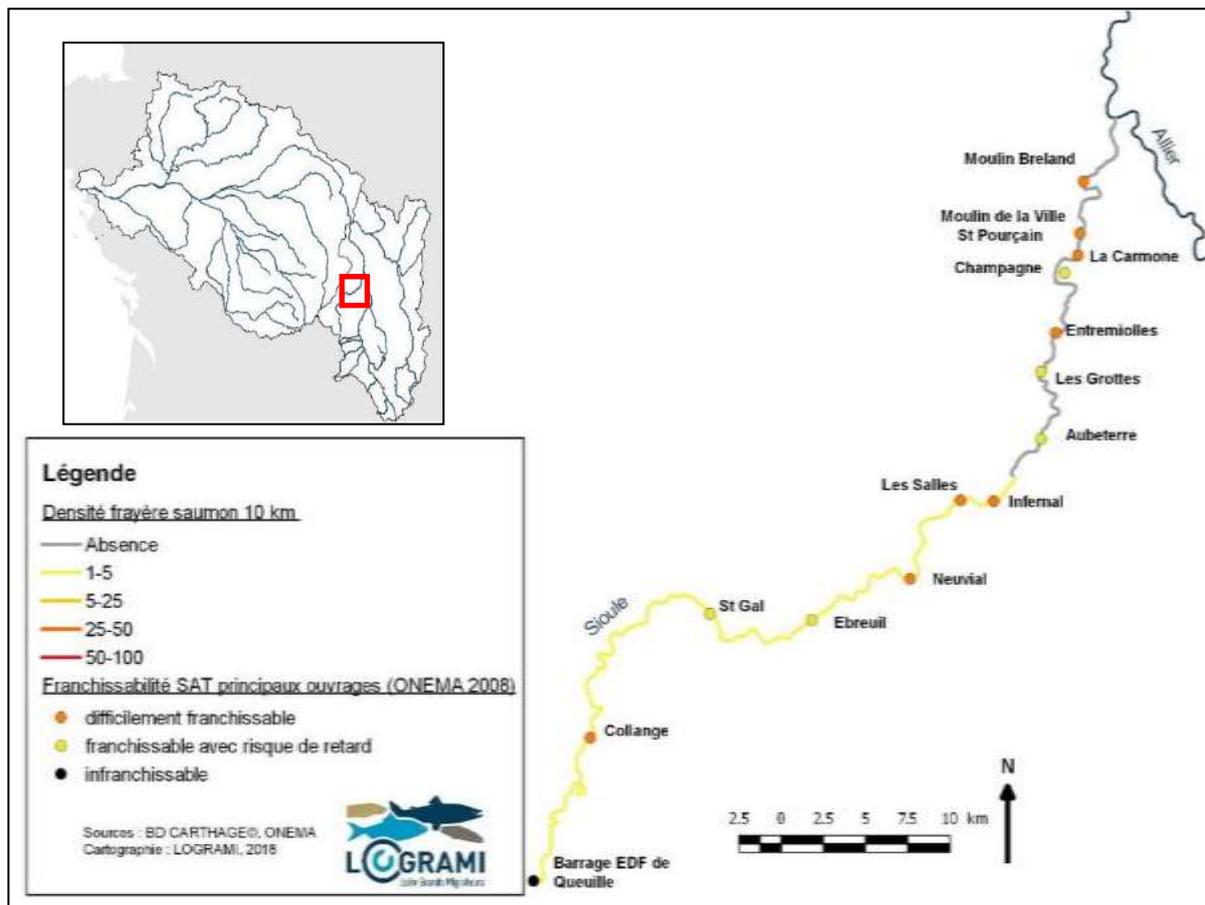


Figure 62 : Cartographie des densités de frayères de saumons atlantiques sur la Sioule en 2018 (par tronçon de 10 km) et principaux obstacles

Evolution interannuelle

Avec 18 frayères comptabilisées contre 56,9 (+/- 34,0) en moyenne depuis la mise en place de ce suivi sur la Sioule en 2001 (11 années suivies), le comptage réalisé en 2018 constitue le 2^e moins bon résultat devant celui de 2006 (Figure 63). Avec une majorité de frayères en amont d'Ebreuil et une absence de frayère en aval de St Pourçain sur Sioule, la répartition des frayères en 2018 apparaît plutôt classique après une année 2017 au caractère assez atypique (Figure 64). Cette répartition orientée vers l'amont de l'axe n'est pas forcément à attribuer à une amélioration de la franchissabilité des ouvrages de la partie aval.

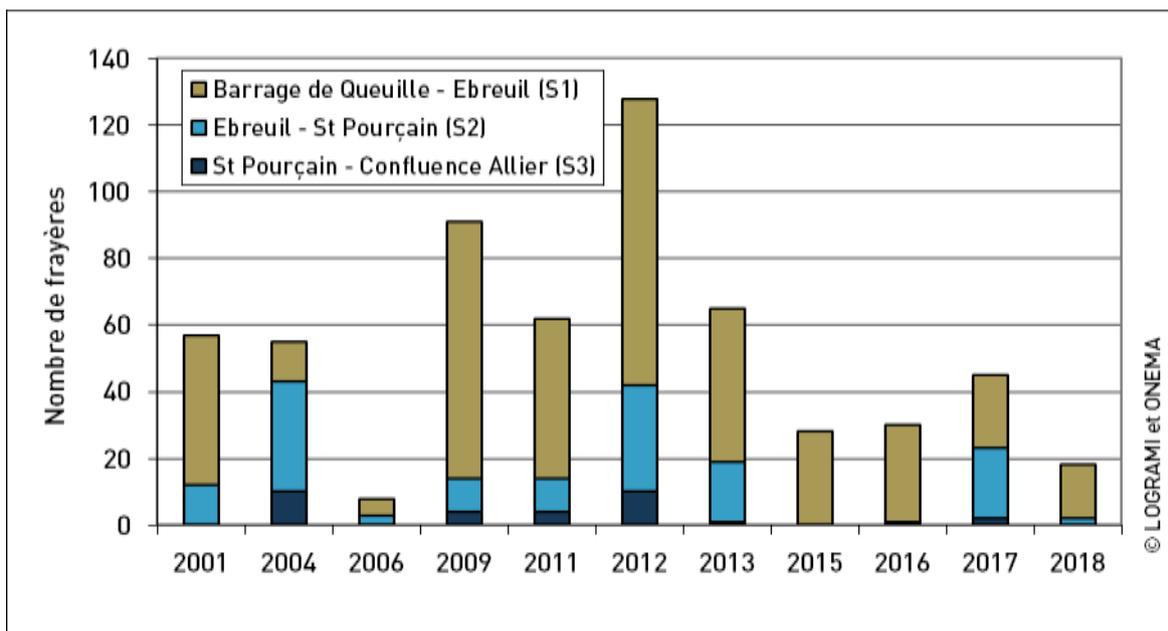


Figure 63 : Evolution du nombre de frayères de saumon comptabilisées sur les trois secteurs de la Sioule depuis la mise en place du suivi en 2001

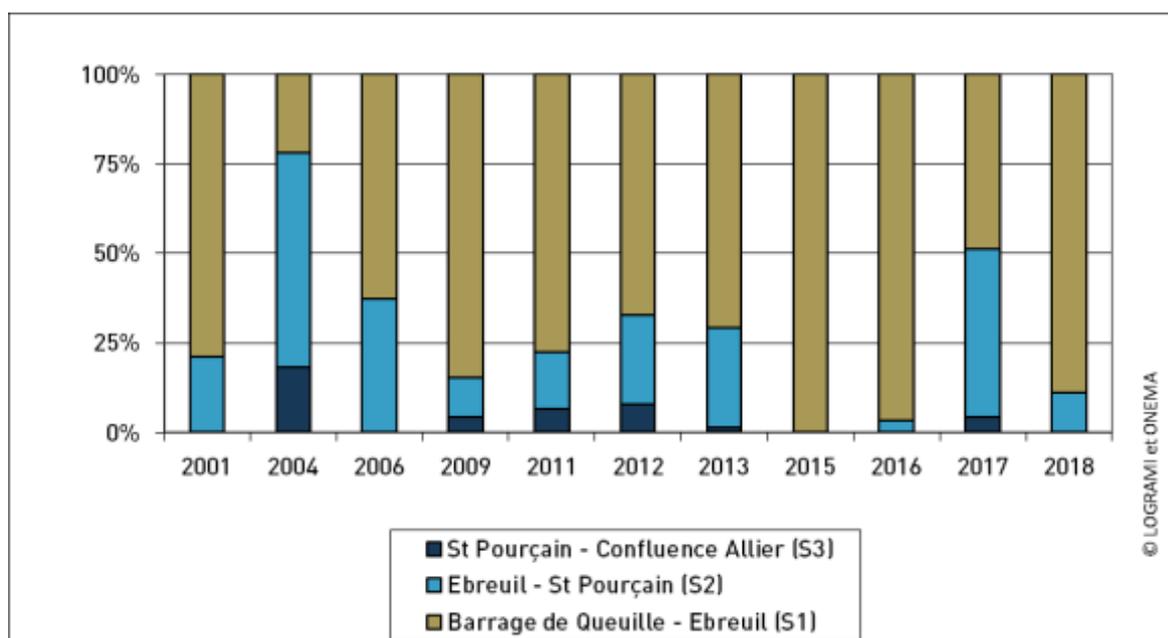


Figure 64 : Evolution de la répartition de frayères de saumon comptabilisées selon les trois secteurs de la Sioule depuis la mise en place du suivi en 2001

Bien au contraire, la découverte d'un individu mort en aval du Moulin de la Ville à St Pourçain sur Sioule le 3 août 2018 (Figure 65) mais aussi les dévalaisons (replis) de 4 individus observées à la station de comptage de Moulin Breland les 9/7, 5/8, 7/8 et 8/8 révèlent que des températures estivales pénalisantes durant des épisodes d'étiage soutenu peuvent aussi avoir limité la survie de géniteurs anormalement présents en aval de l'axe à cette période (probablement bloqués par le seuil du moulin de la Ville). Les températures estivales de la Sioule en 2018 ont été plus élevées qu'en 2017 (Figure 66).

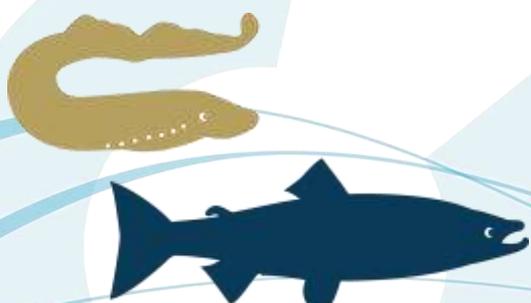




Figure 65 : Photographie d'un saumon atlantique adulte retrouvé mort le 3/8/2018 sur la Sioule en aval du Moulin de la Ville à St Pourçain sur Sioule

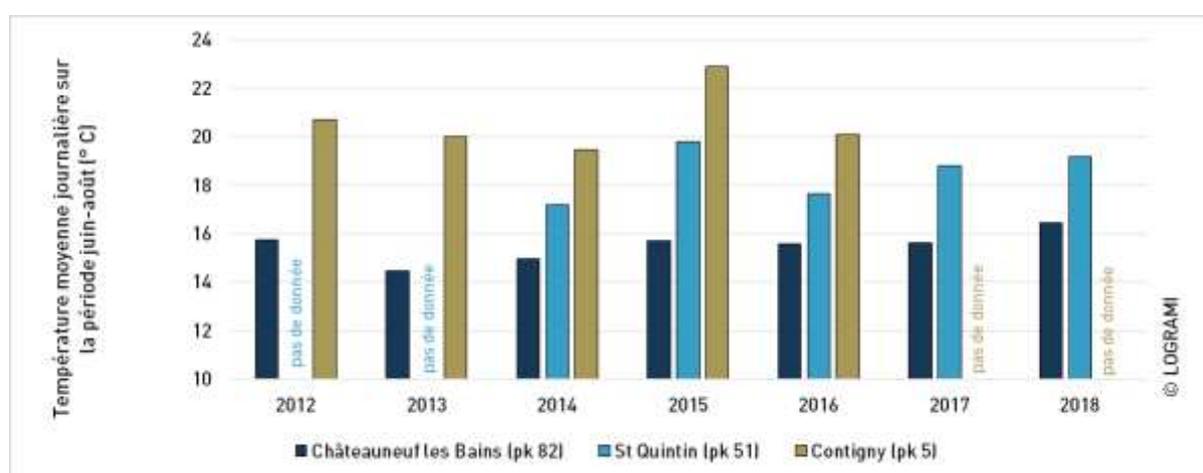


Figure 66 : Températures moyennes journalières de l'eau durant les mois de juin à août 2018 sur trois stations de la Sioule

Frayères sur la Senouire

Sur la Senouire, deux grosses frayères de salmonidés, potentiellement de saumons, ont été observées à 1,45 km en amont de la confluence avec l'Allier.

Frayères sur la Desges

Sur la Desges, cinq grosses frayères de salmonidés, potentiellement de saumons, ont été observées. La première a été vue dès les premiers mètres en amont de la confluence avec l'Allier. Les 4 autres ont été observées sur un tronçon situé entre 1,5 km et 2,5 km de la confluence avec l'Allier.

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 2018 (Figure 67). Il est cependant à noter que les fronts indiqués sont des fronts à minima, certains petits affluents n'ayant pas été prospectés. Certaines parties de cours d'eau n'apparaissant pas sur la carte ont donc pu être colonisées par les saumons atlantiques.



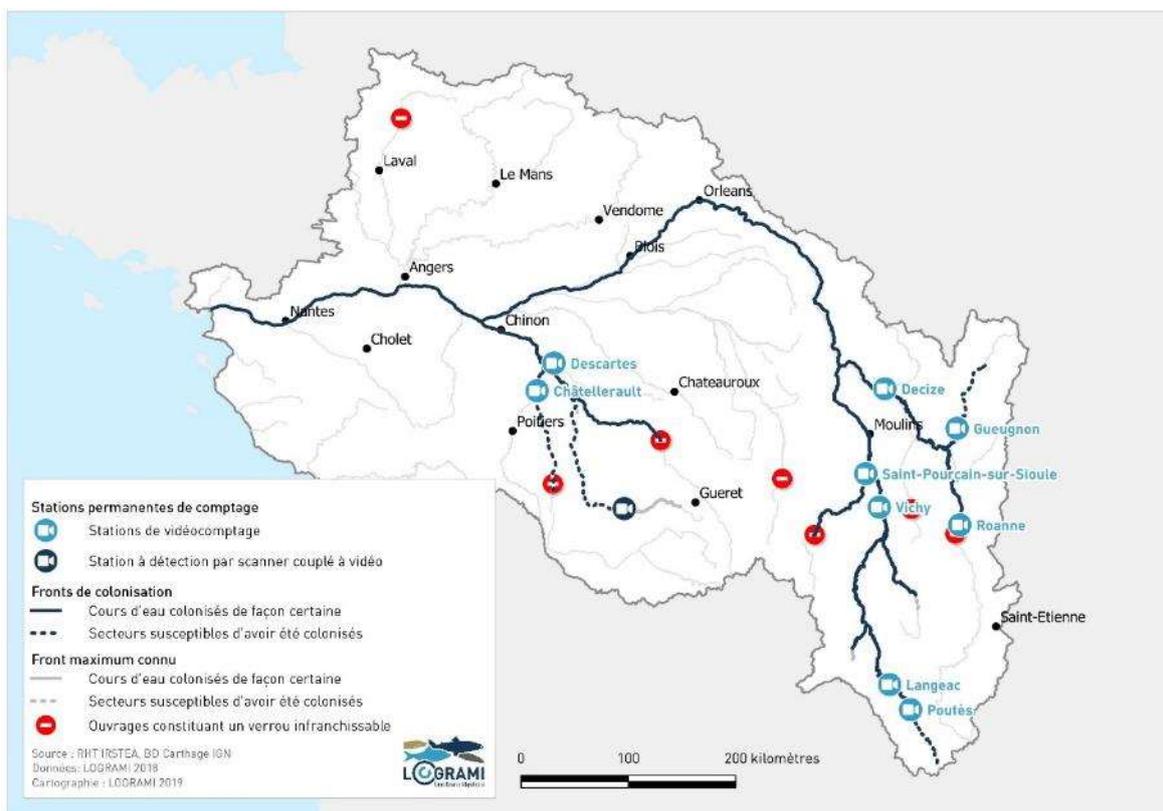


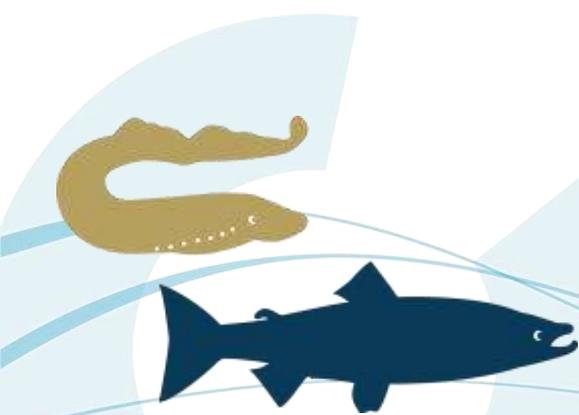
Figure 67 : Cours d'eau du bassin de la Loire colonisés par le saumon atlantique sur le bassin de la Loire en 2018

3.4. Incidence de quatre ouvrages hydroélectriques sur les smolts en dévalaison 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 (1964), les zones de frayères fréquentées par le saumon à la fin du 18^{ème} 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 19^{ème} siècle. Suite à la création de nouveaux aménagements à l'ère industrielle, le saumon a totalement disparu du bassin de la Vienne. Ses frayères historiques ont été condamnées par la construction des barrages hydroélectriques de La Roche Bât l'Aigue, La Roche aux Moines et Eguzon (1907 à 1926) d'une part et de Chardes, La Roche et Jousseau (1918 à 1928) d'autres part, formant respectivement les complexes d'Eguzon sur la Creuse et de l'Isle-Jourdain sur la Vienne (Figure 68).



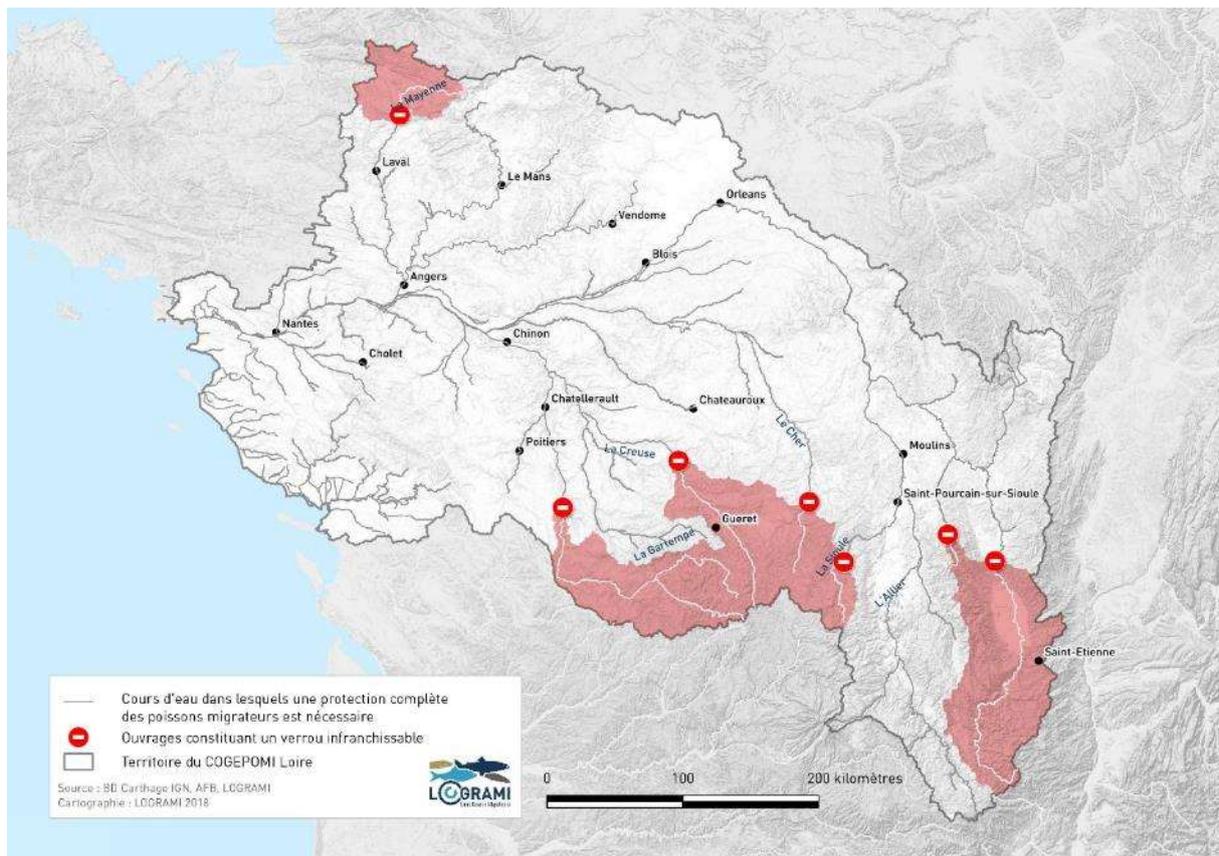


Figure 68 : Cartographie des zones de reproduction devenues inaccessibles aux saumons actuellement sur le bassin de la Loire

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 20^{ème} 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. Depuis lors, le nombre d'individus observés est en moyenne de 89 saumons (+/- 48). La Figure 69 montre une augmentation significative des effectifs sur la période 2011-2017 avec 120 saumons comptabilisés (+/- 39) contre 46 (+/- 17) sur la période 2007-2010 (test de Mann-Whitney ; p-value = 0,011). En 2018, avec 47 individus comptabilisés, le nombre de saumons observés à Descartes est en forte baisse, celle-ci étant également constatée sur d'autres axes de migration.

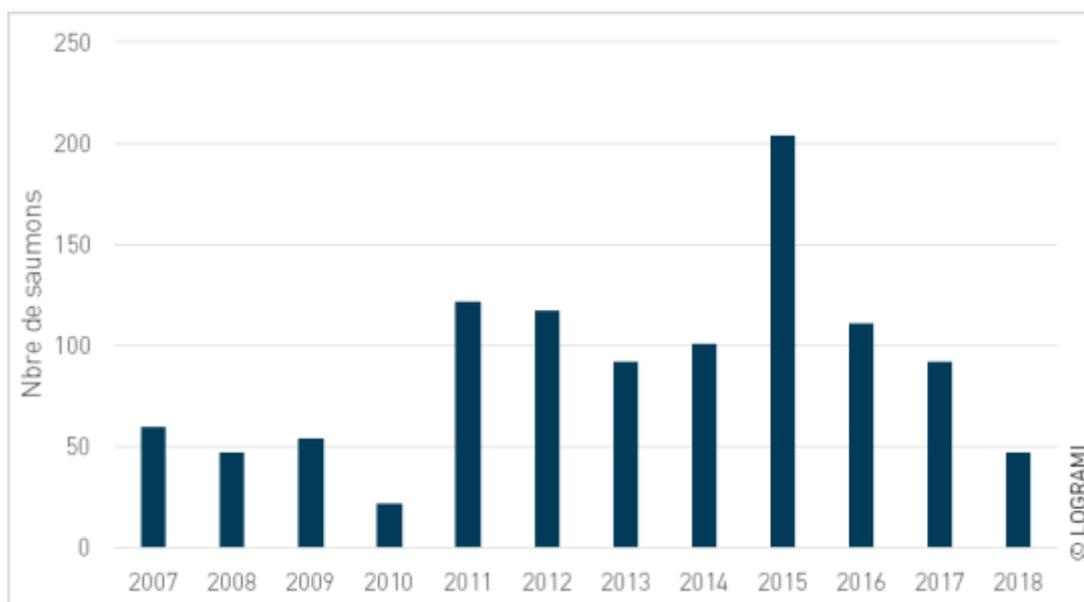


Figure 69 : Passages de saumons à la station de comptage de Descartes sur la Creuse depuis 2007

Les retours enregistrés 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 (Figure 70) (COSYNS et al., 2013 ; BACH et al., 2018).

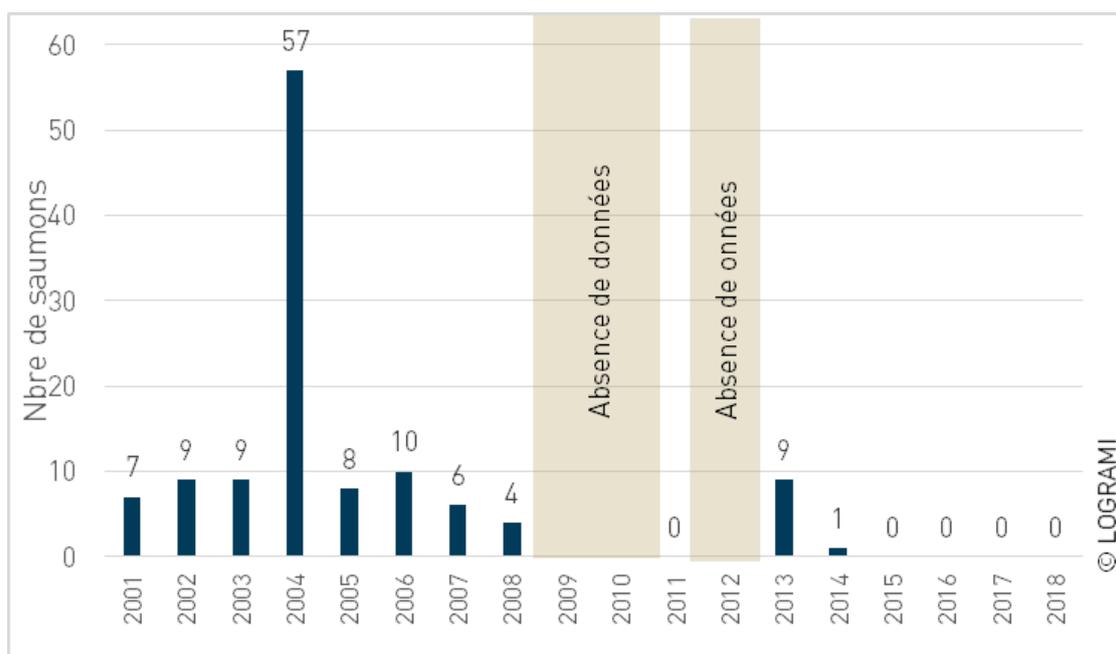


Figure 70 : Nombre de saumons comptabilisés au barrage de la Roche-Etrangleloup sur la Gartempe depuis 2001 (compteur à résistivité de 2001 à 2011 puis scanner à infrarouge à partir de 2013)

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 insuffisants pour maintenir une population naturelle en lien avec des difficultés de franchissabilité à la montaison et une hydrologie défavorable depuis 2009.

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.214-17¹, les propriétaires d'usines hydroélectriques se sont vu notifier par l'administration (Haute-Vienne) la nécessité de rendre leurs installations conformes à ces classements.

L'objectif principal de cette étude est d'améliorer les connaissances relatives à l'incidence sur les smolts en dévalaison de quatre ouvrages hydroélectriques, situés sur la Gartempe. Deux d'entre eux ont été récemment équipés de systèmes de dévalaison et deux autres ne le sont pas encore. Elle a pour but d'estimer un taux de franchissement pour chaque ouvrage, d'identifier les différentes voies de dévalaison 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, Roche, Chaume et Le Verger. Les communes d'implantation de ces usines sont respectivement Châteauponsac, Rancon, Saint-Ouen-sur-Gartempe et Peyrat-de-Bellac.

Tous situés dans le département de la Haute-Vienne (87) sur la moyenne Gartempe, ces quatre ouvrages sont implantés sur un linéaire d'environ 26 km comportant 3 autres usines dont 1 seule était en fonctionnement lors de l'étude (Figure 71).

¹ de sa confluence avec la Creuse au Ruisseau de Chenaud (département 23) pour le saumon atlantique et l'anguille

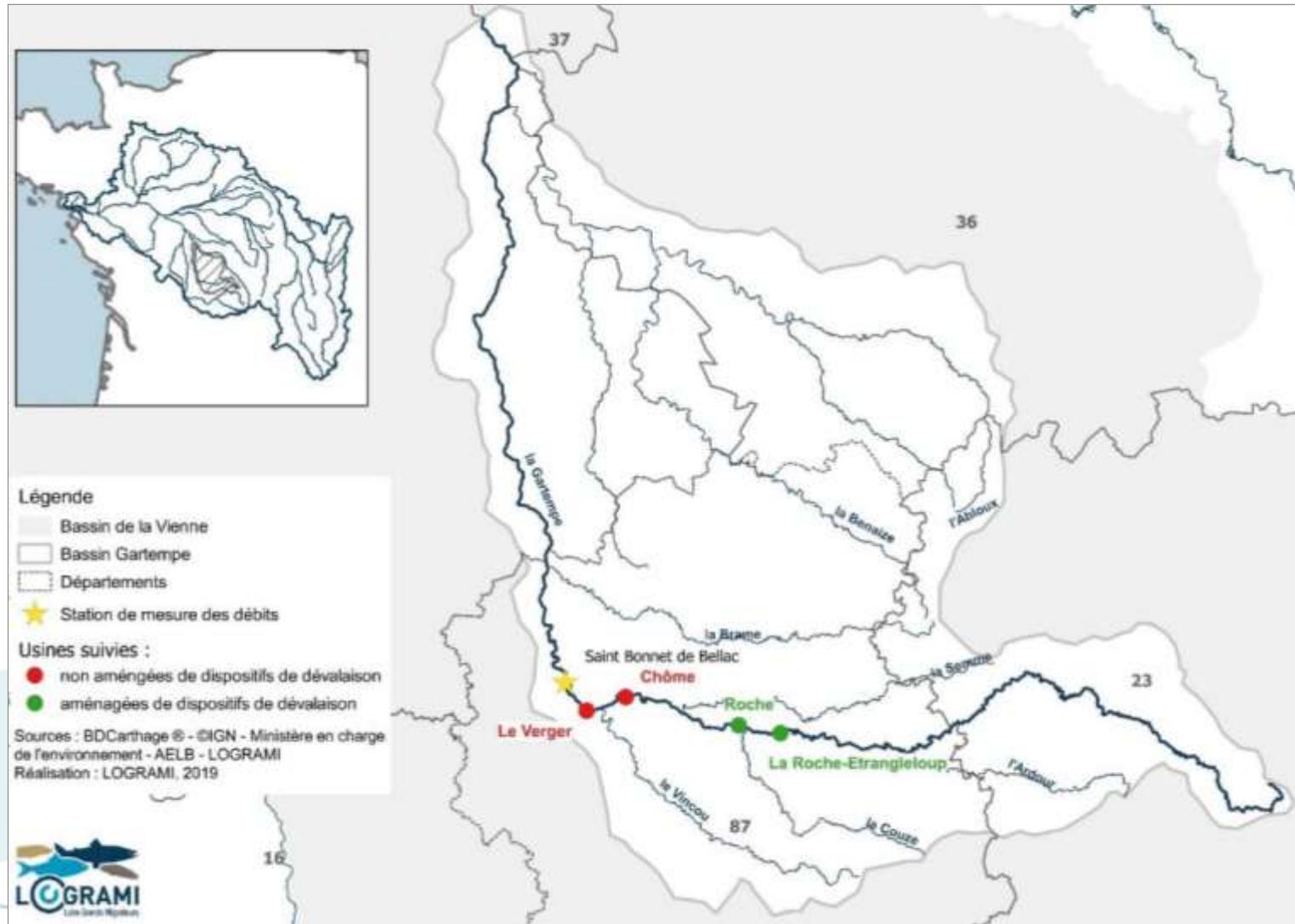


Figure 71: Localisation des quatre ouvrages étudiés pour la dévalaison des smolts sur la Gartempe en 2018



Usine de la Roche Etrangleloup

Située sur la commune de Châteauponsac, l'usine hydroélectrique de la Roche Etrangleloup (ROE16989) constitue l'une des 20 centrales hydroélectriques 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 $7,4 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ (Tableau 26). 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 ($0,480 \text{ m}^3/\text{s}$) et à la goulotte de dévalaison ($0,470 \text{ m}^3/\text{s}$) qui aboutissent dans le canal de restitution.

Tableau 26: Caractéristiques de l'usine hydroélectrique de la Roche Etrangleloup sur la Gartempe (dép. 87)

Caractéristiques	
Hauteur de chute	6,10 m
Débit maximum turbiné	$7,4 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$
Débit réservé	$0,94 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$
Turbine(s)	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 72). Afin de dénombrer les saumons empruntant cette passe, un compteur à résistivité a été installé en 2001, remplacé en 2013 par un compteur à scanner infrarouge disposé au niveau de l'entrée hydraulique de la passe.



Figure 72: Passe à poissons à bassins successifs installée au niveau de l'usine hydroélectrique de la Roche Etrangleloup sur la Gartempe

En 2016, afin de satisfaire aux obligations réglementaires 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 le passage des poissons en 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 73).

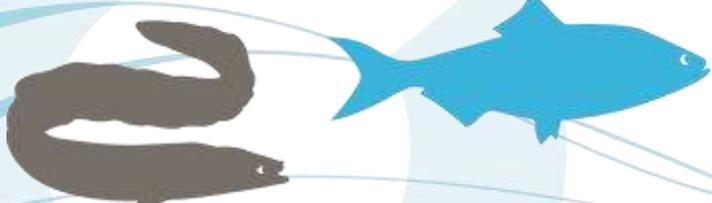




Figure 73 : Vues du plan de grilles fines et de l'exutoire de dévalaison (à gauche) et de la restitution de la goulotte de dévalaison (à droite) de l'usine de la Roche Etrangeloup sur la Gartempe

Usine de Roche

L'usine de Roche (ROE16982 et ROE 16984), située sur la commune de Rancon, est implantée environ 5 km en aval de celle de la Roche Etrangeloup. Le seuil mesure environ 47 m de long pour une hauteur de chute de 2,3 m. Autorisée depuis 1979 pour une puissance maximale de 100 kW, elle est équipée d'une turbine de type Francis et peut turbiner jusqu'à 9 m³/s. Le débit réservé est d'environ 1 m³/s réparti entre le dispositif de franchissement à la montaison (610 l/s) et la goulotte de dévalaison (370 l/s). Le tronçon court-circuité (TCC) est alimenté par ce débit.

Tableau 27: **Caractéristiques de l'usine hydroélectrique de Roche sur la Gartempe (départ. 87)**

Caractéristiques	
Hauteur de chute	2,3 m
Débit maximum turbiné	9 m ³ s ⁻¹
Débit réservé	1 m ³ s ⁻¹
Turbine(s)	1

Le dispositif de franchissement piscicole à la montaison (passe à ralentisseurs plans) réalisé en 1994 a été remplacé en 2016 par une rivière de contournement à pré-barrages (Figure 74).



Figure 74 : Rivière de contournement à pré-barrages au niveau du seuil de l'usine hydroélectrique de Roche sur la Gartempe ; vue générale à gauche et détail des pré-barrages à droite (Sources : LOGRAMI et A. Lemoine-AFB)



De même, un premier dispositif de dévalaison avait été installé au niveau de l'usine. Celui-ci ne répondant pas aux critères permettant le respect de la réglementation actuelle, la prise d'eau a été modifiée en 2017 pour être compatible avec ces critères. Elle dispose d'un plan de grilles à écartement inter-barreaux de 20 mm avec un pendage vertical de 26°, associé à deux exutoires permettant le transfert des poissons vers une goulotte de dévalaison (Figure 75).

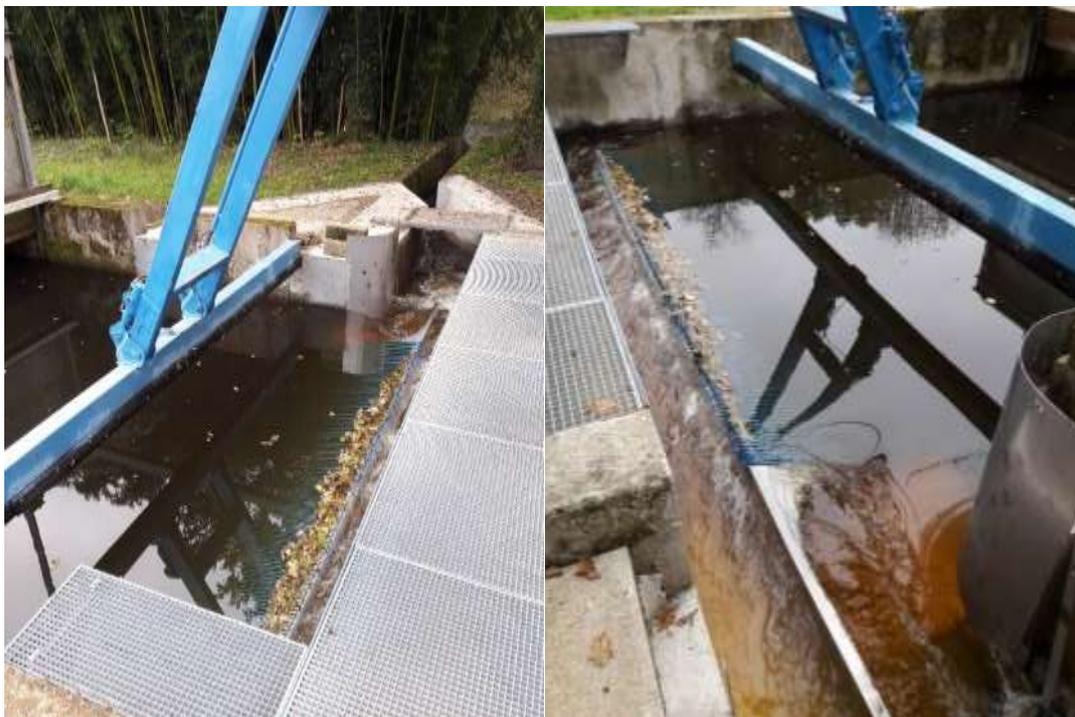


Figure 75 : Prise d'eau et système de dévalaison de l'usine hydroélectrique de Roche sur la Gartempe

Usine de Chaume

L'usine hydroélectrique du Moulin de Chaume (ROE16834) se situe sur la commune de Saint-Ouen-sur-Gartempe, 20 km en aval du site de la Roche Etrangleloup. 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 76).

Figure 76: Vue aval (sortie hydraulique des turbines et de la passe à poissons) 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 à entrefers de 3 cm et une turbine Kaplan avec un plan de grille de 4 cm (Tableau 28). Une troisième turbine de type Francis peut être démarrée si l'une des deux autres présente une défaillance. L'ensemble possède une puissance maximale d'environ 435 kW et peut turbiner jusqu'à 15 m³/s.

Tableau 28: Caractéristiques de l'usine hydroélectrique de Chaume sur la Gartempe (départ. 87)

Caractéristiques	
Hauteur de chute	3,84 m
Débit maximum turbiné	15 m ³ s ⁻¹
Débit réservé	1,5 m ³ s ⁻¹
Turbine(s)	3

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 m³/s (Figure 77). Le tronçon court-circuité de la rivière est alimenté par une vanne de décharge laissant passer un débit réservé de 0,9 m³/s.



Figure 77: 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

Cet ouvrage n'est pas équipé de système de dévalaison. L'espacement inter-barreaux des plans de grilles est de 4 cm devant la première turbine (Kaplan) et de 3 cm devant la troisième turbine (Francis).

Usine du Verger

L'usine hydroélectrique du Verger est située sur la commune de Peyrat-de-Bellac, à environ 5 km en aval de l'usine de Chaume. Le seuil mesure environ 47 m de large et la hauteur de chute est de 2,4 m. Cette usine possède un canal d'amenée long de 160 m qui achemine l'eau du seuil (au niveau de l'ancien moulin) jusqu'à l'usine. Possédant une turbine de type Kaplan, elle a une puissance maximale d'environ 200 kW et peut turbiner au maximum 12 m³/s.

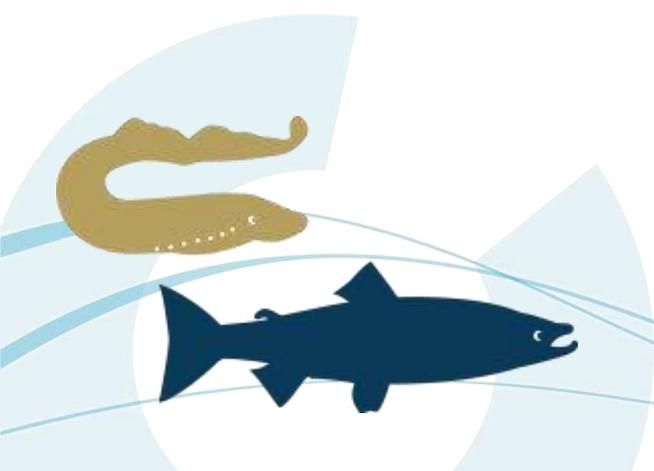


Tableau 29: **Caractéristiques de l'usine hydroélectrique du Verger sur la Gartempe (dépt. 87)**

Caractéristiques	
Hauteur de chute	2,4 m
Débit maximum turbiné	12 m ³ s ⁻¹
Débit réservé	0,75 m ³ s ⁻¹
Turbine(s)	1

Une passe à bassins a été construite en 1985 au niveau de l'usine. Celle-ci est située entre l'aval des turbines et le canal d'amenée. Le TCC est en partie alimenté par une échancrure dans le seuil, qui déverse un débit de 480 L/s et par une surverse située sur la partie amont du canal d'amenée lors des périodes de fortes eaux.

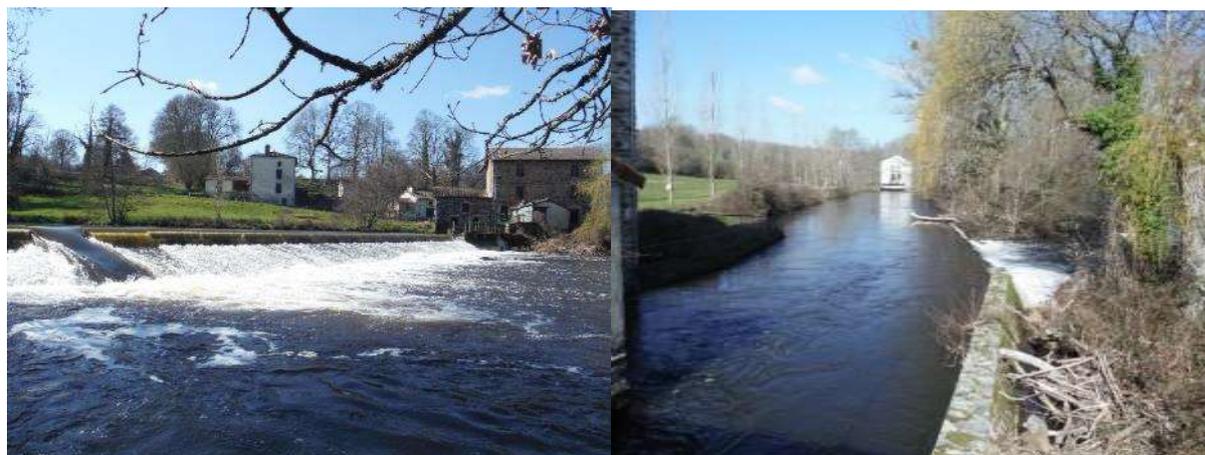


Figure 78: **Vue du seuil de l'usine du Verger et de l'ancien moulin (à gauche) ainsi que du canal d'amenée avec sa surverse (à droite)**

Comme pour l'usine de Chaume, cet ouvrage n'est pas équipé d'un dispositif de dévalaison. L'espacement inter-barreaux de la grille située devant la turbine est supérieur à 7 cm.



Figure 79: Vue du plan de grilles de l'usine du Verger (à gauche) et de l'entrée hydraulique de la passe à bassins (à droite)

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 quatre 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. Les émetteurs utilisés sont codés : ils émettent un signal sonore unique sur une fréquence donnée (choisie entre 48 000 et 49 000 Hz). Ces codes sont composés de trois impulsions sonores et sont distinguables les uns des autres par leurs fréquences d'émissions (nombre de PPM : pulse par minute).

Le récepteur scanne la fréquence utilisée pendant un laps de temps défini. En cas de réception d'un signal sonore, il passe en analyse pour décoder ce signal. En cas d'absence de signal pendant le scan, il peut passer à une autre fréquence si plusieurs fréquences sont utilisées (Figure 80). Pour être



enregistré et décodé, un signal doit être détecté au minimum à quatre reprises. Le temps de détection est variable en fonction de la période d'émission des émetteurs. Il peut augmenter si plusieurs émetteurs sont situés dans la même zone de réception. Ainsi, un émetteur dont la période d'émission est de 1,2 secondes (soit une fréquence de 50 PPM) nécessitera un temps minimum de 5 secondes pour être détecté et enregistré par le récepteur.

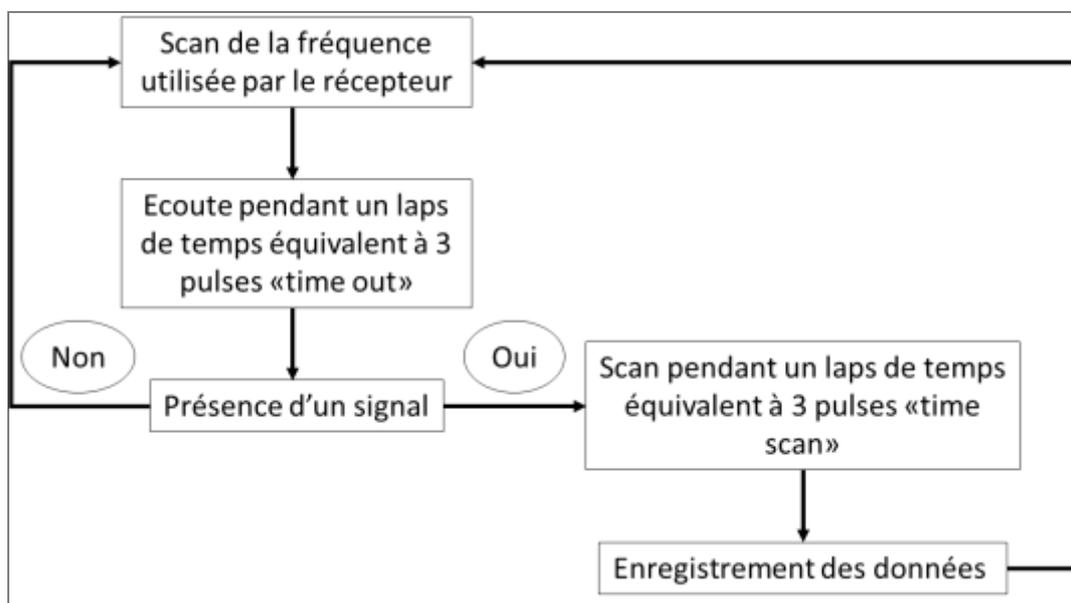


Figure 80 : Schéma de fonctionnement d'un récepteur radio

Installations

Des systèmes fixes de radiopistage ont été déployés au niveau des quatre ouvrages hydroélectriques étudiés. 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 81).



Figure 81 : Récepteur R4500C utilisé dans le cadre du suivi par radiopistage sur la rivière Gartempe en 2018

Le réglage de chaque antenne a été réalisé afin de permettre une couverture séparée des zones amont et aval de chaque zone, permettant une analyse optimale des taux de passages et des temps de passage.

Selon les configurations, différentes antennes de réception ont été utilisées (Figure 82) :

L'antenne boucle aérienne : elle est exclusivement utilisée en milieu aérien. La détection est directionnelle, l'antenne doit donc être orientée parallèlement à la zone de réception. La longueur de

détection est importante mais elle peut être réduite en jouant sur le gain du récepteur. Ces antennes ont été principalement utilisées pour couvrir la zone amont des barrages étudiés.

L'antenne brin : cette antenne est composée d'un seul élément immergé à environ un mètre de la surface. Elle est réalisée à partir d'un câble coaxial dont l'extrémité du blindage est dénudée sur une demi-longueur d'onde de la fréquence utilisée (dans notre cas 68,7 cm). Ces antennes ont été utilisées pour couvrir des zones de détection de faible dimension, telles que les passes à poissons, ou pour limiter la réception de parasites aériens.

L'antenne immergée bifilaire (*Twin Lead*) : il s'agit d'un câble Hifi immergé et déroulé sur la totalité de la zone de réception souhaitée. De par sa conception, elle permet d'avoir un volume de détection cylindrique et tout le long de l'antenne. Elle est idéale pour suivre des secteurs allongés et rétrécis comme des rives ou des exutoires de dévalaison.

Ces antennes sont toutes reliées au récepteur à l'aide d'un câble coaxial RG58C/U 50 Ω .

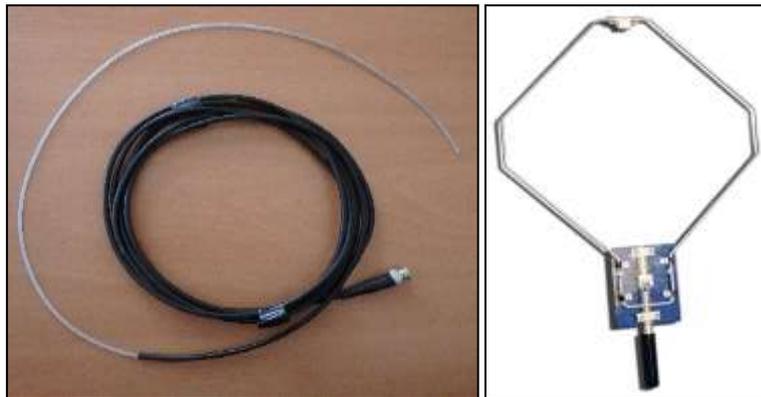


Figure 82: Antenne immergée (à gauche) et antenne boucle aérienne (à droite) utilisées dans le cadre du suivi par radiopistage sur la rivière Gartempe en 2018

Site de l'usine hydroélectrique de la Roche Etrangleloup

Cinq antennes ont été mises en place au barrage de la Roche Etrangleloup (Figure 83) :

- 🌀 une antenne aérienne installée en amont de l'ouvrage de manière à capter les poissons arrivant sur site,
- 🌀 une antenne *Twin Lead* dans la goulotte de dévalaison,
- 🌀 une antenne immergée située dans le 14^{ème} bassin de la passe à poissons,
- 🌀 une antenne immergée dans le canal de fuite de l'usine (antenne aval) de manière à capter les poissons passant par la goulotte, la passe à poissons et la turbine,
- 🌀 une antenne immergée dans le TCC de manière à capter les poissons passant par surverse.



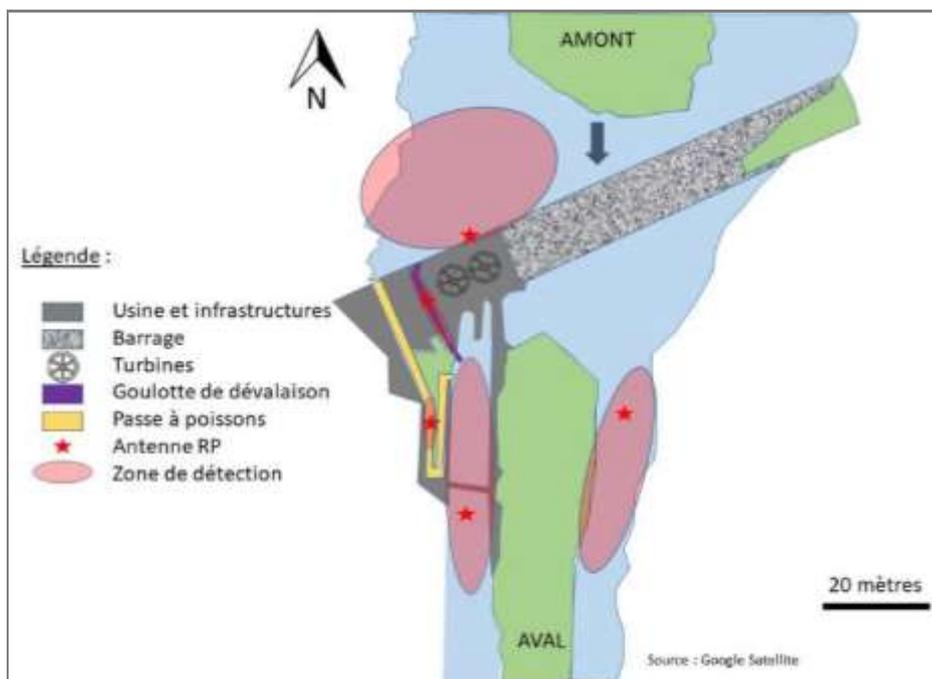


Figure 83: Illustration des zones couvertes par radiotélémétrie au niveau de l'usine hydroélectrique de la Roche-Etrangleloup sur la Gartempe en 2018 (Source : Quentin Marcon, LOGRAMI)

Suivi de l'usine de Roche

L'installation à l'usine de Roche comprenait également cinq antennes disposées ainsi :

- 📶 une antenne aérienne en amont de l'ouvrage de manière à capter les poissons arrivant sur site,
- 📶 une antenne immergée devant le plan de grille des turbines,
- 📶 une antenne *Twin Lead* dans la goulotte de dévalaison, proche des grilles,
- 📶 une antenne immergée dans le canal de fuite de l'usine (antenne aval) de manière à capter les poissons passant par les turbines,
- 📶 une antenne immergée dans le TCC.

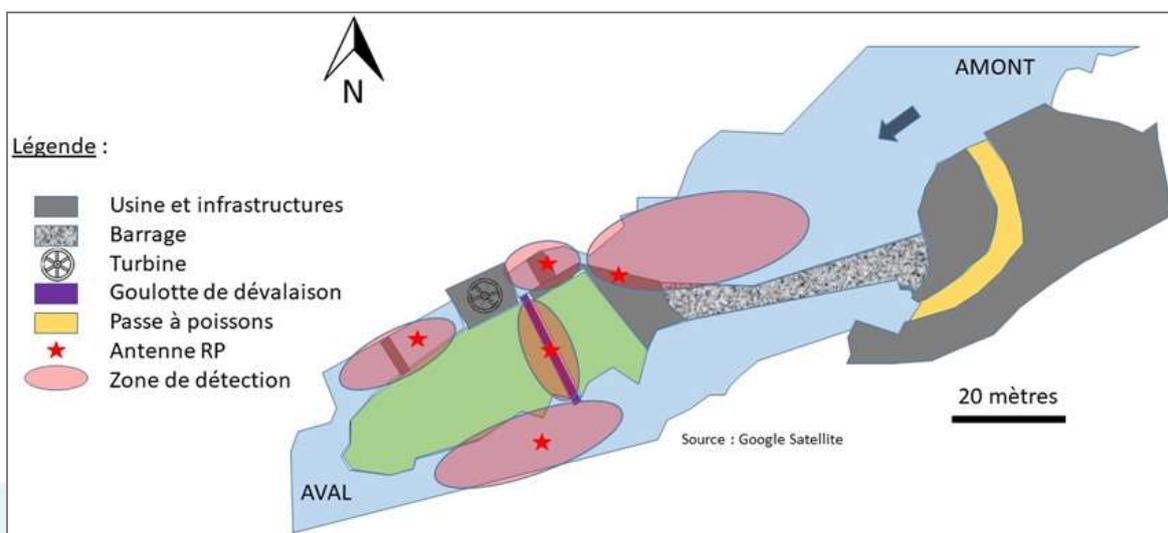


Figure 84: Illustration des zones couvertes par radiotélémétrie au niveau de l'usine hydroélectrique de Roche sur la Gartempe en 2018 (Source : Quentin Marcon, LOGRAMI)

Suivi de l'usine hydroélectrique de Chaume

L'installation mise en place à l'usine de Chaume comprenait également cinq antennes :

- une antenne aérienne en amont de l'ouvrage de manière à capter les poissons arrivant sur site,
- une antenne immergée dans le bassin de repos de la passe à poissons,
- une antenne immergée à l'aval de la chute du débit réservé,
- une antenne immergée dans le canal de fuite de l'usine (antenne aval) pour capter les poissons passant par les turbines,
- une antenne immergée dans le TCC.

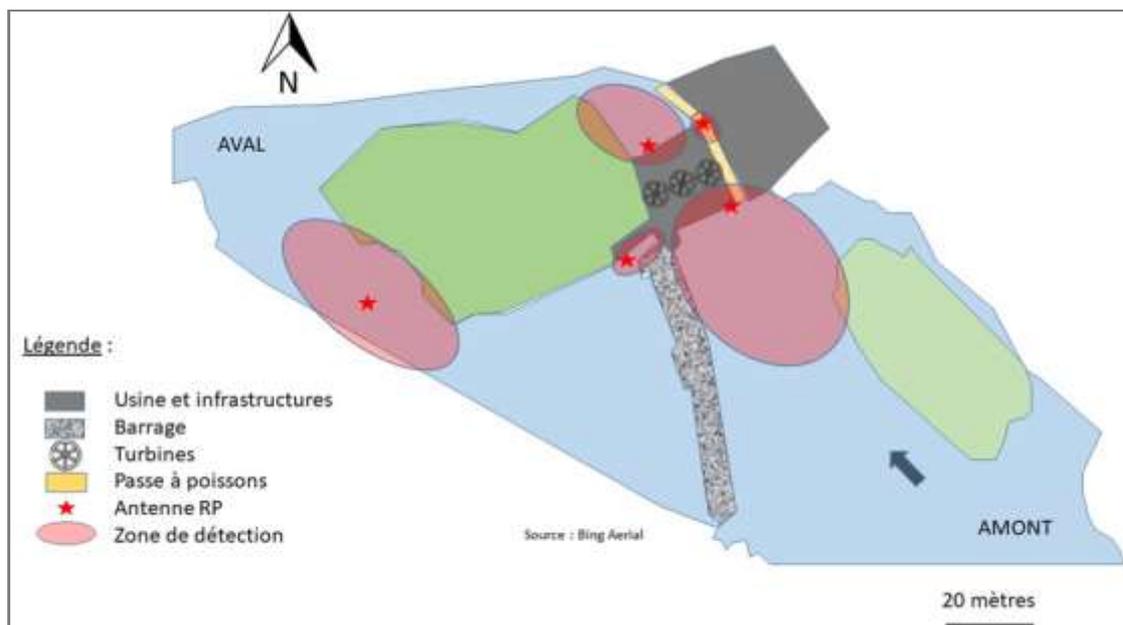
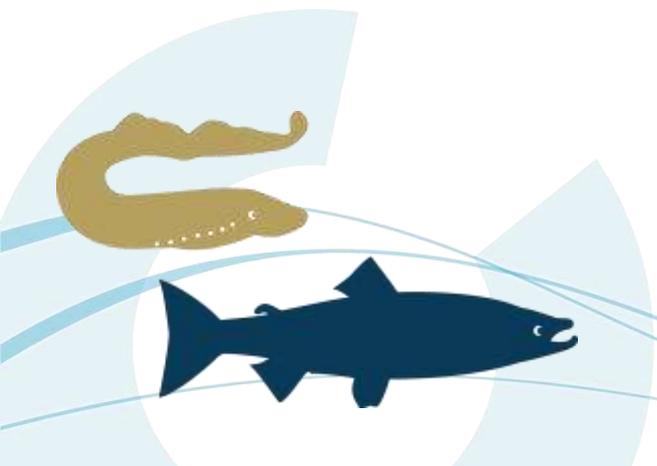


Figure 85: Illustration des zones couvertes par radiotélémetrie à l'usine hydroélectrique de Chaume sur la Gartempe en 2018 (Source : Quentin Marcon, LOGRAMI)

Suivi de l'usine hydroélectrique du Verger

Au vu de la configuration différente de cette usine disposant d'un long canal d'amenée, celle-ci a été équipée de six antennes :

- une antenne aérienne en amont de l'ouvrage de manière à capter les poissons arrivant sur site,
- une antenne immergée à l'entrée du canal d'amenée de l'usine,
- une antenne immergée à la fin du canal d'amenée devant les grilles,
- une antenne immergée dans le canal de fuite de l'usine (antenne aval),
- une antenne immergée dans un bassin de la passe à poissons,
- une antenne immergée dans le TCC.



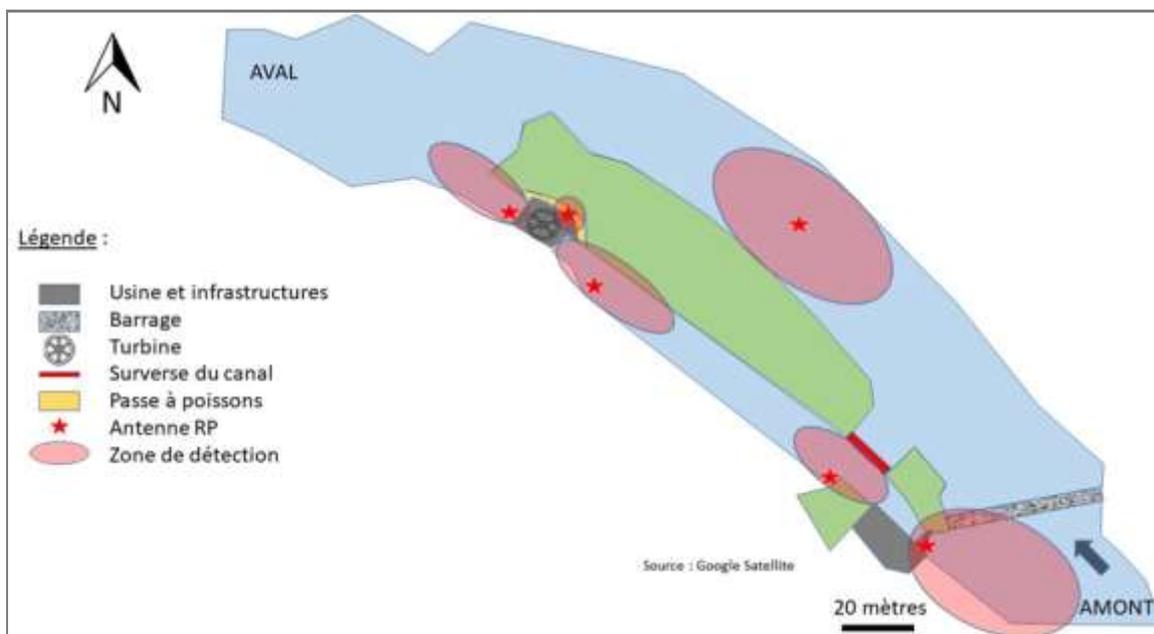


Figure 86: Illustration des zones couvertes par radiotélémetrie à l'usine hydroélectrique du Verger sur la Gartempe en 2018 (source : Quentin Marcon, LOGRAMI)

Suivis mobiles

Des suivis mobiles, en voiture, 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 les éventuels émetteurs immobiles (régurgitations / mortalités). Lors de ces suivis, des antennes boucle et des antennes immergées ont été utilisées. (Figure 87).



Figure 87 : Suivis radio télémétriques mobiles à pied avec une antenne boucle (à gauche) et en canoë (à droite)

Suivi RFID

Objectif

Parallèlement au suivi par radiopistage, un suivi RFID a été mis en place au niveau de l'usine de la Roche Etrangouloup afin d'identifier avec précision les voies de dévalaison empruntées par les smolts au niveau de cette usine.

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 88). 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 boîtier d'accord, permettant le réglage des antennes et, enfin une ou plusieurs antennes de détection (Figure 88). 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).

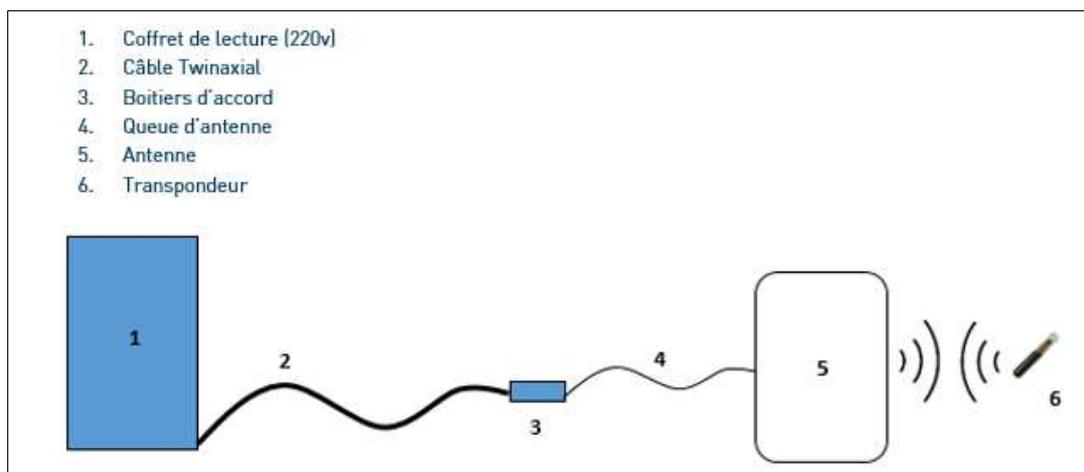


Figure 88: Principe de fonctionnement d'un système RFID

Installation à l'usine de La Roche Etrangleloup

Les antennes RFID ont été installées par paire au niveau de la passe à poissons et de la goulotte de dévalaison. Ainsi, le doublement des antennes dans chacune de ces voies de passage doit permettre de valider les passages de smolts :

🌀 Dans la goulotte de dévalaison :

- Une antenne a été installée 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 rentrent dans la goulotte et non ceux qui ne feraient que s'en approcher.
- Une seconde antenne a été positionnée environ 1 m en aval de la première. Elle permet de confirmer le passage dans la goulotte des individus détectés par la première antenne. Au vu de la vitesse importante de l'eau dans la goulotte et des possibles collisions de marques, cette antenne permet aussi de fiabiliser le système et d'assurer un taux de détection maximum.



Figure 89: Vue amont des deux cadres des antennes RFID installées dans la goulotte de dévalaison de l'usine de la Roche Etrangleloup sur la Gartempe en 2018

🔄 Dans la passe à poissons :

- Une antenne a été installée au sein même de la passe à poissons au niveau du bassin numéro 16. 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.
- Une seconde antenne a été placée dans le troisième bassin.

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.

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).

Un attention particulière a été portée pour choisir des juvéniles de saumons au stade prêts à dévaler.



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 90).

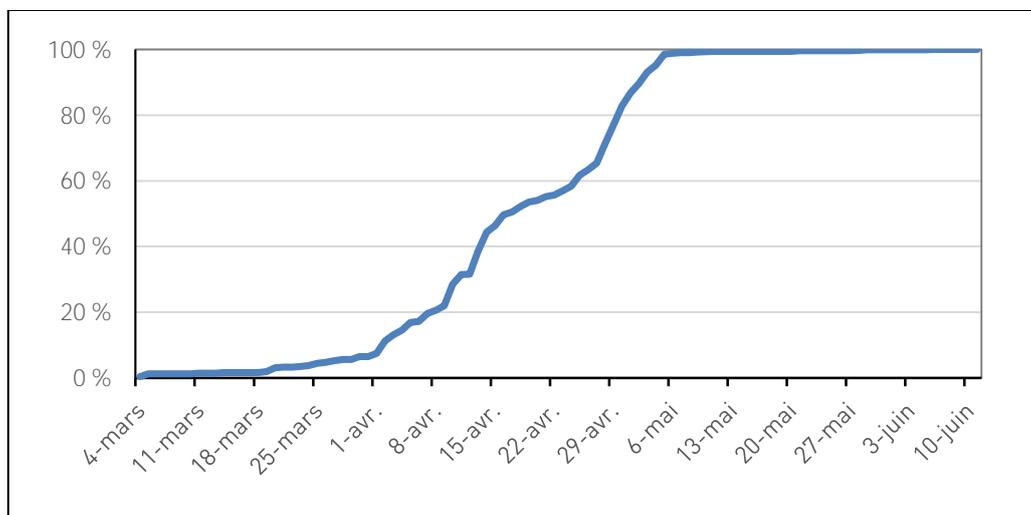


Figure 90: Pourcentages cumulés des effectifs de smolts dévalant piégés sur la Gartempe entre 1994 et 1998 (Données : CSP)

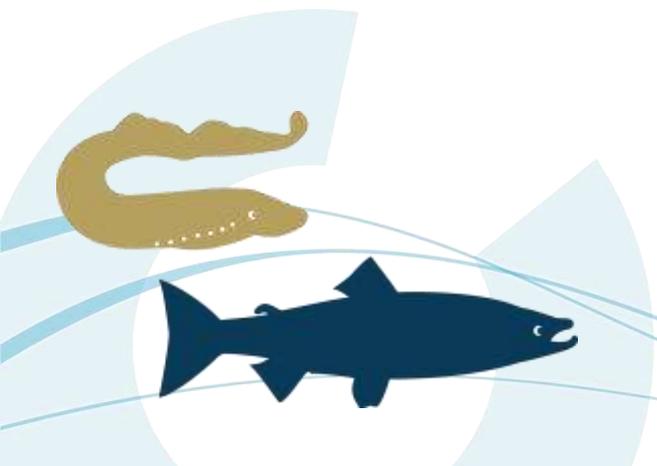
Comme en 2017, ces données ont été utilisées pour programmer les dates de marquage. Les opérations de marquages étaient ainsi initialement prévues les 10 et 17 avril. Au vu des débits de la Gartempe à cette période (respectivement 35,5 et 25,8 m³/s ; source : DREAL Limousin/HYDRO-MEDDE/DE), les marquages ont été reportés d'une semaine pour être réalisés les 18 et 24 avril 2018.

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 de benzocaïne (5 mL/10 L d'eau de solution mère à 10 %) avant d'être manipulés pour mesure, pesée et marquage, le 18 avril. Une solution d'huile de clou de girofle diluée à 10 % a été utilisée pour l'anesthésie avant le second marquage (24 avril) avec des concentrations de 2,5 mL pour 10 L d'eau. Aucun double marquage (radio et RFID) n'a été effectué.

Marquage RFID

Les smolts ont été marqués à l'aide de transpondeurs passifs HDX de 23 mm (ø 3,65 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 91).



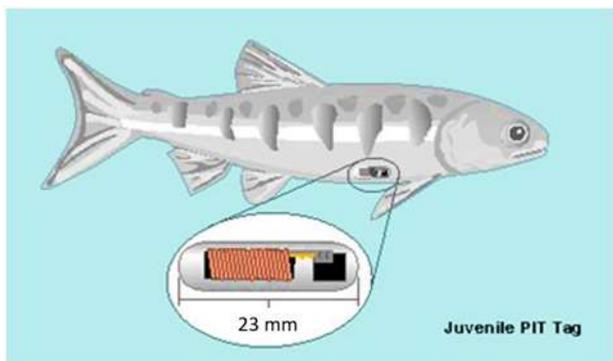


Figure 91: Schéma de la localisation de la marque RFID sur un juvéniles de salmonidé (à gauche) et mise en place d'une marque (à droite)

Marquage par Radio-émetteurs

Les smolts ont été marqués à l'aide d'émetteurs radio codés de type F1720 *Advanced Telemetry System*® (20 mm x 8 mm ; 2 g) implantés dans la cavité stomacale par intubation après anesthésie (Figure 92 et Figure 93). La durée de vie théorique de ces émetteurs varie de 6 à 10 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 48.151 et 48.251 MHz ont été utilisées pour les poissons relâchés respectivement les 18 et 24 avril 2018.



Figure 92 : Emetteur *Advanced Telemetry System*® de type F1720 (Source : LOGRAMI)



Figure 93 : Marquage d'un smolt avec un radio émetteur inséré par voie intra-gastrique (Source : LOGRAMI)

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 24 avril 2018 consécutivement aux opérations de marquage (Figure 94).

- 🔄 RFID : Les lâchers des 18 et 24 avril 2018 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 2018 a été réalisé à 930 m en amont du barrage de la Roche Etrangleloup (à Pont Ventenat : 46°7'49.825'' N ; 1°15'54.046''E),
 - Les poissons marqués le 24 avril 2018 ont été relâchés pour une partie à 1,5 km en amont de l'usine de Chaume (au Pont de Beissat ou Pont Gothique : 46°9'35.45'' N ; 1°03'28.33''E) et pour l'autre partie du lot à 1,8 km en amont de l'usine du Verger (La Maillerie : 46°8'50.11'' N ; 1°0'50.01''E).

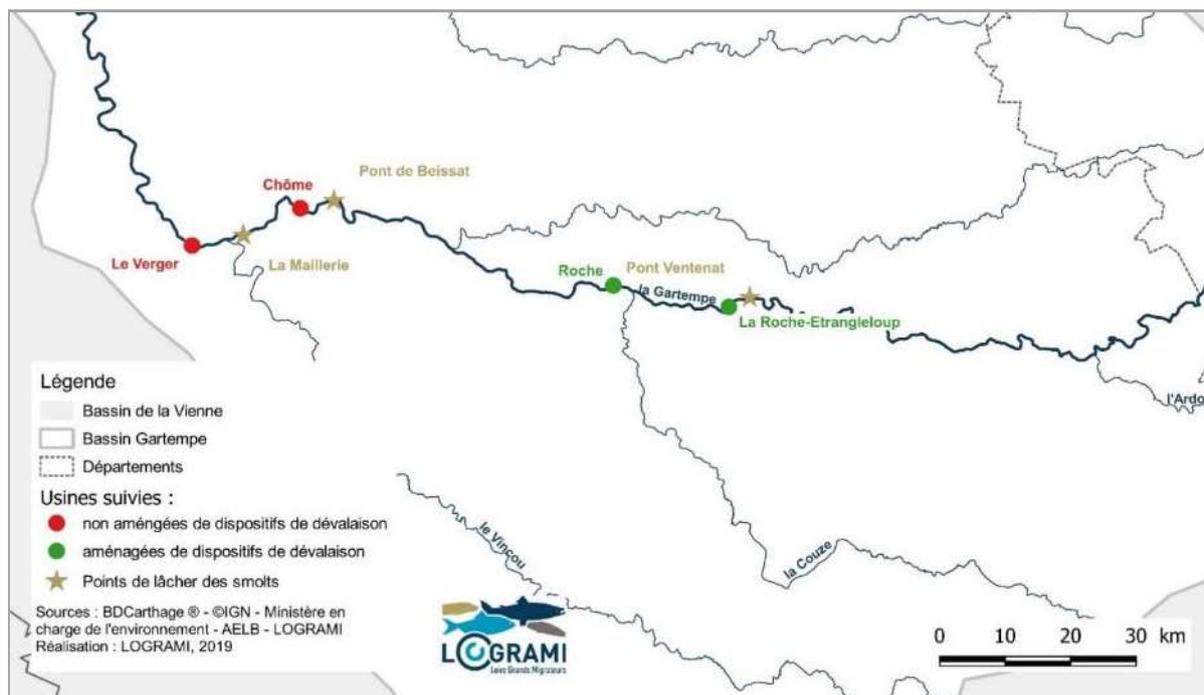
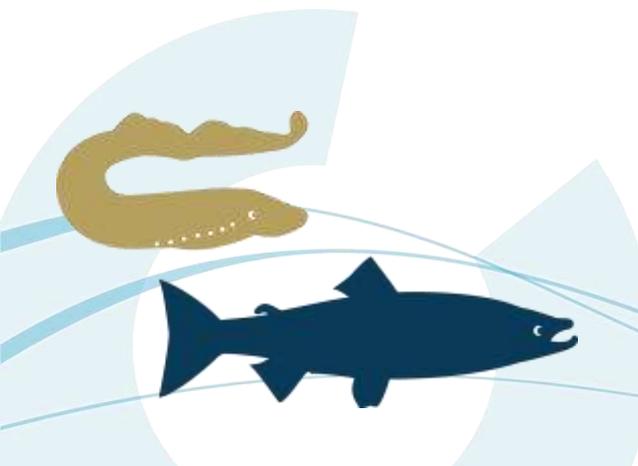


Figure 94: Zones de lâchers des smolts marqués à l'aide de transpondeurs passifs et de radio-émetteurs lors de la campagne de suivi de la dévalaison 2018 sur la Gartempe



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 30 :).

Tableau 30 : Estimation des débits au niveau des ouvrages hydroélectriques étudiés pour la dévalaison des smolts sur la Gartempe en 2018 (Source : DREAL Limousin/HYDRO-MEDDE/DE-LOGRAMI)

	Station hydrologique de Saint-Bonnet-de-Bellac	Usine de la Roche Etrangleloup	Usine de Roche	Usine de Chaume	Usine du Verger
Surface bassin versant (km ²)	1 405	665	785	1 044	1 317
Facteur de pondération	1	0,47	0,55	0,74	0,93
Débit moyen mensuel, avril 2018 (m ³ /s)	30,9	14,6	17,3	22,9	28,9

3.4.3. Conditions environnementales

3.4.3.1 Températures

Durant les mois d'avril et mai 2018, la température mensuelle moyenne de la Gartempe à la Roche Etrangleloup était respectivement de 12,7°C et 14,7°C. En comparaison, de 2011 à 2017, les températures moyennes pour les mêmes mois étaient de 12,4°C et 15,1°C.

Durant la période d'étude, soit du 18 avril au 28 avril 2018, la température de la Gartempe est restée en dessous du seuil inhibiteur de dévalaison des 18°C (GUEGUEN et PROUZET,1993) malgré une température moyenne journalière atteignant un maximum de 16,7°C du 21 au 23 avril (moyenne : 15,4°C +/- 1,4, minimum : 12,5°C).

Le 18 avril 2018, premier jour de marquage des smolts, la température de l'eau était d'environ 14°C pour augmenter les jours suivants jusqu'à 15-16°C. Le 24 avril 2018, second jour de marquage, la température de l'eau était d'environ 16°C. Puis, les températures ont diminué pour atteindre une moyenne de 14-15°C (Figure 95).

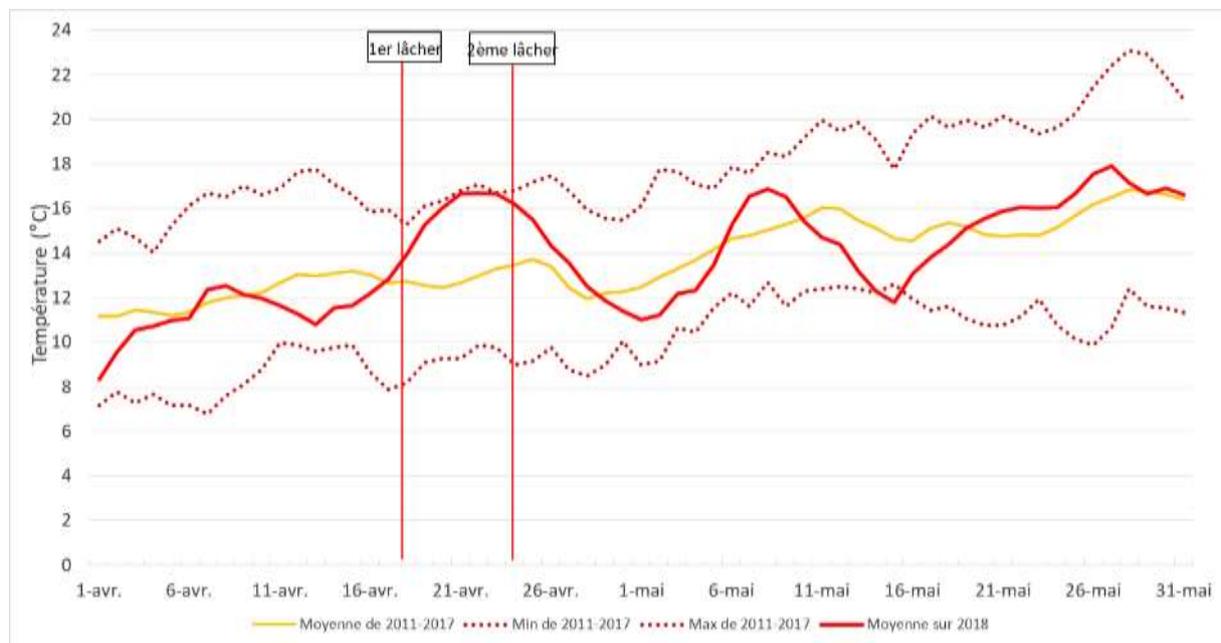
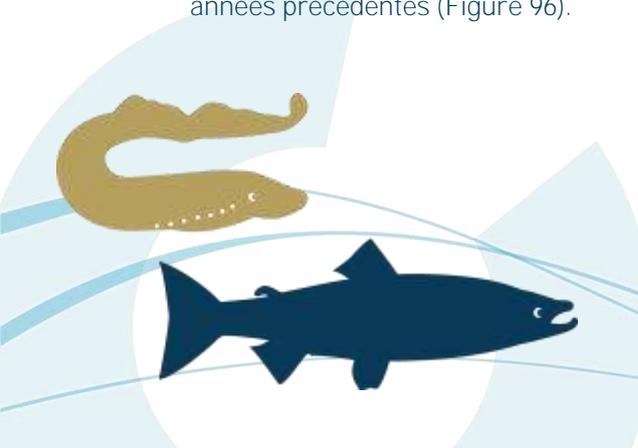


Figure 95 : **Températures moyennes journalières de la Gartempe d'avril à mai 2018 et sur la période 2011-2017 au niveau de l'usine de la Roche-Etrangleloup** (Sources: LOGRAMI)

3.4.3.2 Débits

Le débit mensuel moyen de la Gartempe en avril et mai 2018 était respectivement de 31 m³/s et 19 m³/s. En comparaison, sur la période 2010-2017, les débits moyens étaient de 18 m³/s et 16,5 m³/s pour ces mêmes mois. Les débits moyens des mois d'avril et mai ont été plus élevés que les moyennes des années précédentes (Figure 96).



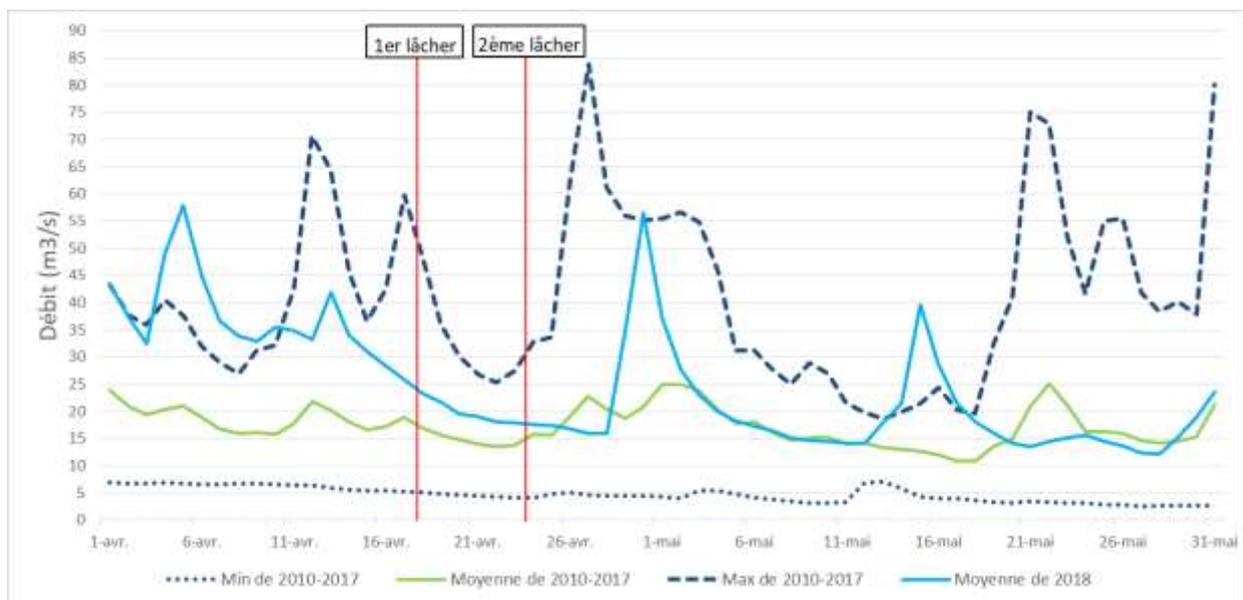


Figure 96 : Débits moyens journaliers de la Gartempe en avril et mai 2018 et débits de références sur la période 2010-2017 à la station hydrologique de Saint-Bonnet-de-Bellac (Source : DREAL Limousin/HYDRO-MEDDE/DE)

En particulier, le début du mois d'avril a été marqué par des débits moyens journaliers les plus importants enregistrés depuis 2010. Deux pics de débits ont par ailleurs eu lieu les 1^{er} et 16 mai, avec respectivement environ 56 et 40 m³/s.

Un modèle de répartition des smolts entre prise d'eau et ouvrages évacuateurs permet de prédire le passage ou non des smolts par le seuil en fonction du débit au droit de l'ouvrage (Pôle Ecohydraulique de Toulouse). Afin que les smolts ne passent pas par surverse sur les seuils (l'objectif étant d'étudier la répartition au niveau des autres voies de passage), le modèle a été utilisé en vue de caler au mieux les dates de lâcher des smolts. La répartition des smolts entre prise d'eau et ouvrages évacuateurs indiquait que le débit lors de l'étude ne devait pas dépasser 25 m³/s aux usines de la Roche Etrangeloup et de Roche, et 18 m³/s à Chaume et Le Verger. Pour cette raison, les lâchers ont été reportés d'une semaine (cf. § 3.4.2.3).

Durant de la période d'étude, les débits sont restés inférieurs à ces limites. Par conséquent, les smolts n'ont théoriquement pas pu passer par surverse sur les seuils des usines étudiées.

3.4.4. Caractéristiques des smolts

Un total de **277 smolts** a été marqué lors de la campagne 2018. La longueur moyenne des smolts mesurés est de 172 mm (\pm 5,6 mm, médiane 172 mm) pour un poids moyen de 52,7 g (\pm 5,5 g, médiane 52,3 g), (n = 272). Lors des marquages, 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, **146 smolts** d'un poids moyen de 53,1 g (\pm 5,7 g, médiane 52,9 g) et d'une longueur moyenne de 172,4 mm (\pm 5,7 mm, médiane 172 mm) ont été marqués à l'aide de radio-émetteurs F1720 *Advanced Telemetry System*® (20 mm x 8 mm ; 2 g).

Une première campagne de marquage a été réalisée le 18 avril 2018 afin d'étudier le comportement de dévalaison des smolts au niveau des **usines hydroélectriques de la Roche-Etrangleloup et de Roche**. Lors de ce premier marquage, 45 smolts (LF moyenne= 170,7 mm \pm 4,5 mm ; LF médiane = 170 mm) ont été marqués à l'aide d'émetteurs radio. Le poids moyen des smolts variait de 42 g à 60,5 g avec une moyenne de 51,3 g (\pm 4,4 g) (médiane = 51,2 g).

Afin de réaliser le suivi au niveau des **usines de Chaume et du Verger**, une seconde campagne de marquage par radio-émetteurs a été réalisée le 24 avril 2018. Lors de cette journée, 101 smolts (LF moyenne= 173,2 mm \pm 5,9 mm, LF médiane = 173 mm) ont été marqués à l'aide d'émetteurs radio.

3.4.4.2 Marquage RFID

Par ailleurs, **131 smolts** (LF moyenne = 171,5 mm \pm 5,5 mm, médiane = 172 mm ; Poids moyen = 52,2 g \pm 5,2 g, médiane = 52,2 g) ont été marqués à l'aide de transpondeurs passifs TIRIS® 23 mm HDX (\varnothing 3,65 mm ; 0,1gr).

Deux campagnes de marquage ont été réalisées les 18 (n = 73) et 24 avril 2018 (n = 58) en vue d'étudier les voies de passages empruntées par les smolts en dévalaison au niveau de l'usine hydroélectrique de la Roche Etrangleloup.

3.4.5. Résultats

Les paragraphes ci-après présentent partiellement les résultats et analyses pouvant être déduits de la campagne de suivi de la dévalaison des smolts sur la Gartempe en 2018. Toutes les analyses et comparaisons ne pouvant pas être développées dans ce rapport global des suivis des poissons migrateurs 2018, l'ensemble sera présenté dans un rapport spécifique à cette étude pluriannuelle.

3.4.5.1 Régurgitations et mortalités

Régurgitations

Le marquage par voie intra-gastrique peut entraîner des phénomènes de régurgitation. Lorsqu'elles surviennent, les régurgitations sont souvent observées dans un laps de temps assez court après la manipulation. 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 13 radio-émetteurs ont été régurgités suite aux deux journées de marquage. 2 radio-émetteurs ont été régurgités suite à la campagne de marquage du 18 avril 2018 (n= 45), correspondant à un taux de régurgitation de 4 %. Sur les 101 smolts équipés de radio émetteurs le 24 avril, 11 d'entre eux ont régurgité leur marque. Le taux de régurgitation lors de cette seconde campagne est donc de 11 %.

Mortalités directes post-marquage

Les mortalités directes post-marquage concernent à la fois les smolts marqués à l'aide d'émetteurs et les smolts marqués par RFID.



Suite au marquage par RFID, un total de 15 smolts n'a pas survécu dans les heures suivant le marquage, dont 12 poissons sur 73 marqués lors du marquage du 18 avril (16 %). Après autopsie des poissons, la majorité d'entre eux avait une perforation d'organe ou une hémorragie. Ces blessures peuvent être expliquées notamment par des incisions mal réalisées. Une attention particulière a donc été portée sur ces points lors du marquage du 24 avril. Suite à ce second marquage, 3 smolts sur 58 marqués (soit 5 %) sont morts dans les heures qui ont suivi, dont un individu qui était particulièrement maigre.

Concernant **le marquage par radio-émetteurs**, un total de 35 smolts a été retrouvé mort rapidement après le marquage, dont 5 individus le 18 avril (soit 11 %) et 29 poissons lors du marquage du 24 avril (soit 29 %). Ces taux de mortalités apparaissent comme anormalement élevés au regard des taux habituellement énoncés dans la bibliographie et de l'année précédente de marquage. L'étude des causes de mortalité sera présentée dans le rapport détaillé.

Mortalités supposées

Concernant les smolts munis d'émetteurs, 17 n'ont pas été détectés au barrage de la Roche Etrangleloup après le lâcher du 18 avril et 40 n'ont pas été détectés au niveau de Chaume et/ou l'usine du Verger après les lâchers du 24 avril. Ces importants taux de non détection couplés à la mortalité observée directement après le marquage peut laisser supposer que tout ou une partie de ces smolts sont morts dans la rivière des suites du marquage.

Contrairement au radiopistage, 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.

In fine, pour l'étude, entre 38 et 61 smolts par lot équipés de marques ont été lâchés vivants en trois points de la Gartempe (cf. § 3.4.2.3). Concernant les poissons radio marqués, 21 individus ont été détectés en amont de la première usine pour chaque lâcher, ils constituent l'échantillon pour le suivi par radiopistage (Tableau 31).

Tableau 31 : Répartition des smolts lâchés et non détectés par date, type de marquage et lieu de lâcher lors de la campagne de suivi de dévalaison des smolts sur la Gartempe en 2018

	18/04/2018		24/04/2018		Total
	RFID	Radiopistage	RFID	Radiopistage	
Smolts lâchés	61	38	55	61	215
Lieu de lâcher	Amont Roche Etrangleloup		Amont Roche Etrangleloup	Pont de Beissat / La Maillerie	
Smolts non détectés à la première usine	4	17	4	40	65

3.4.5.2 Taux de détection en amont de chaque usine

Le taux de détection des smolts lâchés en amont des usines a été calculé pour chacune d'entre elles ainsi que pour chaque type de marque :

$$\text{Taux de détection} = \frac{\text{Smolts détectés}}{\text{Smolts suivis}} \times 100$$

Pour le suivi en RFID, le nombre de smolts détectés correspond à la somme des smolts détectés au niveau de la goulotte et des smolts détectés au niveau de la passe à poissons de l'usine de la Roche Etrangleloup.

Concernant le suivi des smolts par radiopistage, la zone de détection en amont de chaque seuil était d'une trentaine de mètres hormis à l'usine du Verger où la détection était d'environ 80 m en amont du seuil.

A Roche Etrangleloup, à la suite des campagnes de marquage des 18 et 24 avril, les suivis par RFID montrent un taux de détection de 93 % (Tableau 32).

Tableau 32 : Nombre et et taux de détection des smolts marqués en RFID et lâchés en amont de l'usine hydroélectrique de la Roche Etrangleloup lors de la campagne de suivi de la dévalaison 2018 sur la Gartempe

	Marquage du 18 avril	Marquage du 24 avril
Smolts suivis (nb)	61	55
Smolts détectés (nb)	57	51
Smolts non détectés (nb)	4	4
Taux de détection (%)	93	93

Concernant le suivi par radiopistage, les taux de détection des poissons radio marqués varient au niveau des quatre usines entre 31 et 66 % (Tableau 33).

Tableau 33 : Nombre et et taux de détection des smolts radio marqués en amont de quatre usines hydroélectriques de la Gartempe lors de la campagne de suivi de la dévalaison 2018

	Marquage du 18 avril		Marquage du 24 avril	
	Roche Etrangleloup	Roche	Chaume	Verger
Smolts suivis (nb)	38	21	27	47
Smolts détectés (nb)	21	14	16	15
Smolts non détectés (nb)	17	7	11	32
Taux de détection (%)	55	66	59	31

A Roche Etrangleloup, le suivi par radiopistage montre un taux de détection de 55 %, soit près d'un smolt sur deux. 17 poissons n'ont pas été détectés à l'usine. Parmi eux, le smolt équipé de l'émetteur 86 n'a pas non plus été détecté lors des suivis mobiles. Il est probable que cet émetteur ne se soit pas activé.

Sur les 21 smolts qui ont franchi l'usine de la Roche Étrangleloup, 14 ont été détectés 5 km en aval à l'usine de Roche, soit un taux de détection de 66 %. Lors du suivi manuel entre ces deux usines, les 7 smolts non détectés ont été retrouvés immobiles.

Suite au marquage et lâcher du 24 avril, le taux de détection des smolts radio marqués à l'usine de Chaume est de 59 %, soit près d'un smolt sur deux.

A l'usine du Verger, les smolts suivis sont répartis entre les 13 individus qui ont franchi Chaume et les 34 individus relâchés au niveau de La Maillerie (cf. § 3.4.2.3). Le taux de détection de l'ensemble est de 31 %, soit près d'un smolt sur trois.

Les 17 et 40 smolts non détectés aux premières usines (Roche Etrangleloup lors du premier lâcher puis Chaume et Verger lors du second lâcher) sont normalement considérés comme morts du fait de leurs immobilités. Néanmoins, au vu du fort taux de marques régurgitées lors des marquages, il est très



difficile de conclure que ces poissons soient vraiment morts. Nous pouvons penser qu'une forte proportion d'émetteurs a été expulsée. Pour confirmer cette hypothèse, lors du suivi manuel, 5 émetteurs ont été retrouvés aux points de lâchers, dont 4 régurgités.

3.4.5.3 Temps de passage

Sur la base des données du 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 induits par les 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 6 h 24 min, correspondant à un temps moyen de passage de 41 min (+/- 1 h 23 min, médiane : 18 min).

Les temps de passage des smolts radiomarqués à l'**usine hydroélectrique de Roche** oscillent entre 4 et 25 min avec une moyenne de 9 min (+/- 6 min, médiane : 6 min).

A l'usine de Chaume, les smolts ont franchi l'ouvrage dans un laps de temps allant de 1 minute à plus de 14 heures, correspondant à un temps moyen de passage de 2 h 36 min (+/- 3 h 59 min, médiane : 20 min).

Concernant l'**usine du Verger**, les temps de passage des smolts se situent entre 3 min et 2 h 14 min, avec une moyenne de 25 min (+/- 35 min, médiane : 10 min) (Figure 97).

Le temps moyen de passage enregistré au niveau de l'usine de Chaume (2 h 36 min) est nettement supérieur à ceux enregistrés au niveau des trois autres usines 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.

La différence entre les temps de passages aux usines de la Roche Etrangleloup et Roche d'un côté et à l'usine de Chaume d'un autre côté peut aisément s'expliquer par le fait que les deux premières sont équipées de dispositifs récents de dévalaison alors qu'aucun dispositif n'est installé à Chaume.



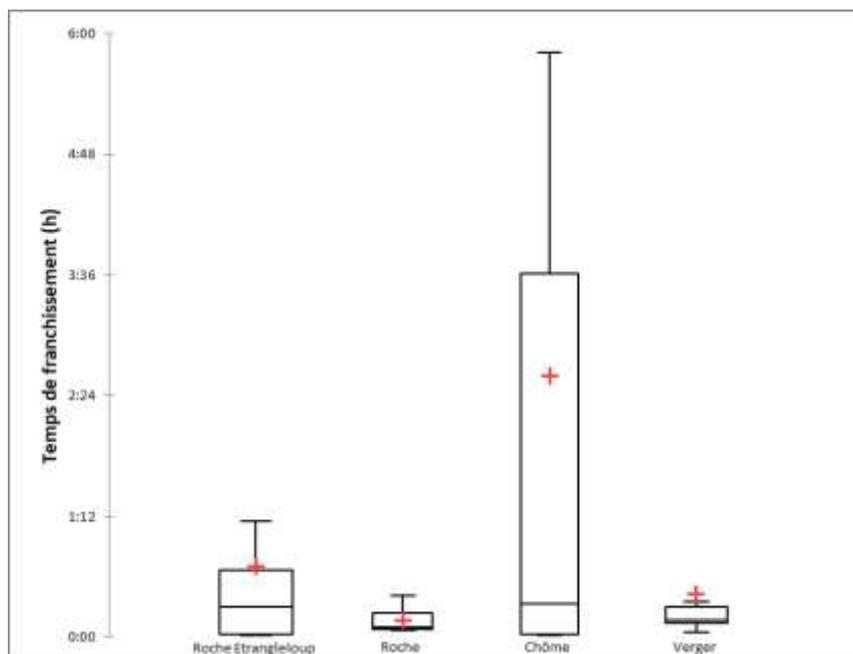


Figure 97 : Temps de passages des smolts enregistrés au niveau des usines hydroélectriques de la Roche Etrangleloup (n = 21), Roche (n = 14), Chaume (n = 13) et Verger (n = 15) (Intervalle de confiance 95 % ; barre du haut : 95%) sur la Gartempe en 2018

En revanche, nous pouvons nous interroger sur les temps de passage enregistrés à l'usine du Verger où il n'existe aucun dispositif facilitant la dévalaison. L'hypothèse la plus probable est liée à l'entrefer des grilles au niveau de cette usine qui est supérieur à 7 cm contre 3 et 4 cm pour les grilles de l'usine de Chaume. Bien que l'usine de Chaume ne dispose pas de grilles fines à entrefer de 2 cm maximum (barrière physique), il semble que les grilles actuelles aient tout de même un effet partiel de barrière comportementale qui entraîne des retards très importants, les smolts hésitant longtemps avant de s'engager à travers les grilles et les turbines ou de trouver une autre voie de passage comme la passe à poissons ou la vanne du débit réservé à défaut de goulotte de dévalaison. A contrario, l'entrefer de 7,2 cm des grilles de l'usine du Verger est assez important pour ne pas entraîner cet effet barrière (CROZE et LARINIER, 1999). Ainsi, les smolts passent beaucoup plus rapidement mais en traversant les grilles et les turbines.

Les temps de passage des smolts observés à l'usine de Roche sont cohérents avec les données de la bibliographie.

A l'usine de la Roche Etrangleloup, les temps de passage sont plus élevés, indiquant une hésitation de smolts à franchir malgré le système de dévalaison en place.

Bien que les données 2018 soient peu nombreuses (échantillon de 21 poissons), il semblerait que le temps de passage des smolts à La Roche Etrangleloup soit très lié aux conditions de débit et d'exploitation de l'usine. Cette hypothèse devrait être plus finement analysée dans un prochain rapport.

3.4.5.4 Comportement au niveau de l'ouvrage de Chaume

Afin d'analyser les éventuelles perturbations causées par la présence de l'usine hydroélectrique du Chaume sur le comportement de dévalaison des smolts, une analyse des allers-venues a été réalisée sur la base des données de radio-télémetrie enregistrées par l'antenne positionnée 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 autres usines suivies où aucun aller-retour n'a été enregistré, 5 des 16 smolts détectés à l'usine de Chaume ont montré des comportements d'allers-retours, soit près d'un individu sur trois. Ces 5 poissons ont effectué entre 1 et 13 allers-retours.

Parmi eux, 3 smolts ont été régulièrement détectés la nuit par l'antenne située en amont de l'ouvrage sans jamais le franchir, entre le 24 et le 28 avril. Parmi ces 3 poissons, 2 sont revenus chaque nuit entre l'heure de coucher et de lever du soleil, montrant une forte hésitation à franchir l'ouvrage. Au bout de cinq jours, les smolts n'ont plus été détectés, il est probable que la pile interne des émetteurs se soit arrêtée. En effet, les caractéristiques de ces émetteurs (66 Pulses Per Minute (PPM)) pour l'émetteur 3 et 58 pour l'émetteur 75) leur confèrent une durée de vie théorique de sept jours.

3.4.5.5 Voies de passages

Entre 5 et 6 antennes de radiopistage ont été installées au niveau de chaque usine hydroélectrique étudiée. De plus, des antennes RFID ont été placées dans la passe à poissons et la goulotte de dévalaison de l'usine de la Roche Etrangleloup afin de connaître les voies de passages des smolts marqués par cette technique (cf. § 3.4.2.2).

Voies de passages des smolts suivis par RFID

Un total de 116 smolts marqués par RFID a été libéré en amont de l'usine de la Roche Etrangleloup répartis entre les deux lâchers des 18 et 24 avril 2018. La figure présente les résultats des détections pour chaque voie de passage et par journée de lâcher. 77 % de l'ensemble de ces poissons ont été détectés au niveau de la goulotte, 16 % dans la passe à poissons et 7 % d'entre eux n'ont été détectés dans aucune de ces deux voies de passage (Figure 98).

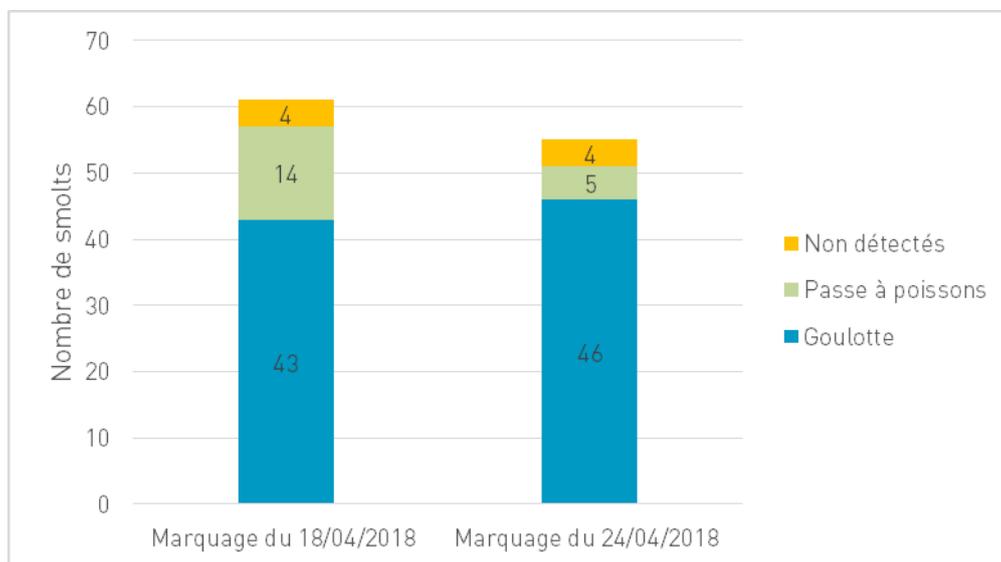


Figure 98 : Nombre de smolts marqués en RFID détectés pour chaque voie de passage au niveau de l'usine de La Roche Etrangleloup sur la Gartempe en 2018

Concernant les huit poissons non détectés, les hypothèses les plus probables sont soit qu'ils ne se sont pas présentés à l'ouvrage, soit qu'ils sont passés par les turbines (la chambre des turbines n'étant pas équipée d'antenne RFID). Le passage par le seuil est très peu probable puisqu'au moment du suivi, les débits au droit de l'usine ne permettaient pas la dévalaison par surverse au niveau du seuil. En effet, le

modèle de répartition des débits au niveau de ce seuil prédit une surverse ne permettant pas la dévalaison en-dessous d'un débit de 25 m³/s à la station de Saint-Bonnet-de-Bellac. Les débits à cette station ont toujours été en-dessous de ce chiffre entre le 18 et le 24 avril, période de passage des smolts marqués en RFID à la Roche Etrangleloup.

Voies de passages des smolts suivis par radiopistage

99 smolts marqués avec des émetteurs ont été relâchés lors de la campagne 2018 (cf. § 3.4.4.1). Parmi eux, 42 smolts ont été détectés en amont des quatre usines hydroélectriques suivies, soit respectivement 21, 14, 13 et 15 à la Roche Etrangleloup, Roche, Chaume et Le Verger, certains smolts étant détectés au niveau de deux usines. Ces nombres relativement faibles permettent tout de même de dégager des tendances en termes de voies de passages. Contrairement au suivi par la technique du RFID, la sortie des turbines au niveau de chacune des usines était équipée d'une antenne de radiopistage.

Concernant, les usines équipées de systèmes de dévalaison, les taux de détection par les goulottes sont respectivement de 62 et 79 % à Roche Etrangleloup et Roche. Au niveau de ces deux usines, respectivement 19 et 7 % des poissons ont été détectés dans les passes à poissons (ou par surverse à Roche) et 19 et 14 % au niveau des turbines (Figure 99).

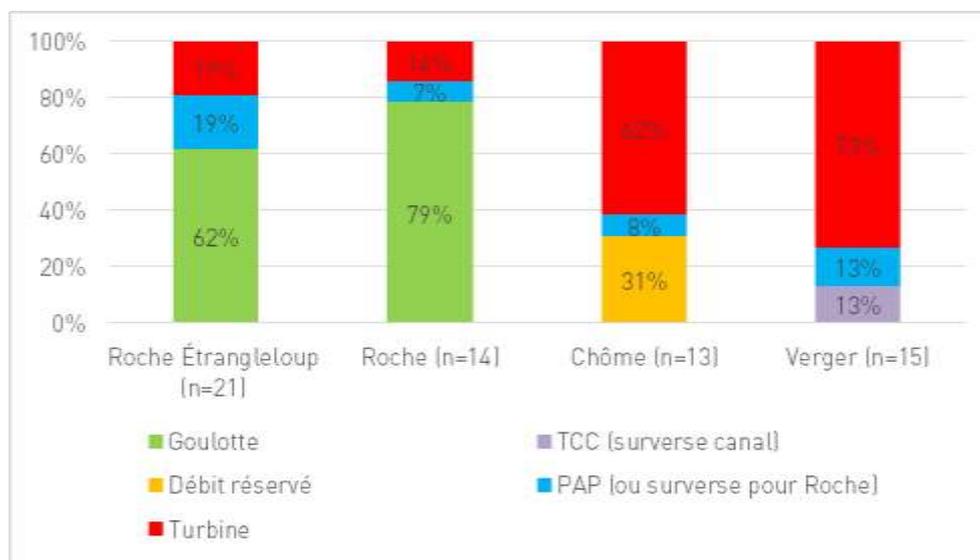


Figure 99 : Pourcentage de smolts marqués en radiopistage détectés pour chaque voie de passage au niveau des quatre usines hydroélectriques suivies sur la Gartempe en 2018

Le taux de passage par la goulotte de dévalaison à la Roche Etrangleloup est inférieur aux taux d'efficacité des dispositifs de dévalaison récents combinant grilles fines, exutoires et goulotte de dévalaison testés dans la bibliographie puisqu'en moyenne 80 % des smolts dévalant empruntent cette voie lorsqu'elle est en place (LAGUARRIGUE et al., 2010 ; TOMANOVA et al., 2015), avec au minimum 70 % des passages (TOMANOVA et al., 2018). Néanmoins, ce taux obtenu avec un échantillon de 21 individus doit être mis en perspective avec le taux de passage par la goulotte des smolts suivis en RFID de 77 %. Il devra aussi être analysé au regard des conditions de débits au droit de l'usine durant l'étude.

La différence de taux de passages goulottes/passes à poissons entre les usines de la Roche Etrangleloup et Roche pourrait s'expliquer par les caractéristiques du système de dévalaison. Les contraintes liées à la configuration de cette usine ont amené le maître d'ouvrage à adapter les recommandations émises par le Pôle Ecohydraulique pour les systèmes de dévalaison. Un seul exutoire est implanté perpendiculairement au plan de grilles de 6,60 m de large. Les recommandations

indiquent la réalisation d'exutoire(s) en sommet de plan de grilles avec un espacement maximum recommandé entre deux exutoires de 4-5 m, amenant à une largeur cumulée des exutoires de l'ordre de 25 % de la largeur de la prise d'eau (COURRET et LARINIER, 2008 ; COURRET et al., 2017). Ceci pourrait expliquer un moins bon guidage des poissons en dévalaison vers la goulotte. Cette configuration influe certainement également sur le temps de passage plus élevé à Roche Etrangleloup qu'à Roche (en moyenne, 41 min contre 9 min ; cf. § 3.4.5.3).

La proximité de la passe à poissons avec le plan de grilles à la Roche Etrangleloup pourrait aussi expliquer le taux de passage par la goulotte en rapport avec le taux de passage par la passe à poissons. Au niveau de cette usine, en dehors des périodes de surverse sur le seuil, l'ensemble des débits (système de dévalaison, passe à poissons et débits turbinés), et de ce fait l'attractivité, sont concentrés sur la rive droite (Figure 100).



Figure 100 : Vue amont de l'usine de la Roche Etrangleloup avec le plan de grille à gauche et l'entrée hydraulique de la passe à poissons à droite (Source : Logrami)

A contrario, au niveau de l'usine de Roche, la passe à poissons est implantée sur la rive opposée à l'usine et son entrée hydraulique est située au moins 75 m en amont du plan de grilles de l'usine (Figure 101) avec un seuil implanté en oblique créant probablement un guidage des poissons côté usine.



Figure 101 : **Vue aérienne du site de l'usine hydroélectrique de Roche sur la Gartempe avec l'usine en rive gauche et la passe à poissons en rive droite** (Source : Géoportail/IGN)

A l'usine de Roche, qui présente les caractéristiques classiques d'un système de dévalaison avec un angle d'inclinaison de 26° et deux exutoires implantés à chaque extrémité du plan de grilles, nous obtenons un taux de passage de 79 % par la goulotte (obtenu sur un échantillon de 14 individus), taux moyen au regard des tests réalisés sur les usines équipées de tels dispositifs.

A l'usine de Chaume, en l'absence de système de dévalaison, le passage par les turbines est majoritaire (62 %). Les autres passages de smolts radio marqués ont été observés pour 32 % par le débit réservé et pour 8 % par la passe à poissons. Rappelons que la vanne de débit réservé située en rive droite du seuil à proximité de l'usine est calibrée pour faire passer $0,9 \text{ m}^3/\text{s}$, soit 60 % du débit réservé alors que la passe à poissons utilise les 40 % restant ($0,6 \text{ m}^3/\text{s}$).

La configuration de l'usine du Verger permet d'expliquer les résultats des taux de passages pour les différentes voies. Les résultats de radiopistage confirment l'hypothèse d'un taux élevé de passage par les turbines en raison de l'absence de dispositif adapté et d'un entrefer de 7,2 cm. Aussi, ce taux est plus élevé qu'à l'usine de Chaume présentant des entrefers de 3 et 4 cm. A l'usine du Verger nous constatons alors que cet entrefer important ne permet pas de créer de barrière comportementale au moins partielle et entraîne une grande partie des smolts vers les turbines et dans un laps de temps relativement court (moyenne de 25 min +/- 35 min ; médiane : 10 min) (cf. § 3.4.5.3). Les taux de passages de 13 % au niveau du tronçon court-circuité et de la passe à poissons sont à mettre en relation avec la configuration du site : long canal d'aménée muni d'un seuil de surverse vers le tronçon court-circuité et d'une passe à poissons accolée à l'usine.

3.4.6. Conclusion

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 2018. Parmi ces usines, trois 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 smolts au droit d'usines équipées et non équipées de dispositifs de dévalaison a été réalisé en 2017 et 2018. Cette seconde année a permis d'étudier quatre usines en Haute-Vienne, dont deux équipées de dispositifs de dévalaison récents (La Roche Etrangeloup et Roche) et deux non équipées de systèmes de dévalaison (Chaume et Le Verger).

Cette étude a utilisé deux techniques de suivi : le radiopistage et le suivi passif (Radio Frequency Identification). En 2018, un total de 277 smolts a été marqué dont 146 d'émetteurs radio et 131 à l'aide de transpondeurs passifs (suivi RFID). Une mortalité exceptionnellement élevée a été constatée post-marquage, en particulier sur les smolts équipés d'émetteurs radio. L'étude porte sur un total de 136 smolts marqués en RFID et sur 66 smolts équipés d'émetteurs radio, répartis comme suit au niveau des quatre usines (21 à la Roche Etrangeloup, 14 à Roche, 16 à Chaume et 15 à l'usine du Verger).

Les temps de passages au niveau des quatre usines hydroélectriques ont été calculés d'après les données du radiopistage. Les usines de la Roche Etrangeloup et Roche affichent des temps de passages moyens respectifs de 41 et 9 min. Malgré l'absence de système de dévalaison à l'usine du Verger, les temps de passage y sont faibles (moyenne de 25 min), liés à l'absence complète de barrière comportementale au niveau des grilles disposant d'un entrefer supérieur à 7 cm. A Chaume, en revanche, le temps de passage moyen est très élevé (2h 36min) du fait de grilles de 3 et 4 cm d'entrefer et d'absence de système de dévalaison. Par ailleurs, des comportements d'allers-retours de smolts (près d'un smolt sur trois) ont été enregistrés au niveau de cette usine témoignant des difficultés présentées par cet ouvrage pour la dévalaison des smolts.

Concernant les voies de passages, le suivi RFID au niveau de la Roche Etrangeloup révèle que 77 % de l'ensemble de ces poissons ont été détectés au niveau de la goulotte, 16 % dans la passe à poissons et 7 % d'entre eux n'ont pas été détectés. La dévalaison par le seuil étant impossible au vu des débits observés, les hypothèses les plus probables sont soit qu'ils ne se sont pas présentés à l'ouvrage, soit qu'ils sont passés par les turbines.

Les voies de passages ont également été étudiées d'après les données du radiopistage au niveau des quatre usines suivies. A Roche Etrangeloup et Roche, les taux de passages par les goulottes de dévalaison sont respectivement de 62 et 79 %. Respectivement 19 et 14 % des smolts suivis ont été détectés par les antennes disposées au niveau des turbines. Ces résultats semblent élevés pour des usines équipées de systèmes de dévalaison puisque la bibliographie indique qu'en moyenne 80 % des smolts dévalant empruntent cette voie lorsqu'elle est en place avec au minimum 70 %. Néanmoins, ces résultats restent à analyser plus finement notamment au regard des débits durant l'étude et de la configuration des usines. Les taux de passages par les turbines au niveau des usines non équipées sont, plus logiquement, respectivement de 62 et 73 % au niveau de Chaume et Le Verger.

Ces analyses devront néanmoins être affinées au regard des débits au droit des usines, des débits turbinés et comparés avec les résultats issus du suivi 2017 et de la bibliographie.



3.5. Conclusion des conditions environnementales et d'accessibilité

L'activité migratoire des poissons est notamment conditionnée par les débits et la température de l'eau. Les conditions hydrologiques du début d'année 2018 ont été favorables aux migrations. Plusieurs crues de faibles ampleurs ont eu lieu durant les six premiers mois de l'année. Sur l'ensemble des stations hydrologiques analysées, les débits moyens mensuels de janvier à juillet sont pour la plupart supérieurs à ceux des débits de référence. Par la suite, les fortes chaleurs accompagnées d'une absence de précipitation ont entraîné la diminution du niveau d'eau des rivières jusqu'à la fin de l'année. L'étiage a été marqué et assez tardif sur l'ensemble des rivières étudiées. Seul l'Allier a connu une augmentation des débits en fin d'année, favorisant probablement les dernières remontées de saumons avant la fraie.

Concernant les températures, nous notons que les mois hivernaux de janvier et décembre et estivaux de juillet et août ont été chauds avec des valeurs au-dessus des références sur la plupart des rivières étudiées. Seule la Creuse aval a atteint des températures défavorables à la survie du saumon durant le mois de juillet. Le seuil léthal n'a cependant pas été atteint. A contrario, le mois de juin a connu des températures relativement faibles par rapport à l'historique. 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.

En termes d'accessibilité des habitats, peu d'avancées ont été notées en 2018 sur les principaux axes à migrateurs du bassin. Deux dispositifs de franchissement ont été aménagés au niveau du seuil de l'usine de Neuvial sur la Sioule.

Les fronts de colonisation des aloses et de la lamproie marine, du fait des faibles effectifs comptabilisés, s'établissent globalement bas sur les axes, soit généralement au niveau des stations de comptage. Concernant le front de colonisation du saumon atlantique, les conditions de visibilité n'ont pas permis de réaliser un suivi exhaustif sur la Gartempe où aucun nid n'a été observé. Sur la Creuse, un saumon ayant été capturé quelque kilomètres en aval de Roche Bât l'Aigue, nous pouvons considérer que le cours d'eau a été fréquenté par le saumon sans que la reproduction ne puisse être attestée.

Seulement 46 frayères de saumons ont été comptabilisées sur le bassin de l'Allier en 2018 (survol Allier non réalisé). En relation avec une hydrologie faible, on observe une colonisation des saumons principalement limitée à la partie aval de l'Alagnon. Sur la Dore, l'observation d'un géniteur mort en juin dans une zone de reproduction potentielle révèle la faisabilité de migration sur cette axe. Cependant, aucune frayère n'a été observée sur ce même secteur de la Dore en décembre. Seulement, une frayère a été comptabilisée plus en aval. Sur la Sioule, la majorité des géniteurs effectifs ont atteint le secteur de reproduction accessible en aval du barrage EDF de Queuille (infranchissable). Des problèmes de franchissabilité résiduels sur la partie aval de l'axe (Moulin de la Ville notamment) contraignent encore des saumons en les confrontant à des températures estivales pénalisantes entraînant dévalaison et/ou mortalité.

L'étude de la dévalaison des smolts au droit de quatre usines hydroélectriques sur la Gartempe a porté sur un échantillon de 136 smolts marqués en RFID et sur 66 smolts équipés d'émetteurs radio. Les



usines de la Roche Etrangeloup et Roche, équipées de systèmes de dévalaison récents, affichent des temps de passages moyens respectifs de 41 et 9 min. A l'usine du Verger, les temps de passage obtenus sont faibles du fait de l'absence complète de barrière comportementale au niveau des grilles disposant d'un entrefer de 7,2 cm. A Chaume, en revanche, le temps de passage moyen est très élevé (2h 36min) du fait de grilles de 3 et 4 cm d'entrefer et d'absence de système de dévalaison. Les voies de passages majoritairement utilisées sont la goulotte de dévalaison pour les usines équipées de dispositifs de dévalaison avec des taux allant de 62 à 77 % selon l'usine. A contrario, le suivi montre des taux de passage élevés via les turbines (62 et 73 %) au niveau des usines non équipées. Ces résultats restent à affiner avec des analyses sur les débits durant la période d'étude ainsi que d'autres paramètres tels que la configuration des usines, et mis en perspective avec les références bibliographiques.



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 et HOLLEMAN 2001 ; ROFF 2002 ; DURANT et al. 2007).

Cependant, le début de la reproduction ayant 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 :

- ❶ d'adapter si besoin les périodes de prélèvements sur certaines espèces,
- ❷ d'adapter la gestion des ressources en eau aux exigences des poissons migrateurs amphihalins dans le cadre des SAGE,
- ❸ 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).



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. 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.

À 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.

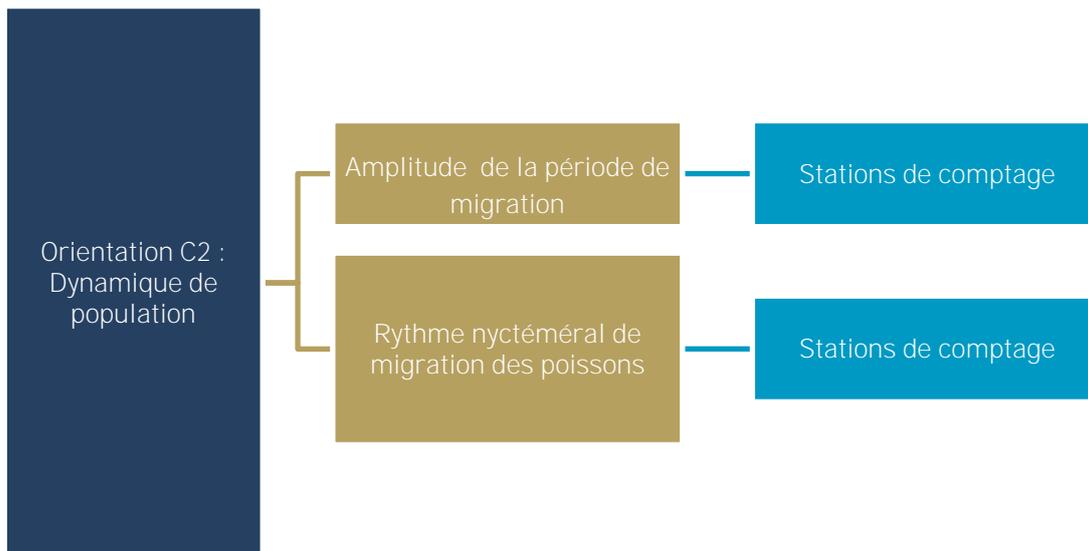


Figure 102 : Dendrogramme des actions menées dans le cadre de l'orientation C2 : Dynamique de population (Source LOGRAMI)

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.

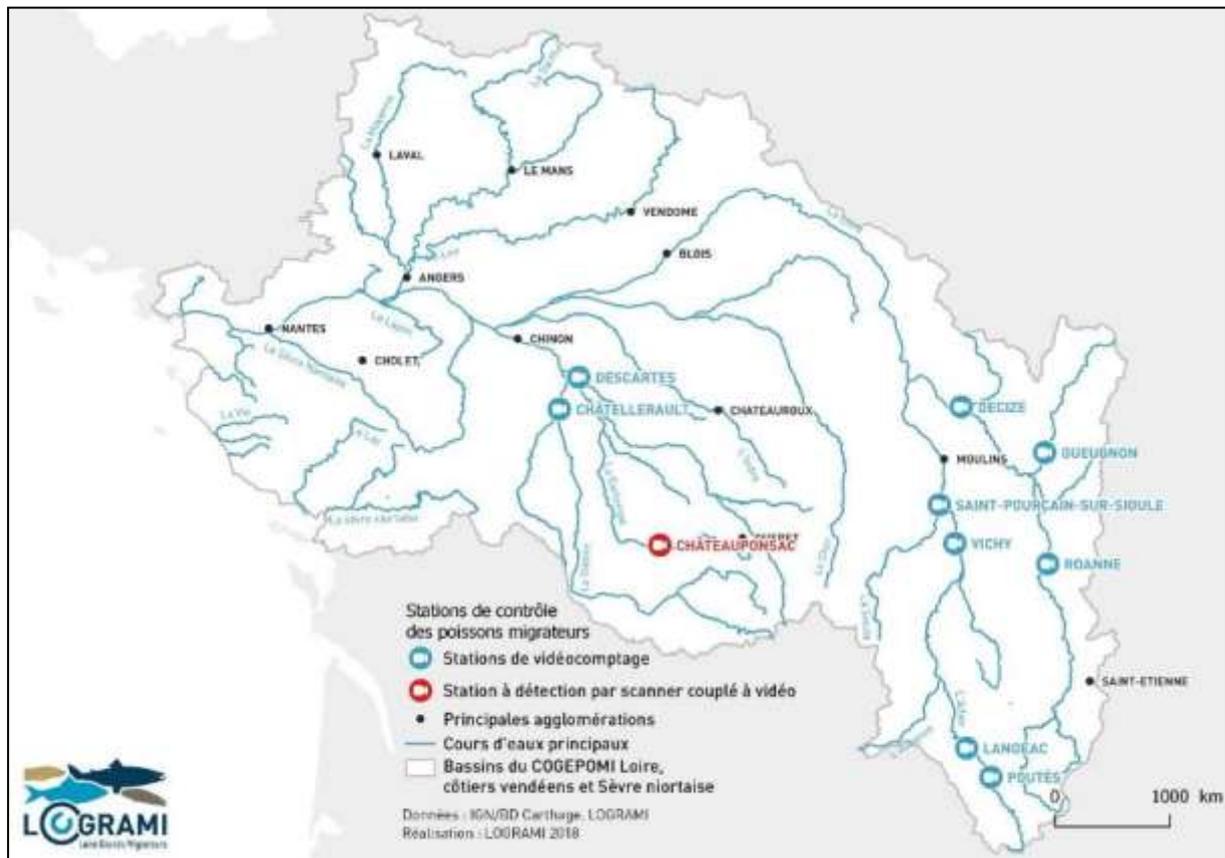


Figure 103 : Répartition des stations de comptage sur le bassin de la Loire en 2019

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

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

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

- La plus aval est située au pont barrage de Vichy dans le département de l'Allier.
- Les deux autres sont situées plus en amont au niveau des barrages de Langeac et de Poutès en Haute-Loire.
- Une station est implantée sur le bassin de la Sioule. Elle se localise sur un ouvrage situé 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 passe à poissons de Roanne en 2012 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) localisé sur l'Arroux qui est un affluent rive droite de la Loire.



Figure 104 : Chronologie de la création des stations de comptage sur le bassin de la Loire (Source : LOGRAMI)

Hormis pour les stations de Poutès et de Châteauponsac, l'association LOGRAMI utilise le Système de Surveillance Informatisé des Passes à Poissons (SYSIPAP) développé par Michel Cattoen de l'ENSEEIH de Toulouse. Ce système est doté d'un logiciel d'acquisition vidéo (WSEQ32 version 5.4) ainsi que d'un logiciel de dépouillement permettant le comptage des poissons (WPOIS32 version 5.6). 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'Établissement Public du Bassin de la Vienne. Il s'agit d'un compteur Riverwatcher de la marque islandaise VAKI. Ce dispositif utilise la technologie de scanner infrarouge, capable de dessiner la silhouette d'un poisson le traversant. Le scanner, se présentant sous la forme d'un cadre, a été placé dans une des échancrures de la passe à bassins. De part et d'autre des montants latéraux de ce cadre, deux rangées de diodes émettent ou réceptionnent des faisceaux infrarouges. Lorsqu'un poisson traverse le scanner, certains faisceaux sont obstrués. La position des diodes ne recevant plus le faisceau est enregistrée. À partir de ces données, ainsi que de la taille et de la vitesse de franchissement, l'ordinateur retrace la silhouette du poisson. Pour chaque silhouette créée en montagne, une courte séquence vidéo du passage est réalisée. La visualisation des silhouettes ainsi que des vidéos permet d'identifier et de compter les espèces présentes.

4.3.1. Fonctionnement des passes à poissons en 2018

Les dispositifs de franchissement doivent être fonctionnels toute l'année. Ainsi, les passes à poissons doivent totaliser 8 760 heures de fonctionnement (365 x 24 heures). À défaut de pouvoir qualifier le

niveau de fonctionnement, une analyse est effectuée sur les heures de mise en eau des passes à poissons.

Tableau 34 : Récapitulatif des périodes de mise en eau des passes à poissons du bassin de la Loire en 2018 (Sources : LOGRAMI)

Passé à poissons	Période de fonctionnement	Durée de mise en eau de la passe
Descartes	01/01/2018 au 20/06/2018	82,7 %
	09/07/2018 au 24/07/2018	
	31/07/2018 au 18/09/2018	
	23/10/2018 au 31/12/2018	
Châtellerault	01/01/2018 au 31/12/2018	99,3 %
Châteauponsac	01/01/2018 au 31/12/2018	100 %
St Pourçain sur Sioule	01/01/2018 au 31/12/2018	99,9 %
Vichy (RD et RG)	01/01/2018 au 04/01/2018	98 %
	10/01/2018 au 15/05/2018	
	17/05/2018 au 14/06/2018	
	14/06/2018 au 31/12/2018	
Langeac Usine (RG)	01/01/2018 au 27/02/2018	84 %
	01/03/2018 au 10/09/2018	
	06/10/2018 au 18/10/2018	
	24/10/2018 au 22/11/2018	
Langeac Barrage (RD)	01/01/2018 au 31/12/2018	99,9 %
Poutès (1)	01/01/2018 au 06/02/2018	77,9 %
	09/02/2018 au 10/02/2018	
	11/02/2018 au 20/02/2018	
	12/04/2018 au 21/04/2018	
	29/04/2018 au 28/06/2018	
	08/07/2018 au 17/09/2018	
	22/09/2018 au 31/12/2018	
Decize	26/01/2018 au 21/03/2018	73 %
	12/04/2018 au 17/05/2018	
	21/05/2018 au 15/06/2018	
	18/05/2018 au 24/12/2018	
Gueugnon	01/01/2018 au 31/12/2018	99,9 %
Roanne	01/01/2018 au 31/12/2018	99,9 %

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

4.3.1.1 Fonctionnement des passes à poissons du bassin de la Vienne

Descartes

Les deux clapets centraux du barrage de Descartes permettent de réguler le niveau de la retenue. L'arrêté d'autorisation d'occupation temporaire, délivré par l'État, 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). Des dysfonctionnements de



l'automate ont été constatés en début d'année 2018 avec un niveau d'eau trop faible et donc une sous-alimentation des dispositifs (Figure 105).

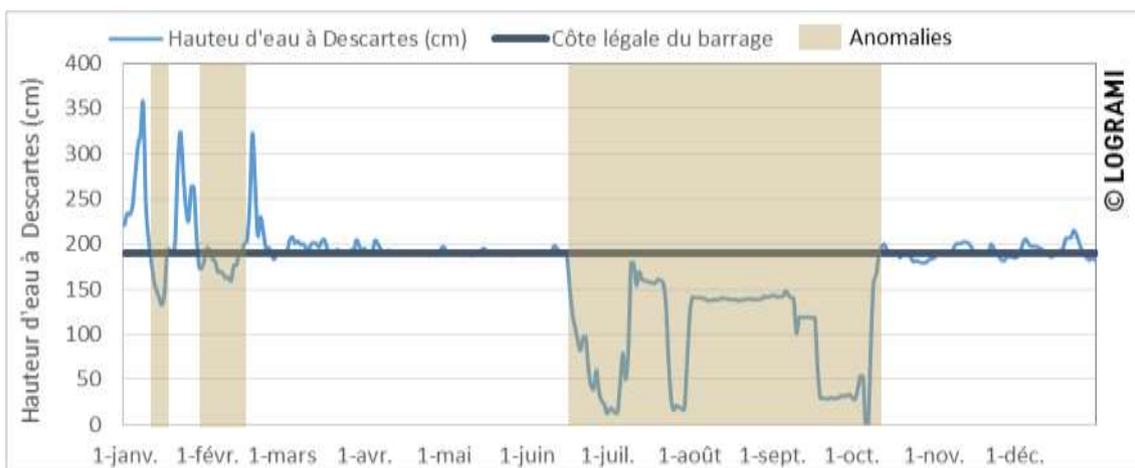


Figure 105 : Niveau d'eau de la retenue de Descartes en comparaison avec la côte légale du barrage (Source hydro : SPCVCA – Centre de Poitiers / Hydro – MEDD/DE)

Durant tout l'été, la côte n'a pas été respectée, la passe à poissons était alors pas ou peu fonctionnelle. Cette anomalie fait suite à d'importants travaux réalisés sur l'un des clapets centraux. À la fin du mois de mai, une des fixations du clapet a en effet cédé et a nécessité une intervention en urgence pour consolider le dispositif puis pour le ressouder. De manière à soulager cet organe défectueux, le second clapet a été mis à plat durant une partie des travaux. La passe à poissons était alors hors d'eau. Dans cette configuration, le franchissement par le barrage semble peu probable du fait des nombreux ressauts, de la vitesse d'écoulement et de l'érosion à l'aval du radier béton (Figure 106).



Figure 106 : Photographie des travaux sur le barrage de Descartes et de la mise à plat d'un des deux clapets (le 25 juillet 2018)

Ces travaux ont donc entraîné un total de 62 jours de blocage migratoire (du 20 juin au 9 juillet, du 24 juillet au 31 juillet et du 18 septembre au 23 octobre). Durant cette période quelques saumons de 1 an de mer, des mullets ainsi que de nombreux poissons holobiotiques ont pu se retrouver bloqués à l'aval de l'ouvrage (Figure 107).

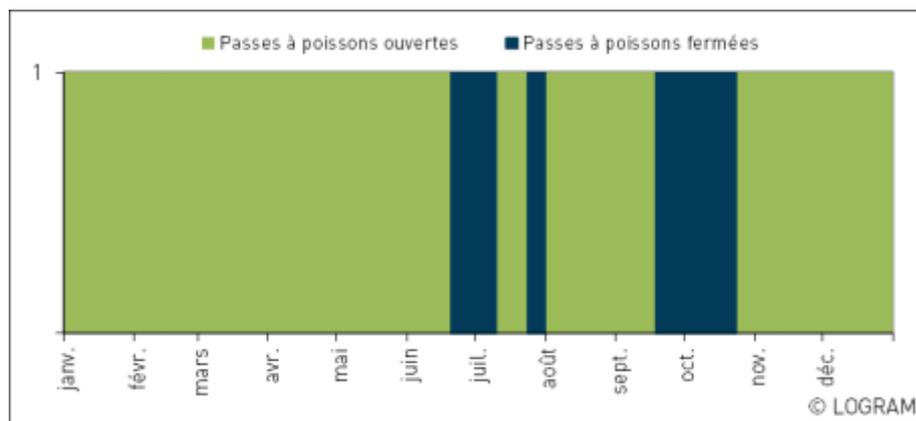


Figure 107 : Périodes de fermeture de la passe à poissons du barrage de Descartes en 2018

De plus, la maintenance du dispositif de comptage et de l'ouvrage a nécessité 20 vidanges de la passe à poissons. Ces vidanges ont entraîné la fermeture de la passe durant environ 30 heures.

La passe à bassins est par ailleurs 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 durant le mois de mai (environ 50 cm). L'accès à la passe a donc été limité. Les espèces possédant une faible capacité de saut n'ont probablement pas pu franchir l'ouvrage.

Châtelleraut

La passe a été vidangée à 22 reprises en 2018, 13 d'entre elles ont été réalisées par des agents de LOGRAMI dans le but de nettoyer les vitres de la station et 9 par des agents d'EDF. Ces vidanges ont rendu l'ouvrage infranchissable durant environ 64 heures.

Les vidanges réalisées par EDF sont liées à la maintenance d'un des groupes de l'usine, elles furent obligatoires pour assurer la sécurité de plongeurs intervenant à proximité de la passe. La passe fut notamment fermée durant la journée le 31 mai, les 1^{er}, 4 et 5 juin. Cette intervention a eu lieu durant le pic de migration des anguilles. Malgré la fermeture de la passe, de nombreuses anguilles ont réussi à remonter jusqu'à la vanne amont en profitant de fuites laissant un filet d'eau continu dans le fond dans la passe (Figure 108). La réouverture de la passe chaque nuit a permis de limiter l'impact sur la migration de cette espèce.



Figure 108 : Photographies d'anguilles bloquées lors d'une vidange de la passe à poissons de Châtellerault en juin 2018

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.

4.3.1.2 Fonctionnement des passes à poissons du bassin de l'Allier

Saint-Pourçain-Sur-Sioule

En 2018, le nettoyage des vitres a occasionné la fermeture de la passe à poissons de l'usine à 11 reprises cumulant 18h33.

L'installation d'un déflecteur dans le couloir de comptage a occasionné 2 vidanges de la passe à poissons (5h08).

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

Vichy

L'entretien des passes à poissons du pont barrage de Vichy a provoqué des arrêts de fonctionnement lorsqu'il était nécessaire de nettoyer les vitres pour obtenir une détection optimale des poissons. Au total, 25 interventions (vidanges) ont eu lieu cette année dont 13 sur la passe rive droite et 12 sur la passe rive gauche. L'arrêt cumulé des deux dispositifs a seulement duré 7h27.

Suite à 3 crues de l'Allier, les passes à poissons ont été fermées par la ville de Vichy pour éviter leur endommagement (Figure 113). Durant ces périodes, les vannes ont été abaissées de seulement 1/3^e empêchant les poissons de passer par celles-ci.

Les périodes de fermeture des passes à poissons du barrage de Vichy en 2018 sont les suivantes :

- 1^{ère} fermeture du 4 au 10 janvier (pic de 426 m³/s le 5 janvier),
- 2^{nde} fermeture du 15 au 17 mai (pic de 327 m³/s le 16 mai),

À noter, pendant cette fermeture le 15 mai, un saumon s'est retrouvé bloqué dans un bassin. Ce dernier a été relâché dans la retenue suite à l'intervention d'un agent LOGRAMI.

🔄 3ème fermeture le 14 juin (pic de 305 m³/s).

Du 11 octobre 2018 au 31 mars 2019, le plan d'eau de Vichy a été abaissé pour des travaux dans le lit de la rivière. Un programme de réaménagement des berges de la l'Allier en rive gauche du plan d'eau est en cours. Durant cette période, les poissons peuvent franchir le barrage par les clapets laissés ouverts via la partie aval des passes à poissons qui reste fonctionnelle.

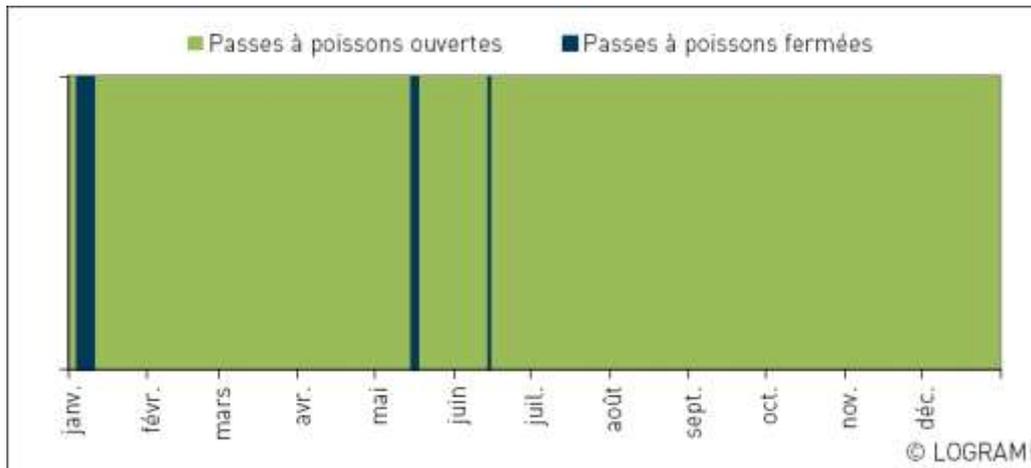


Figure 109 : Périodes de fermeture des passes à poissons du barrage de Vichy en 2018



Figure 110 : Photographies du sauvetage par un agent de LOGRAMI du saumon piégé à Vichy (Sources LOGRAMI)

Langeac

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

Au barrage, seulement 4 fermetures de la passe à poissons ont eu lieu pour le nettoyage des vitres. Ces arrêts cumulent une durée de 1h18.

À l'usine, également 3 fermetures de la passe à poissons ont eu lieu pour le nettoyage des vitres cumulant 1h50. À ces fermetures, 6 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. Elles cumulent un total de 58,4

jours sur l'ensemble de l'année 2018. Ces baisses de niveau restent sans explication. 4 d'entre elles durent plus d'une journée (Figure 111). Les principales fermetures ont lieu entre le 10 septembre et le 6 octobre (25,9 jours) et le 22 novembre et 15 décembre (23,2 jours). L'accumulation de végétaux aquatiques a également colmaté complètement la grille amont entre le 15 et 31 décembre. Ces périodes de non fonctionnement sont très impactantes car elles sont situées en période de reprise migratoire automnale des saumons. Elles engendrent nécessairement un impact sur les possibilités de passage des poissons.

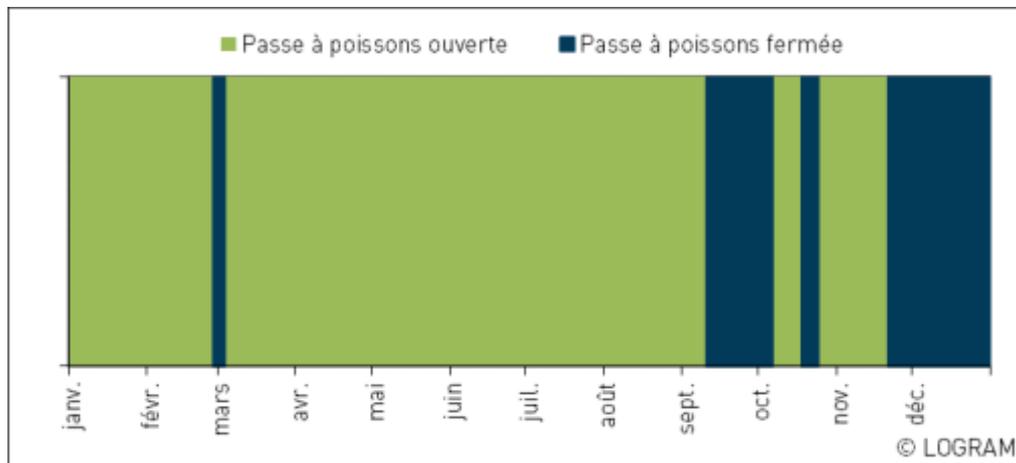


Figure 111 : Périodes de fermeture de la passe à poissons de l'usine de Langeac en 2018

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). À ces remontées peuvent s'ajouter des remontées provoquées pour contrôler le bon fonctionnement des différents organes de l'ascenseur.

Au cours de l'année 2018, 3412 remontées de l'ascenseur ont été réalisées. Ces remontées représentent 77,9 % du total théorique de fonctionnement de l'ascenseur. Il tient compte bien entendu comme toutes les années des journées ou des cycles sont supprimés pour cause de gel. 18 journées sont concernées par les arrêts pour gel, dont 4 sans aucune remontée (7, 8, 10 et 21 février).

Un long arrêt de l'ascenseur a eu lieu en 2018. Cet arrêt est lié à l'impossibilité d'alimenter en eau l'ascenseur pendant l'abaissement de la retenue pour permettre d'alimenter un exutoire expérimental de dévalaison (barrage baissé entre le 22 février et le 11 avril). Cet abaissement a supprimé 588 cycles de l'ascenseur (Figure 112).

Trois périodes de panne de l'ascenseur sont également constatées au cours de la saison 2018 :

- 🌀 Entre le 22 et le 28 mai : 69 remontées supprimées,
- 🌀 Entre le 29 juin et le 7 juillet : 81 remontées supprimées,
- 🌀 Entre le 18 et 21 septembre : 39 remontées supprimées.

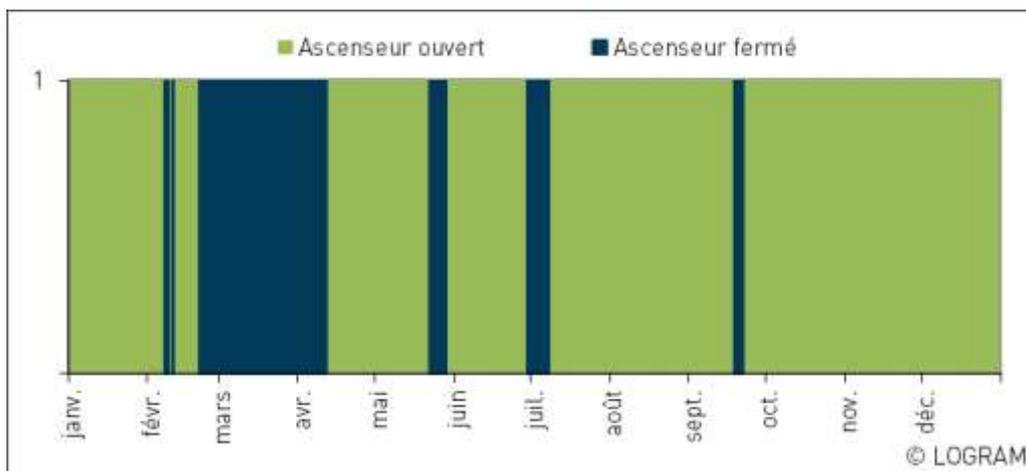


Figure 112 : Périodes de fermeture de l'ascenseur à poissons de Poutès en 2018

4.3.1.3 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 6h25 sur l'ensemble de l'année 2018 (12 vidanges). Le nettoyage peut être également effectué sans condamner le dispositif de franchissement (5 interventions représentant 21 min 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 4,9 jours sur l'ensemble de la saison. Le mauvais fonctionnement de la passe constaté entre le 19 et 21 mars (1,4 jour), le 8 et 9 mars (0,6 jour) et le 13 et 15 juin (1,1 jour) a pu avoir un impact sur la migration des poissons.

Suite à 5 crues de la Loire amont, la passe à poissons est restée fermée pour éviter son endommagement (Figure 113). Certains individus ont pu emprunter les vannes totalement abaissées du barrage sans être détectés par le système de comptage.

Les périodes de fermeture de la passe à poissons du barrage de Decize en 2018 sont les suivantes :

- 1^{ère} fermeture du 1er janvier au 26 février (pic de 1179 m³/s le 7 janvier),
- 2^{nde} fermeture du 21 mars au 12 avril (pic de 404 m³/s le 7 avril),
- 3^{ème} fermeture du 17 au 21 mai (pic de 358 m³/s le 15 mai),
- 4^{ème} fermeture du 15 au 18 juin (pic de 366 m³/s le 15 mai),
- 5^{ème} fermeture du 24 au 31 décembre (pic de 234 m³/s le 24 décembre).

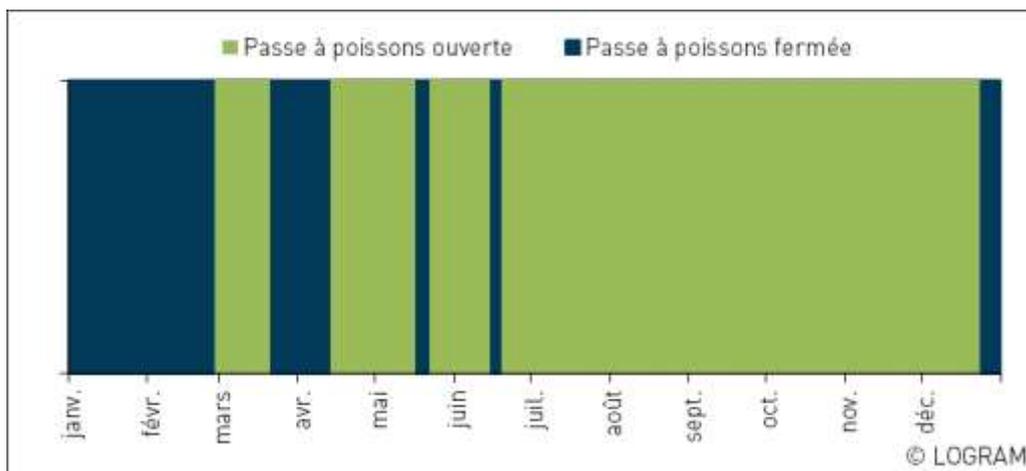


Figure 113 : Périodes de fermeture de la passe à poissons du barrage de Decize en 2018

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, 20 interventions ont eu lieu en 2018. Elles représentent un arrêt de fonctionnement de la passe de 4h19.

L'installation d'un nouveau déflecteur pour optimiser la détection des poissons a provoqué la fermeture du dispositif de franchissement pendant 11 min le 24 mai.

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

Roanne

En 2018, 9 vidanges ont été nécessaires pour l'entretien des vitres de la station de Roanne (2h55).

Des travaux de maintenance sur l'usine hydroélectrique ont occasionné 16 vidanges de la passe à poissons (1h44).

L'installation d'un nouveau déflecteur a provoqué la fermeture du dispositif de franchissement pendant 5h36 min le 15 novembre.

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

4.3.2. Fonctionnement des stations de comptage en 2018

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 35).

Tableau 35 : Récapitulatif des périodes de fonctionnement des stations de comptage du bassin de la Loire en 2018
(Sources : LOGRAMI)

Passé à poissons	Période de suivi vidéo	Fonctionnalité de l'enregistrement
Descartes	01/01/2018 au 31/12/2018	99,9 %
Châtellerault	01/01/2018 au 31/12/2018	100 %
Châteauponsac	01/01/2018 au 31/12/2018	100 %
St Pourçain sur Sioule	01/01/2018 au 31/12/2018	100 %
Vichy (RD et RG)	01/01/2018 au 31/12/2018	99,9 %
Langeac Usine (RG)	01/01/2018 au 29/06/2018 10/07/2018 au 31/12/2018	97 %
Langeac Barrage (RD)	04/01/2018 au 12/04/2018 13/04/2018 au 18/05/2018 18/05/2018 au 12/06/2018 14/06/2018 au 15/09/2018 05/10/2018 au 28/10/2018 05/11/2018 au 24/11/2018 26/11/2018 au 07/12/2018 10/12/2018 au 12/12/2018 13/12/2018 au 31/12/2018	87,7 %
Poutès	01/01/2018 au 31/12/2018	100 %
Decize	01/01/2018 au 31/02/2018 08/03/2018 au 26/07/2018 27/07/2018 au 16/08/2018 21/08/2018 au 30/08/2018 31/08/2018 au 11/10/2018 12/10/2018 au 16/10/2018 17/08/2018 au 19/10/2018 20/10/2018 au 31/12/2018	96 %
Gueugnon	01/01/2018 au 22/05/2018 24/05/2018 au 31/12/2018	99,6 %
Roanne	01/01/2018 au 03/02/2018 23/02/2018 au 31/12/2018	94,6 %

4.3.2.1 Fonctionnement des stations de comptage du bassin de la Vienne

Descartes

Seule une panne de courant est à noter en 2018. Celle-ci a eu lieu le 30 octobre et a duré environ 6 heures (de 8h00 à 14h19). La perte de données est quasiment nulle, durant cette période les passages de poissons sont en effet très limités.

Châtellerault

En 2018, aucune panne du vidéo comptage n'est à noter. Le système a été fonctionnel durant la totalité de l'année.



Châteauponsac

Le système de comptage « Riverwatcher » a été opérationnel toute l'année. Aucune panne n'a été constatée. Cependant, les limites de détection du compteur ont été atteintes à plusieurs reprises. Lorsque les eaux sont chargées, les capteurs infrarouges 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 été quantifiées, mais ont pu durer plusieurs semaines.

4.3.2.2 Fonctionnement des stations de comptage du bassin de l'Allier

Saint-Pourçain-Sur-Sioule

Aucun arrêt technique n'est à noter pour la station de comptage de Saint-Pourçain-Sur-Sioule en 2018. Le vidéo comptage a donc été fonctionnel durant toute l'année.

Vichy

Une coupure de courant est survenue entre le 22 et 23 février sur les deux stations de comptage. Elle cumule un total de 19h15.

À deux reprises, les logiciels de comptage sont tombés en panne (1 fois en rive droite et 1 fois en rive gauche). Ces interruptions cumulent un total de 17,1 jours. La présence de postes de secours et d'un système complémentaire d'enregistrement numérique a permis d'éviter la perte de données.

Ainsi, sur l'ensemble de l'année 2018, l'enregistrement a donc été effectif à 99,9 % durant le temps de fonctionnement de la passe.

Langeac (usine)

2 arrêts de l'enregistrement vidéo ont eu lieu à la station du comptage de l'usine :

- Le premier est intervenu entre le 29 juin et le 10 juillet. L'enregistreur numérique, qui n'était pas en fonctionnement durant cette période, n'a pas permis de visualiser la donnée manquante (Figure 114).
- Le second a eu lieu entre le 7 et le 12 octobre. La présence d'un enregistreur numérique complémentaire en fonctionnement a permis d'éviter la perte de données.

Ainsi, sur l'ensemble de l'année 2018, l'enregistrement a donc été effectif à 97 % durant tout le temps de fonctionnement de la passe à poissons de l'usine.

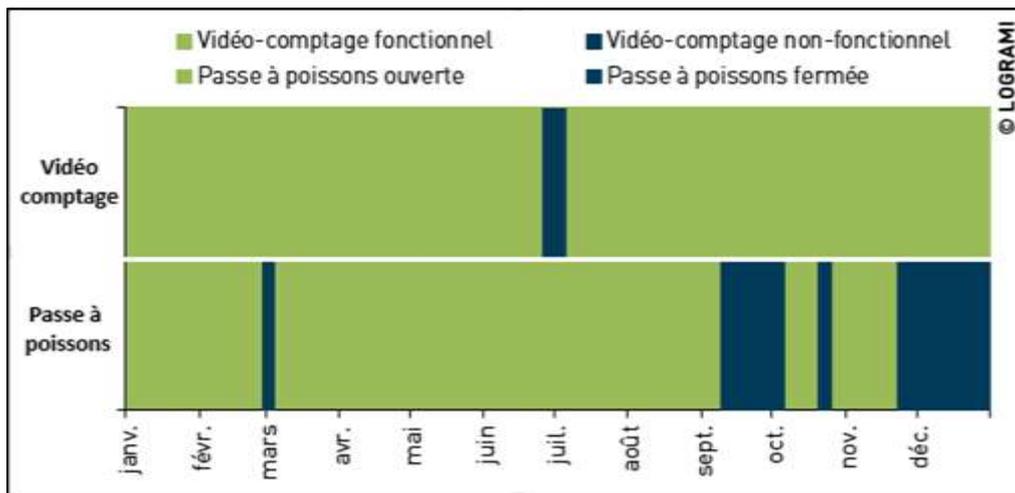


Figure 114 : Fonctionnement de la station de comptage et de la passe à poissons de Langeac au niveau de l'usine hydroélectrique en 2018

Langeac (barrage)

5 coupures de courant sont survenues au cours de l'année 2018 à la station de comptage du barrage. Elles cumulent un total de 18,7 jours.

À 6 reprises, un plantage de la caméra (image blanche en continu) a interrompu la détection vidéo. Ces pannes inexplicables cumulent 9,4 jours.

Un nouveau problème de caméra inexplicable (vidéo figée sur la même image) a occasionné une perte de données de 16,6 jours entre le 18 septembre et le 5 octobre. En effet, le matériel vidéo numérique installé aujourd'hui sur cette station ne permet pas pour le moment l'installation d'un enregistreur numérique de sauvegarde.

Ainsi, sur l'ensemble de l'année 2018, l'enregistrement a donc été effectif à 87,7 % durant le temps de fonctionnement de la passe à poissons du barrage.

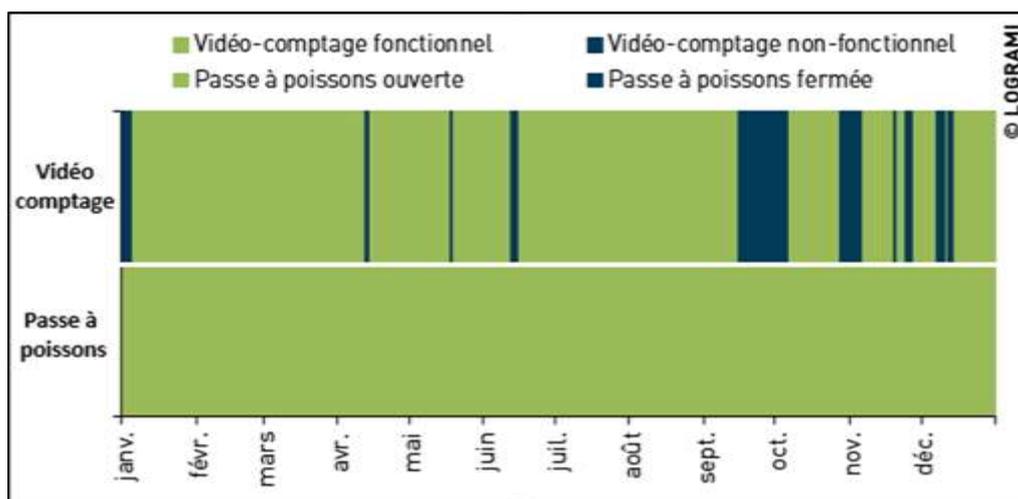


Figure 115 : Fonctionnement de la station de comptage et de la passe à poissons de Langeac au niveau du barrage en 2018

Poutès

Au barrage de Poutès, le suivi est total pour cette année 2018. Rappelons que sur ce site, 2 enregistrements différents sont réalisés :

- 🌀 Le premier avec un enregistrement vidéo classique utilisé depuis de nombreuses années (magnétoscope Panasonic 6730),
- 🌀 Le second avec un enregistreur numérique Lupus © qui filme en continu les images de l'ascenseur.

Les seuls problèmes qui peuvent arriver sur ce site sont :

- 🌀 La coupure électrique, mais le matériel d'enregistrement est branché 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.

Aucun dysfonctionnement n'a été noté sur l'année de suivi 2018.

4.3.2.3 Fonctionnement des stations de comptage de la Loire amont

Decize

Sept coupures de courant sont survenues au cours de l'année 2018 et cumulent un total de 14,5 jours.

Une panne de l'enregistrement a eu lieu entre le 6 et 28 août suite à une défaillance de la carte vidéo de l'ordinateur d'acquisition (22,4 jours). L'utilisation de l'enregistreur numérique complémentaire a permis d'éviter la perte de données.

Ainsi, sur l'ensemble de l'année 2018, l'enregistrement a donc été effectif à 90 % durant le temps de fonctionnement de la passe.

Gueugnon

Deux coupures de courant sont survenues du 22 au 24 mai et le 5 juin. Elles ont duré respectivement 1,5 jour et 31 min.

Ainsi, sur l'ensemble de l'année 2018, l'enregistrement a donc été effectif à 99,6 % durant le temps de fonctionnement de la passe.

Roanne

Une coupure de courant est survenue le 1^{er} février et cumule un total 3h32.

2 arrêts de l'enregistrement vidéo ont eu lieu à la station du comptage :

- 🌀 Le premier entre le 3 et 23 février (20,2 jours). L'opération de récupération de données n'a pas permis de récupérer la donnée manquante car l'intervention a été réalisée trop tardivement au regard de la capacité de stockage avant écrasement (Figure 116).
- 🌀 Le second entre le 14 mars et le 6 avril. L'utilisation de l'enregistreur numérique a permis d'éviter la perte de données.

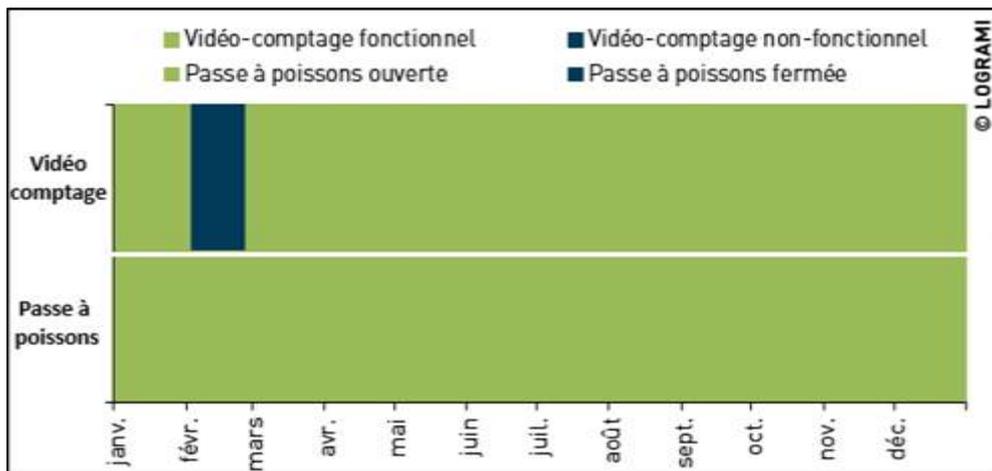


Figure 116 : Fonctionnement de la station de comptage et de la passe à poissons de Roanne en 2018

Ainsi, sur l'ensemble de l'année 2018, l'enregistrement a donc été effectif à 94,6 % durant tout le temps de fonctionnement de la passe.

4.4. Migration des aloses

4.4.1. Amplitude de la période de migration

Depuis le début des suivis aux stations de comptage, l'amplitude totale de migration des aloses est plus importante sur la Creuse à Descartes (104 +/- 26 jours) et sur la Vienne à Châtellerault (114 +/- 19 jours) que sur la Loire à Decize (53 +/- 12 jours) et que sur l'Allier à Vichy (66 +/- 22 jours) où la migration est beaucoup plus concentrée.

L'année 2018 s'inscrit dans la même logique. L'amplitude totale de migration est plus importante à Châtellerault (104 jours) qu'à Descartes (83 jours). Pour ces deux stations, elle est plus restreinte que la moyenne des années antérieures de près de 10 à 20 jours. La station de Decize montre une amplitude migratoire nettement supérieure à la moyenne interannuelle avec 80 jours de migration. A l'inverse, avec peu d'individus, la migration s'est concentrée sur 28 jours en 2018 contre 66 en moyenne à Vichy (Figure 117).

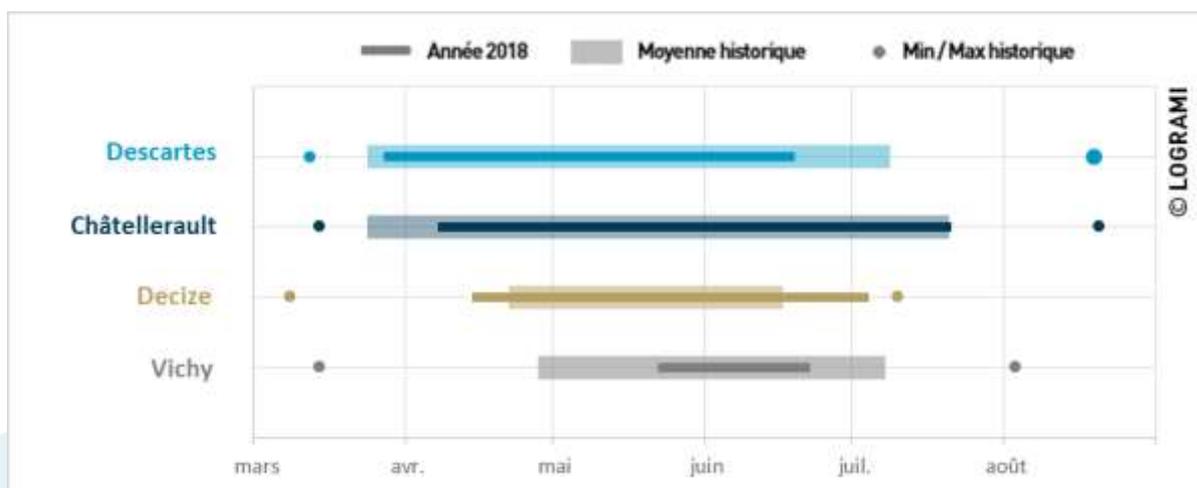


Figure 117 : Comparaison des amplitudes de migration des aloses aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire en 2018 et en moyenne depuis le début des suivis

La comparaison interannuelle de l'amplitude peut également être faite en retirant les passages isolés précoces et tardifs. Ainsi à **Descartes**, l'amplitude de migration est plus importante que les années précédentes puisque 90 % des aloses sont passées en 65 jours en 2018 contre 48 en moyenne de 2007 à 2017 +/- 13 jours. La durée de la période de migration à Châtellerault est proche de celles des années précédentes, 90 % des individus sont en effet passés en 50 jours contre en moyenne 45 jours (+/- 12) entre 2004 et 2017. Elle est plus longue à Decize, 90 % des individus sont en effet passés en 47 jours en 2018 contre en moyenne 27 jours +/- 14 pour la période 1998-2017.

4.4.2. Dynamique migratoire

D'un point de vue de la dynamique migratoire, 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. En moyenne, la moitié de la migration à Descartes a lieu dès le 7 mai (+/- 9 jours). À 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).

En 2018, la période de migration est tardive sur la Creuse à Descartes (la moitié des individus n'a franchi l'ouvrage que le 16 mai) alors qu'elle est quasi similaire à Châtellerault sur la Vienne (la moitié des individus a franchi l'ouvrage le 25 mai) et précoce sur la Loire à Decize (la moitié des individus a franchi l'ouvrage dès le 28 avril) (Figure 118).

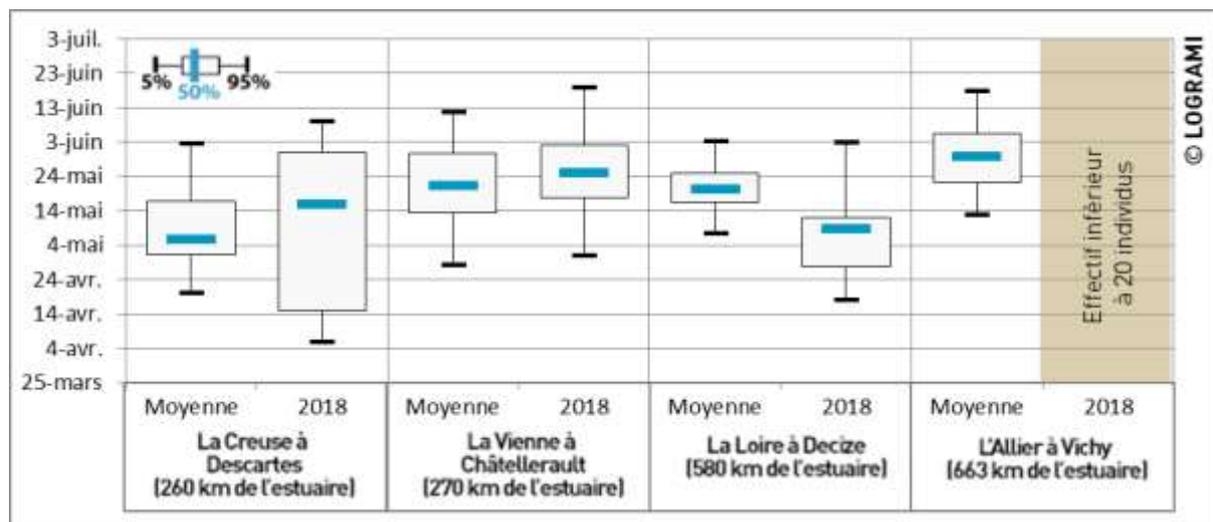


Figure 118 : Comparaison des périodes de passages des aloses en 2018 aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire avec les périodes observées depuis la mise en place des stations

La logique d'une arrivée plus précoce aux stations situées sur l'aval du bassin de la Loire n'est cependant pas respectée en 2018. Les premières aloses ont bien été observées sur la Creuse à Descartes (station de comptage la plus proche de l'estuaire), mais à 50 % des passages, la période de migration est plus précoce à Decize qu'aux autres stations (décalage de 8 jours avec Descartes et 17 jours avec Châtellerault). Un décalage temporel est aussi à noter entre les deux stations du bassin de la Vienne, les aloses sont arrivées plus tard à Châtellerault qu'à Descartes (Figure 119).

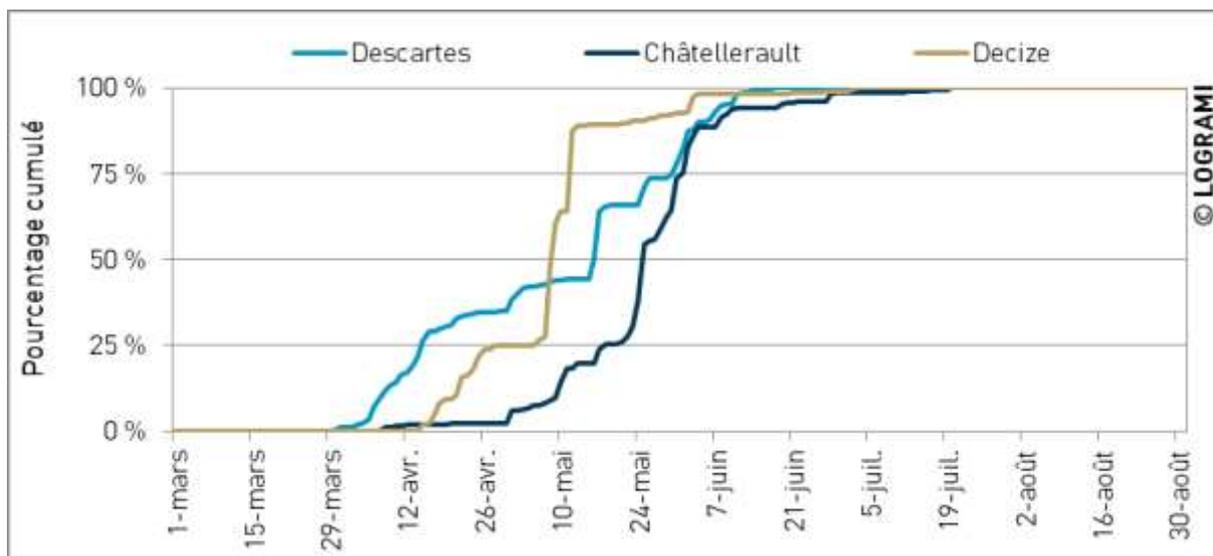


Figure 119 : Comparaison des rythmes de migration des aloses en 2018 aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire

4.4.3. Passages journaliers

Sur la Creuse à Descartes, la première alose a été comptabilisée le 28 mars, la dernière le 18 juin. La migration des aloses durant le mois d'avril est faible, mais continue. Les effectifs journaliers ne dépassent pas les 40 individus. Durant les mois de mai et de juin les passages sont très dépendants des conditions hydrométriques : lorsque le débit est inférieur à 70 m³/s, la migration est ralentie voir stoppée. À l'inverse, les augmentations successives du débit sont accompagnées de passages d'aloses. Un seul pic de migration se distingue vraiment le 17 mai avec le passage de 120 individus. Ce pic est lié à une augmentation de débit passant de 60 à 139 m³/s en deux jours. (Figure 120).

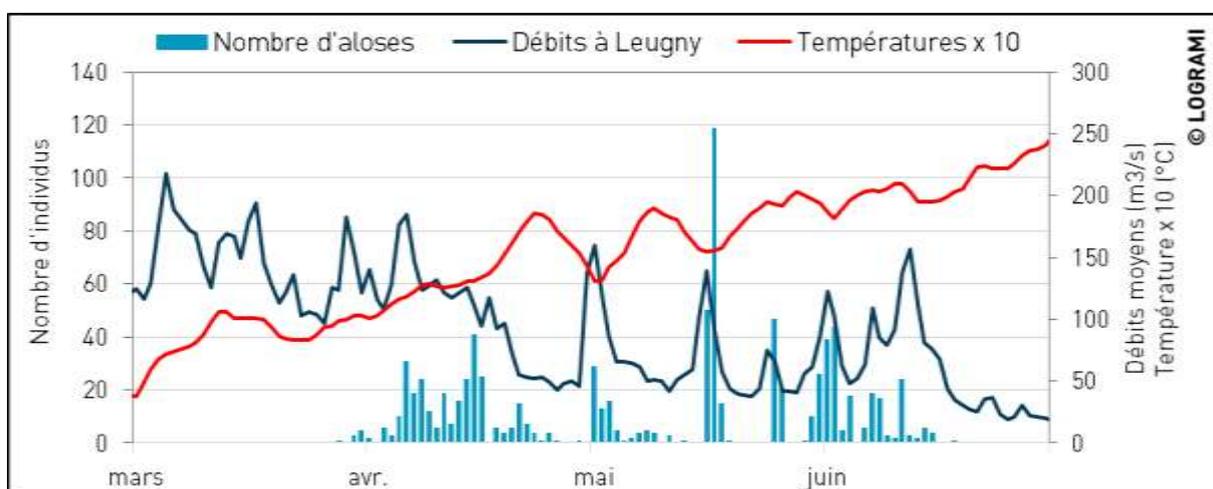


Figure 120 : Passages journaliers d'aloses à Descartes en relation avec la température de l'eau et les débits de la Creuse à Leugny en 2018 (n=869) (Source hydro : SPCVCA – Centre de Poitiers / Hydro – MEDD/DE)

Sur la Vienne à Châtelleraut, la première alose a été comptabilisée le 8 avril, la dernière le 20 juillet. Avant le 24 mai, les passages d'aloses sont discontinus et faibles (inférieur à 10 individus par jour). La migration s'accélère avec le passage de 30 % de l'effectif en dix jours (du 24 mai au 2 juin). Durant cette période, un pic de migration de faible ampleur est observé le 25 mai avec 34 aloses franchissant

l'ouvrage (soit 9 % de l'effectif). (Figure 121). Par la suite, les passages seront très faibles et discontinus.



Figure 121 : Passages journaliers d'aloses à Châtellerault en relation avec les débits de la Vienne à Ingrandes-sur-Vienne en 2018 (n=367) (Source hydro : SPCVCA – Centre de Poitiers / Hydro – MEDD/DE)

À la station de Decize sur la Loire en 2018, la première alose a été comptabilisée le 15 avril et la dernière 3 juillet. L'activité migratoire s'intensifie nettement lorsque les températures de l'eau dépassent 18 °C (Figure 122). Une première vague de migration est observée entre le 15 et le 28 avril. Pendant cette période, 58 aloses ont franchi l'ouvrage et représentent 25 % de l'effectif total. Une seconde vague de migration plus intense (148 aloses, avec un pic journalier de 54 passages le 12 mai) est observée entre le 6 et le 15 mai. La migration s'est vue ralentie à plusieurs reprises par l'augmentation des débits de la Loire avec des pics de crue de 318 m³/s le 18 mai et 341 m³/s le 16 juin. L'augmentation des débits a eu pour conséquence l'ouverture de certaines vannes du barrage concurrençant ainsi l'attrait de la passe à poissons et retardant le passage des aloses. Suite à la crue de mi-mai, les passages restent faibles et discontinus. L'augmentation de débit mi-juin associée à la diminution de température a eu pour effet d'inhiber la migration des aloses. Seulement deux individus ont été comptabilisés après cette crue.

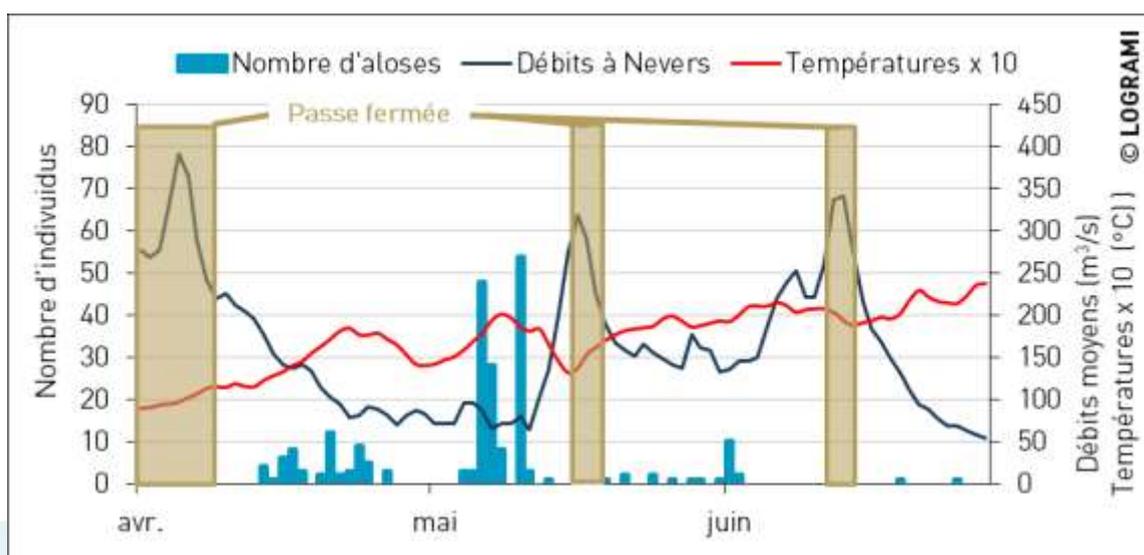
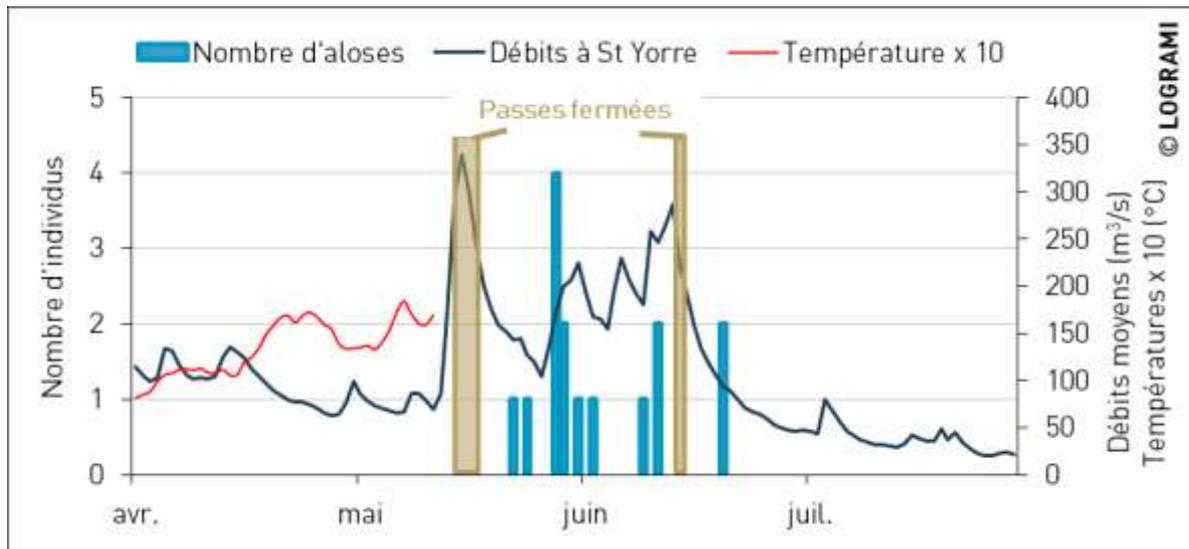


Figure 122 : Passages journaliers d'aloses à Decize en relation avec la température de l'eau à Decize et les débits de la Loire amont à Nevers en 2018 (Source hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

À la station de Vichy sur l'Allier en 2018, la période de migration s'étale sur 30 jours entre le 25 mai et le 21 juin. Le pic de migration a lieu le 25 mai avec 4 aloses franchissant l'ouvrage (soit 27 % de l'effectif) (Figure 123).



*Manque de données Température entre le 13 mai et le 7 novembre

Figure 123 : Passages journaliers d'aloses à Vichy en relation avec la température de l'eau à Vichy et les débits de l'Allier à St Yorre en 2018 (Source hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

4.4.4. Rythme horaire de migration

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 124).

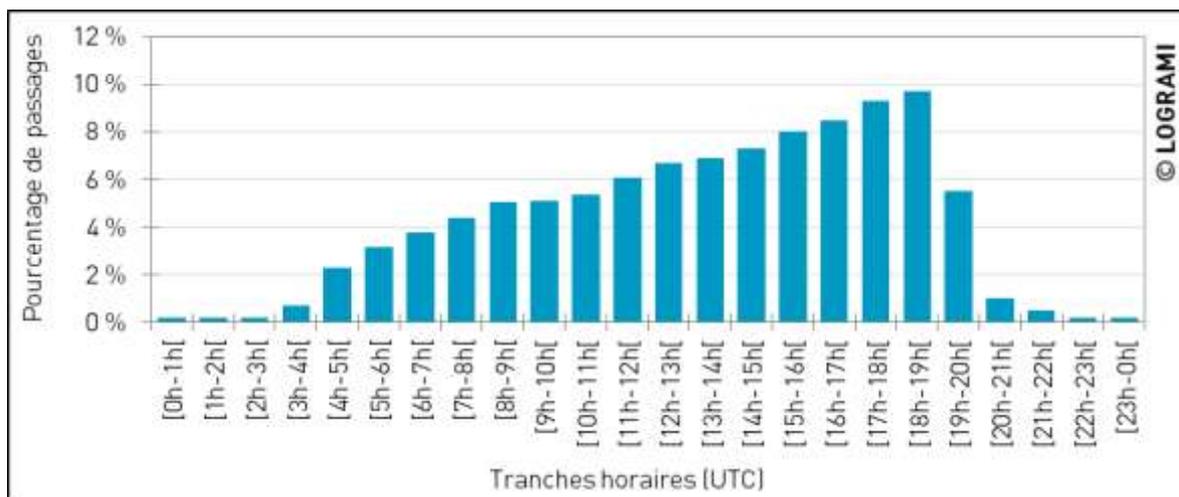


Figure 124 : Passages horaires des aloses aux stations de comptage du bassin de la Loire en effectif cumulé depuis 1997 (n= 124 318)

4.5. Migration des lamproies marines

4.5.1. Amplitude migratoire

L'amplitude totale de la période de migration de la lamproie marine est, comme pour l'alose, beaucoup plus importante sur les stations de comptage situées à l'aval : 130 +/- 41 jours à Descartes et 103 +/- 30 jours à Châtellerault contre 33 +/- 13 jours à Decize et 31 +/- 5 jours à Vichy.

En 2018, aucune lamproie n'a été comptée sur les stations amont. L'amplitude totale de migration est, comme les années précédentes, plus importante à Descartes (157 jours) qu'à Châtellerault (84 jours). Elle est plus étendue sur la Creuse à Descartes que la moyenne des années antérieures avec notamment des passages précoces durant le mois de janvier (Figure 125).

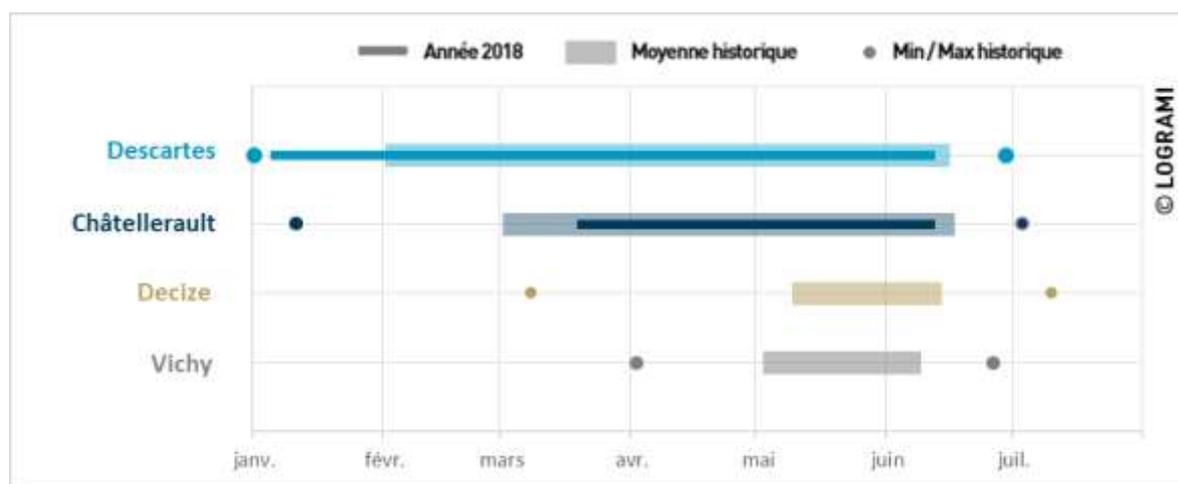


Figure 125 : Comparaison des amplitudes de migration des aloses aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire en 2018 et en moyenne depuis le début des suivis

En retirant les extrêmes, l'analyse de 90 % de la période de migration sur la Creuse et sur la Vienne indique que la durée est quasiment similaire à celles des années précédentes. A Descartes, 90 % des individus ont franchi le barrage en 44 jours, contre en moyenne 37 +/- 6 jours de 2007 à 2017 et à Châtellerault, 90 % des passages ont été réalisés en 35 jours, contre en moyenne 41 jours +/- 9 de 2004 à 2017.

4.5.2. Dynamique migratoire

Les premières lamproies marines comptabilisées l'ont été 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 126). 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 effectuée qu'à partir du 21 mai +/- 9 jours à Decize et du 25 mai +/- 5 jours à Vichy.

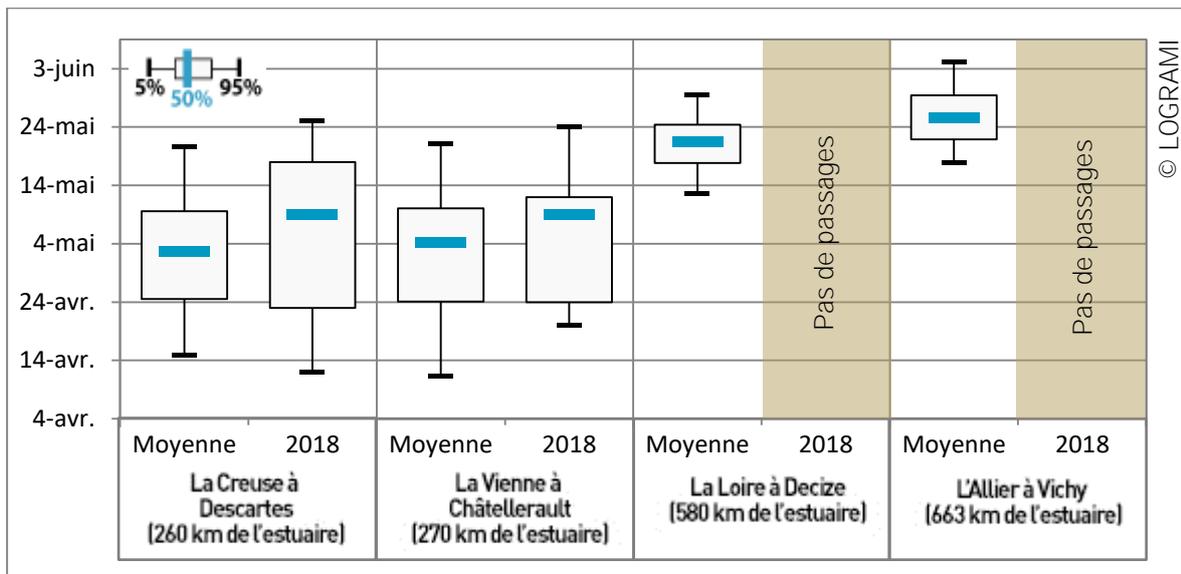


Figure 126 : Comparaison des périodes de passages des lamproies marines en 2018 aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire avec les périodes observées depuis la mise en place des stations

La période de migration des lamproies marines en 2018 est légèrement plus tardive que celles des années précédentes. La moitié des individus a en effet franchi le barrage de Descartes et de Châtelleraut le 9 mai soit respectivement 7 et 5 jours plus tard que les années antérieures. Les rythmes de migration à Descartes et à Châtelleraut sont eux aussi globalement similaires, aucun décalage n'est à noter à 50 % de migration (Figure 127).

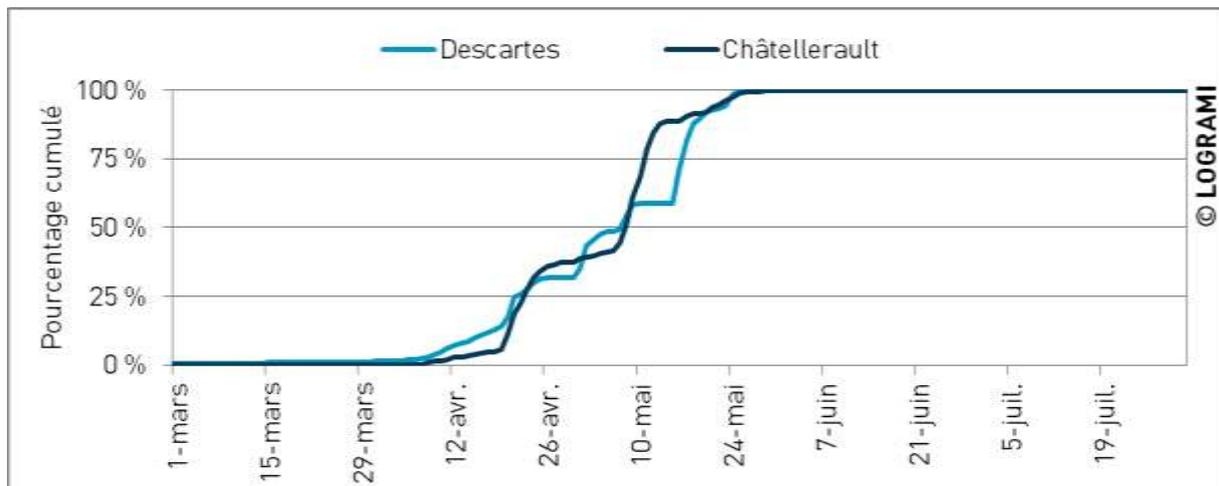


Figure 127 : Comparaison des rythmes de migration de lamproies marines en 2018 aux stations de comptage de Châtelleraut (Vienne) et de Descartes (Creuse)

4.5.3. Passages journaliers

Sur la Creuse à Descartes, la première lamproie marine a franchi le barrage le 6 janvier, la dernière le 11 juin. Les températures de l'eau élevées du mois de janvier (moyenne de 8,8 +/- 0,5 °C à Descartes) ont permis une migration précoce des premiers individus. La migration est par la suite très faible et discontinue durant le mois de mars. Elle s'accélère à partir de mi-avril, lorsque la température dépasse les 10 °C, avec des passages journaliers supérieurs à 50 individus. Trois périodes se distinguent, elles

sont délimitées par des chutes de débits. Le pic de migration a lieu le 16 mai avec le passage de 626 lamproies dans la même journée (soit 12 % de l'effectif annuel) (Figure 128). À partir du 25 mai, les passages sont beaucoup plus rares.



Figure 128 : Passages journaliers de lamproies marines à Descartes en relation avec la température de l'eau et les débits de la Creuse à Leugny en 2018 (n=5 218) (Source hydro : SPCVCA – Centre de Poitiers / Hydro – MEDD/DE)

À la station de Châtellerault sur la Vienne, la première lamproie est observée le 20 mars, la dernière le 11 juin. La migration des lamproies marines est continue du 5 avril au 3 juin avec un minimum d'un passage journalier. L'augmentation du débit au début du mois de mai a rendu la passe à poissons moins attractive et a donc scindé la migration en deux phases. Ainsi, deux périodes intenses de migration se distinguent : l'une du 19 au 28 avril (avec 1 398 individus soit 32 % de l'effectif), l'autre du 7 mai au 14 mai (2 019 individus soit 47 % de l'effectif). Le pic de migration a lieu durant cette dernière période avec le passage de 439 lamproies le 9 mai (Figure 129).

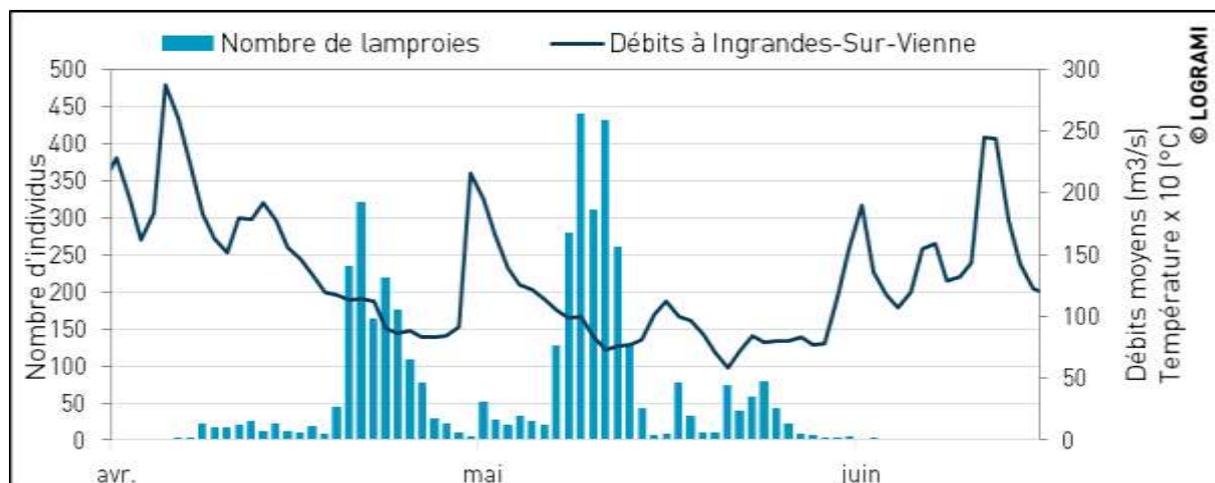


Figure 129 : Passages journaliers de lamproies marines à Châtellerault en relation avec les débits de la Vienne à Ingrandes-sur-Vienne en 2018 (n=4 305) (Source hydro : SPCVCA – Centre de Poitiers / Hydro – MEDD/DE)

4.5.4. Rythme horaire de migration

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 01-02 h 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 130).

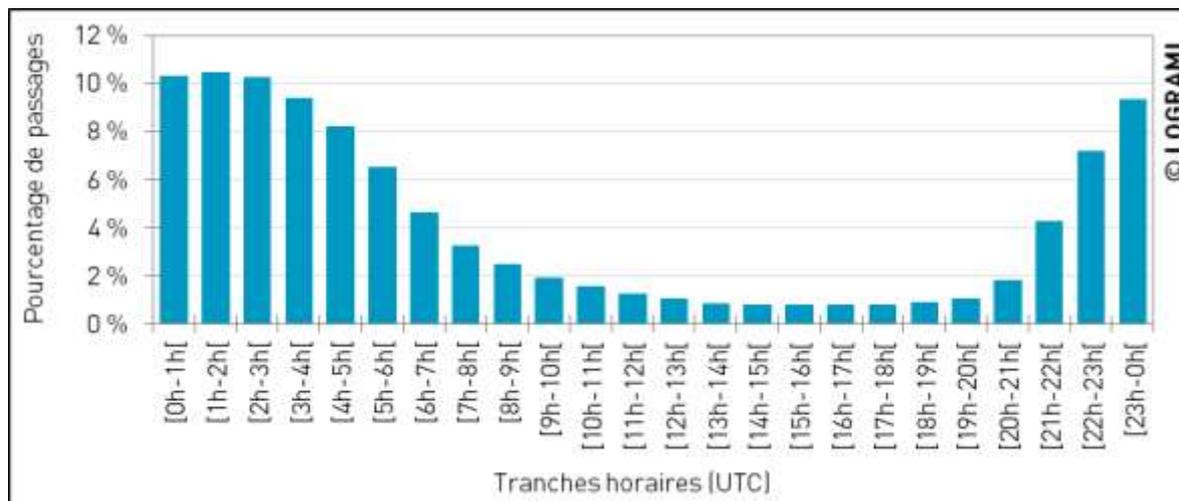


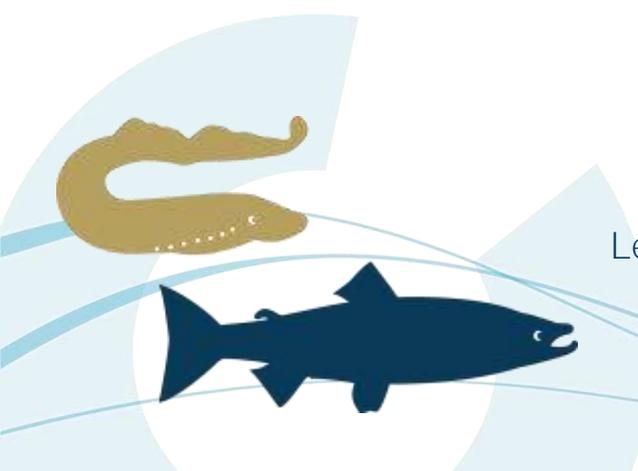
Figure 130 : Passages horaires des lamproies marines aux stations de comptage du bassin de la Loire en effectif cumulé depuis 1997 (n=531 694)

4.6. Migration des saumons atlantiques

Le nombre de saumons migrant sur la Vienne à Châtellerault étant très limité (un seul en 2018), la période de migration à cette station ne pourra pas être analysée. À 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 dix dernières années.

4.6.1. Amplitude de migration

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 (Figure 131). Elle s'élève en moyenne à 252 jours +/- 58 à Descartes, 84 jours +/- 22 à Decize et 279 jours +/- 46 à Vichy. En 2018, les amplitudes furent plus courtes que les moyennes précédemment citées à Descartes (147 jours) à Vichy (187 jours) et à Decize (23 jours). L'absence de remontée estivale de saumon de un an de mer sur la Creuse, ainsi que de reprise automnale à Vichy expliquent en partie ce résultat. Avec des amplitudes moyennes de 237 jours +/- 11 et de 204 jours +/- 34, **les migrations respectives à Langeac et à Poutès sur le haut Allier sont importantes**. En 2018, les amplitudes totales sont globalement similaires aux moyennes des années antérieures (avec 220 jours de migration à Langeac et 214 à Poutès).



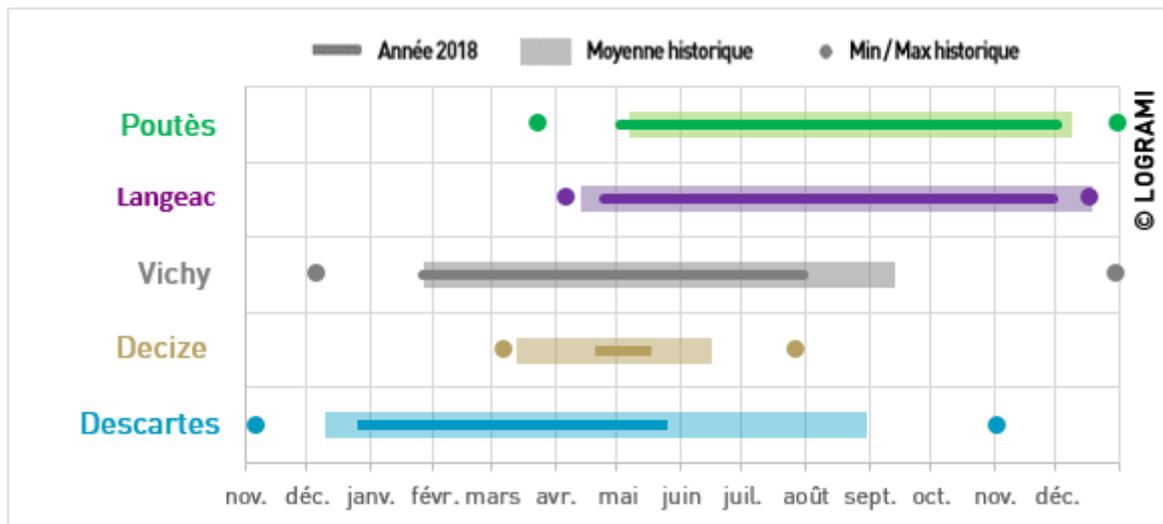


Figure 131 : Comparaison des amplitudes de migration des saumons aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire en 2018 et en moyenne depuis le début des suivis

En retirant les extrêmes de début et de fin de migration, le constat est similaire : la migration sur les parties aval des axes est plus courte que les années précédentes. 90 % des saumons sont passés en 96 jours à Descartes contre 178 jours +/- 43 de 2007 à 2017 et en 57 jours à Vichy contre 100 jours +/- 44 de 1997 à 2017.

Sur le haut Allier, en raison de l'arrêt estival des saumons, la migration peut être séparée en deux périodes, l'une printanière et l'autre automnale :

- 🔄 A Langeac avant l'été, 90 % des saumons en montaison migrent sur une période de 55 jours +/- 29, entre le 30 avril et le 24 juin. La durée de cette période oscille entre 30 et 123 jours.
- 🔄 A Langeac après l'été, 90 % de la migration est étalée en moyenne sur 66 jours ±16. Elle commence le 30 septembre +/-2 jours pour finir le 22 novembre +/-10 jours. Cette période de migration automnale oscille donc entre 45 et 96 jours.
- 🔄 A Poutès avant l'été, 90 % des saumons migrent sur une durée moyenne de 60 jours (±43j), entre le 9 mai (±16j) et le 10 juillet (±37j). Cette période oscille entre 0 et 162 jours.
- 🔄 A Poutès après l'été 90 %, des poissons migrent sur une durée moyenne de 66 jours (±16j), entre le 30 septembre (±12j) et le 22 novembre (±10j). La période de migration oscille entre 45 et 96 jours.

Au regard des 126 jours d'amplitude migratoire moyenne (+/- 59) constatée à Poutès depuis le début suivi, 91 jours de transparence prévus dans le nouvel aménagement ne représentent que 72% de la période actuelle visualisée par un dispositif peu efficient. Ainsi, même si cette période de transparence est optimisée, elle ne couvrira pas l'amplitude actuelle de migration au niveau de l'ouvrage.

L'amplitude 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 suivante, reprenant l'ensemble des saumons comptés depuis 2007 à Descartes sur la Creuse, montre ces périodes. Les périodes hivernale et printanière sont ainsi plus propices aux individus de tailles importantes. La quasi-totalité des trois ans de mer a 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.

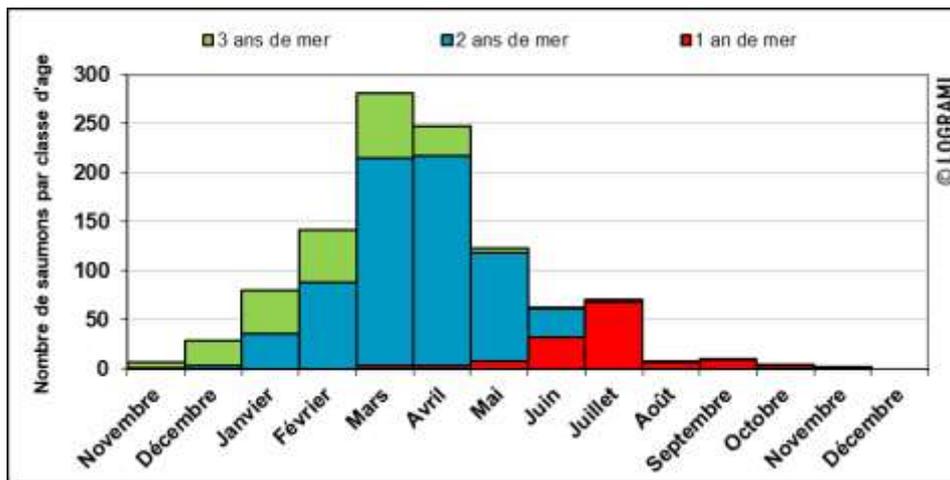


Figure 132 : Répartition annuelle des passages de saumons ayant franchi le barrage de Descartes depuis 2007 selon leur classe d'âge (n=1 069)

De même à Vichy sur l'Allier, chaque classe d'âge a une période spécifique (Figure 133). Pour les 3 ans de mer, 90 % des passages sont réalisés entre le 15 février et le 24 mai (71 jours). La période est plus courte pour les 2 ans de mer avec 90 % des passages compris entre le 11 avril et le 23 mai (43 jours). Les individus de 3 ans de mer arrivent les premiers à la station de comptage. Ainsi, 73 % 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, 55 % 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. (130 individus sur la période 1997-2018). Ces derniers sont contrôlés essentiellement sur la période avril-octobre. 90 % des passages sont compris entre le 14 avril et le 18 octobre (188 jours).

Une seconde période de migration est observée à l'automne [septembre à octobre]. Elle est composée essentiellement de saumons de 2 ans de mer qui représentent 62 % de l'effectif automnal (160 individus sur 257 comptabilisés à cette période).

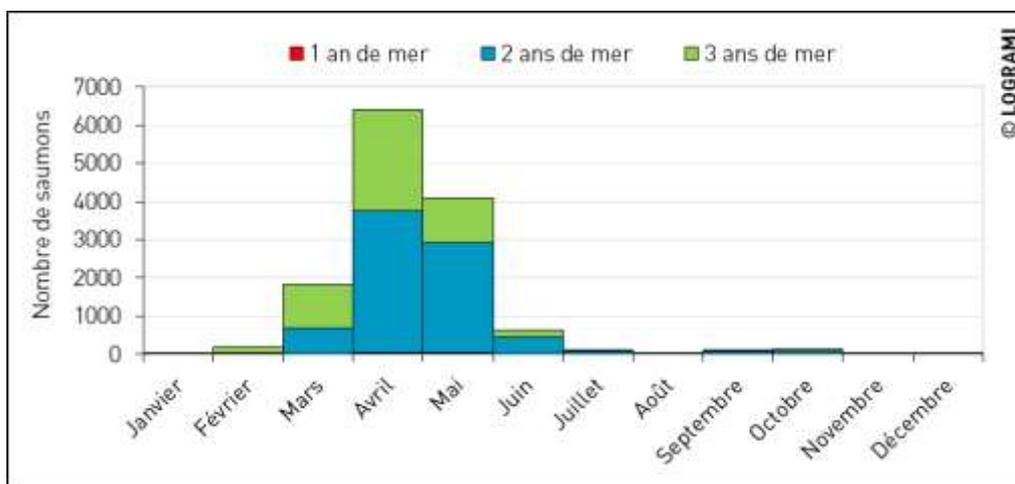


Figure 133 : Répartition annuelle des passages de saumons ayant franchi le barrage de Vichy depuis 1997 selon leur classe d'âge (n=13 582)

A Poutès, sur le haut Allier, la logique d'une arrivée des saumons de trois ans de mer avant les deux ans de mer n'est pas respectée (Figure 134). 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 m³/s.

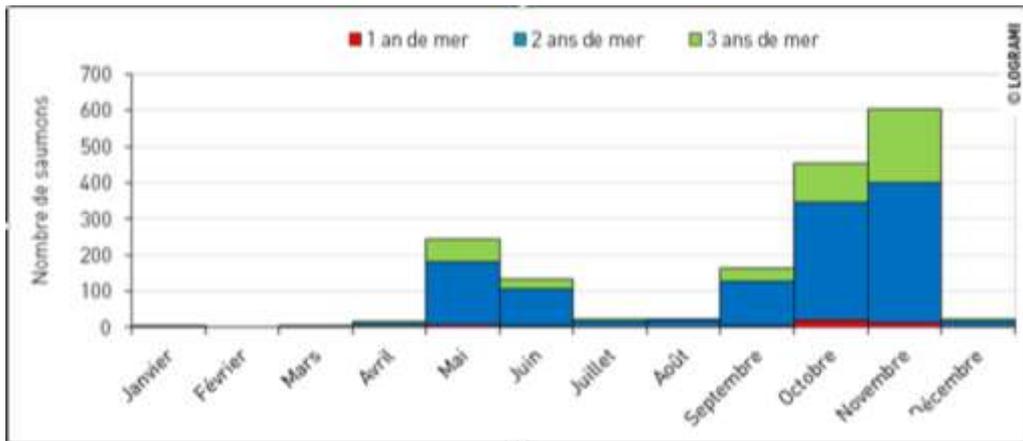


Figure 134 : Répartition annuelle des passages de saumons ayant franchi le barrage de Poutès depuis 1986 selon leur classe d'âge (n=1 682)

4.6.2. Dynamique migratoire

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 135). La moitié des passages ont lieu en moyenne avant le 4 avril +/- 20 jours alors que 50 % de la migration est réalisée 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 situées à l'aval des axes. La présence de saumons de 1 an de mer, migrant plus tardivement, explique cet étalement sur le début de l'été. **Sur la partie amont de l'Allier la migration est fractionnée par l'arrêt estival des saumons.** Environ 25 % des poissons franchissent le barrage de Langeac 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 1^{er} octobre +/- 45 jours à Langeac et après le 13 octobre +/- 33 jours à Poutès).

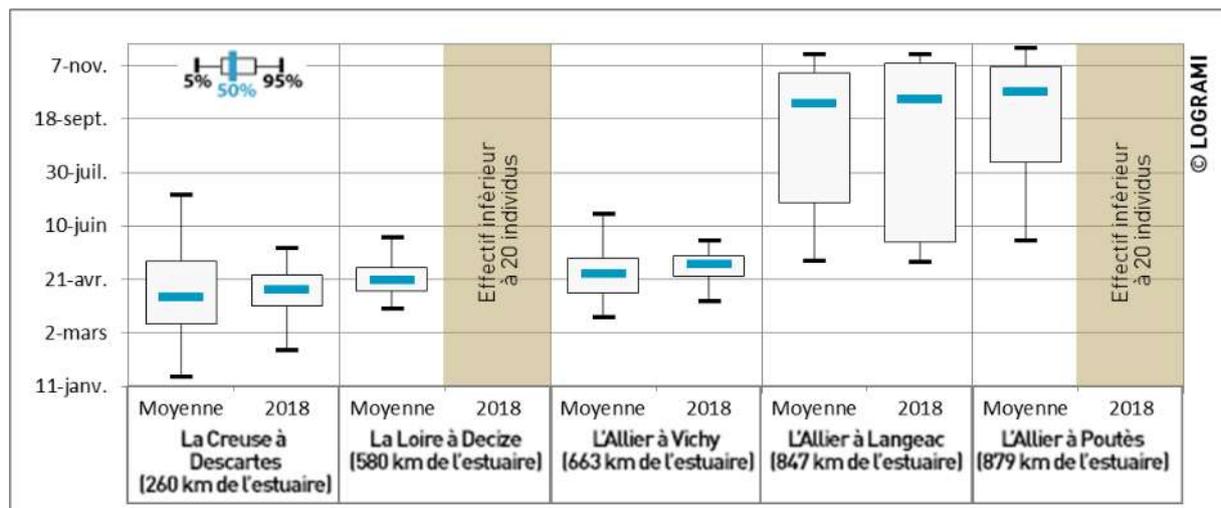


Figure 135 : Comparaison des périodes de passages des saumons en 2018 aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire avec les périodes observées depuis la mise en place des stations

La période de migration en 2018 est un peu plus tardive que celles des années précédentes. Sur la Creuse, 50 % des individus sont passés avant le 12 avril soit 8 jours plus tard que la moyenne des années antérieures. Sur l'Allier à Vichy, il s'agit de la période la plus tardive observée depuis 1997. La moitié des passages a eu lieu au 5 mai, soit 9 jours plus tard que les années précédentes.

Sur la partie amont de l'Allier à Langeac, 50 % des passages ont été réalisés au 7 octobre, ce qui est assez proche de la médiane interannuelle. La défaillance du système de vidéo comptage du barrage entre le 18 septembre et le 5 octobre peut cependant avoir faussé cette répartition. En effet, pendant cette période quelques individus ont pu emprunter la passe à poissons sans être comptabilisés.

En 2018, les rythmes observés aux différentes stations de comptage ont suivi la même logique que les années précédentes. À 50 % de migration, des décalages temporels entre les stations sont à noter : 24 jours entre Descartes et Vichy, 156 jours entre Vichy et Langeac et 29 jours entre Langeac et Poutès (Figure 136). Les rythmes de migration entre Vichy et Saint-Pourçain-sur-Sioule sont globalement similaires.

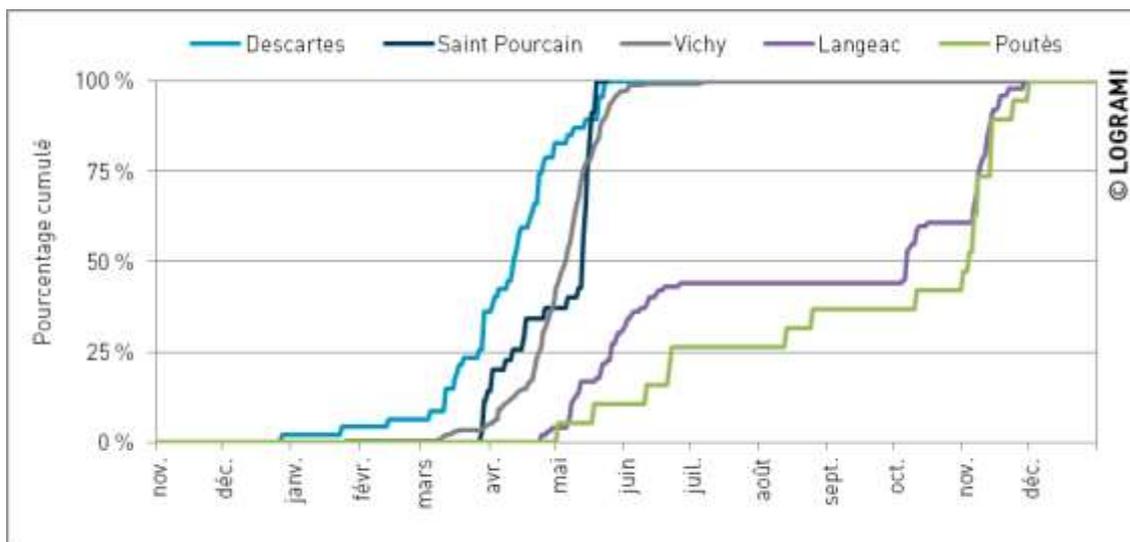
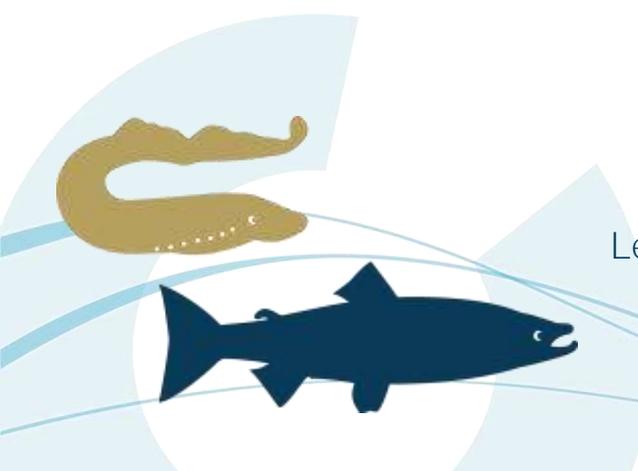


Figure 136 : Comparaison des rythmes de migration de saumons en 2018 aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire

Le rythme migratoire des saumons suivant leurs classes d'âges peut aussi être comparé. Ainsi à Descartes sur la Creuse, les individus de 2 ans de mer ont été plus tardifs en 2018 que les années précédentes. Un retard de 13 jours est à noter à 50 % de la migration par rapport aux années précédentes. Les saumons étant restés 3 ans en mer semblent suivre le même rythme que les autres années. Le faible effectif de 1 an de mer de l'année 2018 (6 saumons) ne permet cependant pas de réaliser une comparaison fiable pour cette classe d'âge (Figure 137).



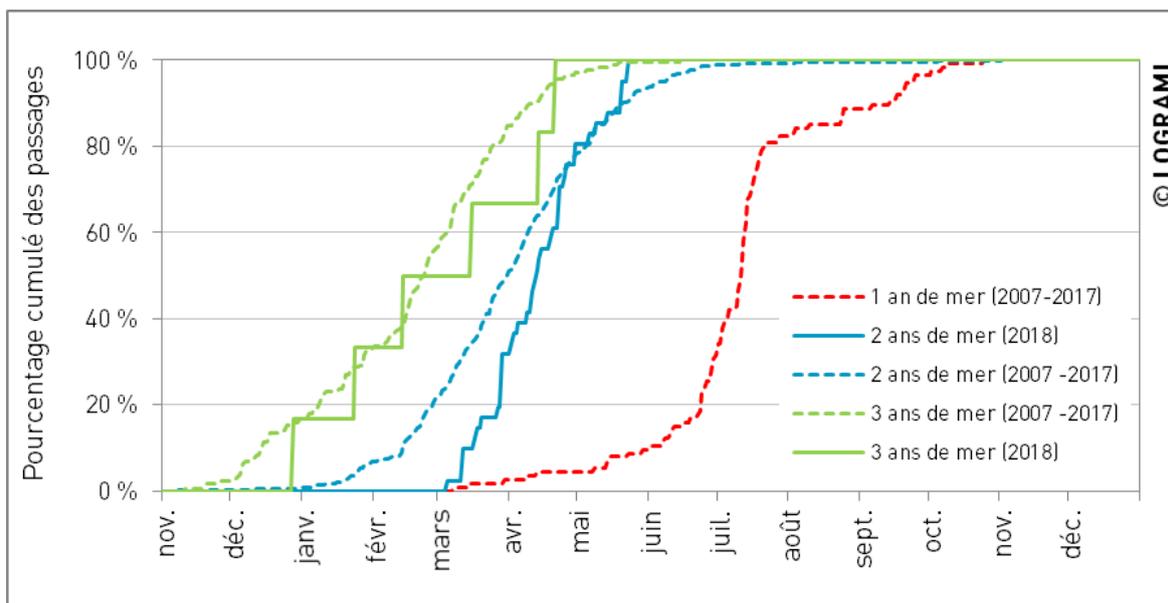


Figure 137 : Comparaison des rythmes de migration des saumons par classe d'âge à la station de Descartes entre 2018 et les données de la période 2007-2017

A Vichy en 2018, pour les individus de 2 ans et 3 ans de mer, nous constatons que le rythme migratoire est plus tardif de quelques jours par rapport aux données antécédentes. Pour 50 % des passages, ce retard migratoire représente 16 jours pour les saumons de 3 ans de mer et 7 jours pour ceux de 2 ans de mer. Aucun individu de 1 an de mer n'a été comptabilisé cette année (Figure 138).

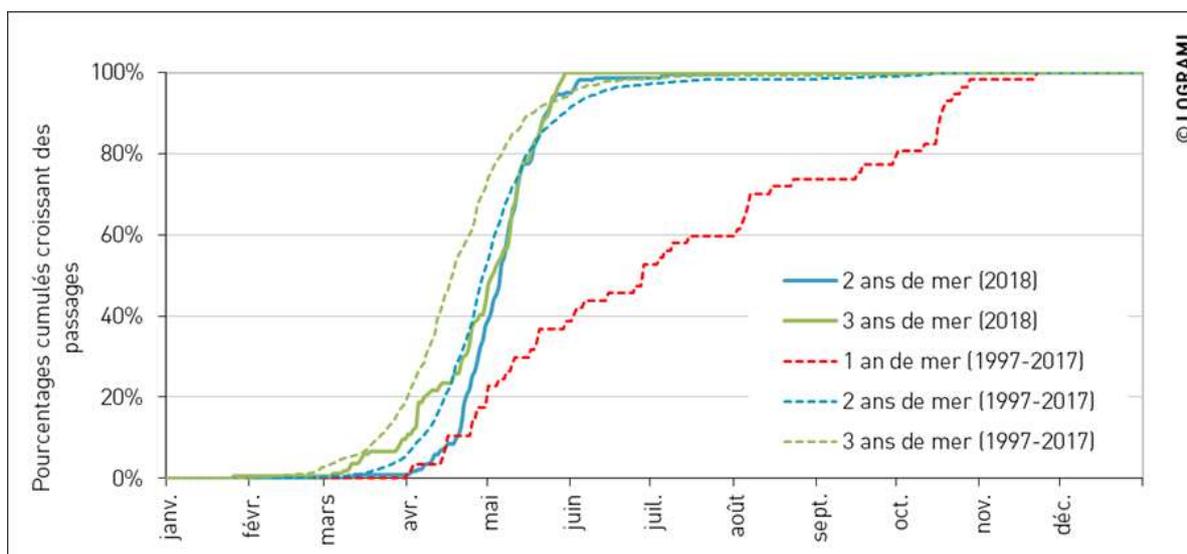


Figure 138 : Comparaison des rythmes de migration des saumons par classe d'âge à la station de Vichy entre 2018 et les données de la période 1997-2017

À Poutès, la dynamique migratoire par classe d'âge de 2018 est globalement similaire aux données antérieures. Depuis le début du suivi, 50 % des passages est atteint le 15 octobre pour les saumons de 2 ans de mer et le 23 octobre pour ceux de 3 ans de mer (Figure 139).

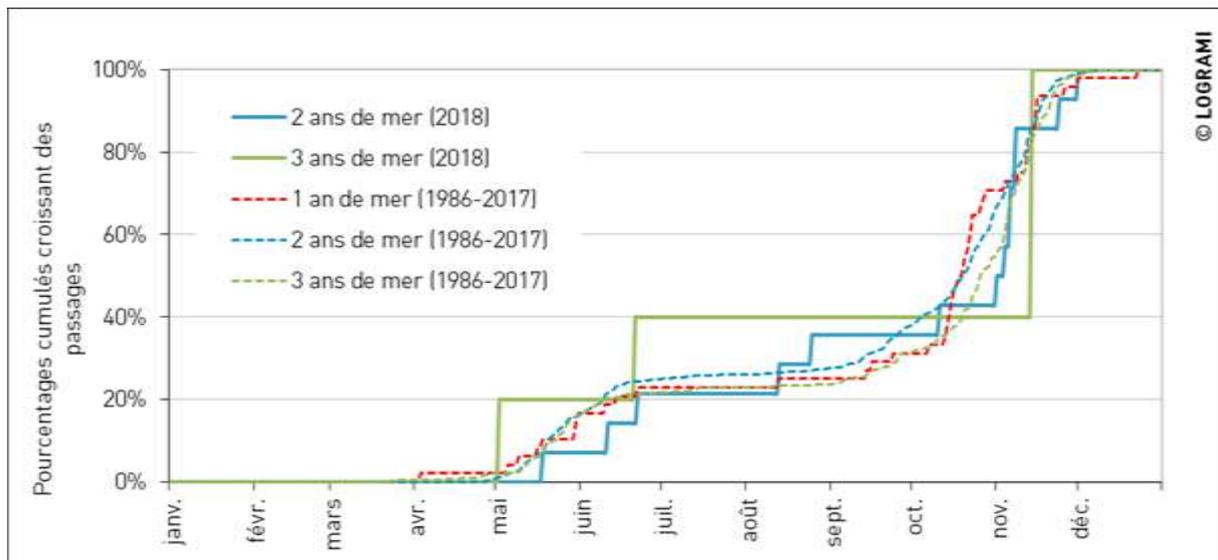


Figure 139 : Comparaison des rythmes de migration des saumons par classe d'âge à la station de Poutès entre 2018 et les données de la période 1986-2017

4.6.3. Passages journaliers

Sur la Creuse à Descartes, le premier saumon a été observé fin décembre 2017. Seulement deux individus ont été comptés durant les mois de janvier et de février, et ce malgré des débits plutôt favorables à la migration. **Les mois de mars et d'avril concentrent l'essentiel de la migration avec plus de 72 % de l'effectif (soit 34 saumons).** Le pic journalier de migration est de faible intensité, il a lieu le 30 mars avec le passage de 5 individus (Figure 140). **La migration s'arrête dès le 24 mai, aucun individu n'a donc franchi le barrage durant les mois de juin et de juillet.**

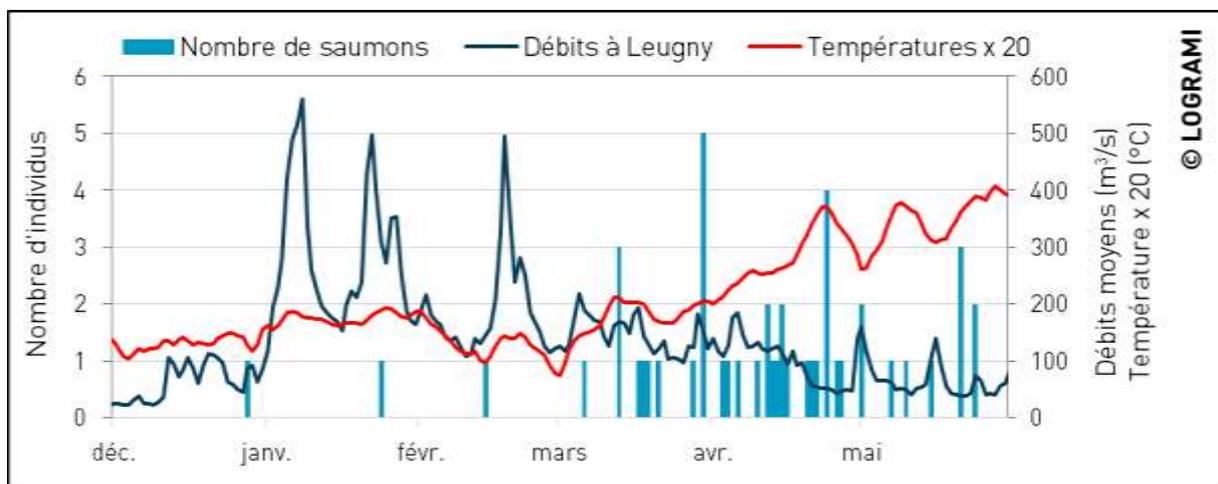


Figure 140 : Passages journaliers de saumons à Descartes en relation avec la température de l'eau et des débits de la Creuse à Leugny en 2018 (n=47) (Source hydro : SPCVCA - Centre de Poitiers / Hydro - MEDD/DE)

Sur la Vienne à Châtelleraut, un seul saumon a été observé le 29 avril.

À Decize sur la Loire en 2018, la migration s'est déroulée sur une courte période de 23 jours entre le 24 avril et le 15 mai (Figure 141). L'intégralité des passages a eu lieu avec des températures de l'eau

comprises entre 13 °C et 20 °C. L'augmentation des débits de la Loire mi-mai semble avoir stoppé la migration. Le pic de migration journalier est enregistré le 26 mai avec 2 individus observés.

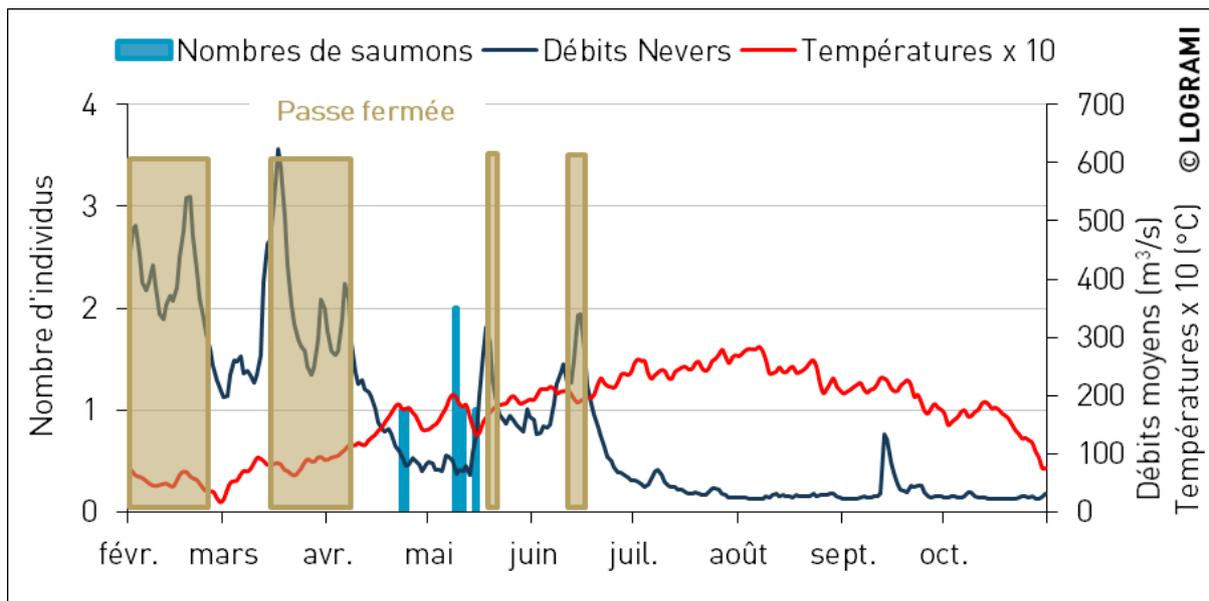


Figure 141 : Passages journaliers de saumons à Decize en relation avec la température de l'eau à Decize et les débits de la Loire amont à Nevers en 2018 (Source hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

À la station de Saint-Pourçain-sur-Sioule en 2018, la migration s'est déroulée sur une période de 39 jours entre le 28 mars et le 10 juin (Figure 142). L'intégralité des passages a eu lieu avec des températures de l'eau à St Quintin sur Sioule (47km en amont) comprises entre 7 °C et 16 °C. Le pic de migration journalier est enregistré le 13 mai avec 5 individus observés. Concernant les débits, les passages ont eu lieu avec des débits compris entre 7,5 et 38,6 m³/s.



*Pertes des données températures de St Pourçain sur Sioule -> Utilisation des données températures de St Quintin sur Sioule située 47 km en amont

Figure 142 : Passages journaliers de saumons à St Pourçain sur Sioule en relation avec la température de l'eau à St Quintin sur Sioule et les débits de la Sioule à St Pourçain sur Sioule en 2018 (Source hydro : DREAL Auvergne / Hydro – MEDD/DE)

Pour la première fois depuis le début du suivi de la station en 2017, 4 individus ont été comptabilisés en dévalaison pendant la période d'étiage 2018 (juillet-août) (9 juillet, 5 août, 7 août et 8 août). Ces saumons ont été observés avec des températures de l'eau à St Quintin comprises entre 20 et 25 °C et des débits à St Pourçain sur Sioule inférieurs à 5 m³/s. Sur cette période, les débits mensuels sont en moyenne 2,3 fois moins importants que les débits mensuels de référence calculés sur 52 ans.

Il semblerait que des problèmes de franchissement de la passe à poissons du moulin de la Ville située 5 km en amont associés à un étiage marqué aient contraint ces individus à se replier en aval du complexe de St Pourçain sur Sioule, probablement sur l'Allier, en quête de zone plus fraîche (plus profonde).

Le maximum des passages est observé à la station de St Pourçain pour des valeurs de débit comprises entre 20 et 25 m³/s (35 % des passages). En comparant l'occurrence des débits pendant la période de migration avec les passages de saumons, nous constatons qu'au-dessus de 40 m³/s plus aucun passage n'est observé à la station. Pour rappel, le complexe de St Pourçain dispose également d'un système de franchissement non pourvu de système de comptage des migrations. Il semblerait que cette voie de passage soit plus attractive pour des débits dépassant les 40 m³/s. Les comptages à l'usine ne sont donc pas exhaustifs. Au regard des forts débits rencontrés sur la Sioule de janvier à avril 2018, toujours supérieurs à 40 m³/s, valeur à partir de laquelle aucun saumon n'est observé à l'usine, il est fort probable que des saumons soient passés au barrage de Moulin Breland avant le 28 mars.

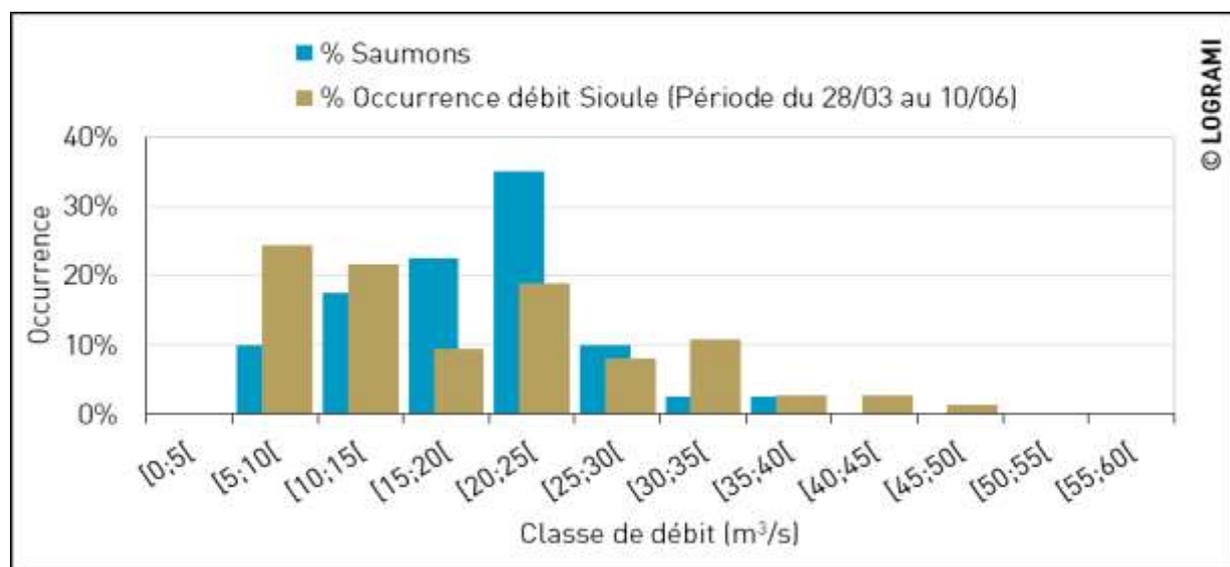


Figure 143 : Occurrence des passages journaliers de saumons à la station de comptage de St Pourçain sur Sioule et des débits de la Sioule en 2018 (Source hydro : DREAL Auvergne / Hydro – MEDD/DE)

À Vichy sur l'Allier en 2018, les passages de géniteurs s'intensifient lorsque la température de l'eau dépasse les 7 °C (Figure 144).

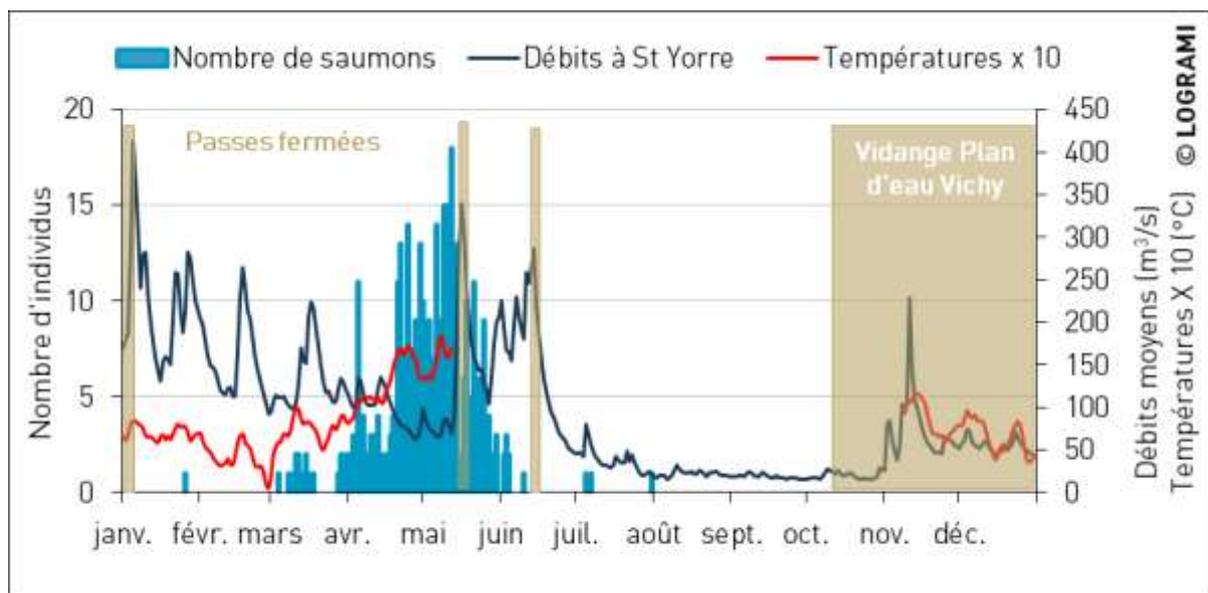
Pendant la phase de migration printanière, l'analyse de l'évolution du flux migratoire permet de dégager trois périodes d'activité migratoire qui représentent 97 % de la cohorte :

- du 4 au 18 mars (12 individus),
- du 28 mars au 15 mai (290 individus). Le pic journalier est atteint pendant cette période le 12 mai avec 18 passages enregistrés.
- du 16 au 30 mai (75 individus).

La césure entre la 2^{ème} et la 3^{ème} vague de migration est due à une crue printanière de l'Allier avoisinant les 340 m³/s le 16 mai. Cette dernière a stoppé la migration pendant 3 jours (fermeture des passes à poissons pour éviter l'encombrement). Durant la période d'étiage (juillet-août), 3 individus ont franchi le barrage les 5, 7 et 31 juillet.

Pendant la phase de migration automnale, aucun individu n'a été comptabilisé 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 aval.

Du 11 octobre 2018 au 31 mars 2019, le plan d'eau de Vichy a été abaissé pour des travaux dans le lit de la rivière. Pendant cette période, les poissons peuvent franchir le barrage par les clapets laissés ouverts en empruntant l'aval des passes à poissons. Aucun dispositif de comptage ne permet cependant d'estimer leur nombre.



**Manque de données Température entre le 13 mai et le 7 novembre*

Figure 144 : Passages journaliers de saumons à Vichy en relation avec la température de l'eau à Vichy et les débits de l'Allier à St Yorre en 2018 (Source hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

À Langeac sur l'Allier en 2018, les 102 poissons comptabilisés dans les systèmes de franchissements (barrage et usine) représentent 29,8 % des poissons comptés à Vichy (déduction faite des 47 saumons capturés à Vichy et transportés à la salmoniculture du Conservatoire National du Saumon Sauvage) (Figure 145). Ces résultats doivent être relativisés en raison des dysfonctionnements des stations de comptages (cf. § 4.3.2.2). Des poissons ont pu échapper au comptage lors des problèmes d'enregistrements pendant les hausses débits aux mois de mai, juin et fin octobre.

En 2018, les débits ont été favorables à la remontée des saumons jusqu'au début du mois du juin avec un débit moyen à Langeac de 47,3 m³/s entre le 24 avril (premier saumon) et le 26 juin (dernier saumon du printemps). Pendant cette période, le débit maximum journalier est atteint le 6 avril 2018 avec 109 m³/s. La migration printanière concerne 45 poissons soit 44,1 % des poissons comptabilisés. La période de migration printanière s'étale sur 64 jours entre le 24 avril et le 26 juin.

Après un arrêt estival, le premier poisson de l'automne est observé le 5 octobre, ce qui correspond à une légère augmentation du débit (passant de 10,1 m³/s le 4 octobre à 11 m³/s le 5 octobre). 57 saumons (uniquement au barrage) ont franchi l'obstacle en profitant systématiquement des augmentations de débits, le dernier ayant été observé le 29 novembre. La période de migration automnale s'étale sur 57 jours. Le pic de migration journalière a lieu le 7 novembre avec 8 saumons franchissant l'ouvrage (soit 8 % de l'effectif).

Bien que les poissons semblent avoir réagi principalement aux variations de débits, aucun poisson n'a été observé lors d'une température moyenne journalière supérieure à 14,9 °C ou inférieure à 5,8 °C. Sur la totalité des poissons comptabilisés, 87,2 % des saumons (89 individus) ont emprunté les passes à poissons lorsque température était comprise entre 9 °C et 17 °C soit la température idéale selon COHENDET (1993).

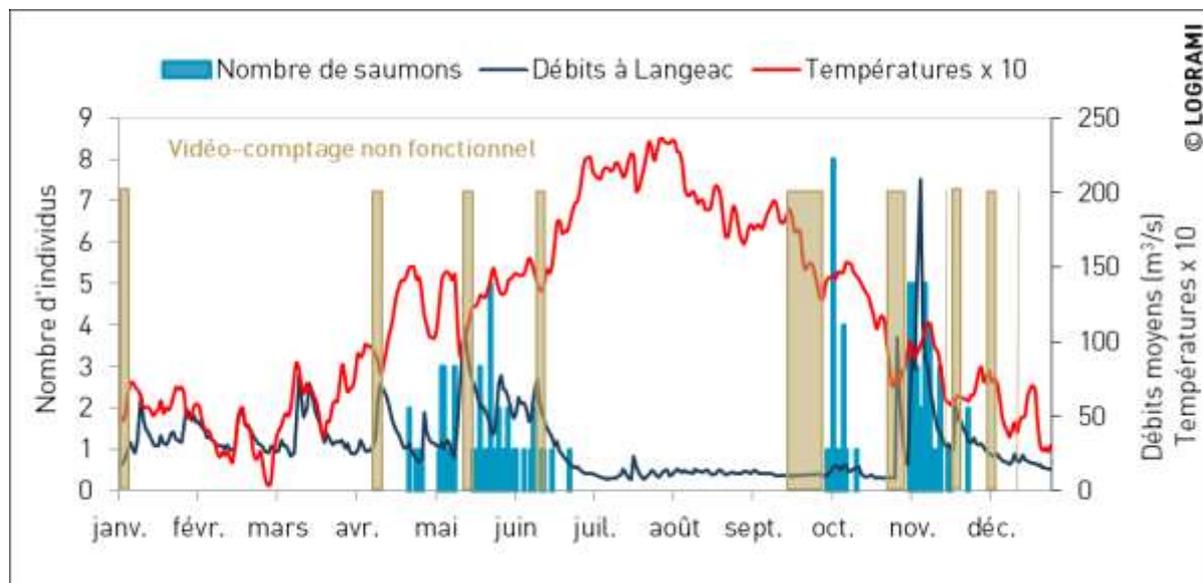
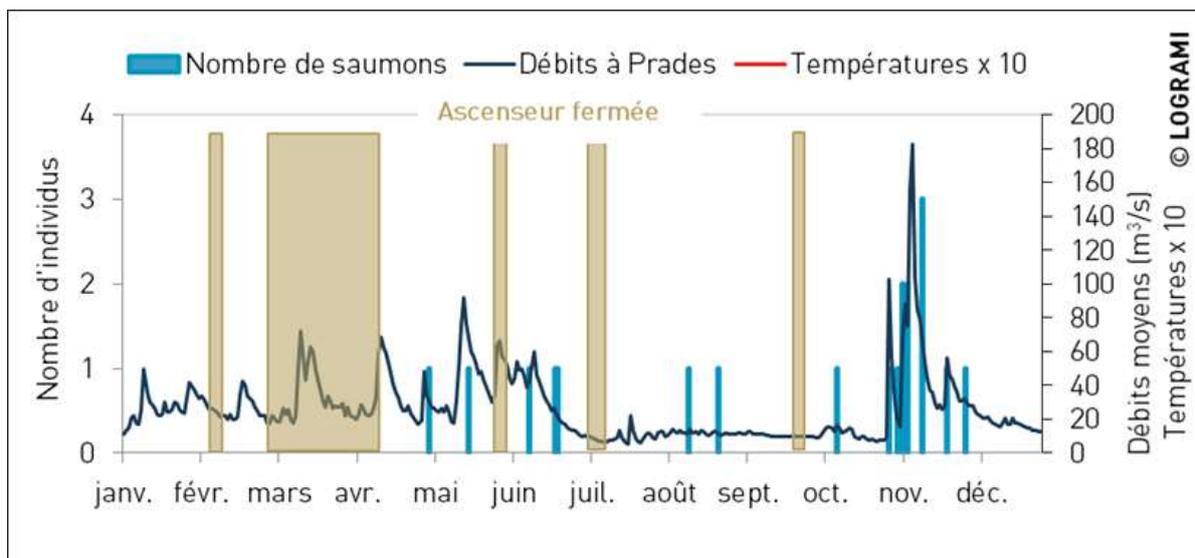


Figure 145 : Passages journaliers de saumons à Langeac en relation avec la température de l'eau à Brioude et les débits de l'Allier à Langeac en 2018 (Source hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

À Poutès sur l'Allier en 2018, les 19 saumons observés dans l'ascenseur représentent 6 % des saumons comptabilisés à Vichy et 19 % des passages dénombrés à Langeac (déduction faite des 47 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 et 39 % des passages de Langeac.

En 2018, les passages printaniers au barrage de Poutès (jusqu'au 31 août) représentent 37 % des passages annuels (7 individus) (Figure 146). Ce chiffre est supérieur aux données antécédentes puisqu'en moyenne depuis 1986, les passages au printemps ne représentent que 28,2 % +/- 20 des passages de l'année. La période de migration printanière s'étale sur 116 jours entre le 1^{er} mai et le 25 août. Pendant la phase de migration automnale (qui inclut la totalité du mois de septembre), 12 individus ont été comptabilisés à la station de Poutès. La période de migration automnale s'étale sur 52 jours entre le 11 octobre et le 1^{er} décembre. Le pic de migration journalière a lieu le 14 novembre avec 3 saumons franchissant l'ouvrage (soit 16 % de l'effectif). L'augmentation des débits de l'Allier début novembre avec deux pics de crue le 1^{er} novembre (103 m³/s) et le 10 novembre (183 m³/s) a permis le passage de quelques individus.



*Manque de données Température : sonde non récupérée

Figure 146 : Passages journaliers de saumons à Poutès en relation avec la température de l'eau à Poutès et les débits de l'Allier à Prades en 2018 (Source hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

4.6.4. Rythme horaire de migration

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 147). 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.

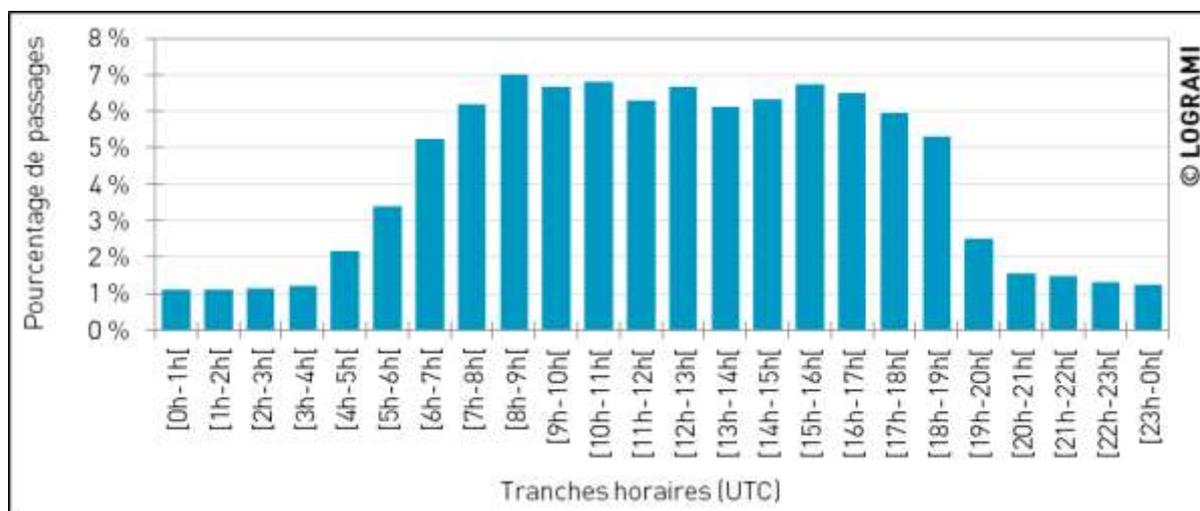


Figure 147 : Passages horaires des saumons aux stations de comptage du bassin de la Loire en effectif cumulé depuis 1997 (n=15 731)



4.7. Migration des anguilles jaunes

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. En dehors du barrage de Poutès, d'autres voies de passages étant possibles pour cette espèce aux autres stations du bassin de la Loire.

4.7.1. Amplitude et dynamique migratoire

Sur la Vienne en 2018, la première anguille a été comptabilisée le 19 avril, la dernière le 15 octobre. La période de migration de l'année 2018 est proche de celle des années précédentes (Figure 148). La moitié des individus a franchi l'ouvrage de Châtellerault au 10 juin, alors qu'en moyenne de 2004 à 2017, la moitié des individus est passée au 5 juin (- 18 jours). La durée de la période de migration est un peu plus courte que celle des années antérieures. 90 % des individus sont en effet passés en 50 jours, contre en moyenne 55 jours +/- 20 de 2004 à 2017.

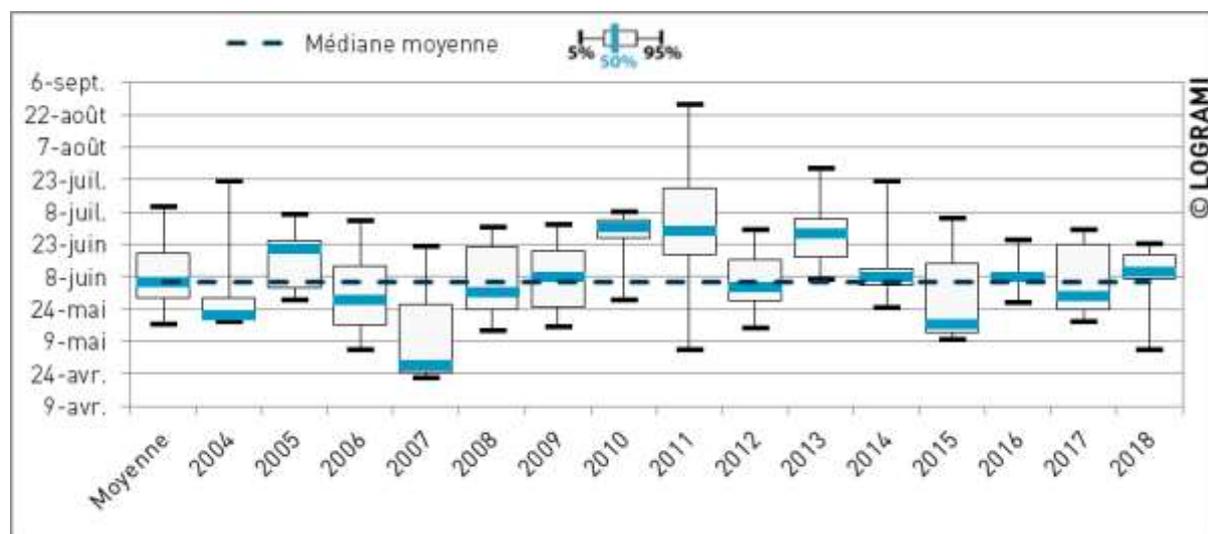


Figure 148 : Comparaison des périodes de passages d'anguilles en montaison à Châtellerault depuis 2004

4.7.2. Passages journaliers

Sur la Vienne à Châtellerault, la migration des anguilles a débuté fin avril. Une première phase a lieu du 20 avril au 15 mai, elle ne représente que 6 % de l'effectif annuel. Les passages journaliers se sont réellement intensifiés à partir de début juin. Du 5 au 23 juin, les effectifs journaliers sont en effet supérieurs à 100 individus. Durant cette période un pic de migration est constaté, le 8 juin, avec 757 anguilles comptées en une seule journée (soit 9 % de l'effectif annuel). Il est à noter que, durant le pic de débits mi-juin, l'eau de la Vienne était très turbide. Durant plusieurs jours un comptage exhaustif ne fut pas possible, les anguilles n'étaient en effet pas visibles et donc non détectées par le système de vidéo-comptage (Figure 149).

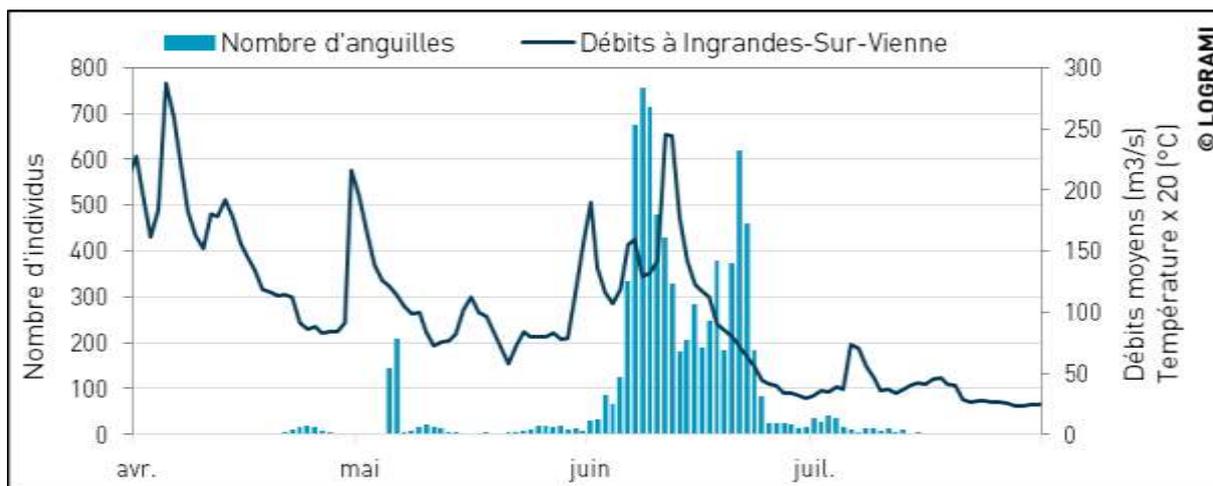


Figure 149 : Passages journaliers d'anguilles à Châtelleraut en relation les débits de la Vienne à Ingrandes-sur-Vienne en 2018 (n=8 520) (Source hydro : SPCVCA – Centre de Poitiers / Hydro – MEDD/DE)

4.7.3. Rythme horaire de migration

La migration à Châtelleraut est en partie nocturne : 48 % 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 9 % 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 150).

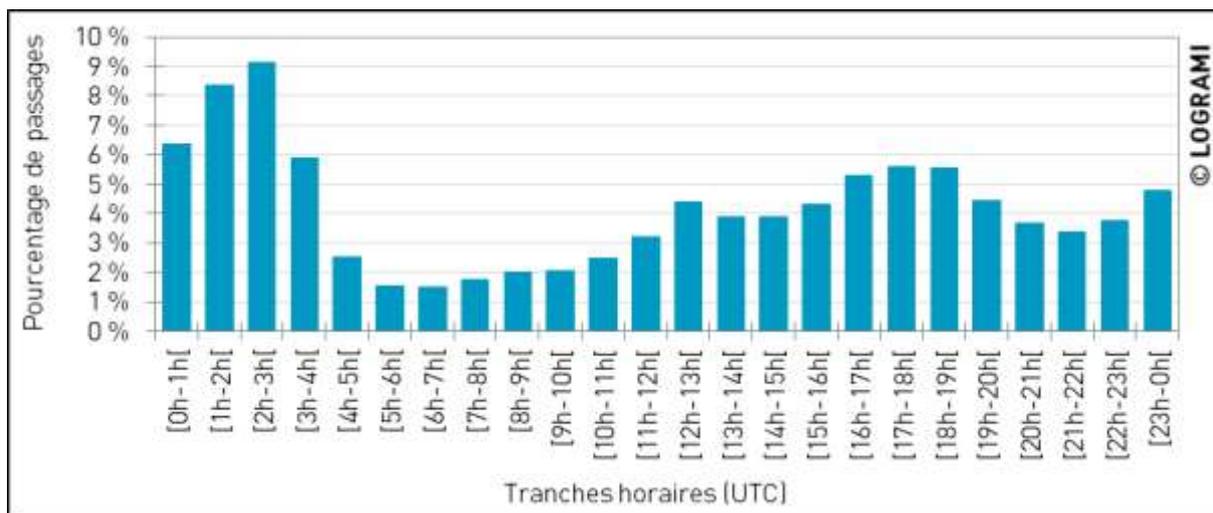


Figure 150 : Passages horaires des anguilles à la station de comptage de Châtelleraut en effectif cumulé depuis 2004 (n=35 870)

4.8. Migration des mulets porcs

L'amplitude et la période de migration des mulets porcs ne peuvent être décrites 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.

4.8.1. Amplitude et dynamique migratoire

Sur la Creuse à Descartes en 2018, le premier mulot porc a été observé le 19 avril et le dernier le 31 juillet (soit une période totale de 104 jours). **La période de migration est beaucoup plus tardive que les années précédentes.** En 2018, la moitié des individus a franchi le barrage le 18 juin alors qu'antérieurement 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 mulots dévalant sont peu nombreux à emprunter la passe à poissons, la majorité d'entre eux franchissent le barrage par les clapets. Malgré tout, **plusieurs individus se sont présentés devant les vitres de comptage entre le 6 août et le 9 septembre, mais seulement deux ont emprunté la passe à poissons pour dévaler.**

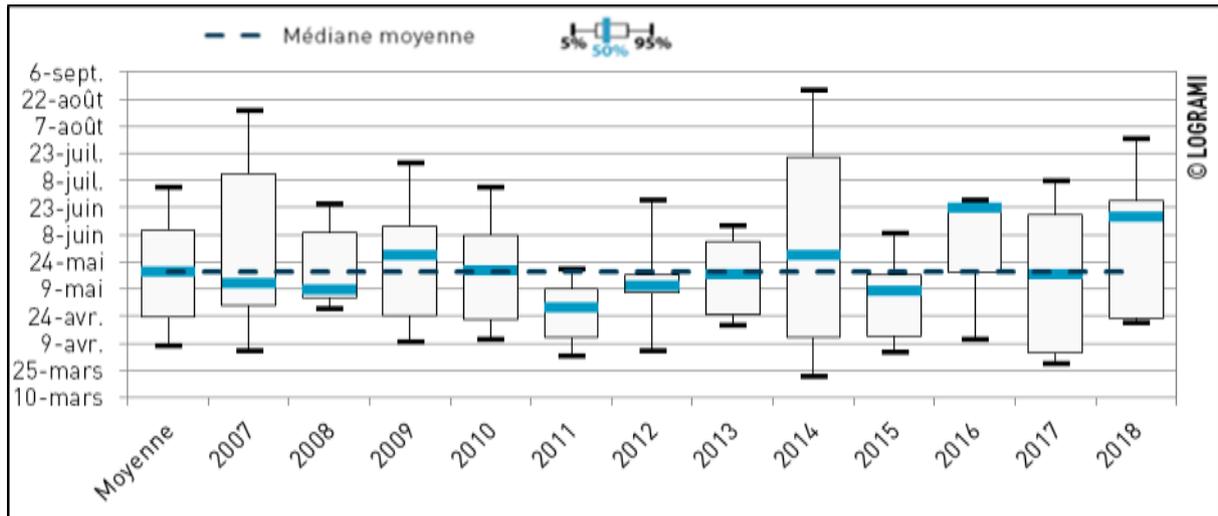


Figure 151 : Comparaison des périodes de passages des mulots porcs à Descartes depuis 2007

Sur la Vienne à Châtelleraut, le premier mulot en montaison a été comptabilisé le 10 avril et le dernier le 1^{er} août (soit une période totale de 114 jours). La période de migration est globalement similaire à la moyenne historique. De 2004 à 2017, 50 % de la migration s'est en effet déroulée avant le 12 juin +/- 23 jours, alors qu'en 2018 la moitié des mulots a franchi le barrage dès le 19 juin.

La dévalaison a débuté le 2 août et s'est terminée le 14 octobre (soit une amplitude totale de 74 jours). La période est un peu plus précoce que les autres années, 50 % des mulots ont emprunté la passe en dévalaison le 26 août alors qu'en moyenne la moitié des individus sont redescendus au 2 septembre +/- 22 jours.

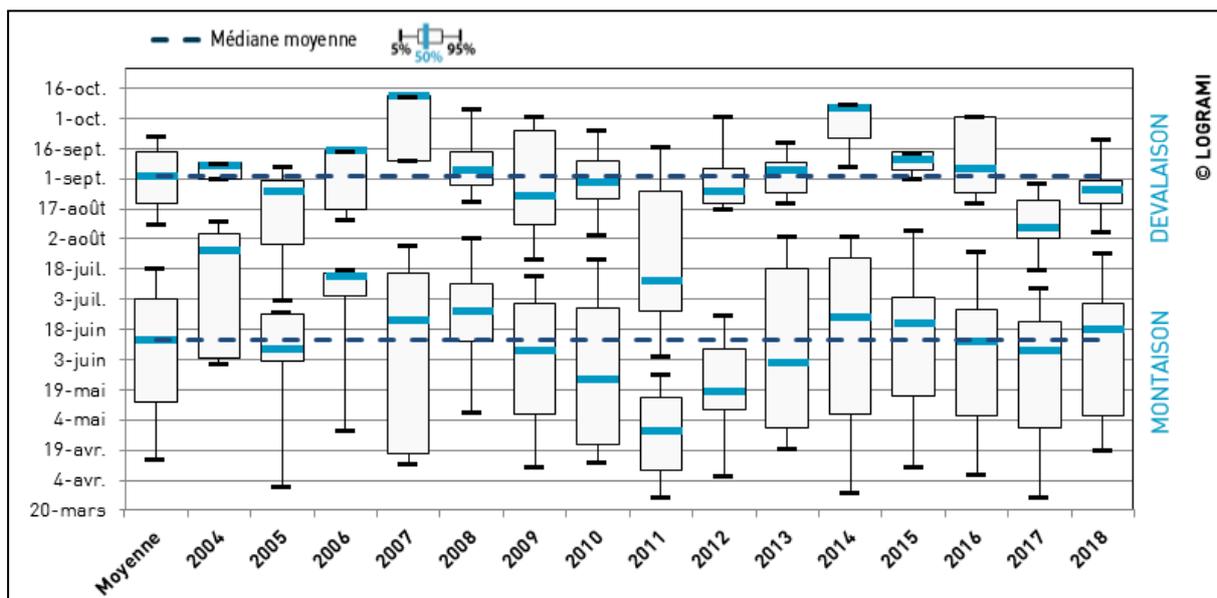


Figure 152 : Comparaison des périodes de passages des muets porcs à Châtelleraut depuis 2004

4.8.2. Rythme horaire de migration

La migration des muets 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 153).

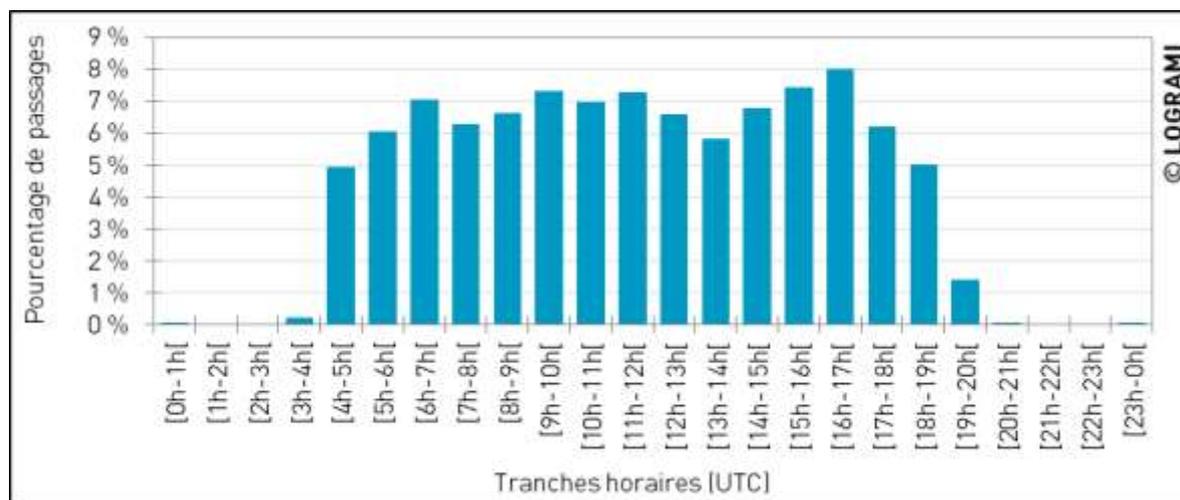


Figure 153 : Passages horaires des muets porcs aux stations de comptage du bassin de la Vienne (n=4 089)

4.9. 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 2018, les systèmes de comptage ont été opérationnels avec un taux moyen de fonctionnement de 97 % +/- 4. Des poissons ont pu être ratés à Langeac, Decize et Roanne durant les dysfonctionnements des systèmes.

Les premières aloses sont contrôlées généralement sur la Creuse à Descartes. Il s'agit de la station de comptage la plus proche de l'estuaire. Malgré une distance à l'océan plus importante, la période de migration des aloses à Decize sur la Loire est proche de celle de Châtelleraut sur la Vienne. Alors que la période de migration 2018 des aloses fut plus tardive à Descartes que celles des années précédentes, elle est plus précoce pour la station de Decize sur la Loire. Les rythmes et amplitudes de migration des aloses ont aussi varié d'une station à l'autre. La logique d'une arrivée plus précoce aux stations situées sur l'aval du bassin de la Loire n'est pas respectée. Les premières aloses ont bien été observées sur la Creuse à Descartes, mais à 50 % des passages la période de migration est plus précoce à Decize qu'aux autres stations (décalage de 8 jours avec Descartes et 17 jours avec Châtelleraut).

Pour la lamproie marine, un décalage important est à noter entre les deux stations les plus aval (Descartes et Châtelleraut) et celles situées plus en amont (Decize et Vichy). L'amplitude totale de la période de migration est, comme pour l'aloise, beaucoup plus importante sur les stations de comptage situées à l'aval. En 2018, aucune lamproie n'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 observées en 2018 sont plutôt tardives par rapport aux 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. Les périodes hivernale et printanière sont ainsi plus propices 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 2018, la migration des saumons à Descartes et à Vichy est considérée comme tardive. Les rythmes et amplitudes migratoires des saumons, observés aux différentes stations de comptage, ont suivi la même logique que les années précédentes. À 50 % de migration, des décalages temporels entre les stations sont à noter : 24 jours entre Descartes et Vichy, 156 jours entre Vichy et Langeac et 29 jours entre Langeac et Poutès.

Chaque espèce de poisson migrateur a une activité migratoire différente durant la journée. Les données compilées depuis 1997 aux stations de vidéo-comptage renseignent sur ces rythmes nyctéméraux. Ainsi le saumon atlantique, les aloses et les mullets porcs ont une migration diurne. Pour le saumon et le mullet, l'activité est similaire durant toute la journée, alors que pour l'aloise elle s'intensifie en fin d'après-midi. Les déplacements de la lamproie marine et de l'anguille sont majoritairement nocturnes, avec des pics d'activité en milieu de nuit.



5. La dynamique de population

L'acquisition de connaissances sur la biologie des espèces distingue les suivis annuels qui alimentent les réseaux de données dont la pertinence est liée au maintien des suivis à longs termes en lien avec la longueur des cycles vitaux des échantillonnages ponctuels sur une ou plusieurs années qui répondent à des questionnements précis par la mise en œuvre d'opération ad'hoc.

L'ensemble des éléments permettent de répondre à l'analyse du comportement migratoire des espèces et dresse l'état de santé des populations par la compréhension des processus de dynamique de population. Celle-ci 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.

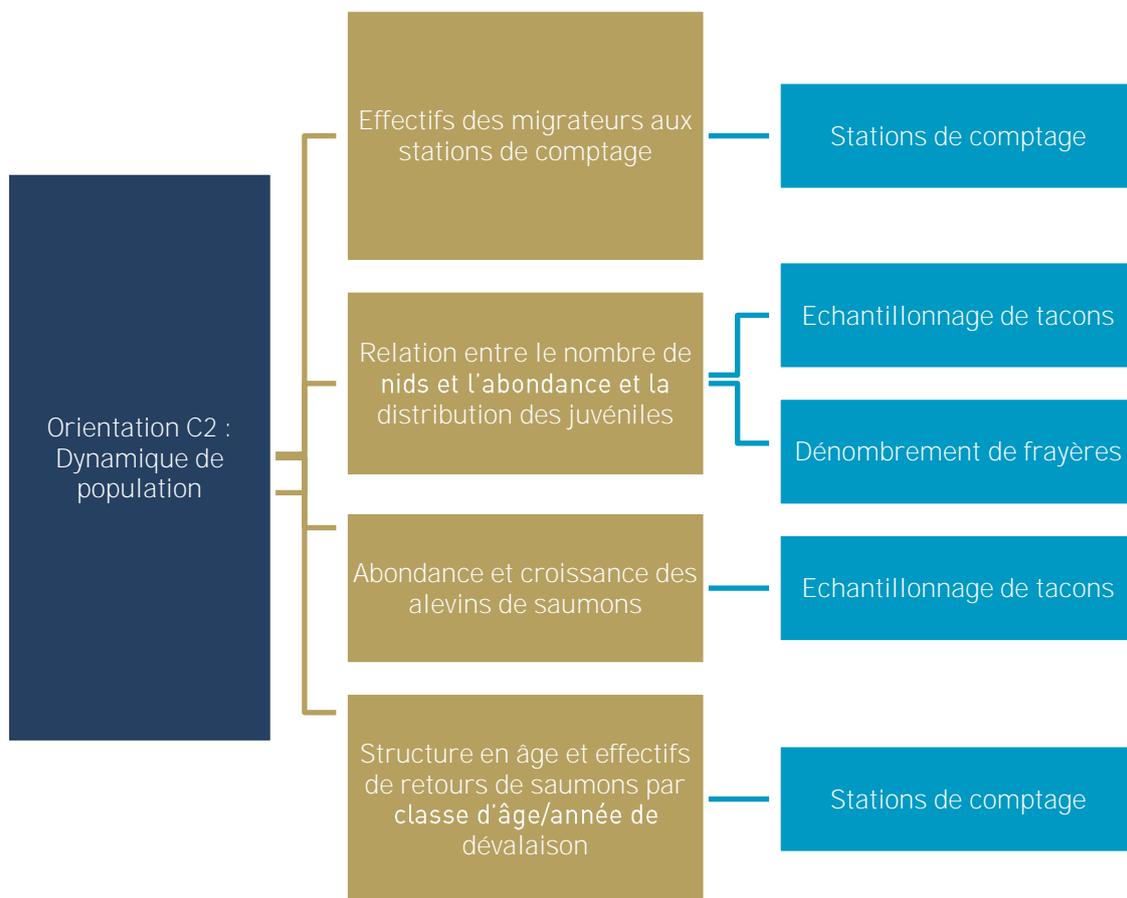


Figure 154 : Dendrogramme des actions menées dans le cadre de l'orientation C2 : Dynamique de population (Source LOGRAMI)

5.1. Relation entre le nombre de géniteurs en migration 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. Effectif des migrateurs aux stations de comptage

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 dénombrement des migrations a lieu relativement en amont 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'aloise feinte). **Les résultats des comptages ne sont donc pas détaillés par espèce mais regroupés pour le genre *Alosa***.

En 2018, la population d'aloses comptabilisée sur les premières stations de comptage situées en aval des axes totalise seulement 1 320 individus. Elle est proche de la moyenne des huit dernières années (1 562 +/- 692 aloses) mais **beaucoup plus faible que celle de l'année 2007 (30 819 aloses)**. Ces très faibles effectifs ont été dénombrés majoritairement sur la Creuse avec 66 % du contingent d'aloses à la station de Descartes. Le reste du contingent se répartit entre la Vienne et la Loire (respectivement 15 % à Châtelleraut et 18 % à Decize). Les effectifs comptabilisés à Vichy sur l'Allier sont très faibles, représentant seulement 1 % de la population (Figure 155). Une alose a été observée plus en amont à Roanne sur la Loire et une autre à la station de comptage de Saint-Pourçain-Sur-Sioule.

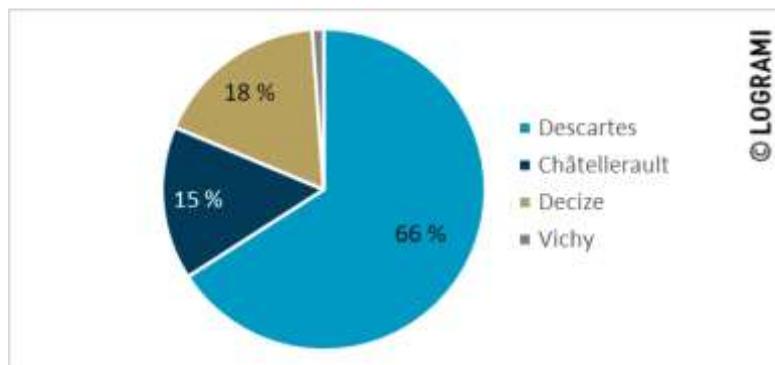


Figure 155 : Répartition des effectifs d'aloses aux stations de comptage du bassin de la Loire en 2018

Depuis la mise en service de la station de Descartes en 2007, la population d'aloise se répartit selon deux groupes sur le bassin de la Loire. Le premier est contrôlé sur le bassin de la Vienne (station de Châtelleraut et de Descartes qui représentent 61 % des passages) tandis que le second est recensé le

long de l'axe Loire à la station de comptage de Decize (36 % des passages) (Figure 156). L'unité restante est contrôlée sur l'axe Allier avec seulement 3 % (station de Vichy).

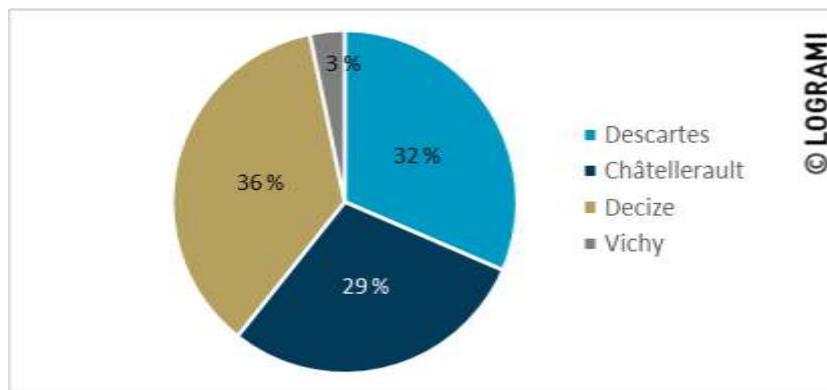


Figure 156 : Répartition des effectifs d'aloses aux stations de comptage du bassin de la Loire en moyenne sur la période 2007-2018

La répartition des effectifs en 2018 est différente de celle des années précédentes. La proportion d'aloses comptées sur le bassin de la Vienne est plus importante que sur la partie amont. La répartition au sein du bassin de la Vienne est elle aussi disproportionnée par rapport à l'historique : en 2018, 66 % des aloses ont été comptées à Descartes et 15 % à Châtelleraut alors que les années précédentes les proportions entre les deux stations sont similaires (52 % (+/- 24) sur la Creuse et 48 % (+/- 24) sur la Vienne).

Descartes

Au barrage de Descartes sur la Creuse, 869 aloses ont été comptabilisées en 2018. Cet effectif est du même ordre de grandeur que la moyenne des neuf dernières années (579 +/- 405). 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 157).

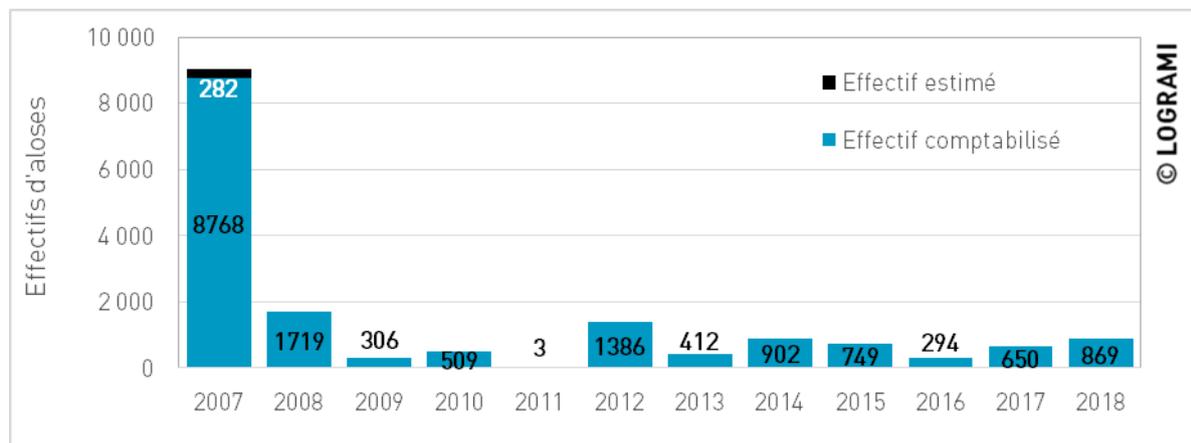


Figure 157 : Bilan des passages d'aloses à la station de comptage de Descartes de 2007 à 2018

Châtelleraut

Sur la Vienne, 204 aloses ont franchi le barrage de Châtelleraut en 2018. Cet effectif est bien inférieur à la moyenne des neuf dernières années (441 +/- 230) et beaucoup plus faible que la moyenne historique depuis 2004 (2 086 +/- 2 792). 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 158).

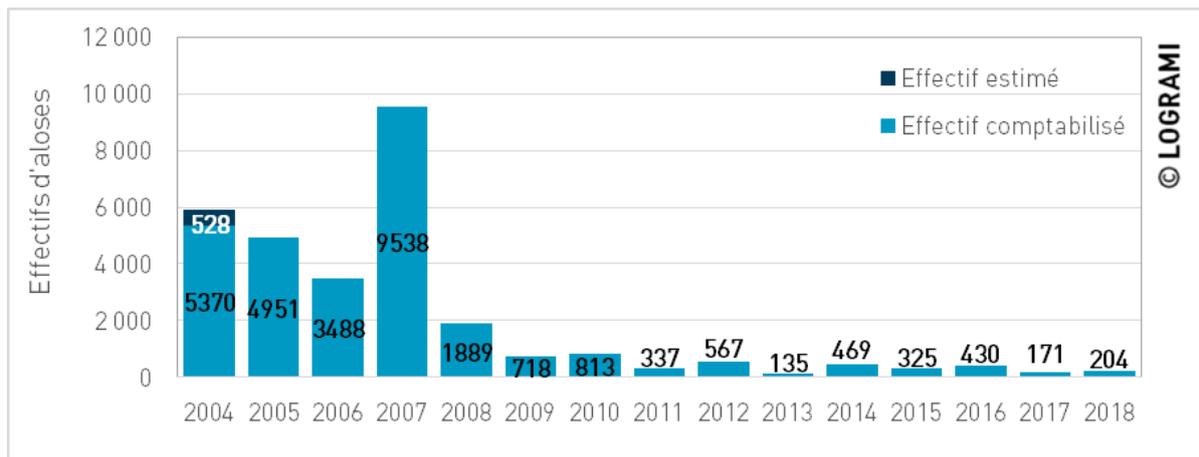
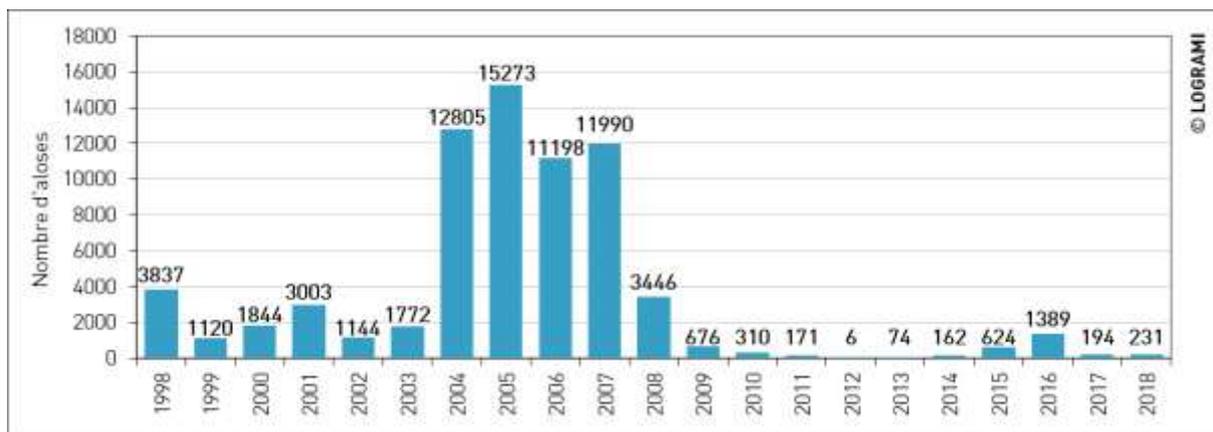


Figure 158 : Bilan des passages d'aloses à la station de comptage de Châtelleraut de 2004 à 2018

Decize

Au barrage de Decize sur la Loire amont, 231 aloses ont été comptabilisées en 2018. Depuis le comptage exhaustif annuel des individus débuté en 2009, en moyenne 400 aloses ont été contrôlées (+/- 330 aloses) (Figure 159). 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 159 : Bilan des passages d'aloses à la station de comptage de Decize de 1998 à 2018

Gueugnon

Aucune alose n'a été comptabilisée en 2018 à la station de comptage de Gueugnon (Figure 160).

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.

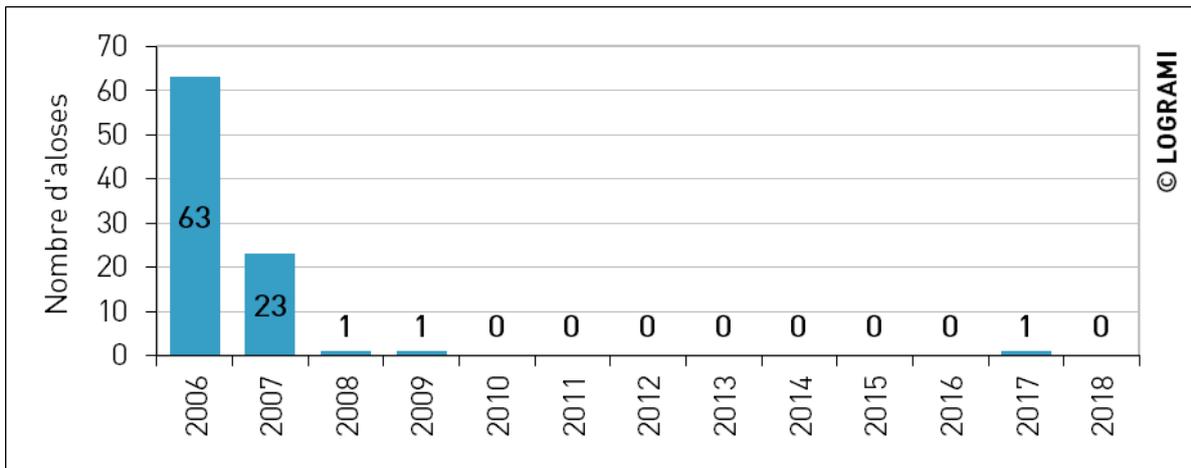


Figure 160 : Bilan des passages d'aloses à la station de comptage de Gueugnon de 2006 à 2018

Vichy

A la station de comptage de Vichy sur l'Allier en 2018, 15 aloses ont été comptabilisées (Figure 161). Cet effectif est inférieur à la moyenne interannuelle calculée depuis la mise en service de la station de comptage en 1997 (188 individus +/- 537). 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 dénombrés depuis 2011.

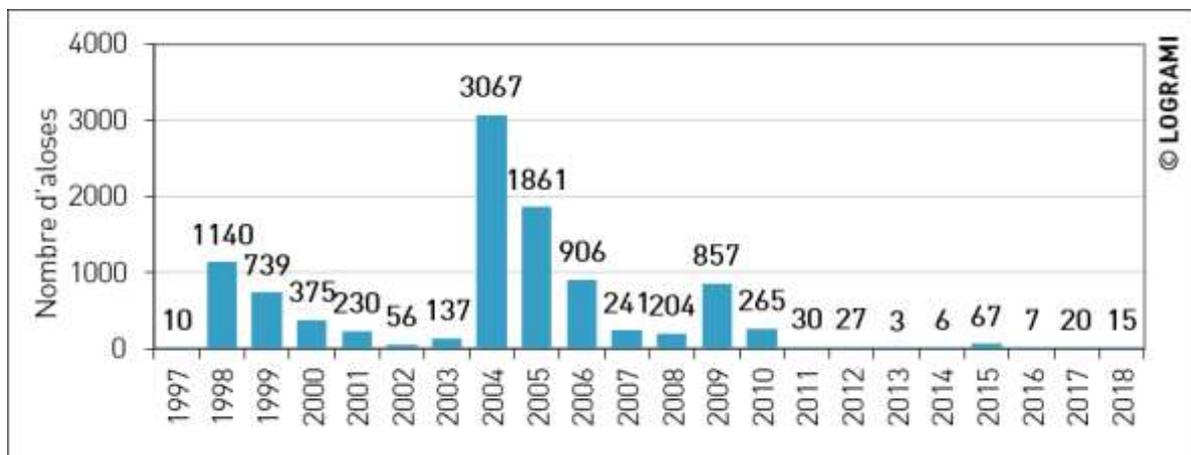


Figure 161 : Bilan des passages d'aloses à la station de comptage de Vichy de 1997 à 2018

Saint-Pourçain-sur-Sioule

En 2018, aucune alose en montaison n'a été observée à la station de comptage. Cependant, une seconde passe à poissons, située sur la rive opposée de la station, n'est pas équipée d'un dispositif de comptage. Pour la première fois depuis la mise en fonctionnement de la station de comptage le 15 mars 2017, trois aloses en dévalaison ont été observées devant la vitre les 22 mai, 13 juin et 15 juin. Ces poissons mesurent respectivement 50, 60 et 49 cm. Ces individus ont franchi le complexe en empruntant la passe à poissons du barrage qui n'est pas équipée de système de comptage avant de venir se replier au niveau

de la station de comptage. **Ne disposant pas d'information concernant la reproduction effective de ces individus avant leur dévalaison lors de faibles débits de la Sioule (entre 7 et 13 m³/s à St Pourçain sur Sioule), cette nouvelle observation scientifique révèle que la Sioule peut représenter un intérêt migratoire au regard de cette espèce.** Historiquement, des géniteurs ont été capturés par des pêcheurs à la ligne à l'aval de cet ouvrage.

Roanne

Une alose a été observée le 12 avril 2018 à la station de comptage de Roanne. Depuis la mise en service de la station de comptage en 2012, deux aloses avaient été comptabilisées le 13 juin 2013 et le 22 mai 2017.

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 9 524 lamproies a été dénombré aux stations de comptage en 2018. L'espèce a été dénombrée quasi-exclusivement sur le bassin de la Vienne, avec 55 % des passages sur la Creuse à Descartes et 45 % sur la Vienne à Châtelleraut (Figure 162). Seul 1 individu a été compté à Decize sur la Loire. Aucune lamproie n'a été observée à Vichy sur l'Allier, à Gueugnon sur l'Arroux et à Roanne sur la Loire.

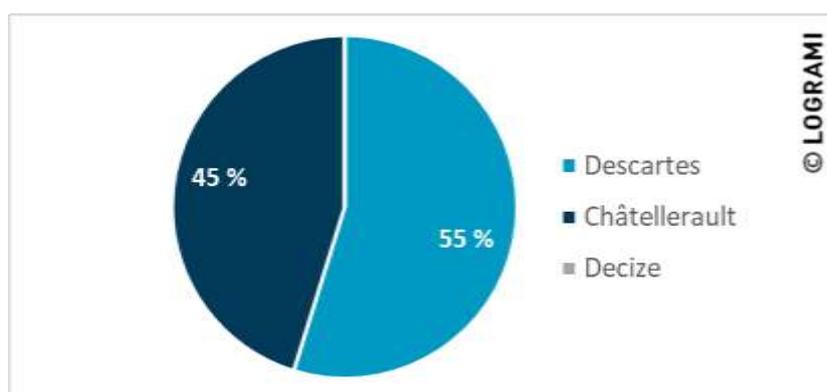
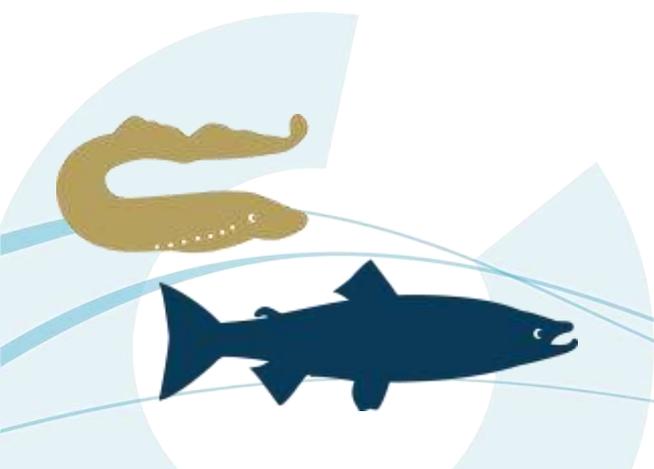


Figure 162 : Répartition des effectifs de lamproies marines aux stations de comptage du bassin de la Loire en 2018

Depuis 2007, la répartition est similaire : en moyenne 99,6 % +/- 1,1 des lamproies sont observées aux stations de comptage du bassin de la Vienne (Figure 163). 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 assez proche de celles des autres années (en moyenne depuis 2007 49 % à Descartes et 51 % à Châtelleraut).



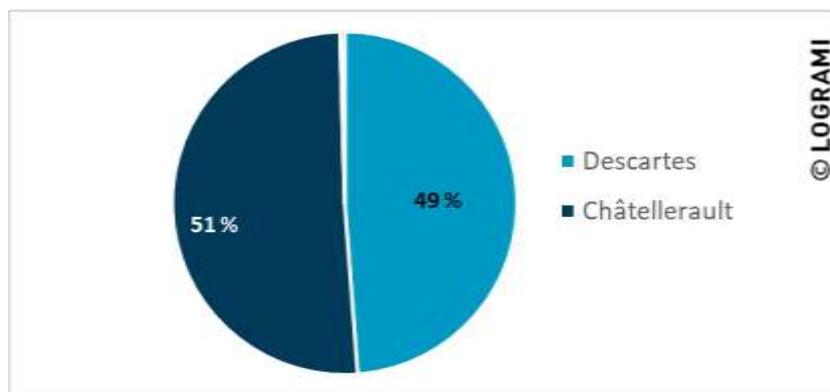


Figure 163 : Répartition des effectifs de lamproies marines aux stations de comptage du bassin de la Loire en moyenne sur la période 2007-2018

Descartes

En 2018, 5 218 lamproies marines ont franchi le barrage de Descartes. Avec les comptages des années 2011 et 2017, cet effectif est l'un des plus faibles de l'historique. Il est très éloigné de la moyenne des années précédentes (18 267 +/- 13 110). Ces faibles retours associés à l'absence de reconduction d'années à très forts effectifs sont inquiétants quant au devenir à long terme de la population sur le bassin de la Vienne. (Figure 164).

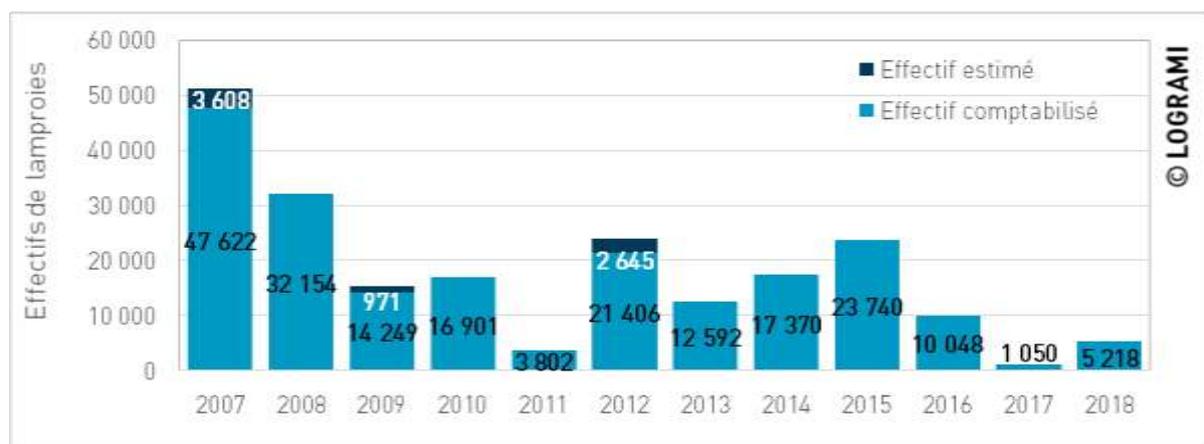


Figure 164 : Bilan des passages de lamproies marines à la station de comptage de Descartes de 2007 à 2018

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.

Châtelleraut

En 2018, seulement 4 305 lamproies marines ont été comptabilisées à Châtelleraut. Avec l'année 2017, il s'agit d'un des effectifs le plus faible depuis le début du suivi en 2004 (Figure 165). Cet effectif est beaucoup plus faible que la moyenne interannuelle (20 342 +/- 13 398). Tout comme à Descartes, ces résultats interrogent sur le devenir de l'espèce à long terme sur le bassin de la Vienne.

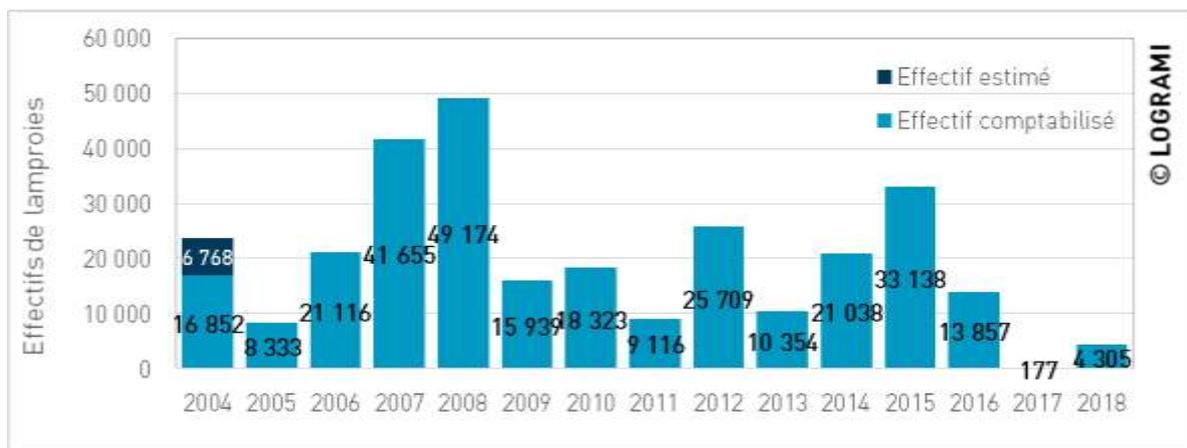
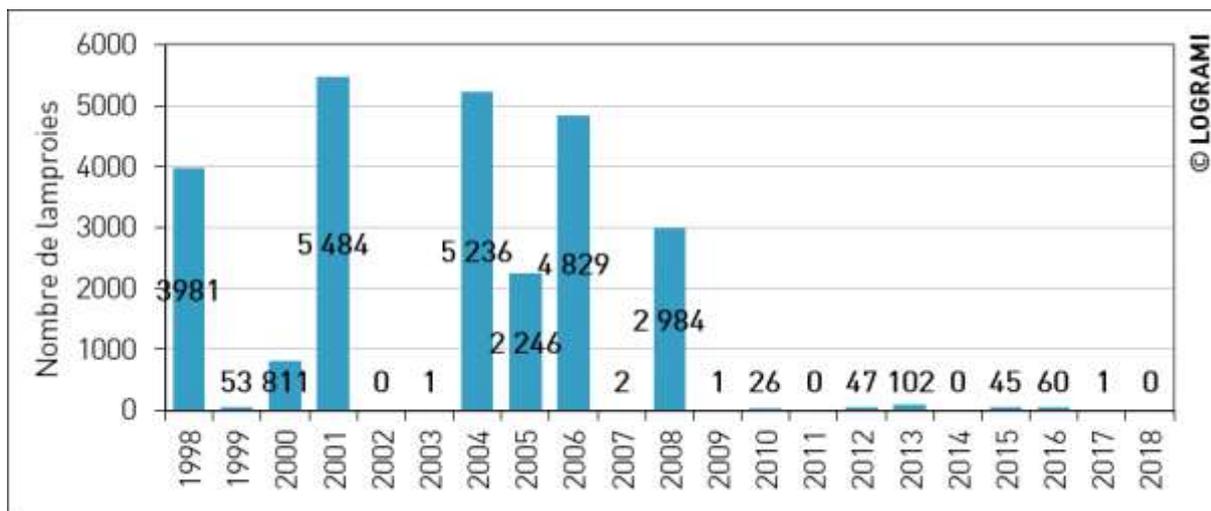


Figure 165 : Bilan des passages de lamproies marines à la station de comptage de Châtelleraut de 2004 à 2018

Decize

En 2018, aucun individu n'a été comptabilisé au barrage de Decize. Depuis le début des comptages à la station de Decize en 1998, les effectifs varient de 0 à 5 484 individus (Figure 166). Les variations interannuelles sont très importantes. L'importance de certains effectifs annuels 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 du bassin de la Vienne peuvent être à l'origine d'une réorientation migratoire de l'espèce vers un axe privilégié.

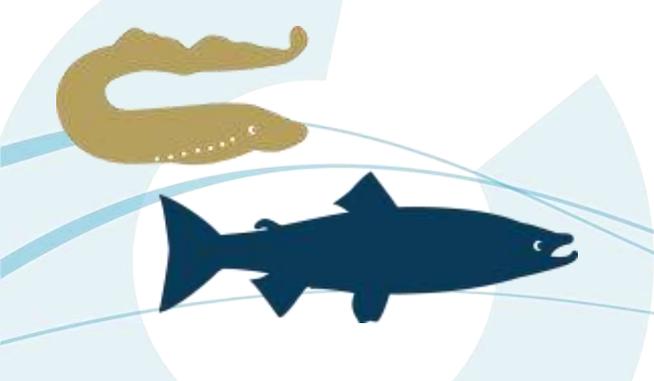
Depuis 2009, les effectifs sont très faibles avec une moyenne interannuelle de 31 individus +/- 29.



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

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

Figure 166 : Bilan des passages de lamproies marines à la station de comptage de Decize de 1998 à 2018



Gueugnon

Sur le bassin de l'Arroux, à la station de comptage de Gueugnon, aucune lamproie n'a été comptabilisée en 2018 (Figure 167). 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.

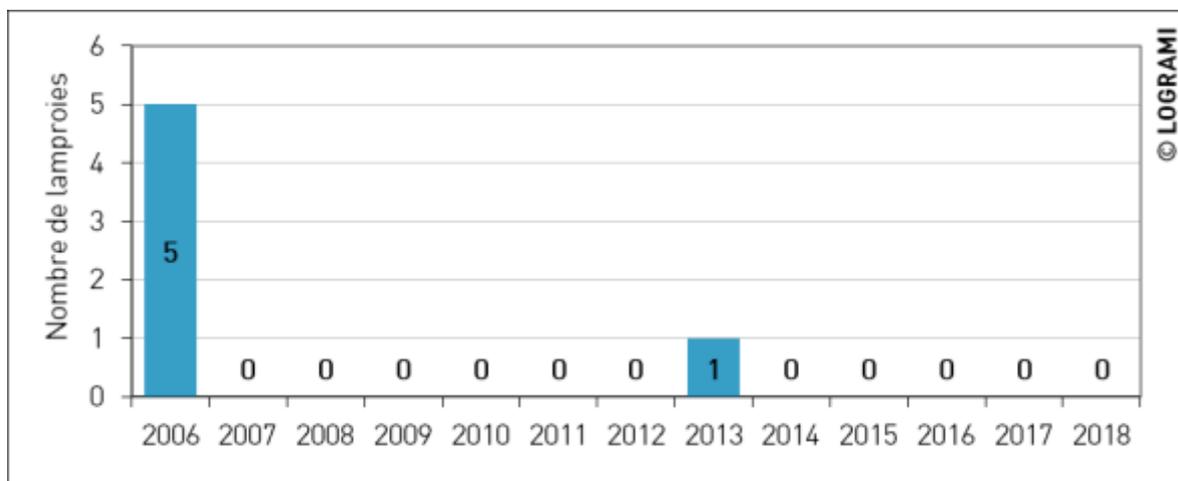


Figure 167 : Bilan des passages de lamproies marines à la station de comptage de Gueugnon de 2006 à 2018

Vichy

Les effectifs contrôlés sur l'Allier à la station de Vichy depuis 1997 sont faibles et très variables (Figure 168). 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 2018, aucun individu n'a été contrôlé à la station de comptage de Vichy.

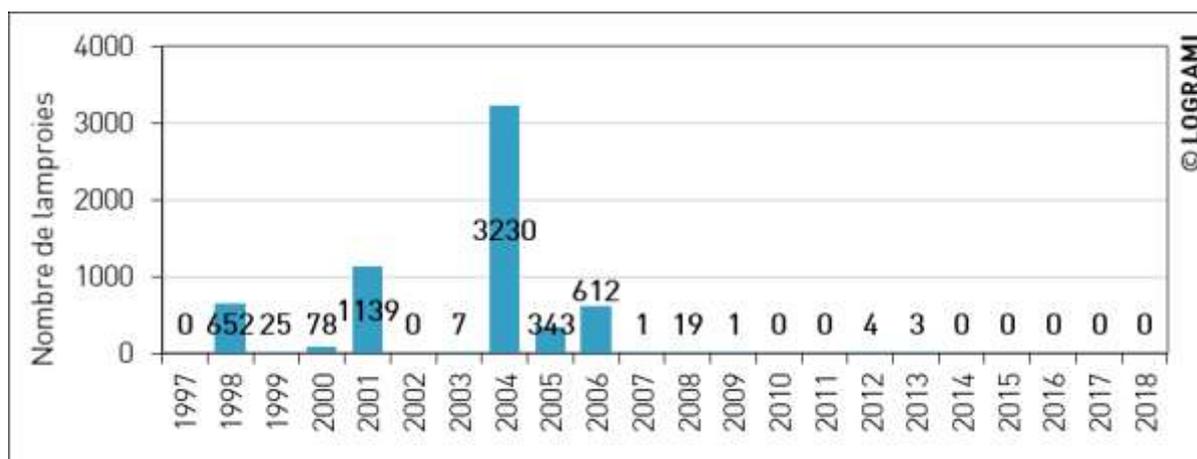


Figure 168 : Bilan des passages de lamproies marines à la station de comptage de Vichy de 1997 à 2018

Roanne

Depuis la mise en service de 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 2018, 479 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 169). 7 % de la population ont été contrôlés 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 (1 %) et sur la Vienne à Châtelleraut (1 seul saumon). Les saumons comptés à Decize sont très certainement issus du programme de réintroduction mené sur le bassin de l'Arroux.

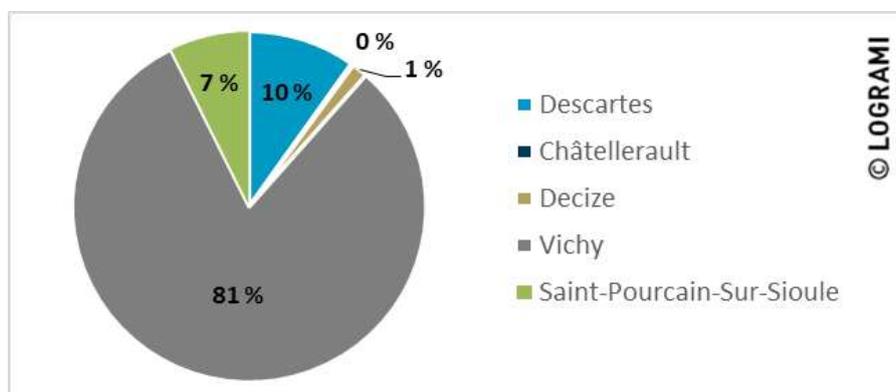


Figure 169 : Répartition des effectifs de saumons aux stations de comptage du bassin de la Loire en 2018

La répartition des passages en 2018 (sans la Sioule) est similaire à celle des années précédentes. 11 % des saumons ont été comptés sur la Creuse, 88 % sur l'Allier et 2 % sur la Loire, contre en moyenne depuis 2007, 12 % +/- 3 des saumons sur le bassin Creuse-Gartempe, 85 % +/- 4 sur l'Allier et 2 % +/- 1 sur la Loire amont (Figure 170).

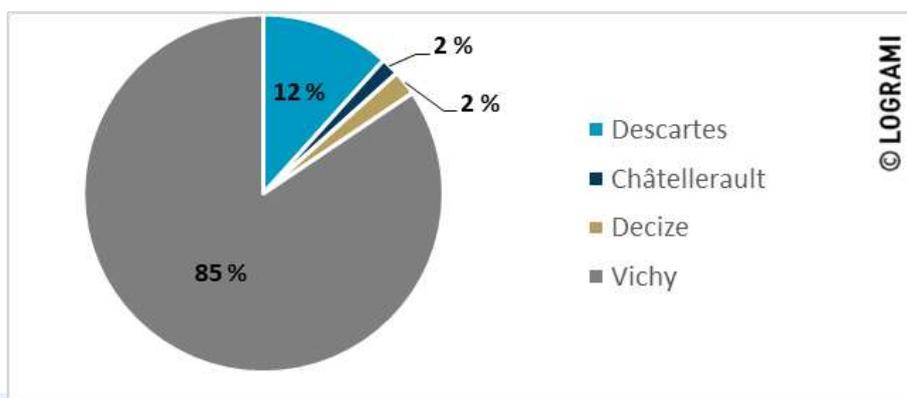


Figure 170 : Répartition des effectifs de saumons aux stations de comptage du bassin de la Loire entre 2007 et 2018

Axe Vienne-Creuse-Gartempe

Descartes

Sur la Creuse, en moyenne 89 saumons +/- 49 franchissent chaque année l'ouvrage de Descartes. Les effectifs ont fortement augmenté entre 2011 et 2017, avec une moyenne de 125 saumons comptabilisés +/- 40. L'effectif de 2018 est le plus faible rencontré depuis 2011 avec seulement 47 saumons observés (Figure 171).

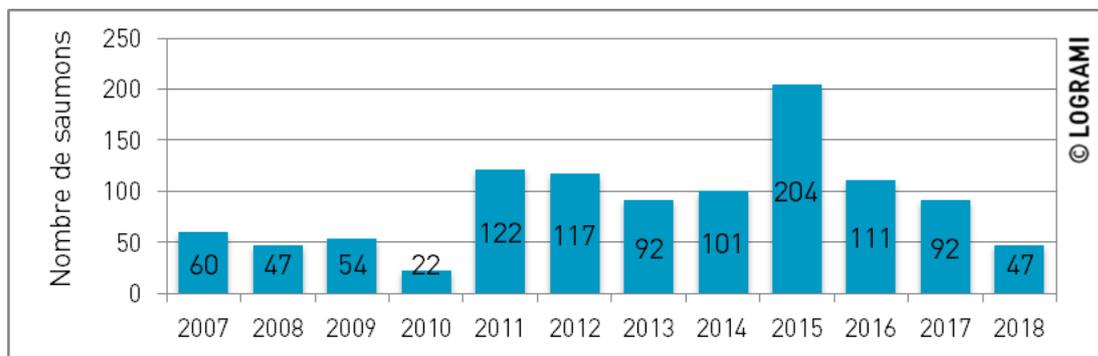


Figure 171 : Bilan des passages de saumons à la station de comptage de Descartes de 2007 à 2018

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.

Châtelleraut

En 2018, 1 seul saumon a franchi l'ouvrage de Châtelleraut. Le nombre de saumons observés à cette station est généralement très faible (Figure 172). La provenance des saumons comptés à Châtelleraut est certainement exogène et témoigne des possibilités de divagation malgré un comportement de homing avéré pour l'espèce. Ce constat est confirmé par le fait qu'aucun soutien d'effectif n'est réalisé sur la Vienne et que les zones favorables à sa reproduction sont actuellement inaccessible. En effet, elles se situent en amont du complexe hydroélectrique de l'Isle Jourdain, composé de trois barrages actuellement infranchissables. Malgré cette impossibilité d'effectuer la reproduction, la présence de ces saumons confirme l'intérêt de l'espèce pour cet axe migratoire historique et des individus divaguant y sont régulièrement comptabilisés.

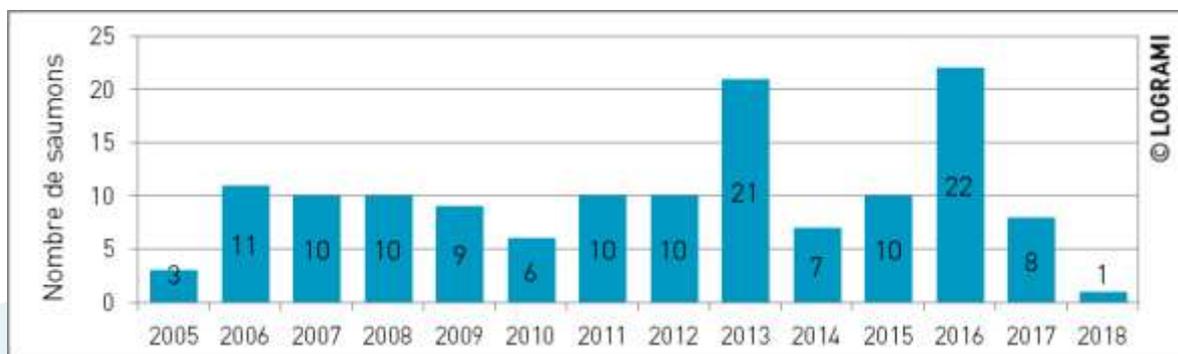


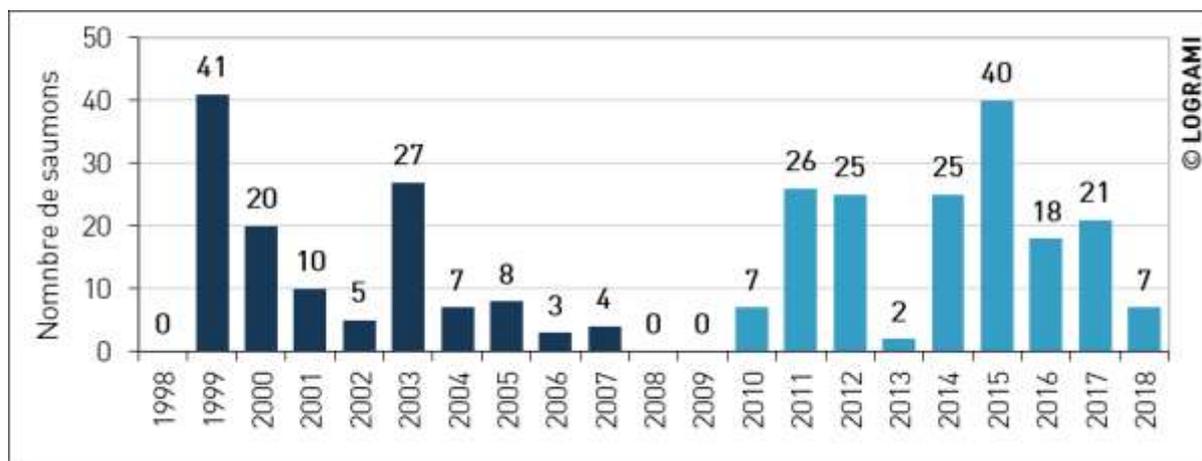
Figure 172 : Bilan des passages de saumons à la station de comptage de Châtelleraut de 2005 à 2018

Axe Loire

Decize

Sur la Loire amont, à la station de comptage de Decize, en moyenne 14 saumons +/- 11 franchissent chaque année l'ouvrage (Figure 173). Ces effectifs varient fortement d'une année à 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 2009-2017 est de 18 individus +/- 10 individus contrôlés. Avec un effectif de 7 individus, l'année 2018 constitue une année de migration faible.

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 sont réalisés. Malgré un comportement de homing avéré pour le saumon, certains individus peuvent également provenir du bassin de l'Allier par divagation.



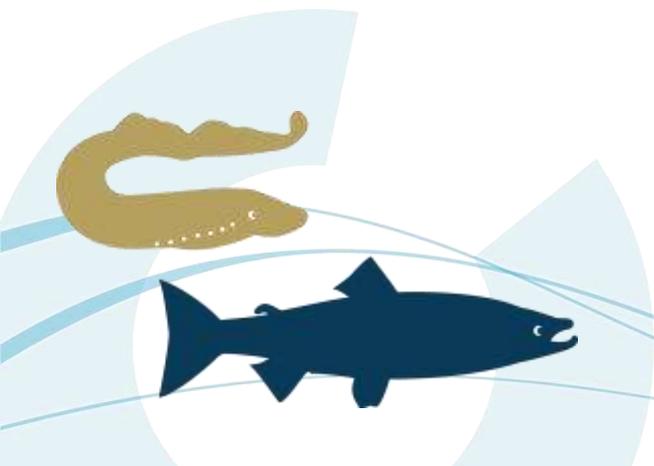
* Les moyens mis en œuvre jusqu'en 2008 à la station de Decize (station de comptage à visualisation par le dessus) ne permettaient pas d'avoir un comptage exhaustif des individus sur l'ensemble de la saison de migration. En effet, ces suivis n'étaient pas réalisés sur toute l'année, mais uniquement durant 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 173 : Bilan des passages de saumons à la station de comptage de Decize de 1998 à 2018

Gueugnon

Les résultats du suivi de la station de comptage de Gueugnon depuis 2006 mettent en avant un faible contingent de saumons sur le bassin de l'Arroux. Entre 2006 et 2018, 41 individus ont franchi la station de comptage (moyenne de 3 poissons +/- 3) (Figure 174). En 2018, aucun individu n'a été comptabilisé à Gueugnon. Ces faibles résultats obtenus depuis 2006 ne sont pas à la mesure des efforts réalisés pour la réintroduction du saumon sur ce bassin depuis 1998.



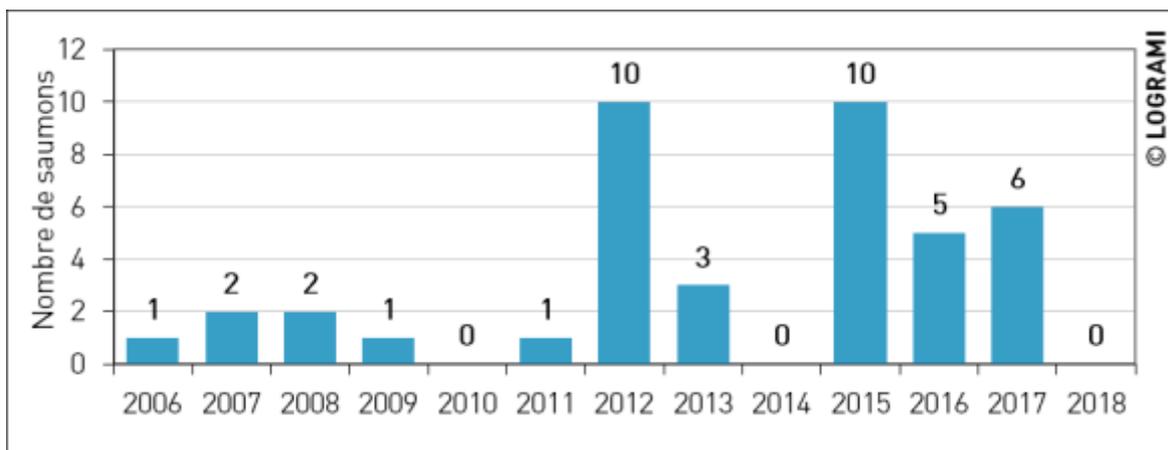


Figure 174 : Bilan des passages de saumons à la station de comptage de Gueugnon de 2006 à 2018

En moyenne depuis 2006, 23 % +/- 16 des saumons contrôlés à Decize arrivent jusqu'au barrage de Gueugnon situé à 74 km en amont. Certaines années (2010, 2014 et 2018), une perte en ligne totale est constatée entre les deux stations (Figure 175).

Les années 2008, 2009 et 2013 ont été retirées 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.

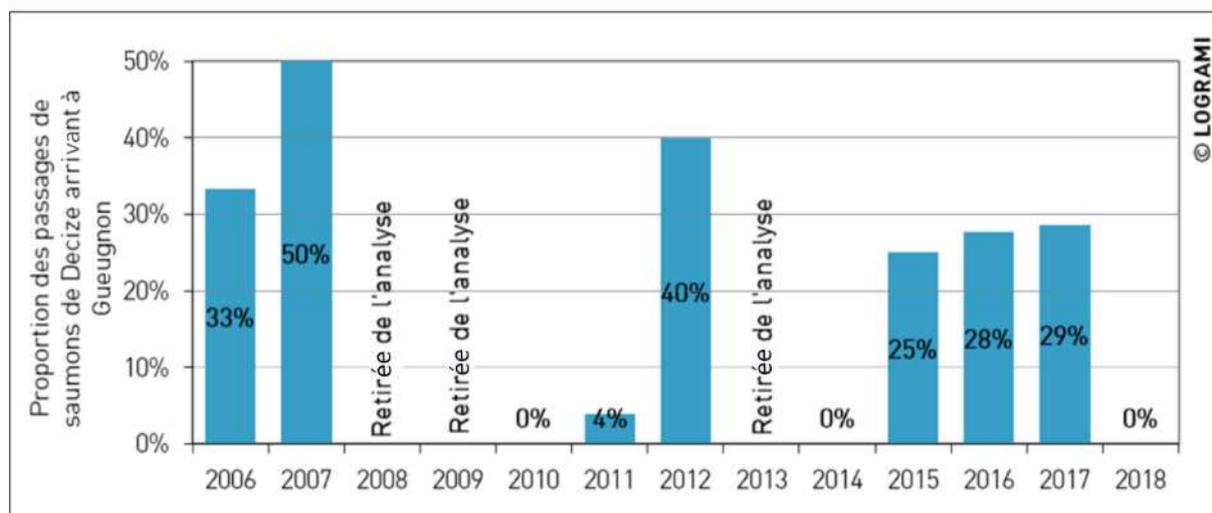


Figure 175: Proportion des saumons comptabilisés à la station de comptage de Decize arrivant à la station de comptage de Gueugnon de 2006 à 2018

Roanne

En 2018, aucun saumon n'a été observé à la station de comptage. Deux saumons avaient été observés à cette station en 2012 (dont 1 qui dévale quelques jours plus tard), un en 2015 (dévale quelques jours plus tard) et un en 2017. 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.

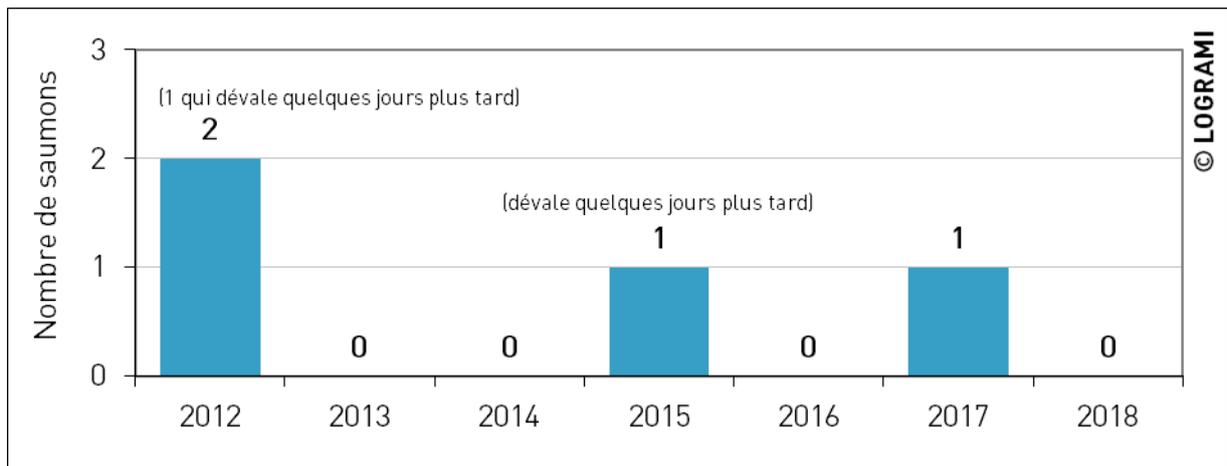


Figure 176 : Bilan des observations de saumons à la station de comptage de Roanne de 2012 à 2018

Ainsi concernant l'axe Loire -Arroux, une partie des individus remonte probablement la Loire amont sur l'axe principal de la Loire ou d'autres affluents (Besbre, Aron...) qui accueillent historiquement des saumons. Les quelques observations ponctuelles de la station de comptage de Roanne confirment cette hypothèse.

Par exemple en 2012, sur le contingent des 25 saumons comptabilisés à Décize, 40% atteignent Gueugnon (10 individus), 8% Roanne (2 individus) et 52% ne sont dénombrés à aucune station de l'axe (13 individus) (Figure 177).

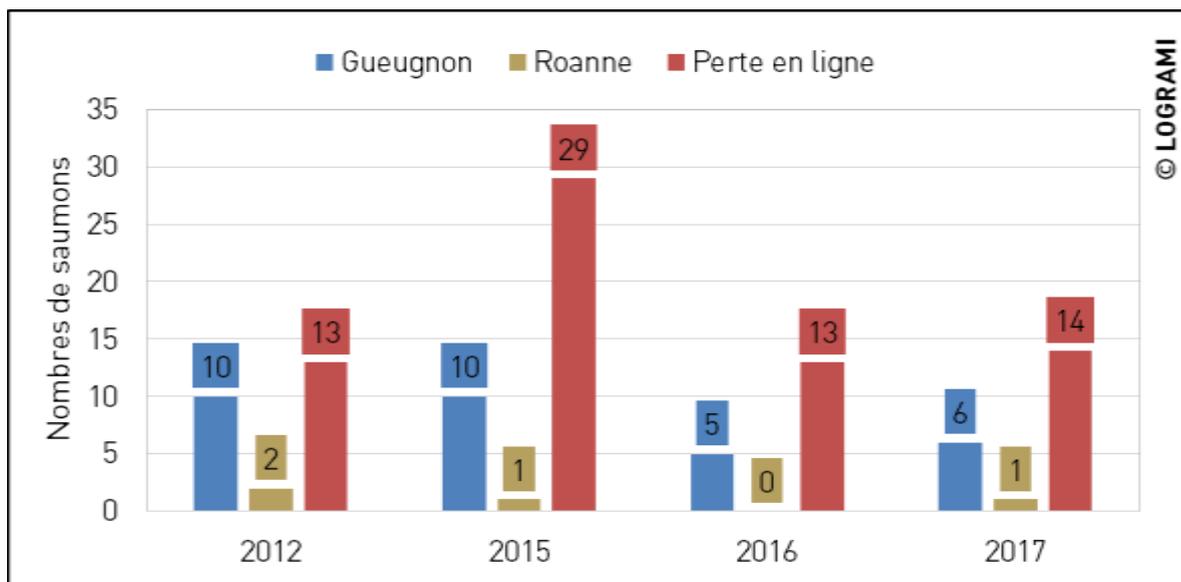


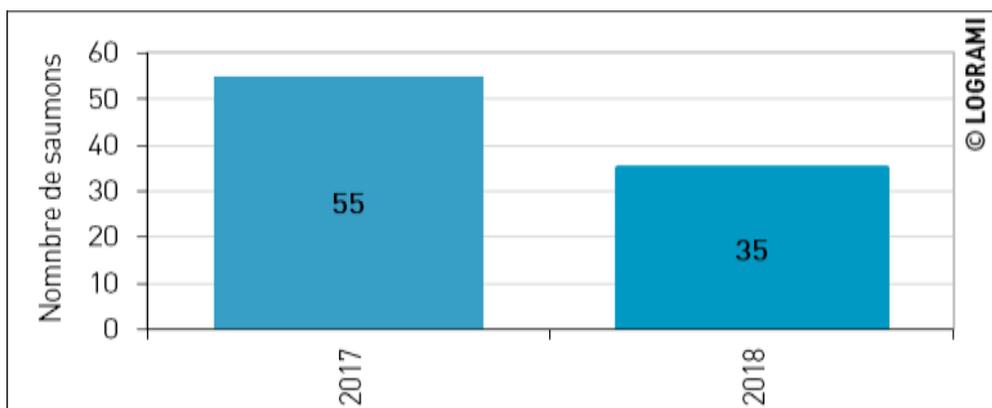
Figure 177 : Répartition des saumons comptabilisés à la station de Decize pour les années 2012, 2015, 2016 et 2017

Dans tous les cas, il est très probable qu'une forte proportion de ces individus ne parviennent pas à se reproduire.

Axe Sioule à Saint-Pourçain-sur-Sioule

En 2018, 35 individus ont été comptabilisés à la station de comptage de St Pourçain sur Sioule. Contrairement à 2017, le dispositif vidéo ayant fonctionné en permanence, le comptage réalisé à l'usine de Moulin Breland est complet en 2018 (pas de comptage au barrage). Cependant, le comptage au

niveau de l'ensemble de cet ouvrage n'est pas exhaustif étant donné qu'il existe une seconde voie de passage non contrôlée par vidéo au niveau de la passe à poissons du barrage.



** Le comptage des individus à la station de Saint Pourçain sur Sioule en 2017 est non exhaustif (Installation dispositif de vidéo-comptage le 17 mai).

Figure 178 : Bilan des passages de saumons à la station de comptage de St Pourçain sur Sioule en 2017 et 2018

Axe Allier

Vichy

Depuis le début du suivi à la station de comptage en 1997, la moyenne interannuelle s'élève à 608 individus +/- 216. La meilleure année est enregistrée en 2003 avec 1 238 individus. A contrario, la plus faible année est 2010 avec 227 saumons. Depuis 2011, la moyenne interannuelle est en augmentation 727 individus +/- 182 contre 540 +/- 180).

En 2018, 389 saumons ont été recensés aux passes à poissons de Vichy (Figure 179).

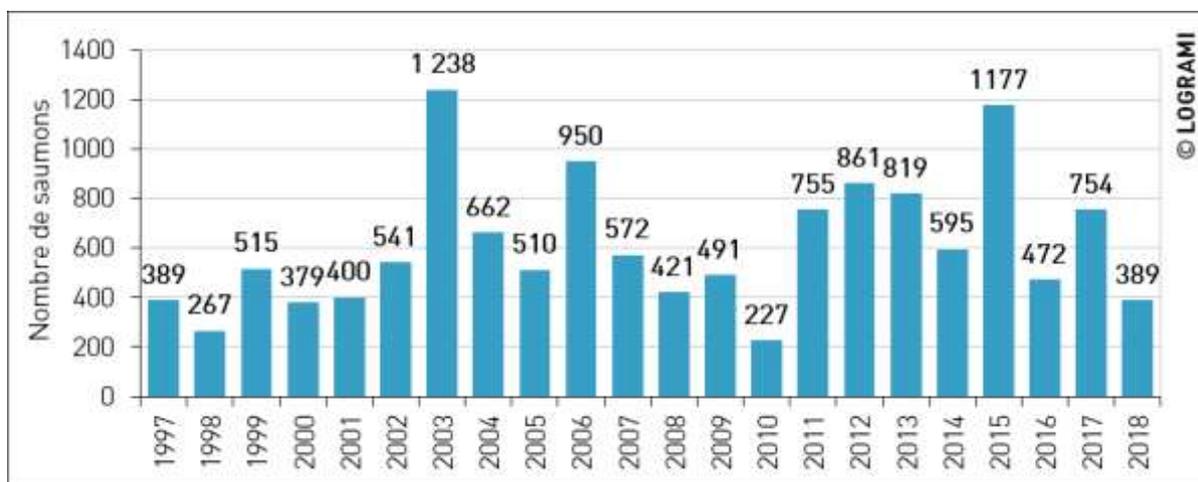


Figure 179 : Bilan des passages de saumons à la station de comptage de Vichy de 1997 à 2018

Pour mener à bien le programme de déversement, des captures de saumons sont réalisées chaque année sur le bassin de l'Allier. Avant 2009, la totalité des saumons était capturée au barrage de la Bageasse (Vieille Brioude, 43). En 2009, une partie des géniteurs a été capturée au printemps à Vichy et une autre partie à l'automne à la Bageasse. Depuis 2010, les individus sont capturés uniquement au niveau de la station de piégeage de Vichy. L'opération de piégeage des saumons est assurée actuellement par le CNSS. En moyenne, depuis 1997, 38 individus +/- 19 par an sont capturés pour

participer au programme de soutien d'effectifs. En 2018, 47 géniteurs (12% des saumons en migration) ont été prélevés de l'Allier pour le programme de déversement.

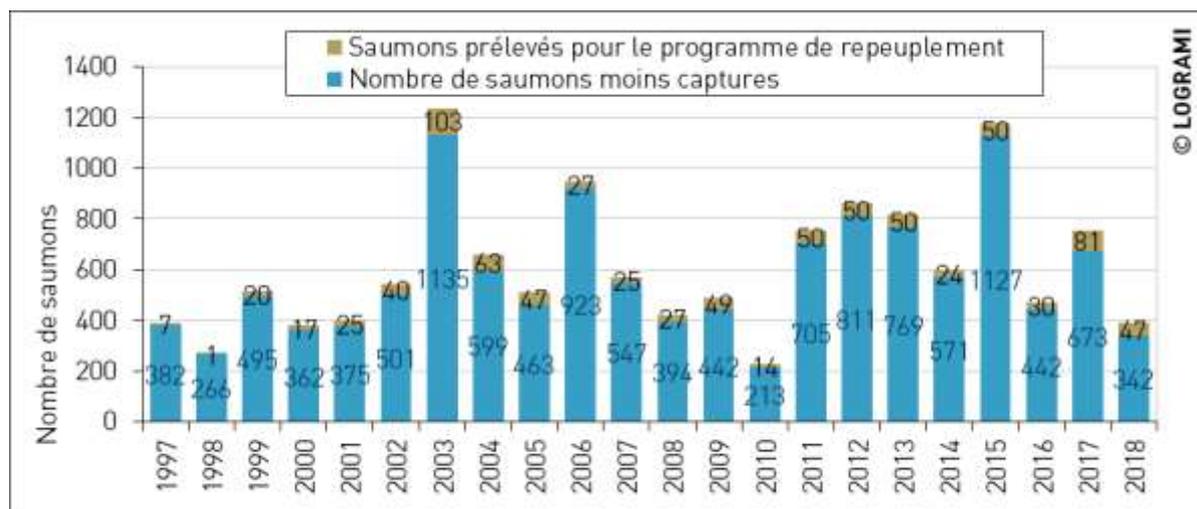


Figure 180 : Bilan des effectifs de saumons à la station de comptage de Vichy et des captures pour le programme de repeuplement (tous sites de piégeage confondus) de 1997 à 2018

Langeac

Les comptages à Langeac ont été menés de 2004 à 2008 puis stoppés pour des raisons de sécurité, de dégradation des locaux et de suppression des liaisons électrique et vidéo. Les comptages ont repris en 2016. Le comptage des saumons au barrage doit être considéré comme partiel. En effet, l'enregistrement vidéo au barrage a dysfonctionné lors de la reprise automnale de la migration des saumons entre le 15 septembre et le 5 octobre. L'effectif de 102 individus comptabilisé en 2018 n'est donc pas exhaustif.



Figure 181 : Bilan des passages de saumons à la station de comptage de Langeac de 2004 à 2018

En 2018, les effectifs filmés au barrage et à l'usine de Langeac représentent 30 % des passages contrôlés à Vichy. Ce pourcentage est similaire à la moyenne interannuelle depuis 2004 (25 % +/- 6,8).



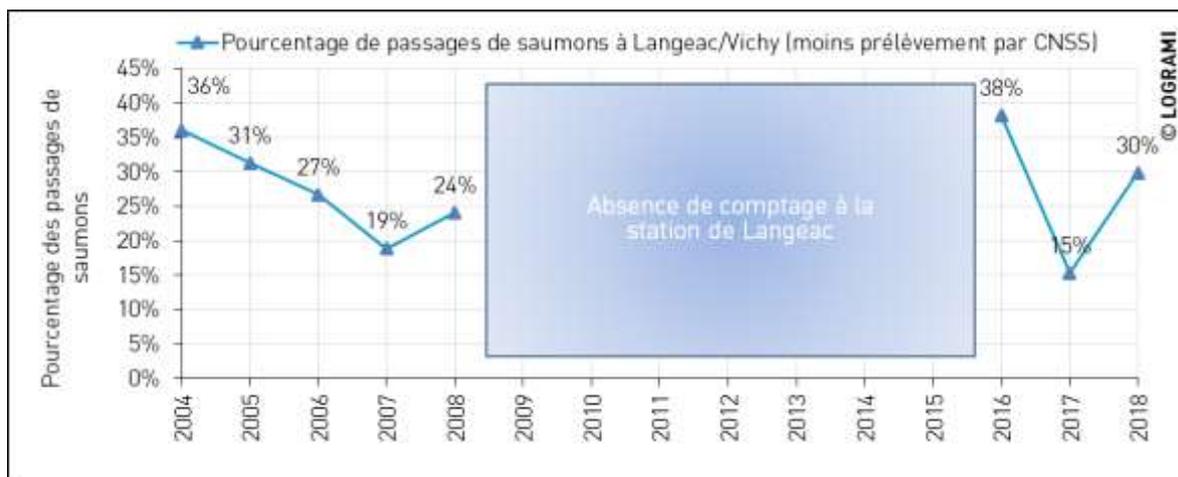


Figure 182 : Evolution des pourcentages de passages de saumons entre Vichy et Langeac de 2004 à 2018

Poutès

Depuis 1986, les effectifs comptabilisés à la station de Poutès ont oscillé entre 3 et 154 individus (Figure 183). La moyenne interannuelle calculée depuis 1986 est de 54 saumons +/- 35. En 2018, 19 saumons ont franchi le barrage. Ils représentent seulement 5,6 % des individus comptabilisés à Vichy contre 12 % +/- 7 en moyenne depuis 1997 et 18% des individus comptabilisés à Langeac contre 41 % +/- 12 en moyenne depuis 2004 (déduction faite des poissons prélevés pour le repeuplement) (Figure 184). Ces faibles taux de transfert entre Vichy/Poutès et Langeac/Poutès sont étonnants au regard des forts débits rencontrés à l'automne 2018 qui auraient pu favoriser la progression des saumons sur la partie amont du bassin de l'Allier lors de la reprise migratoire automnale.

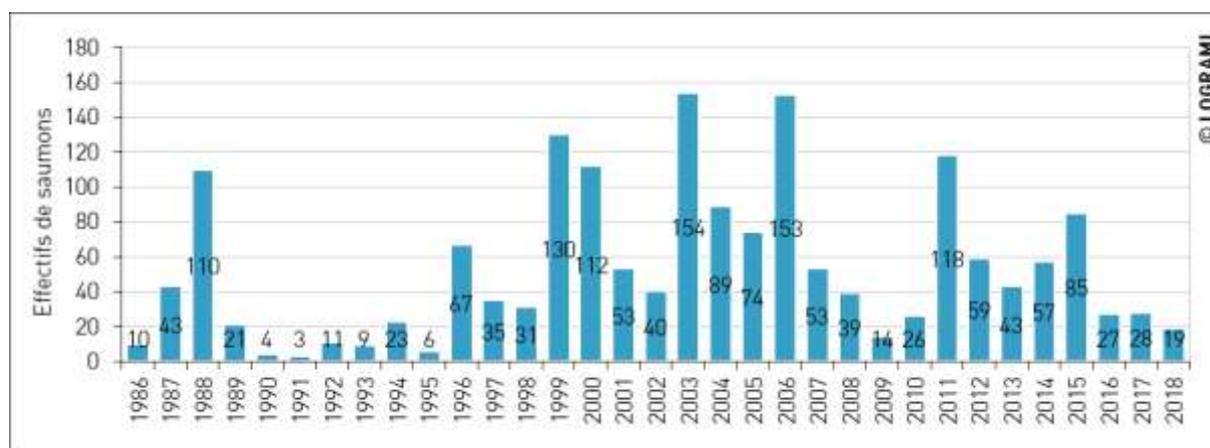


Figure 183 : Bilan des passages de saumons à la station de comptage de Poutès de 1986 à 2018



Figure 184 : Evolution des pourcentages de passages de saumons entre Vichy et Poutès de 1997 à 2018

5.1.1.4 Les effectifs de truite de mer

En 2018, 1 seule truite de mer a été comptabilisée, sur l'Allier à Vichy. Depuis le début des suivis, seulement 139 truites de mer ont été dénombrées sur l'ensemble des stations de comptage (54 à Vichy depuis 1997, 56 à Châtelleraut depuis 2004, 29 à Descartes depuis 2007 et 0 à Decize depuis 2009). Ces effectifs sont extrêmement faibles et confirment l'absence de population installée sur les axes contrôlés (Figure 185).

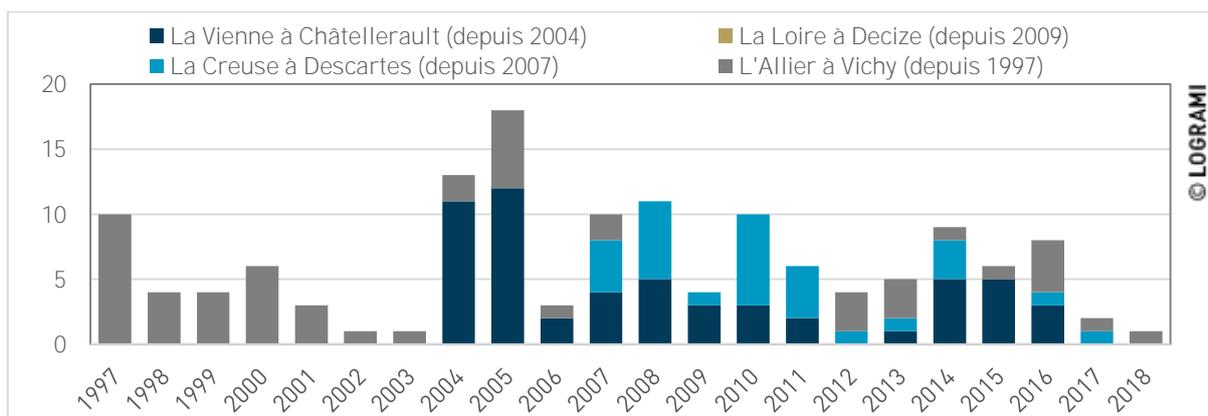


Figure 185 : Bilan des passages de truite de mer aux stations de comptage du bassin de la Loire de 1997 à 2018

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 dénombrement 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 leur capacité à produire des futurs géniteurs.

Descartes

Sur la Creuse à Descartes, 119 anguilles en montaison et 3 anguilles en dévalaison ont emprunté la passe à bassins en 2018. Il est probable que de nombreuses anguilles aient franchi le barrage par la passe spécifique située au centre du barrage.

Châtelleraut

Sur la Vienne à la station de comptage de Châtelleraut, les effectifs d'anguilles ont été très variables de 2004 à 2017 (Figure 186). En 2016, 7 156 anguilles ont franchi l'ouvrage alors qu'en 2011 seulement 47 individus ont été comptabilisés. Avec 8 520 anguilles en montaison, l'effectif de l'année 2018 est le plus important de la série de données, il est plus de 4 fois supérieur à la moyenne des années précédentes (1 954 anguilles +/- 1 988). Cela peut s'expliquer par les forts débits rencontrés durant la période de migration. Il est aussi possible qu'une partie de cet effectif provienne d'une action de repeuplement ayant eu lieu en 2013 sur l'aval de la Creuse. Sept anguilles argentées ont par ailleurs emprunté la passe à poissons en dévalaison en 2018.

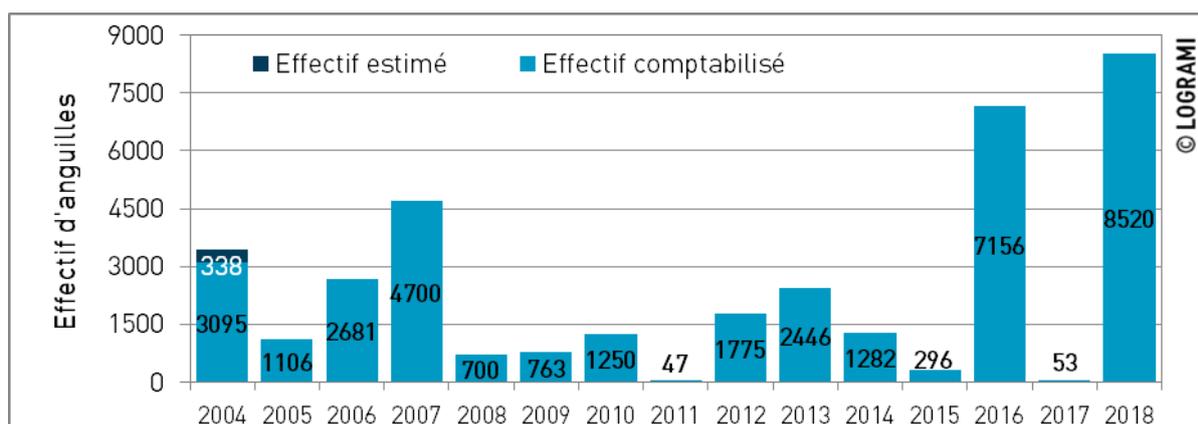


Figure 186 : Bilan des passages d'anguilles à la station de comptage de Châtelleraut de 2004 à 2018

Decize

Depuis l'installation de la station de comptage permanente en 2009 à Decize, des anguilles montantes et dévalantes peuvent-être comptabilisées (Figure 187).



Figure 187 : Bilan des passages d'anguilles à la station de comptage de Decize de 2009 à 2018

En 2018, pour les anguilles jaunes, 6 individus ont été totalisés. Les effectifs d'anguilles sont très variables et représentent, en moyenne depuis 2009, 29 individus +/- 23.

Concernant les anguilles argentées, aucun individu n'a été contrôlé. Les effectifs enregistrés depuis 2009 sont faibles et atteignent au maximum 4 individus en 2012 et 2013 (moyenne interannuelle = 1 individu +/- 1). Cependant, sur cet ouvrage en plus des dévalaisons par surverses, les entrefers des grilles permettent le passage des anguilles à travers les turbines.

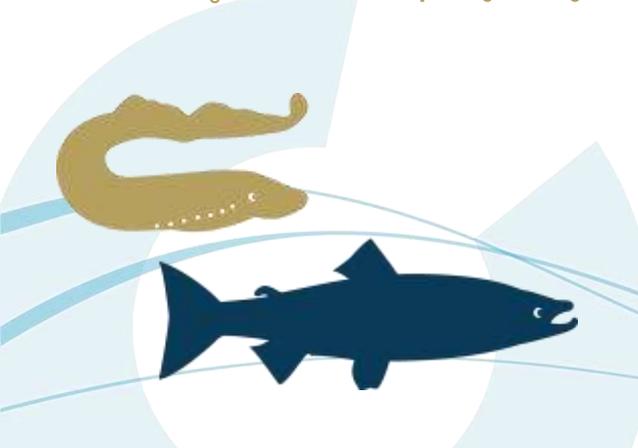
Gueugnon

Au cours de l'année 2018, 7 anguilles jaunes ont été comptabilisées à la station de comptage de Gueugnon (Figure 188). Une anguille argentée a également été observée.

Le contingent d'anguilles observé sur l'Arroux depuis 2008 est faible comparativement aux deux premières années de suivi (moyenne 2006-2007 anguilles jaunes : 52 +/- 3 ; moyenne 2006-2007 anguilles argentées : 42 +/- 21). 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 188 : Bilan des passages d'anguilles à la station de comptage de Gueugnon de 2006 à 2018



Vichy

Au cours de l'année 2018, 15 anguilles jaunes ont été observées dans les passes à poissons de Vichy (Figure 189). Aucune anguille argentée n'a été comptabilisée. Ces effectifs sont faibles par rapport aux données historiques. De 1997 à 2017, les effectifs sont très variables avec une moyenne de 279 +/- 258 anguilles jaunes et de 2 +/- 2 anguille argentées. 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 sur la Loire (Saumur, 49).



Figure 189 : Bilan des passages d'anguilles à la station de comptage de Vichy de 1997 à 2018

Poutès

A Poutès, le dispositif de franchissement n'est pas adapté à l'anguille, il arrive qu'une partie d'entre elles emprunte cependant l'ascenseur et ne s'échappe pas à travers les barreaux de la cage. En 2018, aucune anguille jaune n'est remontée par l'ascenseur en amont du barrage (Figure 190). Cet effectif est bien entendu en dessous de la moyenne interannuelle calculée entre 1986 et 2018 (26 anguilles jaunes +/- 26). 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 apicales du bassin de la Loire. Elles mettent en avant l'importance de l'aire de répartition de l'espèce. Cette information démontre que l'ensemble du bassin de la Loire est en mesure d'accueillir l'espèce.

Le dispositif de franchissement ne permet pas l'observation d'anguilles argentées dévalantes. Ces dernières doivent obligatoirement passer par les vannes du barrage ou par les turbines. Aucune anguille n'a jamais été observée sur l'exutoire de dévalaison (ouvert du 1^{er} mars au 15 juin) car la période ne correspond pas à l'activité migratoire de ces individus. Dans la perspective du nouvel aménagement, tant à la montaison qu'à la dévalaison, les passages d'anguilles sont susceptibles d'augmenter.

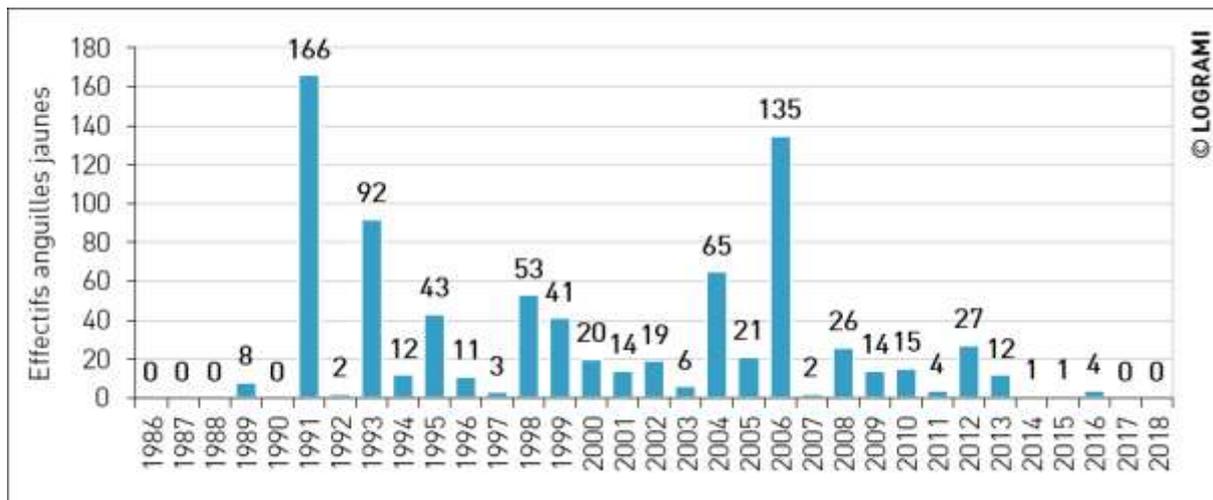


Figure 190 : Bilan des passages d'anguilles à la station de comptage de Poutès de 1986 à 2018

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 2018, 10 anguilles jaunes et 51 anguilles argentées ont été observées à la station de comptage de Roanne (Figure 191). La moyenne d'anguilles jaunes depuis 2012 est de 14 +/- 10 et la moyenne d'anguilles argentées de 34 +/- 7.

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 191 : Bilan des passages d'anguilles à la station de comptage de Roanne de 2012 à 2018

5.1.1.6 Les effectifs de mullets porcs

Tout comme l'anguille européenne, le mullet 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 contrôlée 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 2018, la quasi-totalité des mulets porcs a été comptée sur le bassin de la Vienne (81 % sur la Vienne à Châtelleraut et 19 % sur la Creuse à Descartes). Un seul individu a été observé à Decize sur la Loire.

Descartes

Sur la Creuse, à la station de comptage de Descartes, 49 mulets porcs ont été comptés en 2018. Cet effectif est très inférieur à la moyenne des années antérieures (171 +/- 136). Seulement 2 individus ont été observés en dévalaison (soit 4 % de l'effectif annuel). Habituellement, très peu de poissons réempruntent la passe pour rejoindre l'océan (en moyenne de 2004 à 2017 8 % +/- 7 de l'effectif annuel). L'attractivité de la passe pour la dévalaison étant très faible, la majorité des mulets franchit le barrage par les clapets.

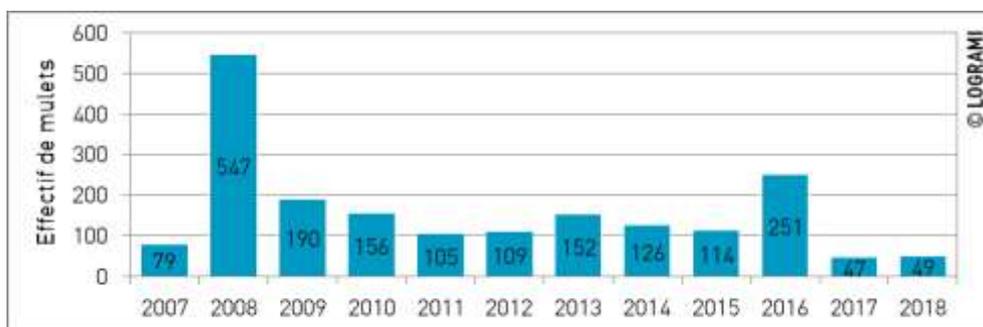


Figure 192 : Bilan des passages de mulets à la station de comptage de Descartes de 2007 à 2018

Châtelleraut

Sur la Vienne à la station de comptage de Châtelleraut, 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 193). En 2018, 209 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 2017, ce taux est légèrement plus faible (60 % +/- 22). Les autres individus ont pu emprunter les clapets pour dévaler ou être prédatés ou pêchés dans la retenue.

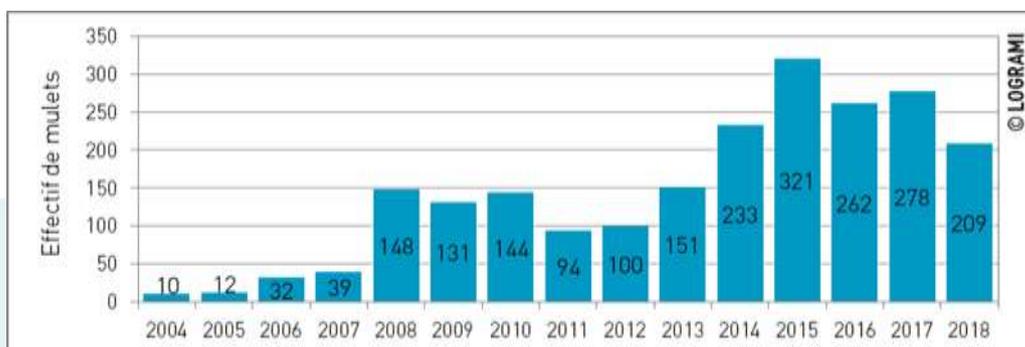


Figure 193 : Bilan des passages de muets à la station de comptage de Châtellerault de 2004 à 2018

Decize

En 2018, un mulet porc a franchi le barrage de Decize Saint Léger des Vignes sur la Loire le 2 août. Il mesure 53 cm. Les effectifs annuels de mulet comptabilisés à cette station sont très faibles (moyenne 2009-2018 = 2,2 individus +/-2,8 ; maximum = 13 individus en 2016).

Ce mulet n'a été observé ni à Gueugnon ni à Roanne.

Les muets se cantonnent généralement sur les parties basses des bassins versants. La présence de cet individu à 576 km de l'estuaire montre une certaine transparence migratoire sur la Loire aval et moyenne.

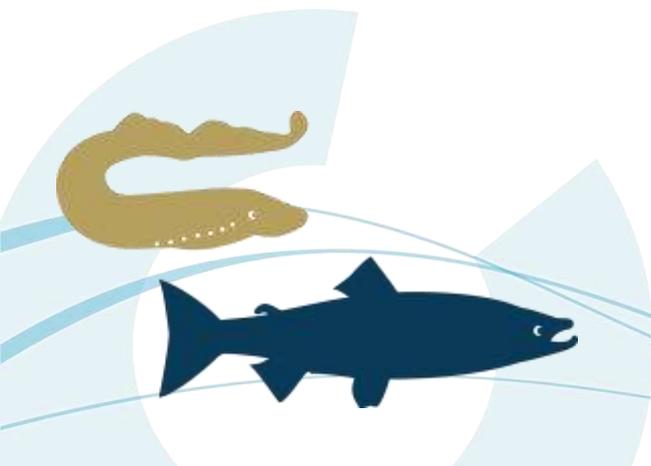
5.1.2. Suivi de la reproduction des aloses et relation avec les géniteurs potentiels comptabilisés aux stations de comptage sur la Loire et l'Allier

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 2009 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 2018 comprend l'étude de certaines frayères, situées à l'aval de Châtellerault sur la Vienne et plus à l'amont 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 194).



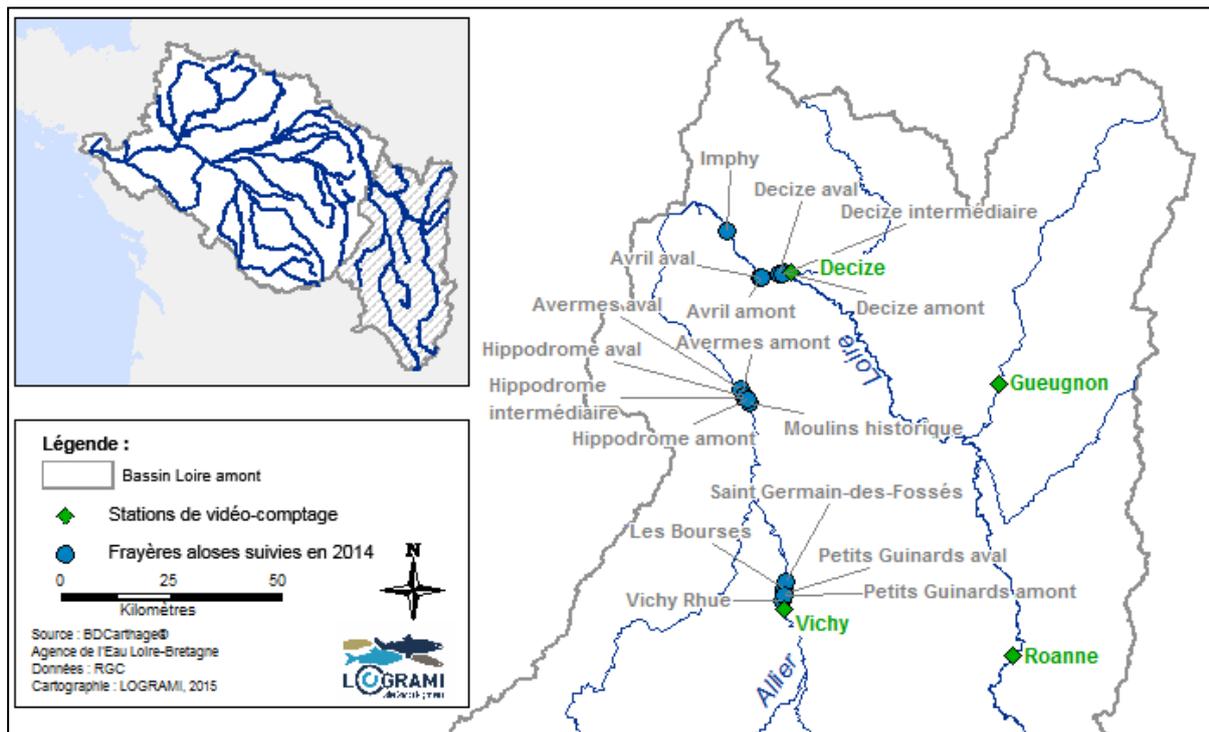


Figure 194 : Localisation des frayères références d'aloses sur le bassin de la Loire amont et de l'Allier

Les frayères suivies en 2018 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, la frayère d'Avril sur Loire a fait l'objet d'un suivi,
- sur l'Allier à l'aval du barrage de Vichy, la frayère de Vichy Rhue a également été suivie,
- aucune frayère n'a fait l'objet d'un suivi sur l'Allier à l'aval de Moulins. Les débits soutenus rencontrés sur le bassin de l'Allier en 2018 pendant la migration des aloses (mai-juin) ont pu faciliter le franchissement de la passe à poissons de Moulins. Pour cette raison, les prospections terrain n'ont pas été orientées sur ce secteur. Pour rappel, le suivi 2013 (BACH et al, 2014) a démontré qu'en condition de « basses eaux », la passe à poissons rive droite du pont de Régemortes s'avère difficilement franchissable. Ceci en raison de la création d'une chute aval que les aloses ne peuvent franchir (supérieure à 60 cm) les contraignant ainsi à se reproduire en aval de cet ouvrage.

5.1.2.2 Suivi de la reproduction des aloses sur la Vienne en aval de Châtellerault

Une seule nuit alose a été réalisée sur la Vienne sur la frayère de Châtellerault située 1 km à l'aval du barrage. Elle a eu lieu le 20 juin 2018. La température de l'eau de 23 °C était favorable à la reproduction des aloses. Aucun bull n'a cependant été entendu.

Le suivi a été tardif. En effet, au 20 juin, la migration des aloses était quasiment terminée (95 % des individus ayant franchi le barrage de Châtellerault en 2018 étaient comptabilisés). De plus les suivis de la reproduction des années précédentes indiquent qu'à cette date 90 % de la reproduction a déjà eu lieu. Malgré tout, compte tenu des conditions environnementales favorables, une activité de reproduction aurait dû être observée si les géniteurs étaient présents en nombre important sur cette frayère.

5.1.2.3 Suivi de la reproduction des aloses sur la Loire en aval de Decize

Sur l'ensemble de la période de reproduction de l'aloise en 2018, trois nuits d'observations ont été réalisées sur la frayère d'Avril sur Loire les 23 mai (Service départemental de l'AFB - 58), 19 juin et 6 juillet (Figure 195) avec une durée d'observation totale de 9h30. La température de l'eau relevée lors de chaque sortie nocturne était supérieure au seuil de 16°C. **Aucun bull n'a été observé lors de ces trois nuits.**

Au regard des passages d'aloses à la station de Decize, la nuit du 23 mai est celle qui présentait le plus de chance d'observation de bull. La migration s'est vue ralentie par l'augmentation des débits de la Loire mi-juin avec un pic de crue de 341 m³/s le 16 juin. L'augmentation de débit associée à la diminution de température a eu pour effet d'inhiber la migration des aloses. Seulement quatre individus ont été comptabilisés après cet épisode de fortes eaux. Ainsi, les deux sorties terrain du 19 juin et 6 juillet ont été réalisées tardivement en fin de période de reproduction.

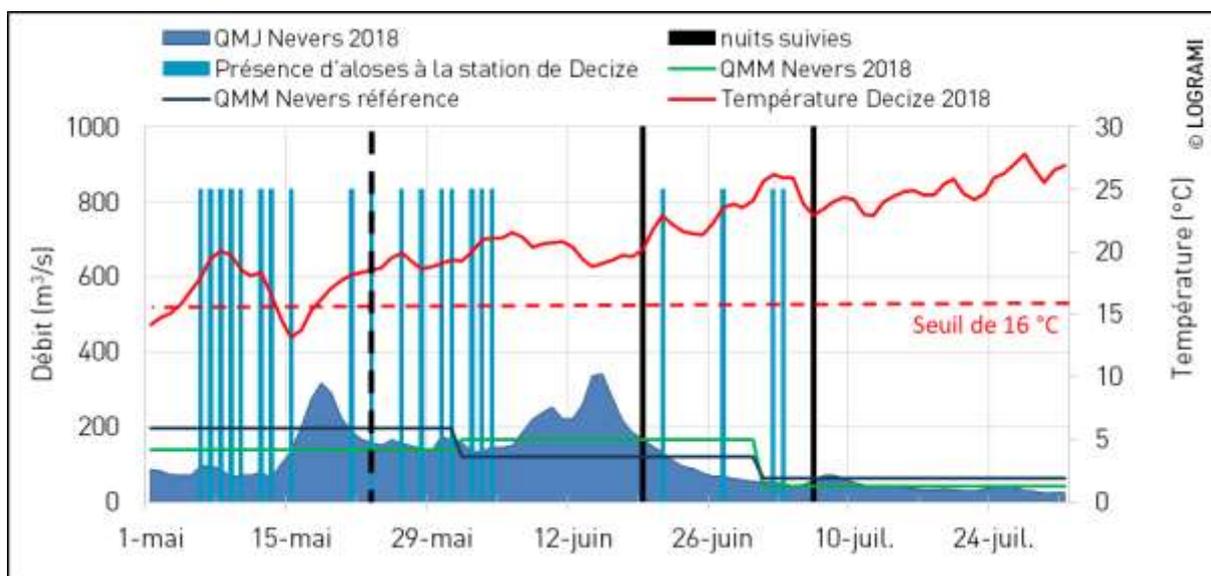
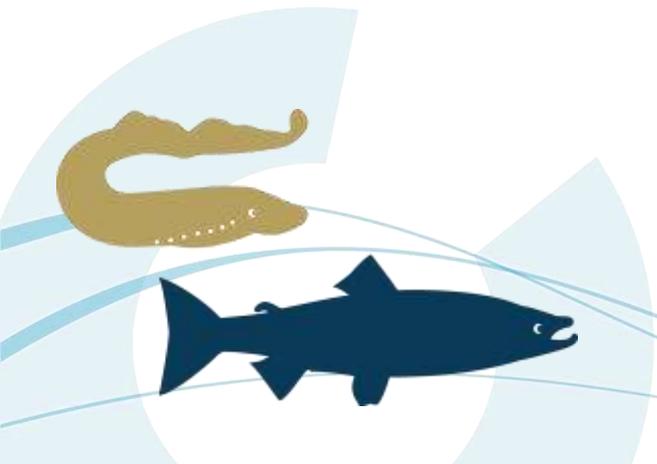


Figure 195 : **Température de la Loire à Decize et débit de la Loire à Nevers pendant le suivi de la reproduction de l'aloise** sur le secteur « aval Decize » en 2018 (Sources LOGRAMI et DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

5.1.2.4 Suivi de la reproduction des aloses sur l'Allier en Aval de Vichy

Sur l'ensemble de la période de reproduction de l'aloise en 2018, une seule nuit d'observation a été réalisée sur la frayère de Vichy Rhue le 24 mai entre 22h et 1h du matin (Figure 196). **Aucun bull n'a été observé.** Pour autant, la première alose avait été observée à la station de Vichy située quelques kilomètres en amont le 23 mai. La température de l'eau relevée lors de cette nuit était de 16,4 °C. Tout comme sur la Loire amont, les débits rencontrés pendant la période de reproduction au mois de juin sont élevés. En effet, les débits moyens mensuels de l'Allier mesurés à Saint-Yorre pour les mois de juin sont 1,8 fois plus importants que les débits mensuels de référence (cf. § 3.1.1.6).



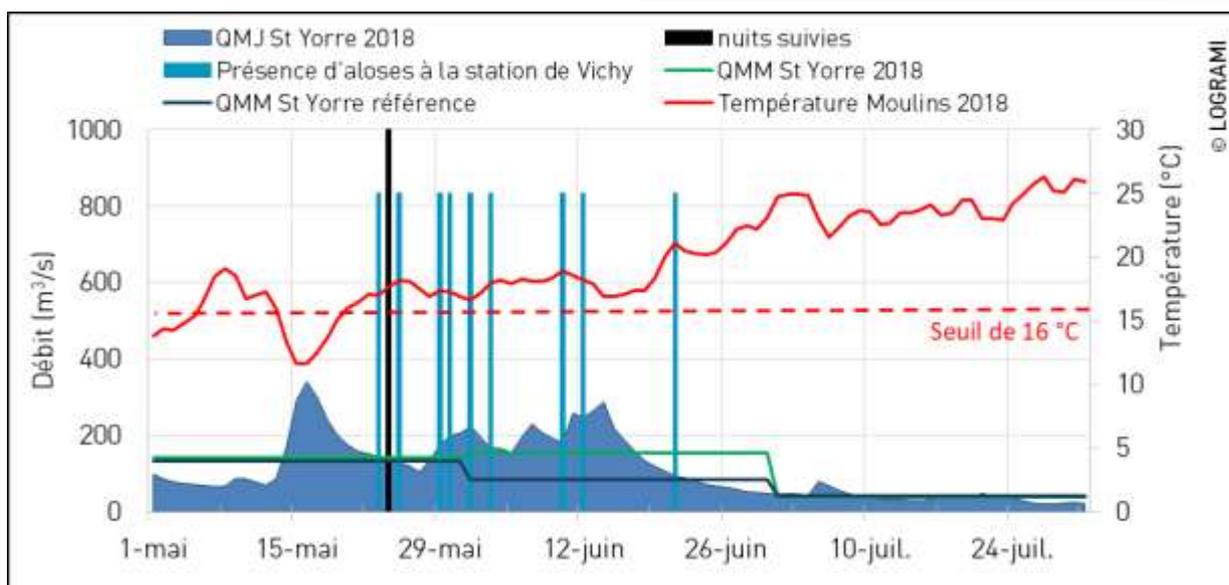


Figure 196 : Température de l'Allier à Moulins et débit de l'Allier à St Yorre pendant le suivi de la reproduction de l'aloise sur le secteur « aval Vichy » en 2018 (Sources LOGRAMI et DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

5.1.3. Relation géniteurs en migrations-frayères de saumon atlantique sur la Sioule

Depuis la mise en place de la station de comptage de Moulin Breland (Saint Pourçain sur Sioule) en 2017, un ratio frayères/géniteurs potentiels en amont peut être calculé pour la Sioule. En 2018, il s'élève à 0,51 frayères/géniteurs (Figure 197). Il est donc plus faible que celui calculé en 2017 (0,82) mais correspond à la moyenne calculée pour Vichy sur la période 2000-2017. Le caractère non exhaustif des comptages réalisés à Moulin Breland (passage possible par le barrage sans comptabilisation) nous oblige à interpréter prudemment cette valeur. Il est possible que la baisse observée entre 2017 et 2018 soit liée à un échappement au comptage plus faible (cf. § 4.3.1.2) et à une survie estivale moins importante (mortalité et dévalaisons constatées en 2018 mais pas en 2017 (cf. § 3.3.3.2)).

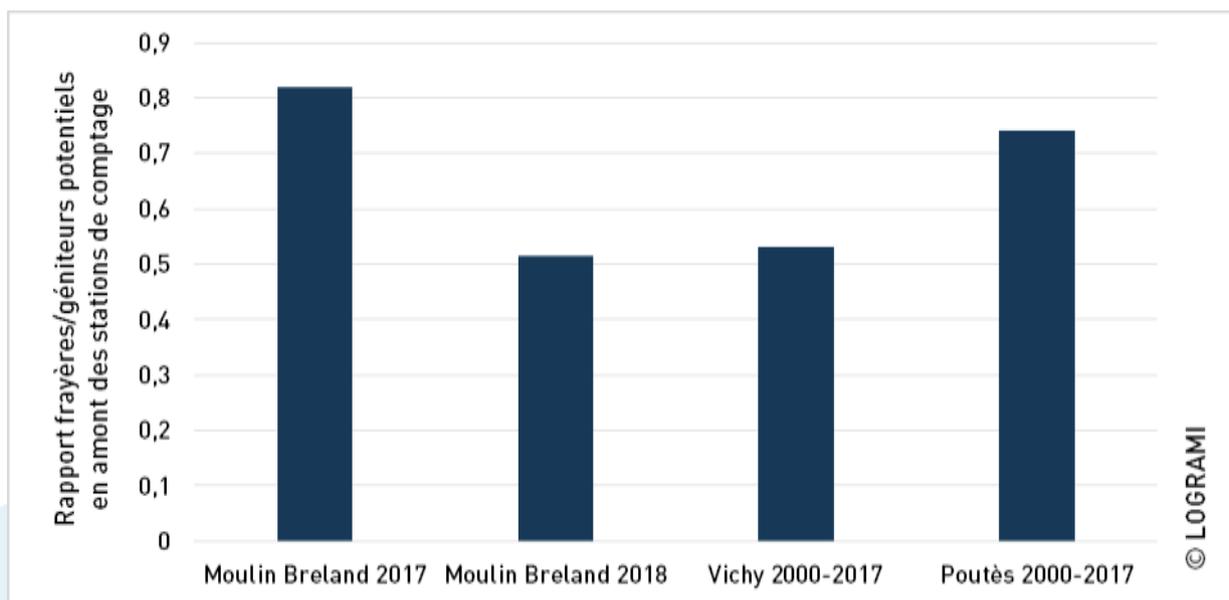


Figure 197 : Evolution du rapport « frayères/géniteurs potentiels » en amont de la station de comptage de Moulin Breland sur la Sioule et comparaison avec les moyennes historiques de Vichy et Poutès

5.2. Relation entre le nombre de nids et l'abondance et la distribution des juvéniles

5.2.1. Allier

Depuis l'établissement de la zone refuge de l'Allier en 2008, 5 années de comptages de frayères permettent d'établir une relation entre le nombre de frayères comptées l'année n-1 sur un secteur et la densité moyenne de juvéniles de l'année n sur ce même secteur (Figure 198).

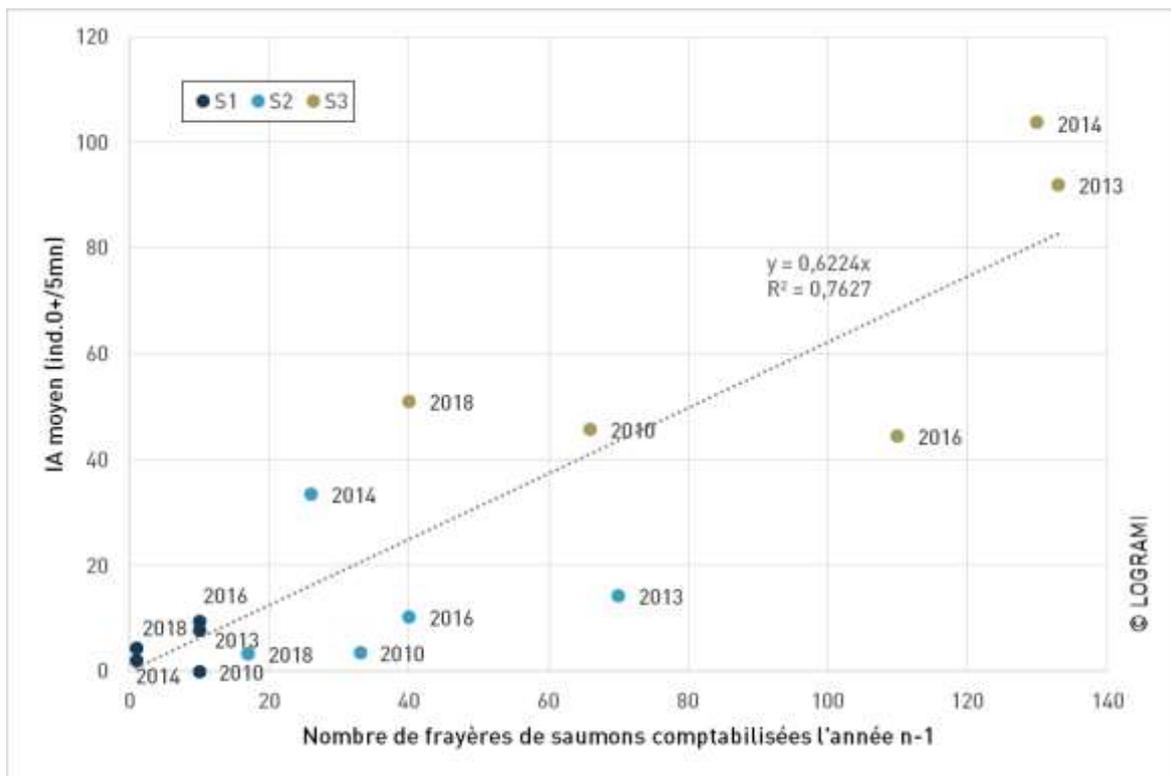
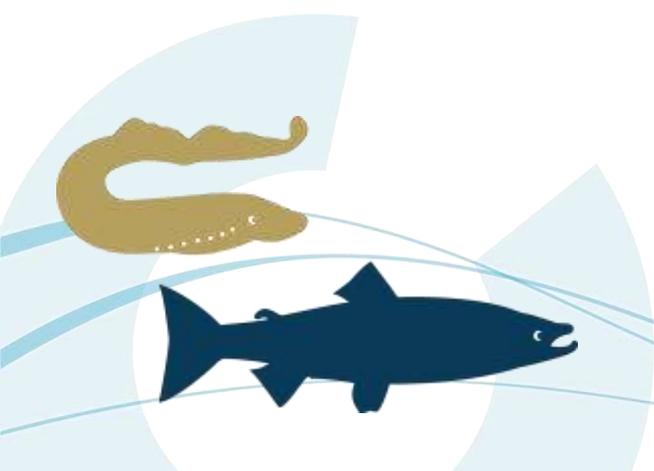


Figure 198 : Relation entre le nombre de frayères et l'abondance de juvéniles 0+ l'année suivante pour les 3 secteurs de la zone refuge de l'Allier

Malgré la fluctuation interannuelle des conditions environnementales (événements de dynamique fluviale, thermie) s'effectuant entre l'édification des frayères et le développement des alevins, une relation stock recrutement peut être établie entre le nombre de frayères et les indices d'abondance moyens.



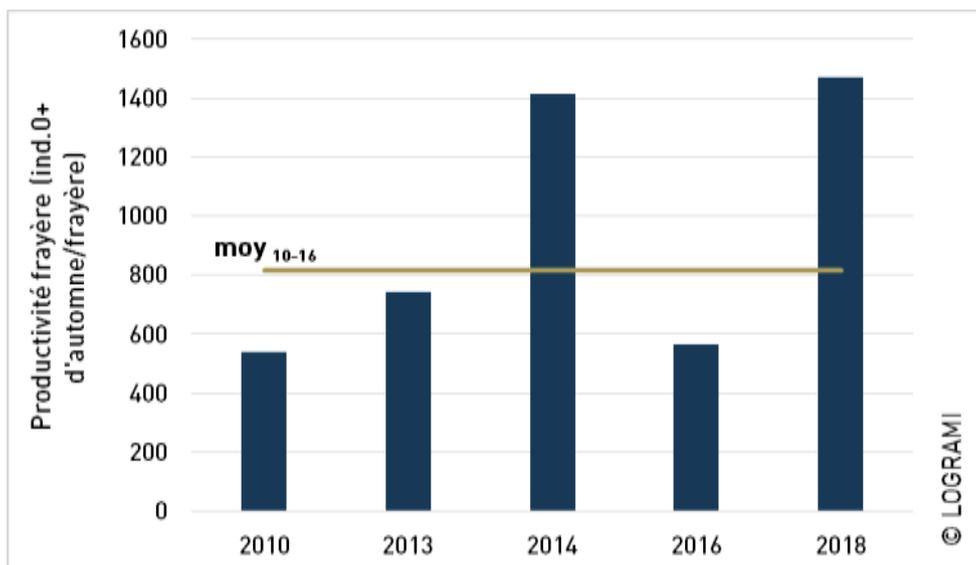


Figure 199 : Productivité des frayères de saumon atlantique de la zone refuge de l'Allier depuis 2010

Le rapport entre la production estimée de juvéniles 0+ d'automne (cf. § 2.6.2.1) et le nombre de frayères comptabilisées l'année précédente permet d'obtenir la productivité moyenne d'une frayère. Cette productivité traduit les conditions de développement des juvéniles de l'année depuis la fécondation jusqu'au stade tacon d'automne. Ainsi en 2018, avec 1471 individus 0+ d'automne produits par frayère, la productivité de la zone refuge de l'Allier aurait atteint son niveau le plus élevé depuis 2010 (Figure 199).

5.2.2. Alagnon

5.2.2.1 Béal de l'Alagnon

Les 6 stations échantillonnées sur le Béal de l'Alagnon en septembre 2018 permettent d'appréhender, pour la 6^e année consécutive, la relation entre la production de juvéniles natifs et la présence de frayères en 2017. L'année 2018 semble suivre la même relation que les années 2013, 2015, 2016 et 2017, laissant présumer d'une survie de l'œuf fécondé au tacon d'automne sensiblement identique pour ces cinq années (Figure 200). Pour rappel, l'année 2014 se révèle atypique avec une forte production de juvéniles par rapport au nombre de frayères, en lien avec des conditions de développement exceptionnellement favorables (BACH et al., 2015).

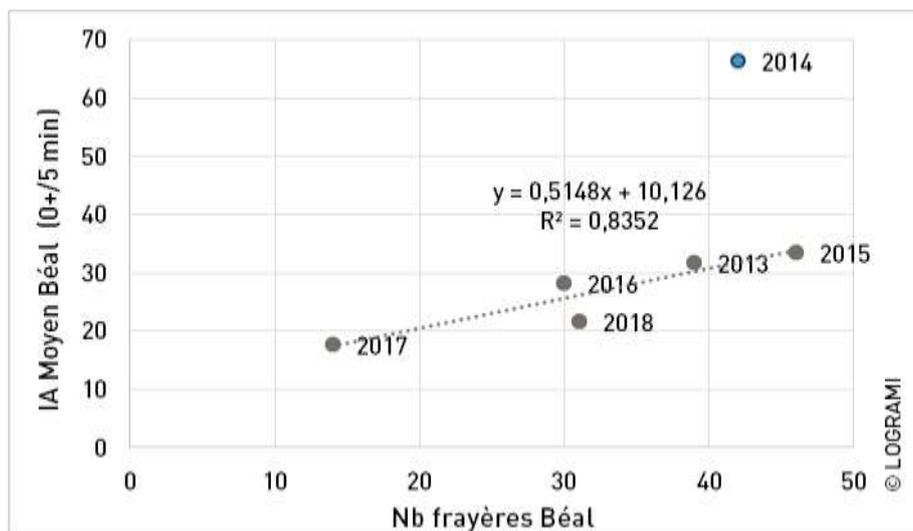


Figure 200 : Relation entre l'indice d'abondance tacons moyen sur le Béal de l'Alagnon en fonction du nombre de frayères observées depuis 2013 établie sans l'année 2014

5.2.2.2 Productivité globale de l'Alagnon

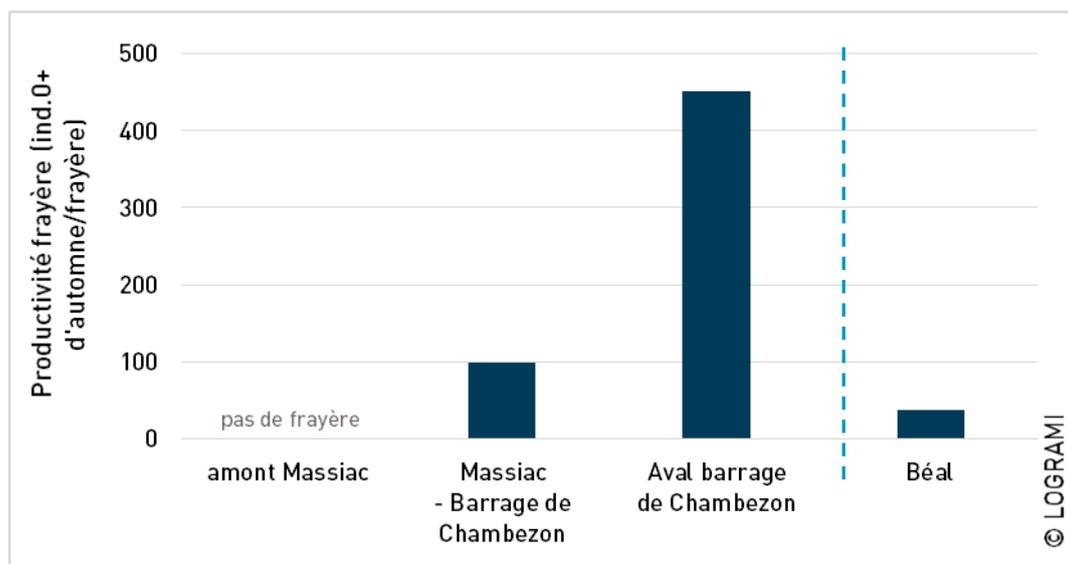


Figure 201 : Productivité des frayères de saumon atlantique de l'Alagnon en 2018

La productivité des frayères de saumons sur l'Alagnon en 2018 est plus importante sur le secteur situé en aval du barrage de Chambezon (Figure 201). La productivité des frayères du Béal est quant à elle très nettement inférieure à celles constatées sur le bras principal de l'Alagnon. Cette variabilité de la productivité des frayères en 2018 correspond à celle des taux de survie constatés à l'éclosion lors de l'opération de « survie sous graviers » menée en 2016-2017 (BACH et al., 2018). Par ailleurs, la crue de janvier 2018, pouvant expliquer les faibles indices d'abondance de juvéniles 0+ de l'Alagnon en 2018 (cf. § 2.6.2.1), aurait eu plus d'impact sur les frayères localisées sur le secteur « Massiac-Barrage de Chambezon » que sur celles du secteur « aval barrage de Chambezon ». La morphologie de la vallée moins pentue et plus ouverte à l'aval pourrait estomper l'impact potentiel des crues sur les frayères.



Les très faibles valeurs de productivité obtenues sur le Béal depuis 2010 (moyenne 67,9 +/- 23,5) mettent clairement en évidence que la reproduction forcée du saumon dans ce bras dérivé artificiel, n'est que très peu productive (Figure 202). La gestion future de ce bief devra en tenir compte.

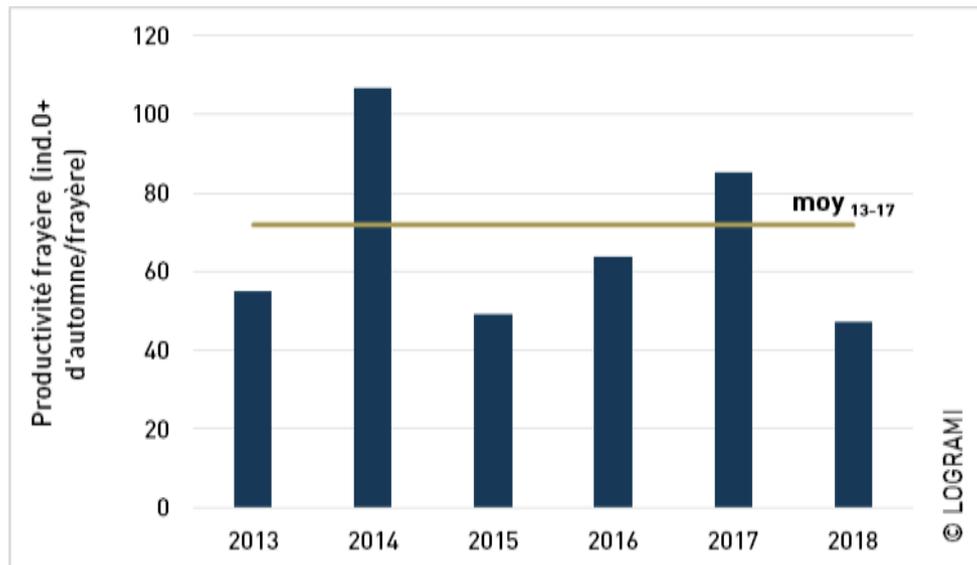


Figure 202 : Productivité des frayères de saumon atlantique du Béal de l'Alagnon depuis 2013

5.2.3. Sioule

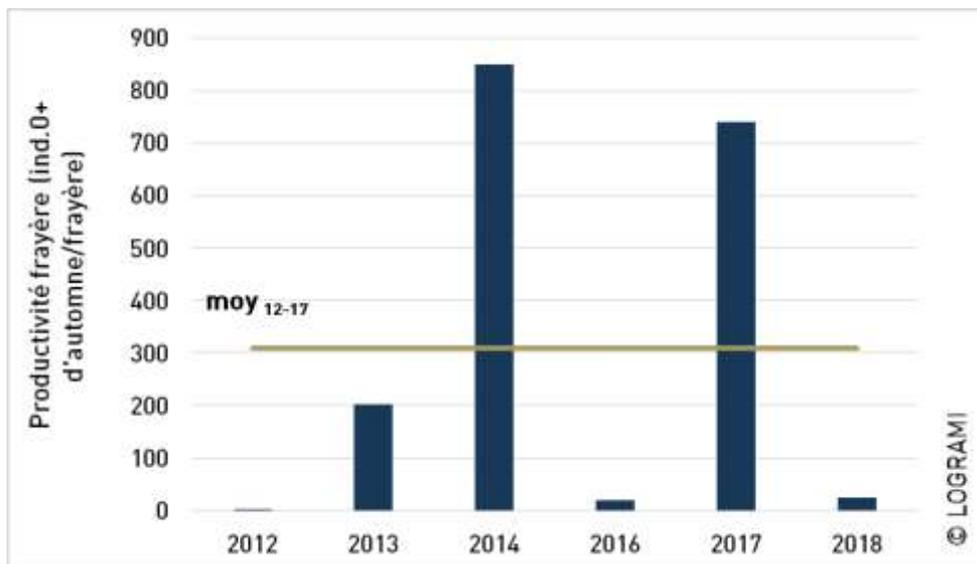


Figure 203 : Productivité des frayères de saumon atlantique de la Sioule en amont des thermes de Châteauneuf les Bains depuis 2012

La productivité des frayères de la Sioule en amont des thermes de Châteauneuf les Bains est très variable depuis 2012 (Figure 203). Elle est faible en 2018. Le nombre de frayères comptabilisées sur ce secteur étant plutôt constant (14,8 +/- 2,1), la forte variation de productivité des frayères reflète celle des conditions de développement de juvéniles. Seulement 2 années sur 6, 2014 et 2017, présentent des productivités qui dépassent les 700 individus 0+ d'automne par frayère. Ces résultats confirment bien les problèmes de recrutement mis en évidence sur ce secteur par les indices d'abondances (cf. § 2.6.2.1).

5.3. Abondance de juvéniles de saumons

5.3.1. Abondance de juvéniles de saumons sur l'axe Creuse-Gartempe

Sur l'axe Creuse-Gartempe, la production naturelle est considérée comme nulle à très faible en 2018 (cf. § 2.6.2.2). De fait, la production de juvéniles de saumon est évaluée uniquement avec la production de tacons issus de déversement, grâce aux données d'indices d'abondance de juvéniles réalisés en fin d'été sur les zones alevinées de la Gartempe.

Ainsi, **la production de juvéniles sur l'axe Creuse-Gartempe peut être estimée à partir des indices d'abondance moyens convertie en densité moyenne à l'aide du coefficient de conversion et des surfaces de production potentielle exprimées en m² d'Equivalents Radier-Rapide.**

5.3.1.1 Surfaces de production potentielle

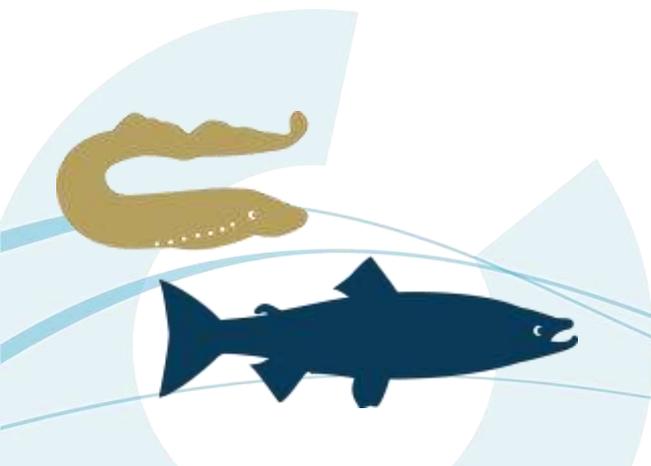
L'étude actualisée des potentialités d'accueil de la Gartempe pour le saumon atlantique (COSYNS et al., 2013) a permis de mettre à jour la cartographie des habitats de la Gartempe limousine (Haute-Vienne et Creuse), zone considérée comme productive pour le saumon atlantique, en opposition à la Gartempe aval située dans le département de la Vienne.

Les relevés de terrain ont permis de recenser, en amont de la limite départementale Vienne/Haute-Vienne jusqu'à la Ribière-Jalade (limite de colonisation du saumon selon BACHELIER, 1964), 48,5 ha de surface de production en juvéniles, soit 485 000 m² d'Equivalent Radier-rapide. L'étude ayant conclu à un ensablement d'une partie de ces zones, nous retiendrons ici le chiffre de **400 000 m² de zones productives**, chiffre obtenu après déduction des surfaces considérées comme ensablées à plus de 50 % lors des prospections. Ce chiffre est un minimum puisqu'il n'intègre pas les surfaces de production potentielle sur les affluents (en particulier Semme, Couze et Ardour) pour lesquels la connaissance semble trop ancienne pour être prise en considération (VISBECQ, 2003).

5.3.1.2 Indices d'abondance en juvéniles de saumon

Localisation des stations

En 2018, 16 stations ont été échantillonnées dont 15 avaient fait l'objet de déversements d'alevins en juin 2018 (Figure 286), soit d'aval en amont : *Moulin d'Ardent, Moulin d'Auzillac, La Couture, Moulin de Nazat, Lavaugrasse, Moulin Coulerolles, Gaucharaud, Anc. Papeterie, Pont D4, Moulin Neuf, Moulin Masvignier, Moulin Ribbes, Pont de Gartempe, Pont Saint Sylvain, Les Petits Bois et Pont de Roubeau.*



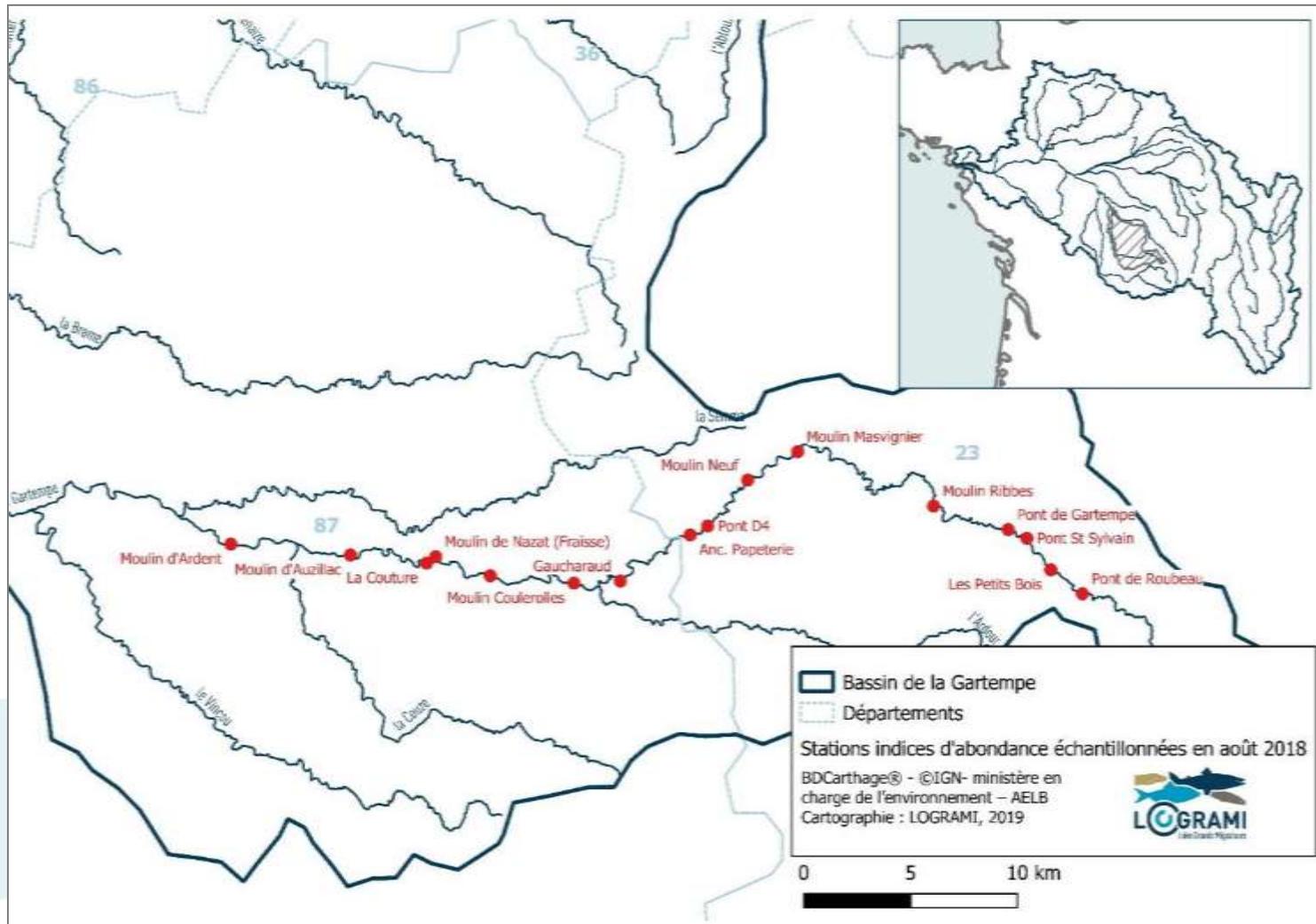
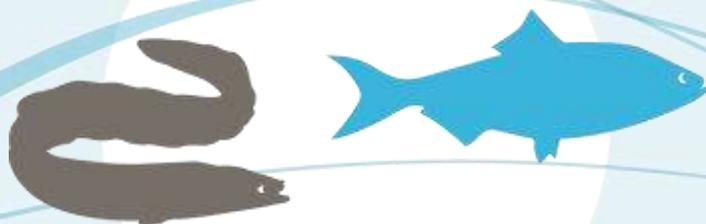


Figure 204 : Stations échantillonnées pour le suivi de l'implantation des juvéniles de saumon en août 2018 sur la Gartempe



Dates et conditions d'échantillonnage

Sur la Gartempe, le suivi de l'implantation des juvéniles déversés a été réalisé selon la méthode des indices d'abondance (PREVOST et BAGLINIERE, 1995) du 28 au 30 août 2018.

Les pêches ont été effectuées dans des **conditions hydrologiques d'étiage marqué avec** :

- 1,27 m³/s et 1,25 m³/s respectivement les 28 et 29 août à Folles (Bessines) (station de débit de référence pour les stations de *Moulin d'Ardent* à *Moulin Masvignier* comprise) pour des débits moyens mensuels de référence de 2,83 et 3,10 m³/s respectivement en août et septembre,
- 0,305 m³/s le 30 août à Saint-Victor-en-Marche (station de débit de référence pour les stations de *Moulin Ribbes* à *Pont de Roubeau*) pour des débits moyens mensuels de référence de 0,428 et 0,396 m³/s respectivement en août et septembre. (Sources : DREAL LIMOUSIN/HYDRO-MEDD/DE).

Dans le département de la Creuse, étant donné ces faibles débits, les services de l'Etat ont pris la décision de passer l'ensemble du département en crise renforcée et ont demandé, le 30 août en fin d'après-midi, de reporter ou annuler les pêches scientifiques prévues. Néanmoins, cette information nous étant parvenue juste après la fin des opérations, nous n'avons pas pu en tenir compte et l'échantillonnage des stations situées dans le département de la Creuse a été réalisé comme prévu.

Résultats

Les indices d'abondance obtenus en 2018 varient selon les stations entre 0 et 49 ind./5 mn pour une moyenne de 9,4 ind. 0+/5 mn (+/- 12,4 ; médiane = 5,5) (Figure 205).

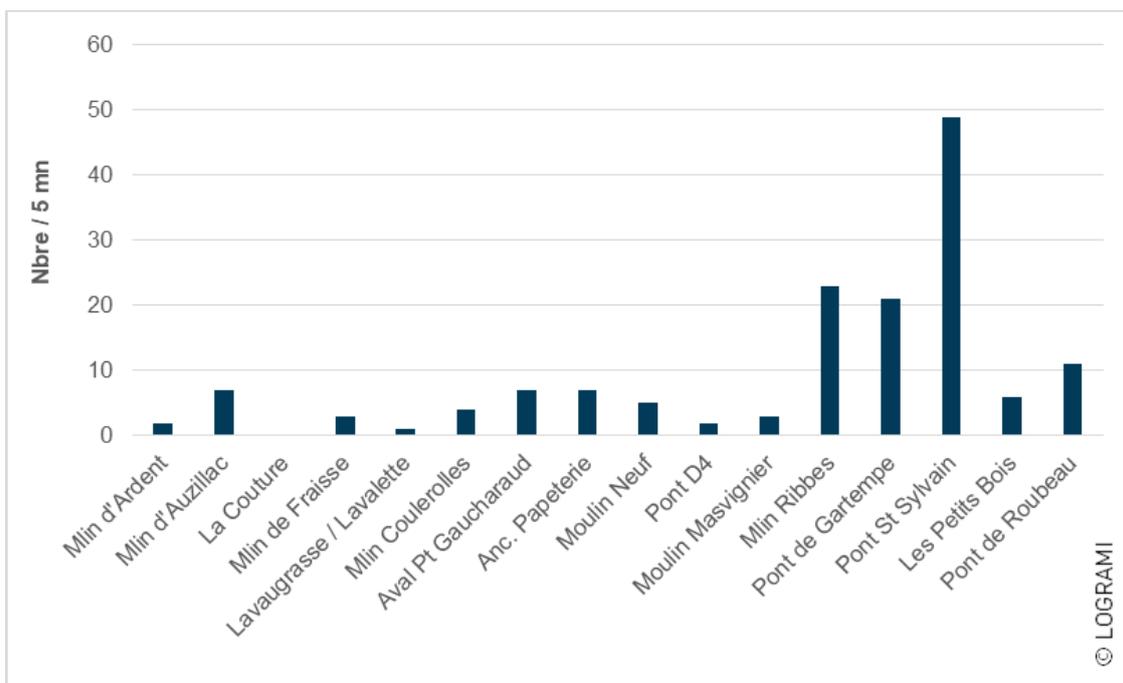
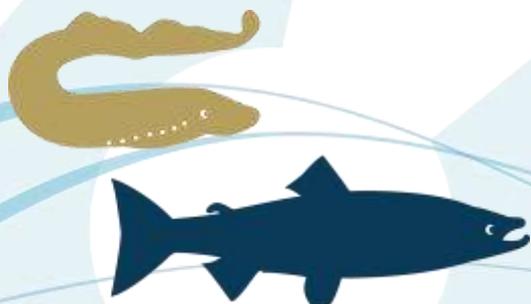


Figure 205 : Indices d'abondance en juvéniles de saumon atlantique sur la Gartempe en 2018

La densité de juvéniles de saumon est issue des indices d'abondance de juvéniles de saumon obtenus sur les zones déversées de la Gartempe et du coefficient de conversion entre l'indice d'abondance et la



densité. La relation de conversion de l'abondance en 5 min en densités de saumons pour 100m² 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 de type sondage et inventaire total réalisées sur la Gartempe sur la période 2003-2005.

Ainsi, la densité moyenne de juvéniles de saumon sur les zones de production de la Gartempe est estimée à 3,1 ind./100 m² de surface de production.

5.3.1.3 Production en juvéniles de saumon sur la Gartempe

Considérant la densité moyenne de juvéniles issue de l'indice d'abondance moyen obtenu en 2018, la production de juvéniles estimée sur l'axe Gartempe pour cette même année est de 12 558 juvéniles de saumon 0+.

Cette production est faible. En l'absence de reproduction naturelle en 2018, celle-ci est a été calculée uniquement sur la base de la production de tacons issue du déversement d'alevins. Or, le nombre d'alevins déversés sur la Gartempe en 2018 a été de 132 267 individus alors que les surfaces productives disponibles sont de 400 0000 m².

5.3.2. Abondance de juvéniles de saumons sur le bassin de l'Allier

5.3.2.1 Préambule

Sur le bassin de l'Allier, la campagne de suivi 2018 évalue la production de juvéniles issue :

- de la reproduction naturelle de 2017, année où 673 géniteurs potentiels ont été contrôlés à Vichy (754 – 81 géniteurs capturés par le CNSS) dont 28 franchissent le barrage de Poutès ;
- des 560 490 alevins déversés sur l'ensemble du bassin de l'Allier (355 761 sur l'Allier, 52 527 sur la Dore, 152 202 sur la Sioule, 39 442 sur la Senouire, 15 886 sur la Couze Chambon, 6 453 sur la Couze Pavin et 20 355 sur la Couze d'Ardes). Aucun déversement n'a été réalisé sur l'Alagnon en 2018.

5.3.2.2 Caractéristiques des sites d'échantillonnage

Localisation des sites d'échantillonnages

En 2018, 99 stations ont été échantillonnées sur 10 cours d'eau du bassin de l'Allier (Figure 207). Cet échantillonnage est important au regard de l'historique depuis 2000 (Figure 206).

Les 99 stations se répartissent de la manière suivante :

- 33 sur l'Allier entre Cournon (63) et Laveyrune (07) (210 km) ;
- 18 sur l'Alagnon entre la Combelle (63, à 1,5 km de la confluence avec l'Allier) et Ferrières St Mary (15) (48 km) (12 sur le cours principal de l'Alagnon et 6 sur le Béal) ;
- 8 sur la Dore entre Peschadoires (63) et Job (63) (48 km) ;

- 17 sur la Sioule entre Saint Pourçain sur Sioule (03) et l'aval du barrage de Queuille (63) (78 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) ;
- 1 sur la Sianne à Blesle (43).

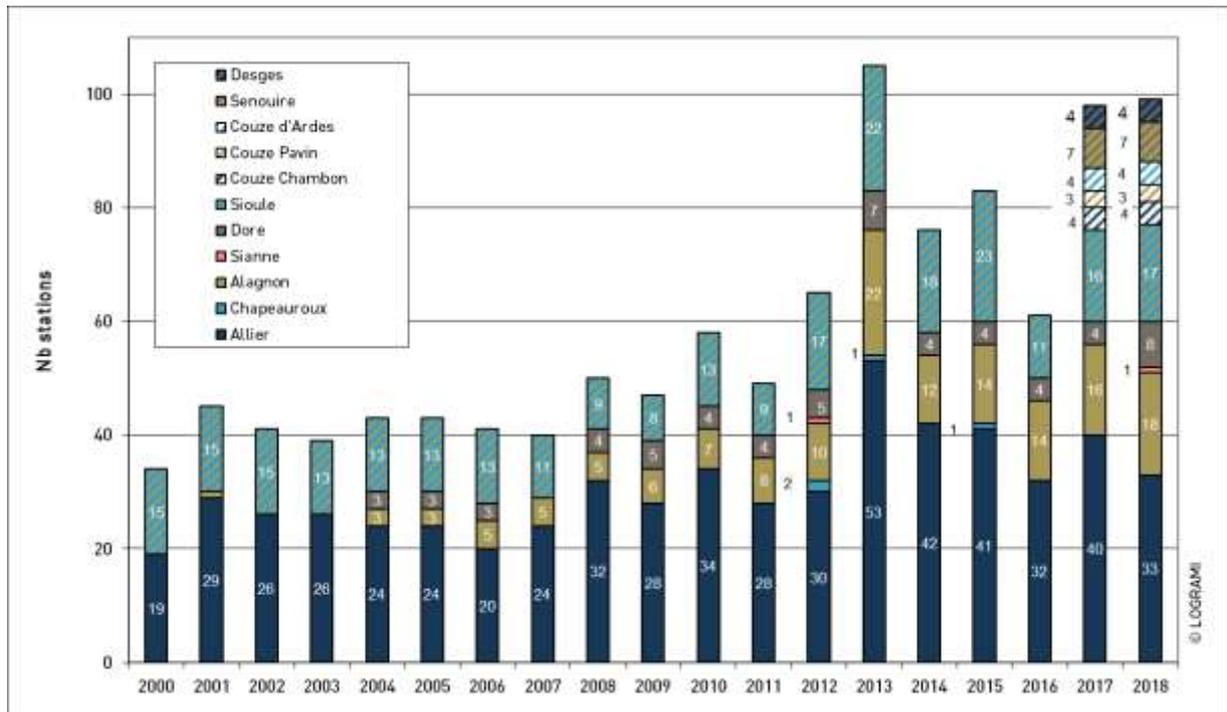
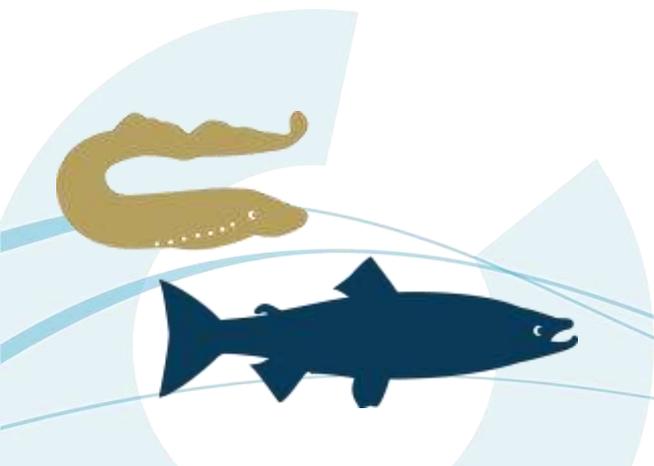


Figure 206 : Evolution du nombre de stations échantillonnées par pêche à l'électricité selon le protocole des indices d'abondance sur les différents cours d'eau du bassin de l'Allier depuis 2000



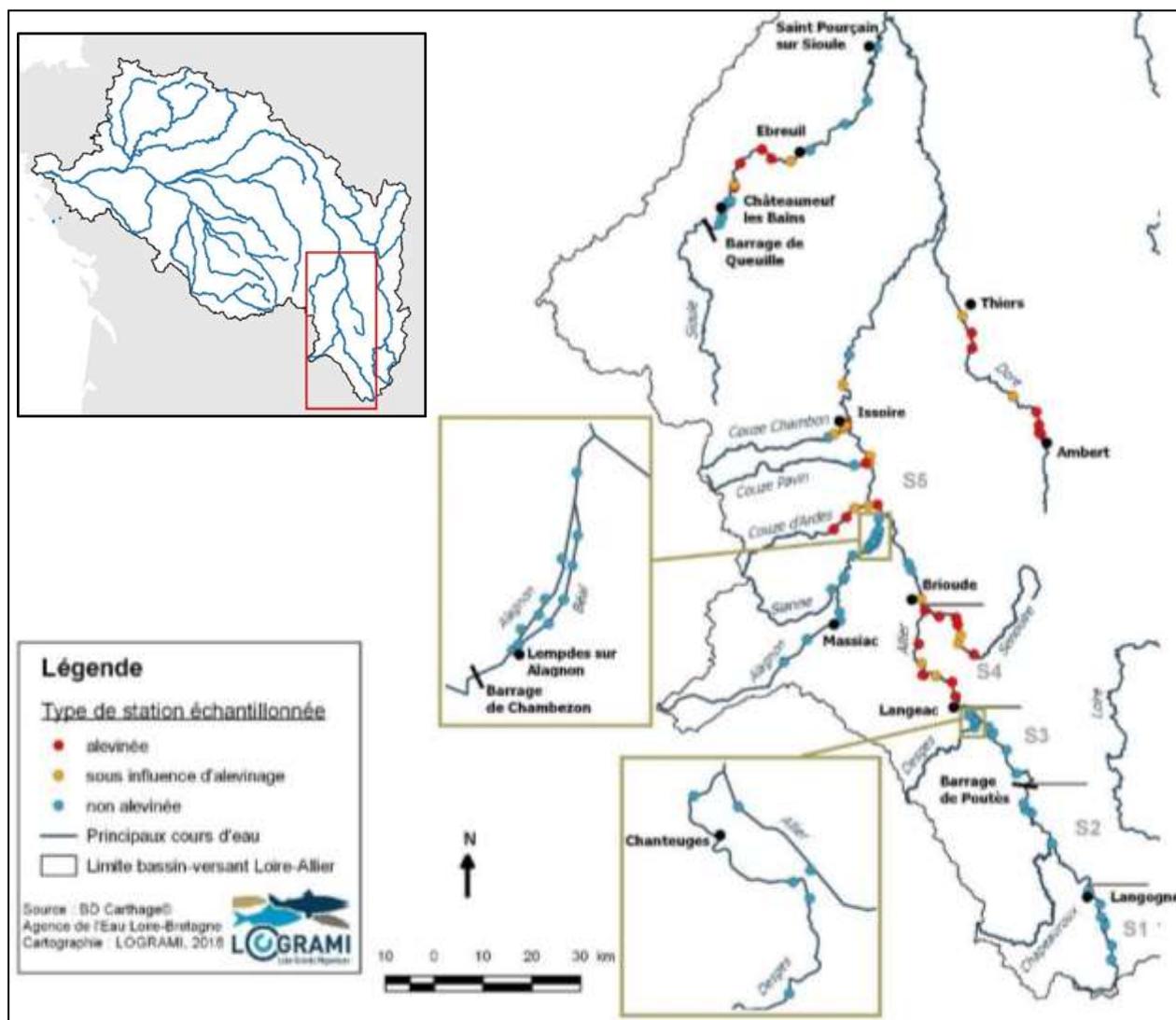


Figure 207 : Localisation des stations de pêche électrique de suivi d'abondance de juvéniles de saumon atlantique sur le bassin de l'Allier en 2018

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 36).

Tableau 36 : Secteurs de l'Allier et nombre de stations de pêche électrique de suivi d'abondance de juvéniles de saumon atlantique imparties en 2018

Secteur	Limites	Linéaire (km)	Nb stations 2018	Densité stations
Zone refuge	S1 Amont Laveyrune –Langogne	18	7	0,39
	S2 Langogne - Barrage de Poutès	45	4	0,09
	S3 Barrage de Poutès – Langeac	34	8	0,23
Aval zone refuge	S4 Langeac - Brioude	39	6	0,15
	S5 Brioude – Pont du Château	83	8	0,10
			19	0,20
			14	0,11

Déroulement des pêches et conditions hydrologiques

14 jours d'échantillonnage répartis du 3 au 24 septembre ont été nécessaires pour 99 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 37).

Tableau 37 : Conditions hydrologiques lors des échantillonnages « Indice d'abondance tacons » sur le bassin de l'Allier en 2018 (source : <http://www.hydro.eaufrance.fr>)

Cours d'eau	Date	QJM (m3/s)	QM sept. réf	Station mesure
Allier	07/09/2018	0,058	0,673	Laveyrune
	06/09/2018	1,32	3,01	Langogne
	06/09/2018	12,8	8,48	Nouveau Monde
	05/09/2018	12	8,48	Nouveau Monde
	05/09/2018	11,2	9,97	Prades
	04/09/2018	11,5	9,97	Prades
	04/09/2018	12,3	12	Langeac
	03/09/2018	12,3	9,73	Vieille-Brioude
	03/09/2018	13,6	14	Pont d'Auzon
	03/09/2018	15,2	18,3	Coudes
Alagnon	18/09/2018	0,866	2,36	Daysac
	19/09/2018	1,17	3,36	Lempdes
	20/09/2018	1,21	3,36	Lempdes
	21/09/2018	1,09	3,36	Lempdes
Dore	14/09/2018	0,185	1,32	Ambert
	14/09/2018	0,904	4,22	Giroux
Sioule	12/09/2018	3,2	11,1	Saint Pourçain sur Sioule
	12/09/2018	3,28	9,48	Ebreuil
	12/09/2018	3,58	9,94	Châteauneuf les Bains
	11/09/2018	3,53	9,94	Châteauneuf les Bains
Senouire	18/09/2018	0,06	0,534	Paulhaguet
Desges	17/09/2018	0,342	0,663	Chanteuges
Couze Chambon	24/09/2018	0,605	1,11	Champeix
Couze Pavin	21/09/2018	0,889	1,63	St Floret
Couze d'Ardes	24/09/2018	0,144	0,371	Madriat

5.3.2.3 Indices d'abondance à l'échelle du bassin de l'Allier

Toutes stations confondues, l'indice d'abondance moyen du bassin s'élève en 2018 à 24,2 individus 0+/5 min +/-26,8. Au regard du barème existant, celui-ci correspond à une abondance de tacons 0+ considérée comme faible. Les indices varient de 0 à 112 ind. 0+/5 mn. Les « petits » affluents nouvellement alevinés sont les plus densément peuplés (Tableau 38 et Figure 208).

Tableau 38 : Indices d'abondance tacons 0+moyens et médians des cours d'eau échantillonnés en 2018 sur le bassin de l'Allier



	Indice d'Abondance moyen	Indice d'Abondance médian
Alagnon	11,6 +/- 10,2	9
Allier	32,8 +/- 33,8	19
Couze Chambon	28,5 +/- 25,0	29,5
Couze d'Ardes	41,3 +/- 23,7	44
Couze Pavin	34,3 +/- 36,7	30
Desges	0	0
Dore	22,9 +/- 13,1	24,5
Senouire	38,7 +/- 13,8	38
Sianne	0	0
Sloule	15,8 +/- 26,2	2

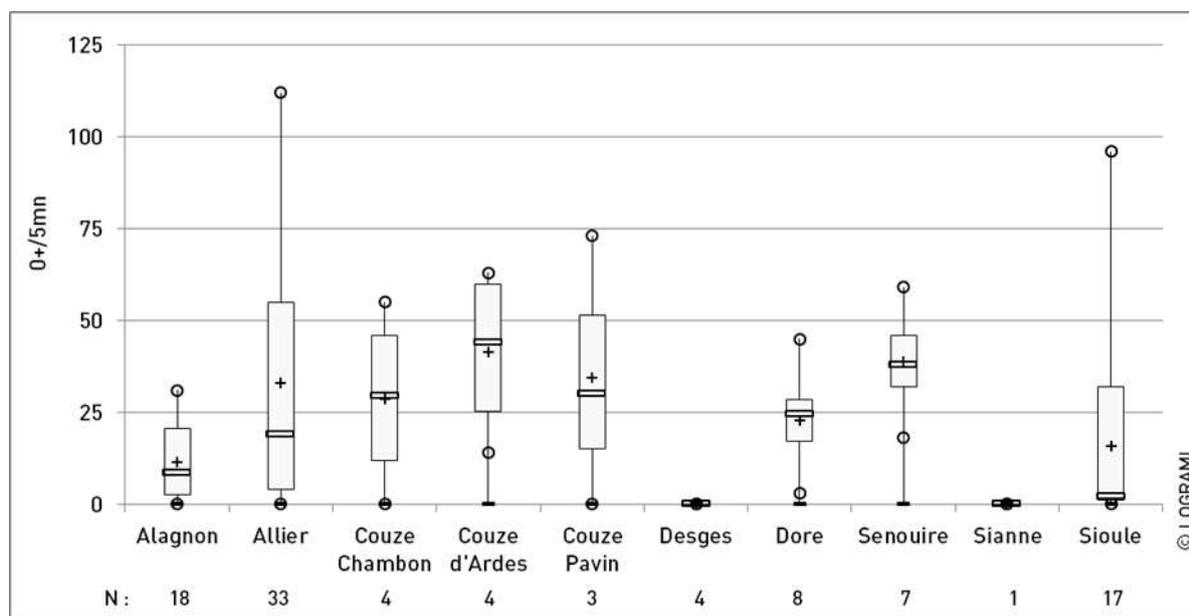


Figure 208 : Indices d'abondance tacons 0+ sur les cours d'eau du bassin de l'Allier en 2018 (99 stations)

Indices d'abondance sur l'Alagnon

18 stations ont été échantillonnées sur l'Alagnon dont 6 sur le Béal (bras de 7,2 km dérivé à Lempdes sur Alagnon).

Pour la deuxième année consécutive, l'Alagnon n'a pas fait l'objet de déversement d'alevins de pisciculture en 2018. Ainsi tous les tacons 0+ capturés sur l'Alagnon en 2018 sont des natifs.

Les Indices d'Abondance varient de « nul » à « moyen » pour une valeur moyenne inter-station de 11,6 individus 0+/5 minutes +/- 10,2. **L'abondance globale de tacons 0+ natifs sur l'Alagnon est considérée comme faible en 2018.**

Des tacons 0+ natifs ont été capturés sur 15 des 18 stations échantillonnées sur l'Alagnon et le Béal de l'Alagnon en septembre 2018 (Figure 209). Les captures de tacons 0+ natifs les plus apicales ont été réalisées à Massiac (15) à 31 kilomètres de la confluence avec l'Allier. Aucun tacon 0+ n'a été capturé sur les trois stations situées en amont de Massiac ainsi que sur l'unique station échantillonnée sur la Sianne (partie aval).

Le Béal de l'Alagnon présente une abondance moyenne plus importante que celle du cours principal de l'Alagnon (21,7 individus 0+/5 minutes +/- 7,9 contre 6,5 individus 0+/5 minutes +/- 7,1).

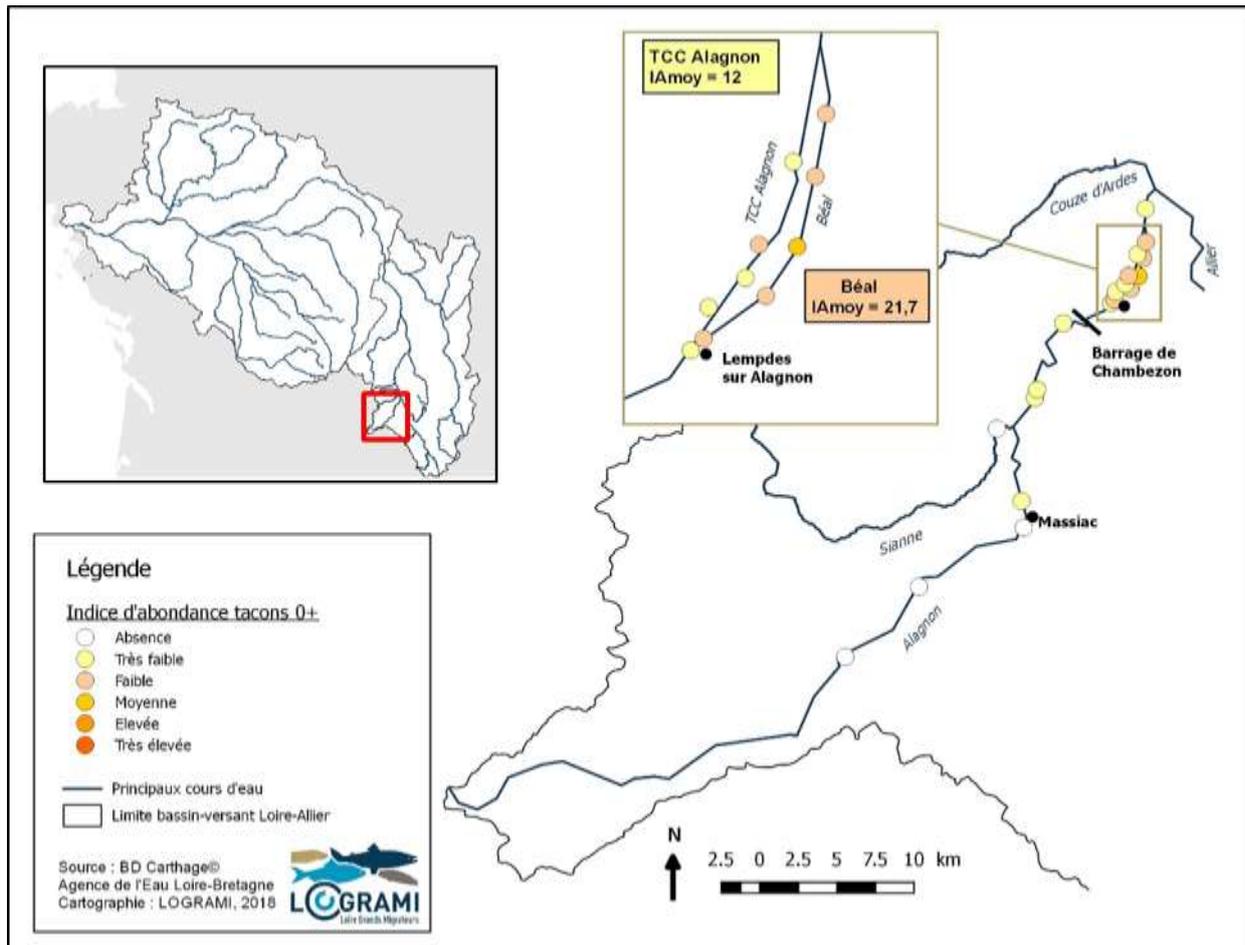
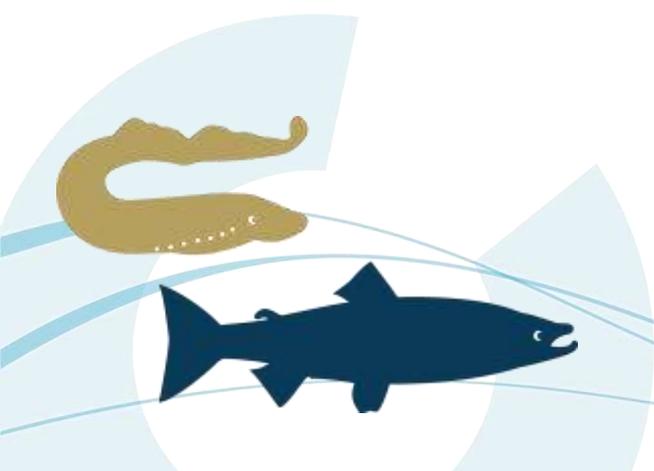


Figure 209 : Indices d'abondance de tacons natifs sur l'Alagnon et le Béal de l'Alagnon en septembre 2018

Pour les 11 stations échantillonnées depuis 2014 sur l'Alagnon (dont 6 sur le Béal), l'indice d'abondance moyen en 2018 est, lui aussi, logiquement inférieur à la moyenne 2014-2017 (13,7 individus 0+ en 5 minutes +/- 11,3 contre 42,7 individus 0+ en 5 minutes +/- 38,9) (Figure 210). La variation de l'indice moyen entre les 2 années non alevinées (2017 et 2018) est toutefois faiblement marquée (13,7 contre 15,1).



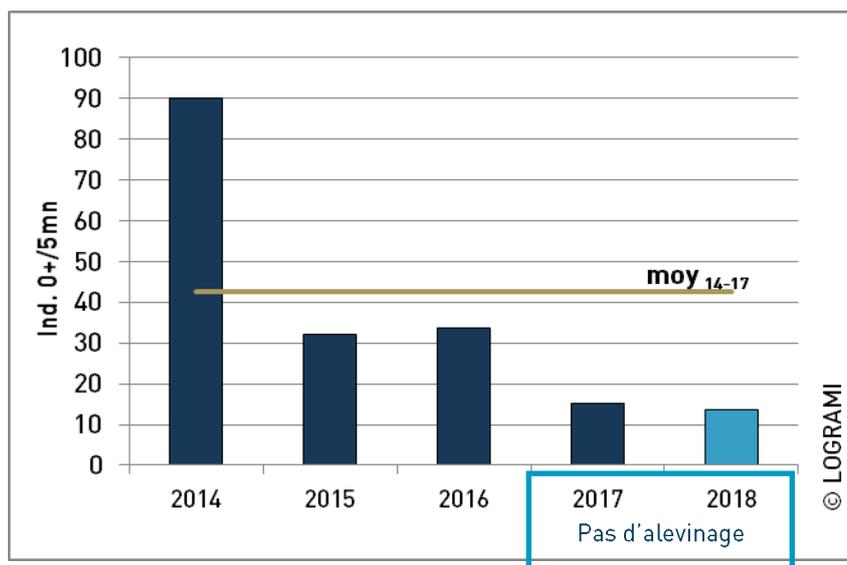


Figure 210 : Evolution de l'indice d'abondance tacons 0+ moyen de l'Alagnon sur 11 stations depuis 2014

Pour les 4 stations communes sur l'historique de l'Alagnon, l'indice d'abondance moyen en 2018 est très nettement inférieur à la moyenne historique (2 individus 0+ en 5 minutes +/- 4 contre 62,5 individus 0+ en 5 minutes +/- 51,6) (Figure 211). Il constitue le plus faible indice d'abondance moyen obtenu pour les 4 stations échantillonnées depuis 2009. L'arrêt des alevinages depuis 2017 se traduit clairement par une chute significative des indices d'abondance moyens. Ces informations permettent rétrospectivement d'évaluer la part des indices antérieurs constituée de la population native.

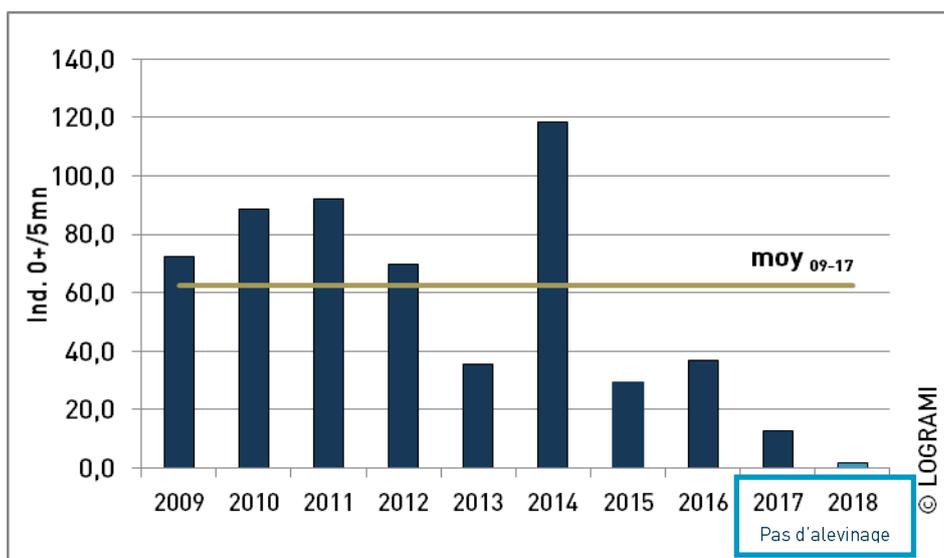


Figure 211 : Evolution de l'indice d'abondance tacons 0+ moyen de l'Alagnon sur 4 stations historiques du cours principal depuis 2009

Indices d'abondance sur l'Allier

Résultats globaux 2018

33 stations ont été échantillonnées sur l'Allier. Des tacons 0+ ont été capturés depuis Langogne (48) jusqu'à Cournon d'Auvergne (63) (191 km) (Figure 212). Les indices varient de 0 à 112 individus 0+/5

minutes. L'indice d'abondance moyen, toutes stations confondues, s'élève à 32,8 individus 0+/5 minutes +/- 33,8, ce qui peut être considéré comme une abondance moyenne.

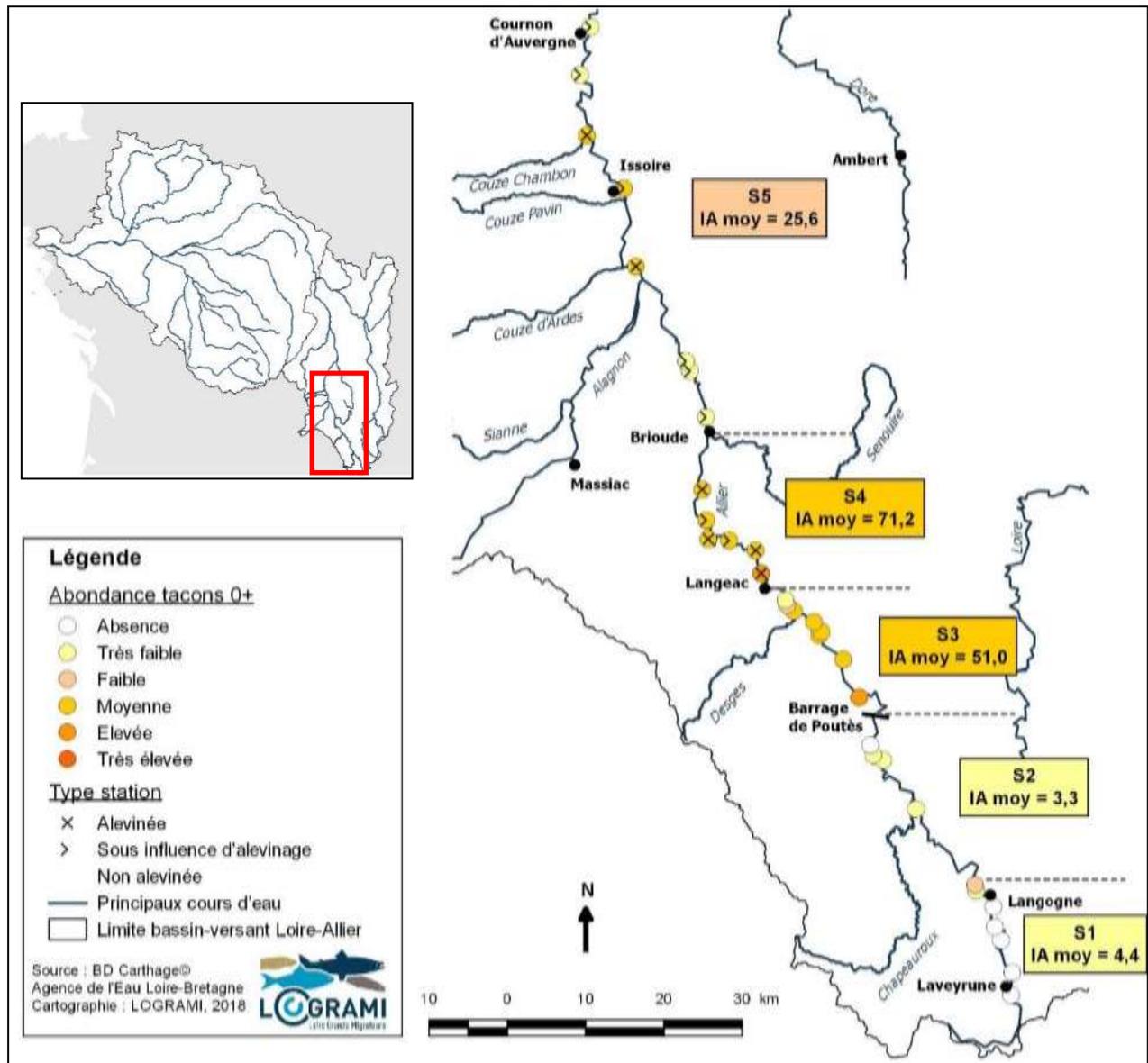


Figure 212 : Indices d'abondance tacons des stations échantillonnées sur l'Allier en 2018 et indices moyens par secteur

A l'échelle des secteurs, l'indice d'abondance moyen le plus important est observé sur le secteur S4 (71,2 individus 0+/5 minutes +/- 27) (Figure 212 et Figure 213). D'aval en amont, l'indice d'abondance moyen augmente entre S5 et S4 puis décroît légèrement entre S4 et S3. Il chute fortement entre S3 et S2. Enfin, il augmente légèrement entre S2 et S1.

Sur le secteur S4, principalement constitué de stations alevinées, l'abondance moyenne est jugée moyenne. 5 des 6 stations de ce secteur présentent un indice d'abondance moyen. La 6^e station présente une abondance élevée. Sur ce secteur, les stations alevinées ont des indices d'abondances plus importants que les stations sous influence d'alevinages.

Le secteur S5, constitué de stations sous influence d'alevinages (6 stations sur 8) et de stations alevinées présente des tacons 0+ en quantité très faible à moyenne. Sur ce secteur les stations alevinées ont des indices d'abondances plus importants que les stations sous influence d'alevinages hormis la station « aval pont d'Orbeil » qui présente une abondance moyenne car située 200 m en aval d'un point de déversement.

Sur les stations situées les plus en aval du linéaire suivi, « Les Martres de Veyre » et « Cournon camping », des tacons 0+ en quantité très faible ont été capturés (respectivement 4 et 2) alors qu'elles n'avaient pas été alevinées en 2018. Le point de déversement le plus proche en amont était distant, respectivement, de 2,2 et 10,5 km.

En 2018, la production de tacons 0+ du secteur S5 et notamment celle de tacons natifs reste limitée au regard de celles des secteurs S4 et S3 situés plus en amont. Néanmoins, les déversements réalisés dans le secteur compris entre les confluences de l'Alagnon et de la Couze Chambon semblent avoir permis d'obtenir des densités de tacons 0+ à l'automne quasiment équivalentes à celles des stations du secteur S4.

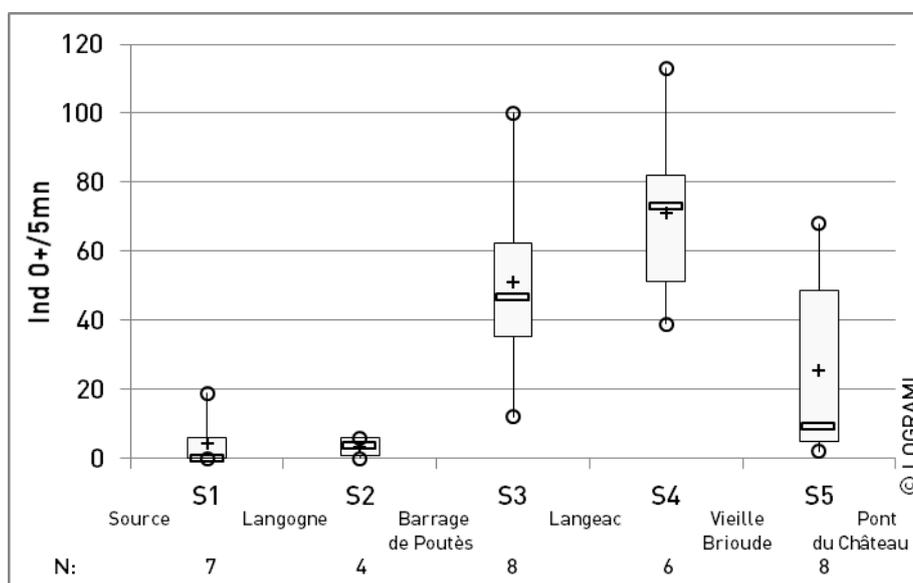


Figure 213 : Indices d'abondance tacons 0+ sur l'Allier en 2018 selon la localisation des stations dans les différents secteurs

Comparaison avec les données historiques

La comparaison est basée sur les résultats observés sur 19 stations échantillonnées au moins 14 fois sur la période 2000-2018 (19 ans). **L'indice moyen obtenu en 2018 sur l'Allier s'approche de la moyenne calculée sur la période 2000-2017** (42,0 individus 0+/5 minutes +/- 36,6 contre 44,4 0+/5 minutes +/- 45.7) (Figure 214).

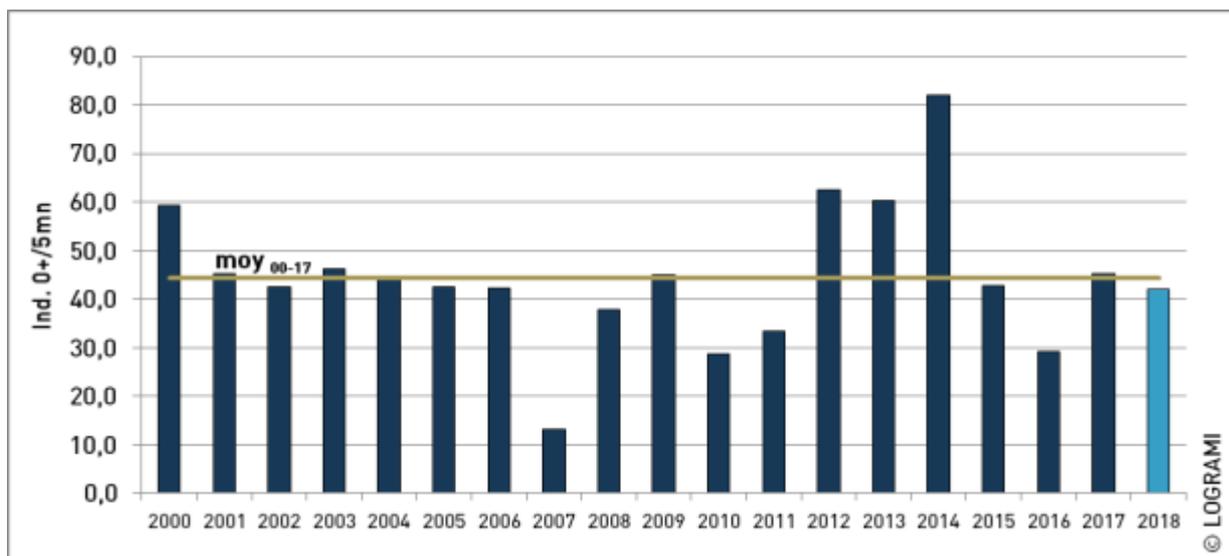


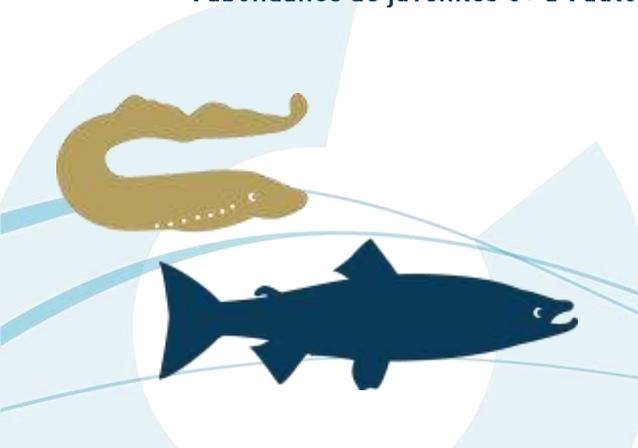
Figure 214 : Evolution sur la période 2000-2018 de l'indice d'abondance moyen en tacons 0+ calculé pour 19 stations échantillonnées sur l'Allier

Afin d'affiner l'échelle d'analyse, la comparaison peut être réalisée à l'échelle des secteurs de l'Allier historiquement définis mais aussi en fonction des deux périodes aux stratégies d'alevinages bien distinctes (Figure 215). 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. A 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 2018 :

- 🌀 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. Ceci témoigne de la sous exploitation (récurrente) de ces secteurs en raison du faible nombre de géniteurs ayant franchi le barrage de Poutès en 2017 (28) ;
- 🌀 pour le secteur S3, en relation avec le faible nombre de frayères observées en 2017 sur ce secteur (BACH et al., 2018), l'indice moyen est inférieur aux moyennes 2000-2006 et 2008-2017 ;
- 🌀 pour le secteur S4, l'indice moyen est supérieur aux moyennes historiques 2000-2006 et 2008-2017. L'apport d'alevins de pisciculture sur ce secteur présentant des conditions thermiques et hydrologiques favorables à la survie des juvéniles en 2018 (cf. 3.1) a permis d'obtenir des densités de juvéniles 0+ d'automne encourageantes ;
- 🌀 pour le secteur S5, l'indice moyen est, lui aussi, supérieur aux moyennes historiques 2000-2006 et 2008-2017. Ce bon résultat confirme l'observation concernant les bonnes conditions de survie des juvéniles déversés en 2018.

L'année 2018 se caractérise par une faible production d'alevins natifs dans la zone refuge principalement limitée à l'aval du barrage de Poutès (S3) et par une production des secteurs alevinés S4 et S5 plus importante que les années précédentes. Globalement à l'échelle de l'axe, l'abondance de juvéniles 0+ à l'automne 2018 s'apparente aux moyennes historiques.



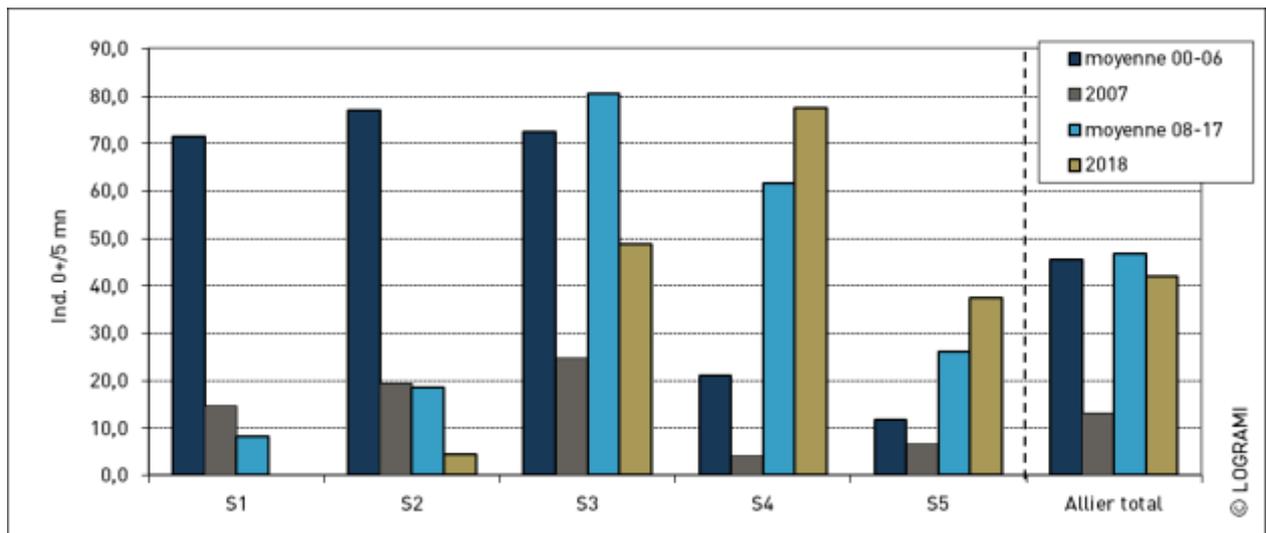


Figure 215 : Comparaison de l'indice d'abondance moyen observé en 2018 pour chaque secteur de l'Allier avec les indices moyens observés pour les périodes 2000-2006, 2007 et 2008-2017 (19 stations)

Indices d'abondance sur la Dore

8 stations ont été échantillonnées sur la Dore en 2018 (6 alevinées et 2 sous influence d'alevinage). Le nombre de stations échantillonnées a augmenté car des stations ont été ajoutées afin d'évaluer l'implantation d'alevins nouvellement déversés sur la partie aval de la Dore (aval Sauviat). Les indices varient de 3 à 45 individus 0+/5 minutes (Figure 216). L'indice d'abondance moyen, toutes stations confondues, s'élève à 22,9 +/- 13,1 ce qui peut être considéré comme une abondance faible.

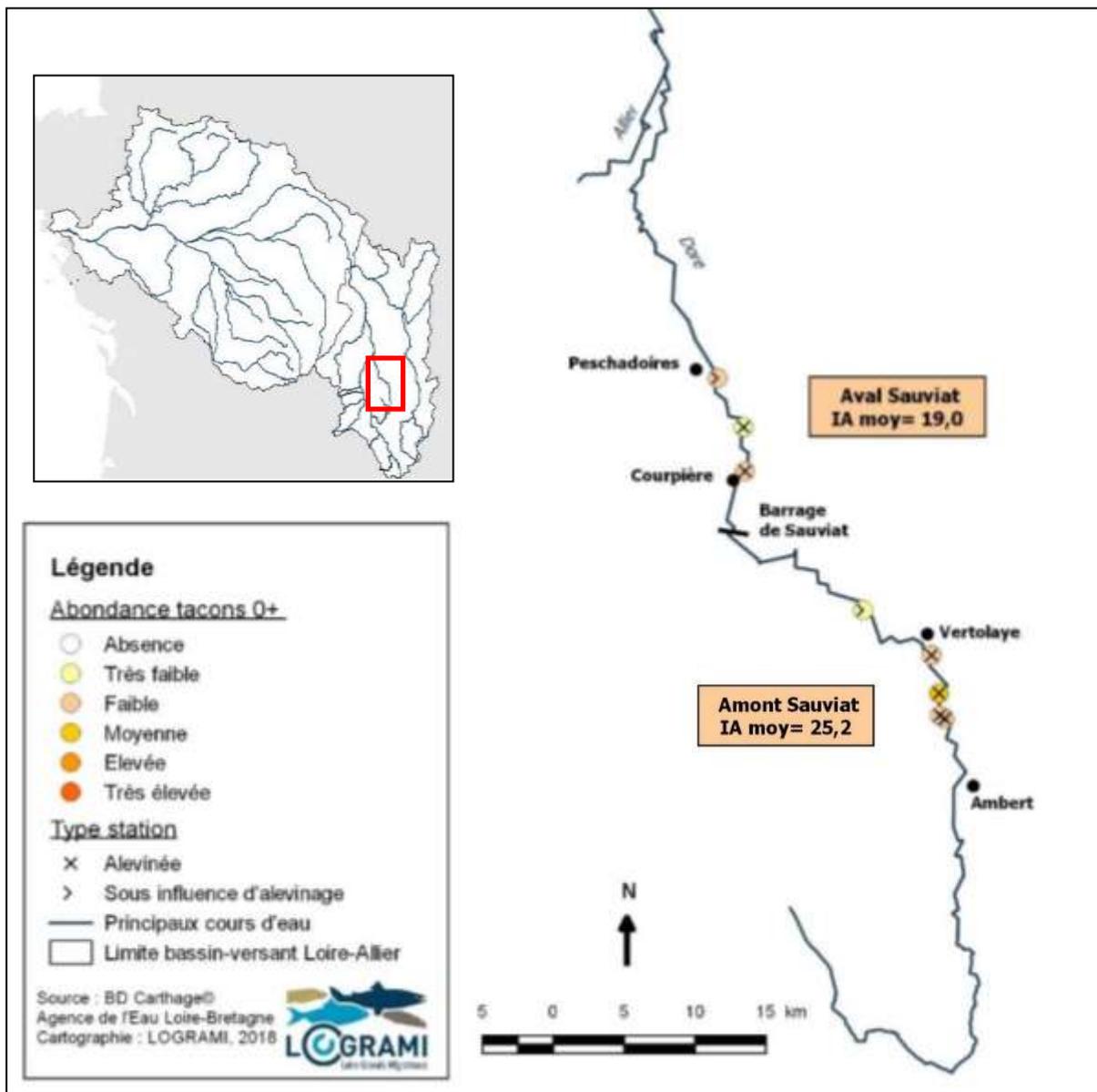


Figure 216 : Indices d'abondance tacons des stations échantillonnées sur la Dore en 2018

Les déversements réalisés à l'aval du barrage de Sauviat ont permis d'obtenir des abondances jugées très faibles à faibles y compris sur une station sous influence d'alevinage. L'abondance moyenne est légèrement plus faible en aval du barrage de Sauviat qu'en amont (19,0 individus 0+/5 minutes +/- 9,8 contre 25,2 individus 0+/5 minutes +/- 15,3) mais reste dans la même classe d'abondance (faible).

Calculé sur les résultats des 3 stations échantillonnées depuis 2009, l'indice abondance moyen 2018 est supérieur à la moyenne historique (34,3 individus 0+/5 minutes +/- 9,3 contre 25,7 individus 0+/5 minutes +/- 12,8) (Figure 217). Il correspond au 3^e meilleur niveau d'abondance depuis 2009. Les conditions de développement des juvéniles auraient été plus clémentes sur la Dore en 2018 que les 6 dernières années.

Outre une abondance moyenne supérieure à la moyenne historique, la principale constatation de la campagne 2018 sur la Dore est la capacité du secteur « aval Sauviat » à produire des tacons 0+ d'automne dans la même classe d'abondance que celle observée en amont de Sauviat (secteur historiquement aleviné). L'opération de déversement dans cette zone paraît donc être une

alternative recevable dans l'attente de l'équipement à la dévalaison des smolts pour l'ouvrage de Sauviat.

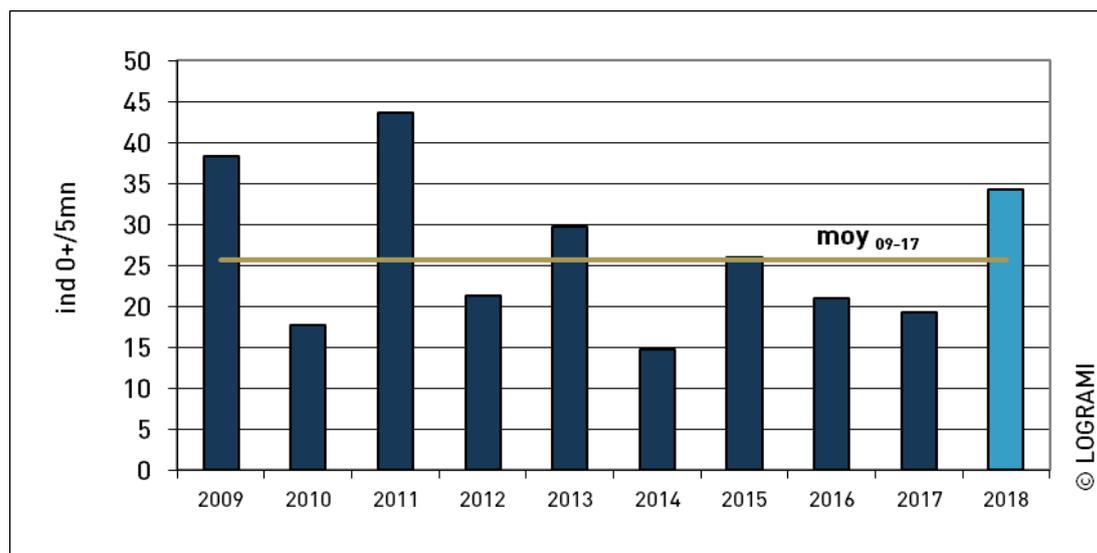


Figure 217 : Evolution sur la période 2009-2018 de l'indice d'abondance moyen de 3 stations échantillonnées sur la Dore

Indices d'abondance sur la Sioule

Résultats globaux 2018

17 stations ont été échantillonnées sur la Sioule (Figure 218) :

- 11 « non alevinées » réparties sur 2 zones distinctes, une en amont des thermes de Châteauneuf les Bains (7 stations) et une en aval d'Ebreuil (4 stations) ;
- 4 directement « alevinées » ;
- 2 « sous influence d'alevinage ».

Les indices varient de 0 à 96 individus 0+/5 minutes. L'indice d'abondance moyen, toutes stations confondues, s'élève à 15,8 +/- 26,2, ce qui peut être considéré comme une abondance faible.

Seules 5 des 7 stations échantillonnées dans la zone non alevinée de la Sioule, située entre l'amont des Thermes de Châteauneuf les Bains et le barrage infranchissable de Queuille (9 km), ont présenté des tacons natifs en très faible abondance (Figure 218). L'indice moyen de cette zone est très faible (1,3 individus 0+/5 minutes +/- 1,1).

Sur la zone dite « alevinée » de la Sioule, les stations directement alevinées présentent des indices d'abondance moyens à élevés. Les stations « sous influence d'alevinage » présentent, quant à elles, des indices d'abondance faible à moyens. L'indice moyen de cette zone est jugé moyen (42,7 individus 0+/5 minutes +/- 29,2).

Enfin, les 4 stations non alevinées situées dans la zone la plus en aval du linéaire suivi, présentent des abondances de tacons 0+ nulles et très faibles. L'indice moyen de cette zone est très faible (1,0 individu 0+/5 minutes +/- 1,2).

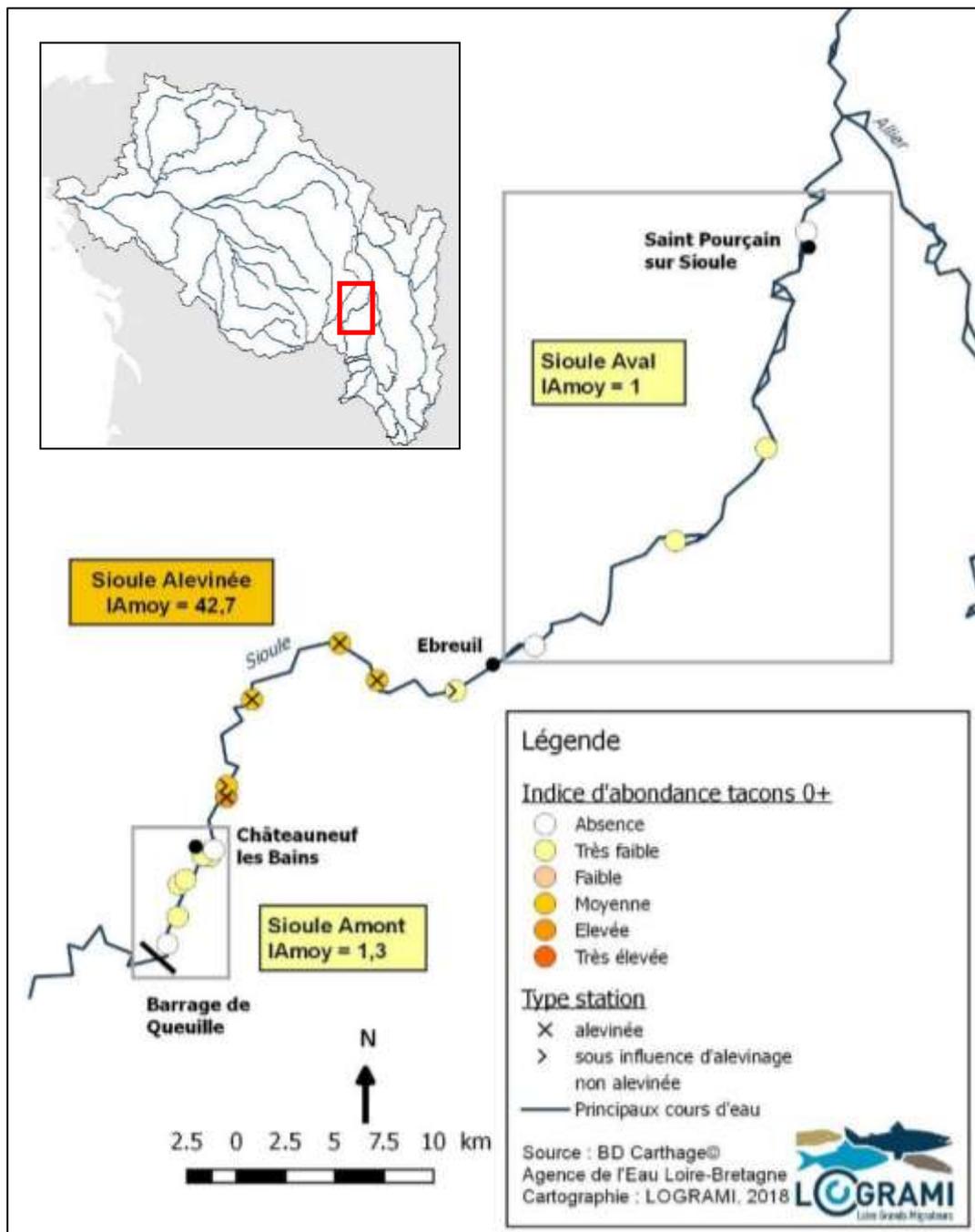


Figure 218 : Indices d'abondance tacons des stations échantillonnées sur la Sioule en 2018

Comparaison avec les données historiques

La comparaison est basée sur les résultats observés sur 6 stations échantillonnées au moins 18 fois sur la période 2000-2018. Sur ces 6 stations, 4 ont été alevinées en 2018. L'indice moyen obtenu sur la Sioule en 2018 est inférieur à la moyenne observée sur la période 2000-2017 (36,0 individus 0+/5 minutes +/- 35,6 contre 73,1 individus 0+/5 minutes +/- 59,5) (Figure 219). L'évolution de l'indice moyen annuel est très irrégulière sur la Sioule depuis 2000. **L'indice moyen de 2018 apparaît comme un indice faible (4^e moins bon depuis 2000).**

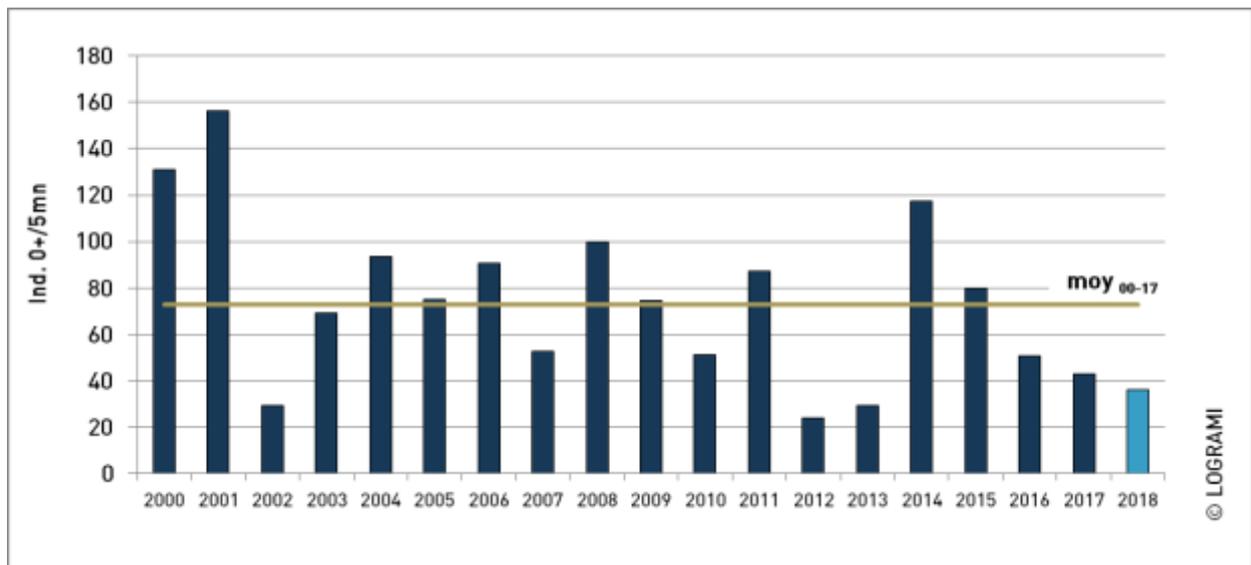


Figure 219 : Evolution sur la période 2000-2018 de l'indice d'abondance moyen de 6 stations échantillonnées sur la Sioule

Indices d'abondance sur la Couze Chambon

4 stations ont été échantillonnées sur la Couze Chambon en 2018 (3 sous influence d'alevinage et 1 non alevinée) (Figure 220). Les indices varient de 0 à 55 individus 0+/5 minutes. Aucun tacon 0+ n'a été capturé sur la station la plus amont non alevinée. Les 3 stations sous influence d'alevinage ont des indices d'abondance faibles et moyens. Les 2 stations situées en aval des points de déversement d'alevins présentent les indices les plus élevés. L'indice d'abondance moyen, toutes stations confondues, s'élève à 28,5 +/- 25,0 ce qui peut être considéré comme une abondance faible.

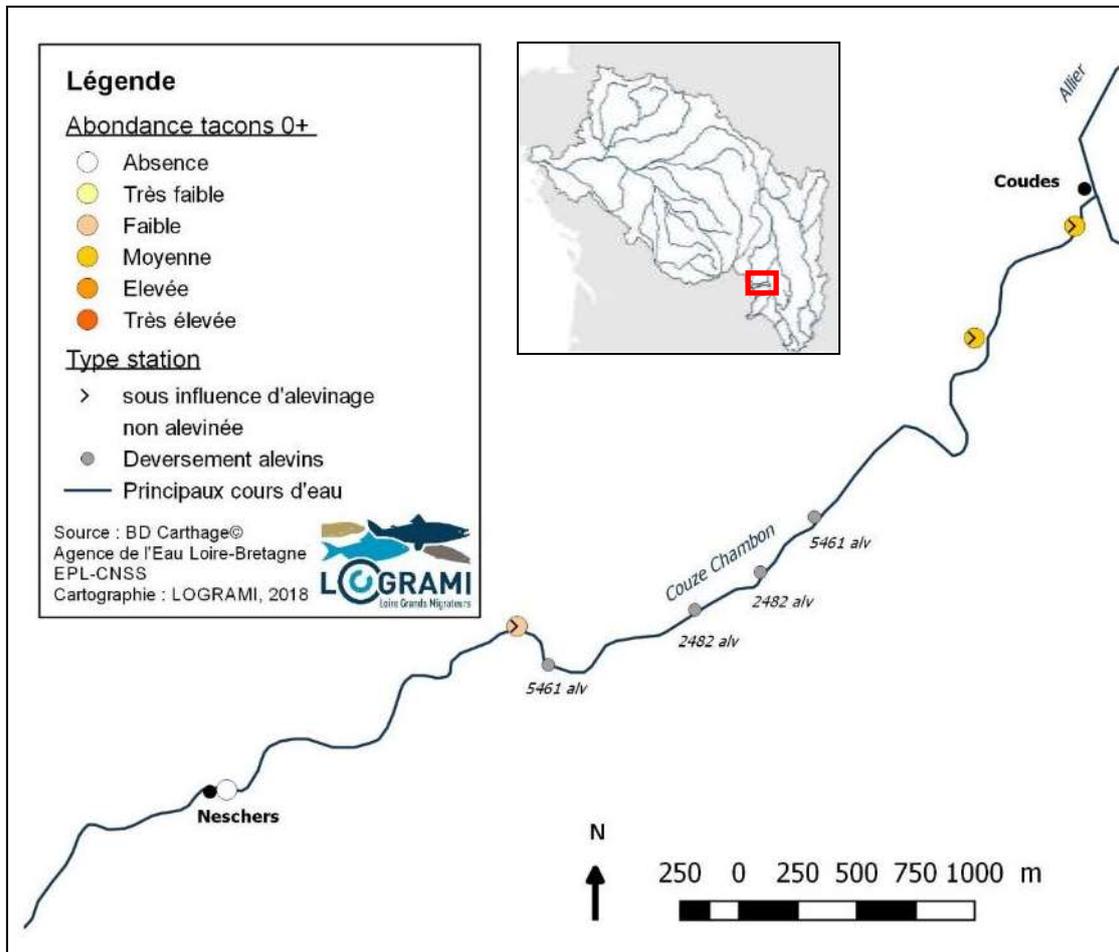
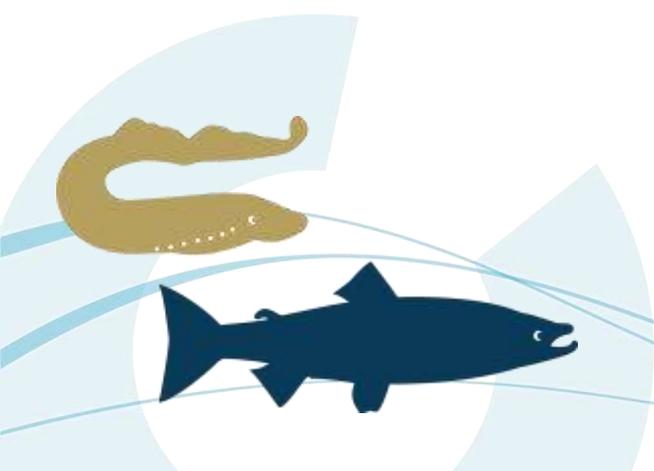


Figure 220: Indices d'abondance tacons des stations échantillonnées sur la Couze Chambon en 2018



Indices d'abondance sur la Couze Pavin

3 stations ont été échantillonnées sur la Couze Pavin en 2018 (1 alevinée, 1 sous influence d'alevinage et 1 non alevinée) (Figure 221). Les indices varient de 0 à 73 individus 0+/5 minutes. Aucun tacon 0+ n'a été capturé sur la station la plus amont qui est non alevinée. Les 2 autres stations présentent des indices d'abondance faible et moyen. L'indice d'abondance moyen, toutes stations confondues, s'élève à 34,3 +/- 36,7 ce qui peut être considéré comme une abondance moyenne.

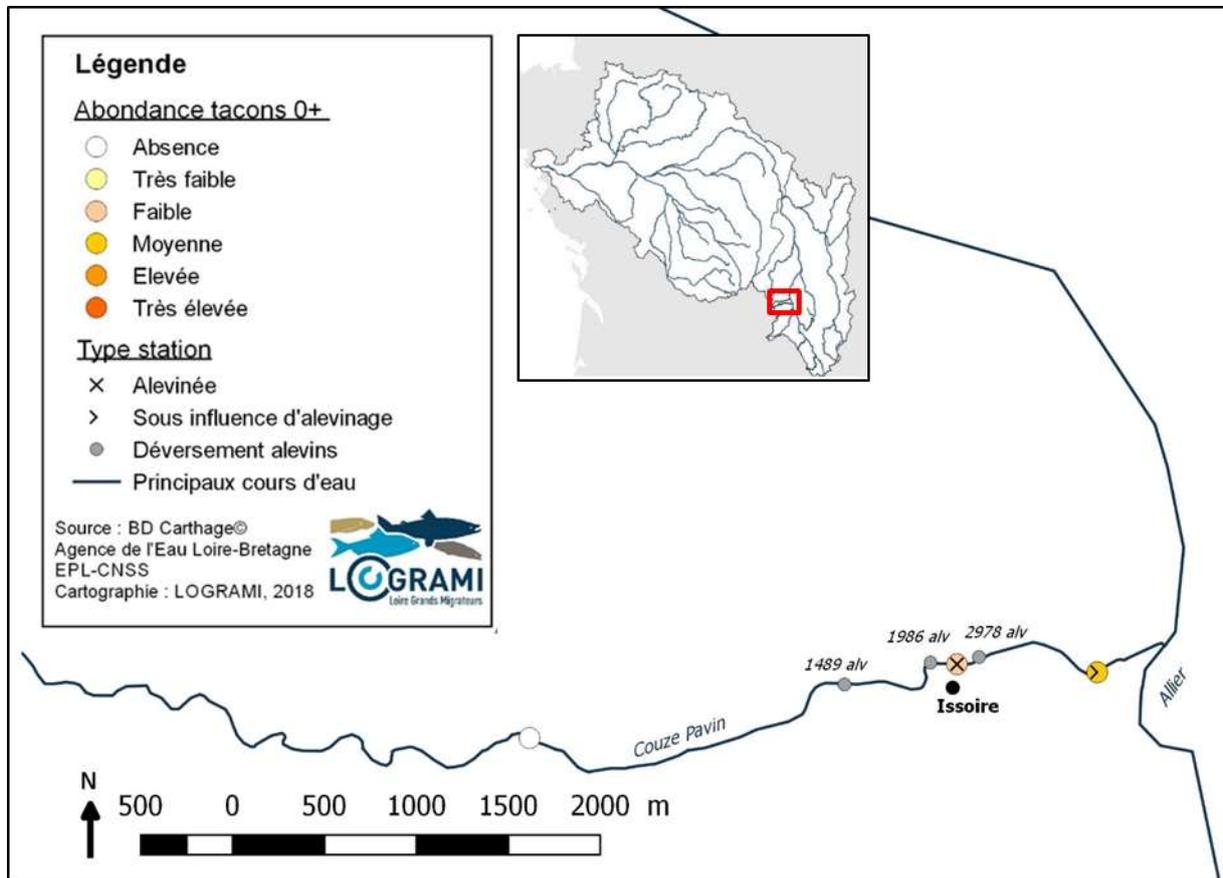


Figure 221 : Indices d'abondance tacons des stations échantillonnées sur la Couze Pavin en 2018

Indices d'abondance sur la Couze d'Ardes

4 stations ont été échantillonnées sur la Couze d'Ardes en 2018 (2 alevinées et 2 sous influence d'alevinage) (Figure 222). Les indices varient de 14 à 63 individus 0+/5 minutes. Les 2 stations alevinées présentent des indices d'abondance moyens. Les 2 stations sous influence d'alevinage présentent quant à elles des indices très faible et faible. L'indice d'abondance moyen, toutes stations confondues, s'élève à 41,3 +/- 23,7 ce qui peut être considéré comme une abondance moyenne.

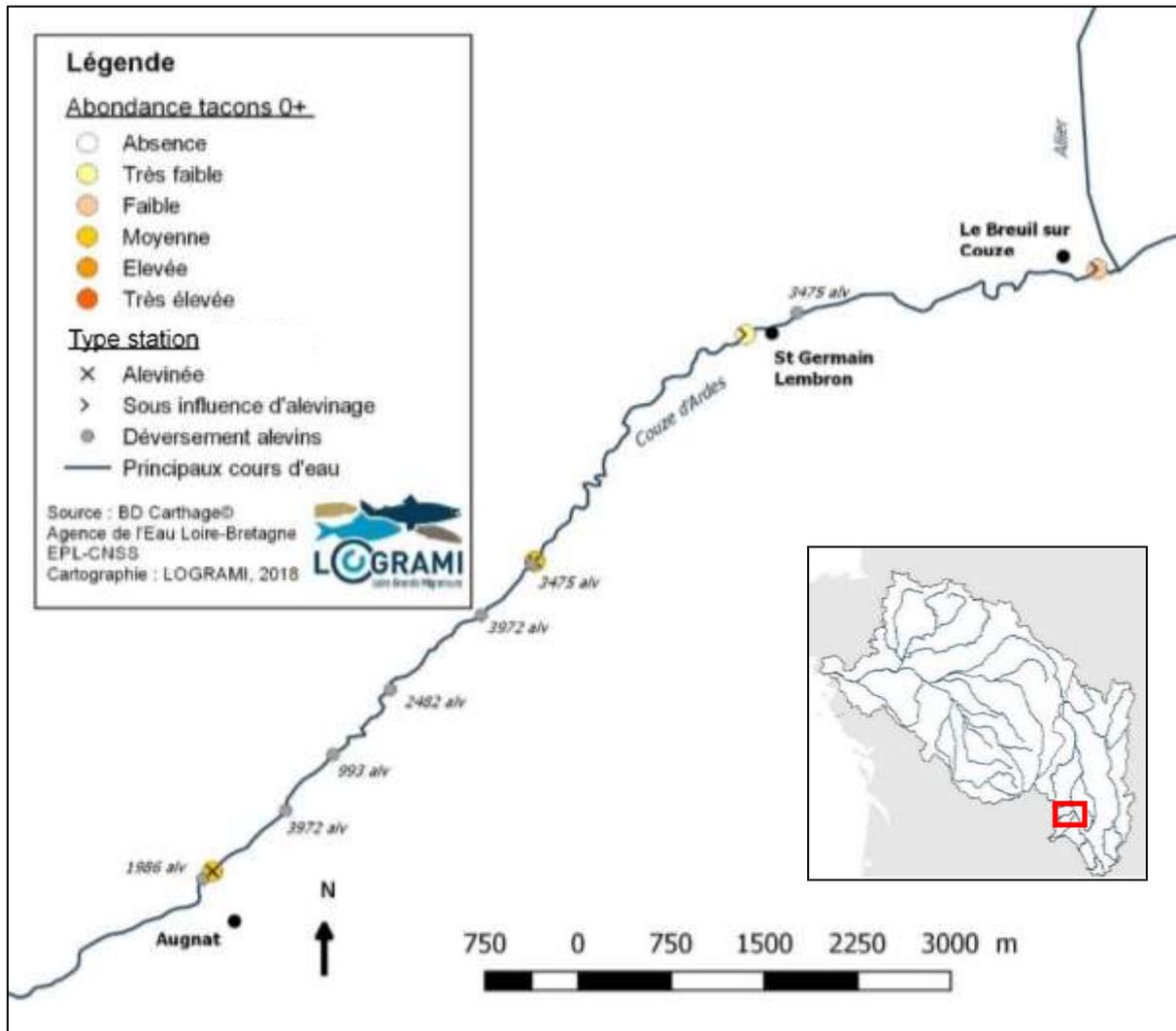


Figure 222 : Indices d'abondance tacons des stations échantillonnées sur la Couze d'Ardes en 2018

Indices d'abondance sur la Senouire

7 stations ont été échantillonnées sur la Senouire en 2018 (5 alevinées et 2 sous influence d'alevinage) (Figure 223). Les indices varient de 18 à 59 individus 0+ / 5 minutes. L'indice d'abondance moyen, toutes stations confondues, s'élève à 38,7 +/- 13,8 ce qui peut être considéré comme une abondance moyenne.

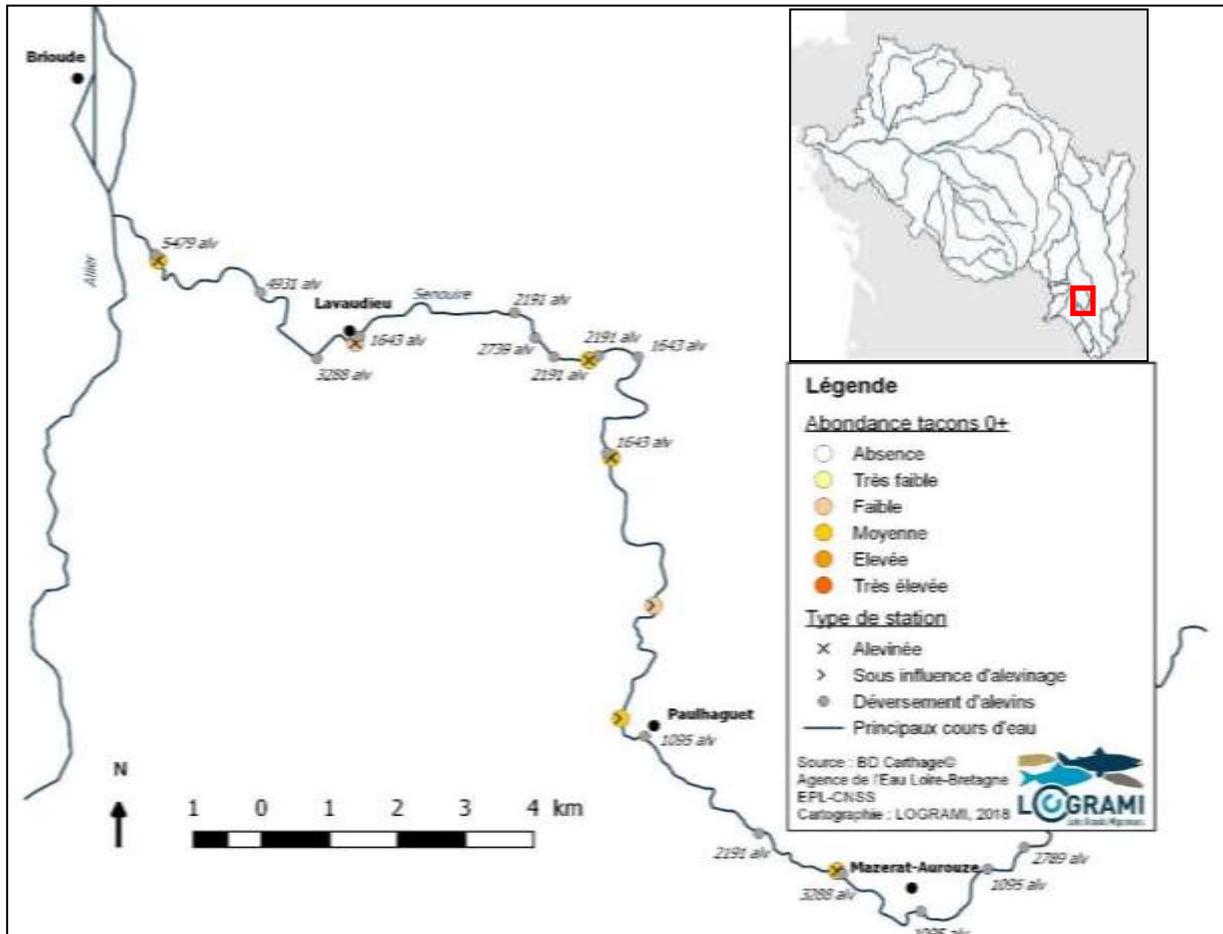


Figure 223 : Indices d'abondance tacons des stations échantillonnées sur la Senouire en 2018

Indices d'abondance sur la Desges

4 stations ont été échantillonnées sur la Desges en 2018 (4 stations non alevinées car situées dans la zone refuge de l'Allier) (Figure 224). **Aucun tacon 0+ n'a été capturé sur la Desges en 2018.**

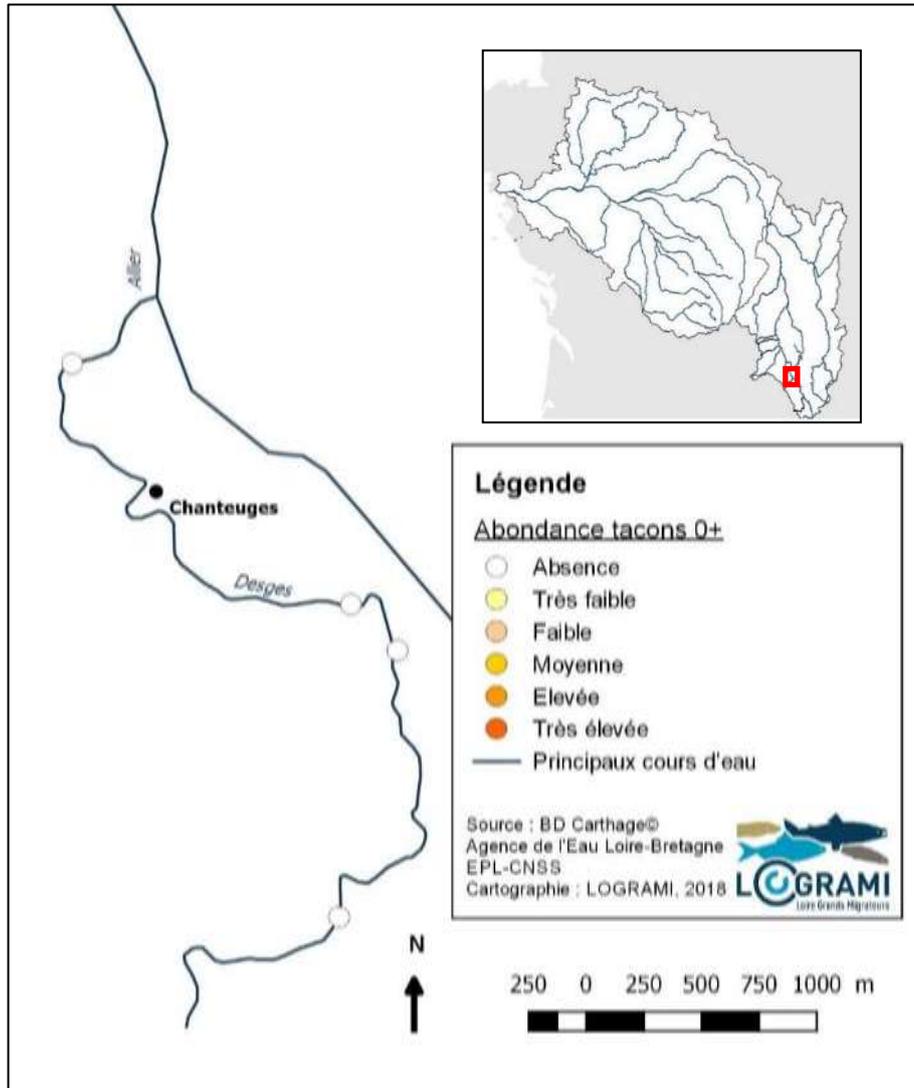


Figure 224 : Indices d'abondance tacons des stations échantillonnées sur la Desges en 2018

5.3.2.4 Estimation de la production de juvéniles d'automne

Production globale

La production globale de juvéniles d'automne 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 ; BACH et al., 2018) et des surfaces d'Equivalent Radier-Rapide connues (pour les cours d'eau où la granulométrie du fond est décrite, seules les surfaces ERR présentant une granulométrie principale constituée de blocs, pierres ou cailloux ont été considérées).

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 39). Suivant la même logique, seuls les

indices d'abondances obtenus dans ces secteurs ont été considérés pour calculer un indice moyen (IA moyen). Ainsi :

- ❶ Pour l'Alagnon, 3 secteurs ont été considérés : le cours principal de l'Alagnon entre Massiac et le barrage de Chambezon, le cours principal en aval du barrage de Chambezon et le Béal des Moulins. La production du Béal a pu être estimée car ses habitats ont été décrits en 2018 (cf. § 2.3.2). **Tous les tacons produits sur l'Alagnon sont des natifs.**
- ❷ Pour l'Allier, la production a été calculée par secteur (S1 à S5). Le secteur total considéré correspond au linéaire total de l'Allier auquel est retranché la partie située en amont de Langogne (aucun tacon capturé et aucune frayère en 2017) et 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 seulement 2 tacons 0+ capturés à Cournon). L'indice moyen est donc calculé à partir de tous les indices obtenus sur ce secteur. **Les tacons de la zone refuge (S1-S2-S3) sont considérés comme natifs.** Pour la réalisation de ce bilan, **les tacons produits sur les secteurs alevinés S4 et S5 ont été considérés comme un amalgame natifs-déversés** (des frayères ont été observées en quantité importante). Cette production d'alevins correspond donc à une estimation globale;
- ❸ Pour la Dore, 3 secteurs ont été considérés : le secteur aleviné « aval Ambert-amont Vertolaye », le secteur sous influence d'alevinage « Amont Vertolaye-amont Courpière » et le secteur aleviné « amont Courpière-Peschadoires ». **Tous les tacons produits sur la Dore sont considérés comme des déversés.**
- ❹ Pour la Sioule, 3 secteurs ont été considérés : le secteur non aleviné « Barrage de Queuille-Amont thermes de Châteauneuf les Bains », le secteur aleviné « Amont thermes de Châteauneuf les Bains-Ebreuil » et le secteur considéré comme non aleviné « Ebreuil-confluence Allier ». **Les tacons produits sur les 2 secteurs non alevinés sont considérés comme natifs.** Ceux du secteur aleviné sont considérés comme déversés.
- ❺ Pour la Couze Chambon, la Couze Pavin, la Couze d'Ardes et la Senouire, les secteurs considérés correspondent aux secteurs alevinés en 2018. **Tous les tacons produits sur ces cours d'eau sont considérés comme des déversés.**

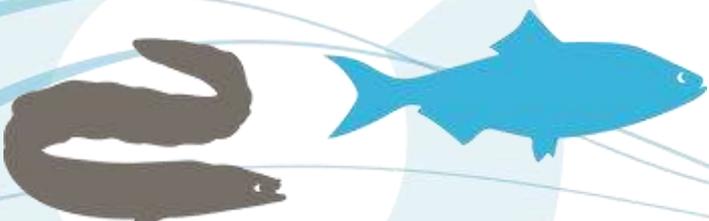
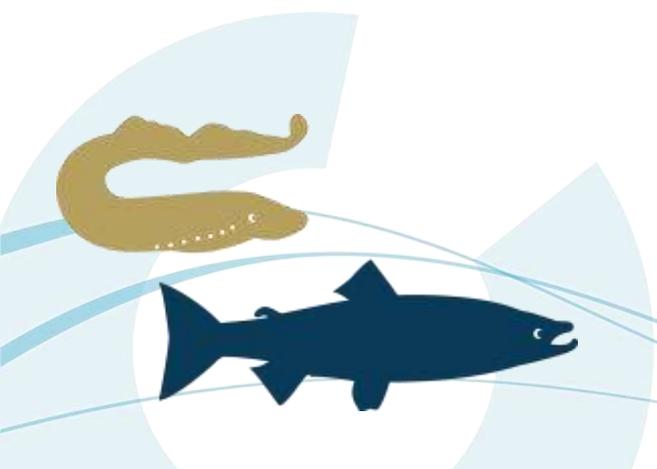


Tableau 39 : Bilan de l'estimation de la production de tacons 0+ d'automne des différents cours d'eau du bassin de l'Allier en 2018

	Secteur considéré	Surface ERR (m ²)	IA moyen (ind 0+/5mn)	Production tacons 0+ d'automne estimée	Origine présumée tacons	Part bassin
Alagnon	Massiac - Barrage de Chambezon (décrit en 1999)	143866	3,4	2896	natifs	0,9%
	Barrage de Chambezon - confluence Allier (décrit en 1999)	114526	12,2	8272	natifs	2,5%
	Béal des Moulins décrit en 2018	11410	21,7	1466	natifs	0,4%
	Total Alagnon	269801		12633	natifs	3,8%
Allier	S1 (Amont Langogne - restitution Naussac 2) (décrit en 1999)	15188	10,3	926	natifs	0,3%
	S2 (décrit en 1999)	297065	3,3	5803	natifs	1,8%
	S3 décrit en 1999	253594	51	76565	natifs	23,2%
	S4 Langeac-La Bageasse (décrit en 2017)	177191	71	74477	mixtes	22,5%
	S5 La Bageasse - Cournon (décrit en 2018)	362899	25,6	54998	mixtes	16,6%
	Total Allier	1105937		212770		64,4%
Dore	Secteur aleviné aval Ambert (Tour Goyon)-amont Vertolaye (décrit en 1999)	33674	30,8	6140	déversés	1,9%
	Secteur non aleviné Vertolaye-amont Courpière (décrit en 1999)	164707	3	2925	déversés	0,9%
	Secteur alevinés amont Courpière-Peschadoires (décrit en 1999)	29535	22,9	4004	déversés	1,2%
	Total Dore	227916		13069	déversés	4,0%
Sioule	Barrage de Queuille- Amont des thermes de Châteauneuf (décrit en 1999)	34841	1,3	268	natifs	0,1%
	Zone alevinée (Thermes Châteauneuf les Bains - Ebreuil) (décrit en 1999)	154274	42,7	38998	déversés	11,8%
	Aval Ebreuil (décrit en 1999)	132845	1	913	natifs	0,3%
	Total Sioule	321960	15,8	40179		12,2%
Couze Chambon	Amont Neschers-conf. Allier (décrit 2015)	31698	28,5	5348	déversés	1,6%
Couze d'Ardes	Aval Barège-confluence. Allier (décrit en 2015)	46738	41,3	11427	déversés	3,5%
Couze Pavin	Aval seuil Hôpital Issoire-confluence. Allier (décrit en 2015)	16720	51,5	5098	déversés	1,5%
Desges	Seuil de la Cambuse-confluence. Allier (décrit en 2016)	14227	0	0	natifs	0,0%
Senouire	Mazerat-Aurouze (Barbanson)-confluence Allier) (décrit en 2016)	130902	38,7	29990	déversés	9,1%
Total Bassin		2165899		330514		



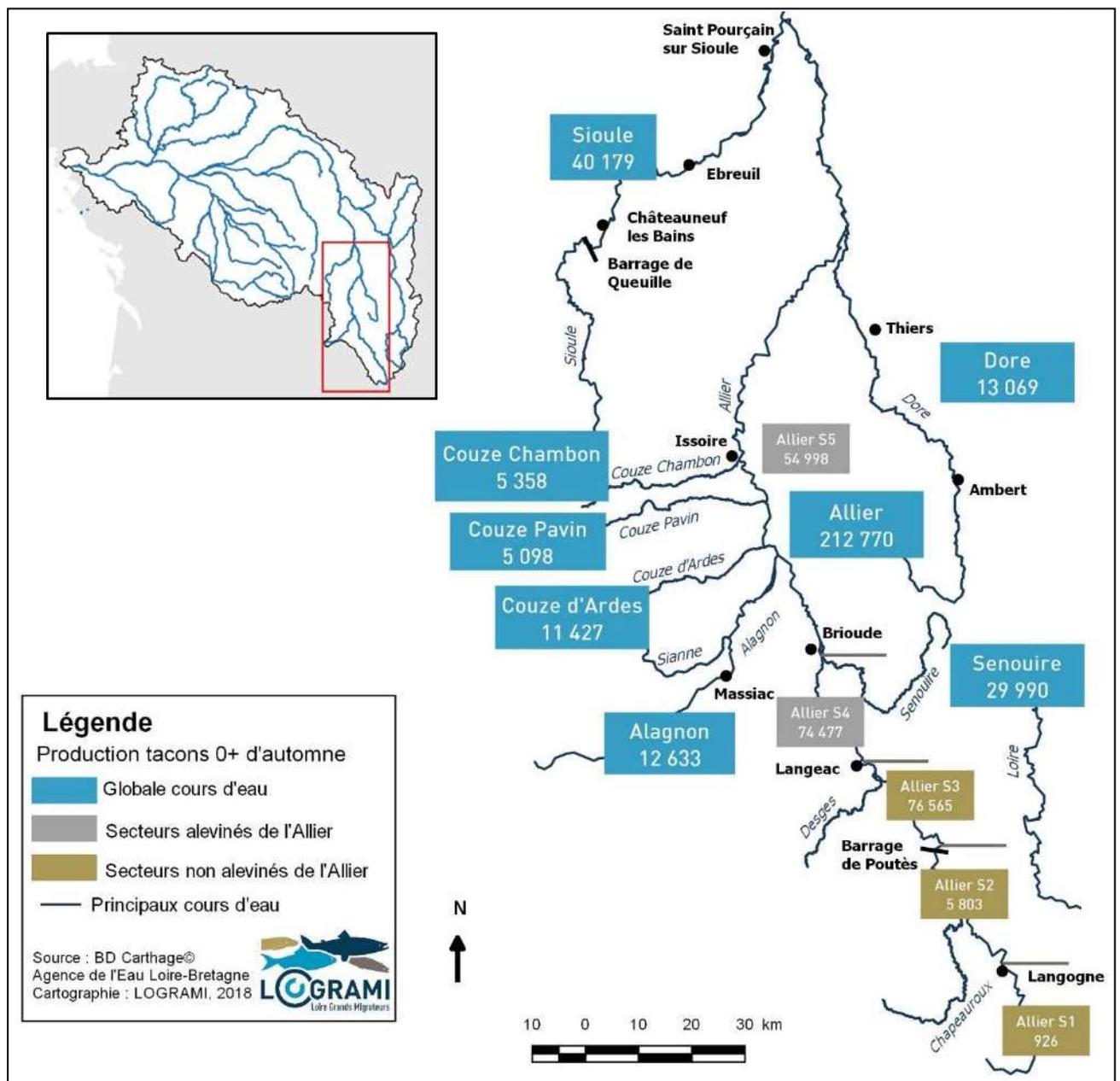


Figure 225 : Production de tacons 0+ d'automne des différents cours d'eau du bassin de l'Allier en 2018

Selon la méthode estimative employée, le **bassin de l'Allier aurait produit, en 2018, 330 514 tacons 0+ d'automne** (Tableau 39 et Figure 225). Représentant une part de 64,4% (212 770 tacons 0+), l'Allier contribue fortement à la production globale du bassin (Figure 226). La Sioule et la Senouire contribuent dans une moindre mesure avec respectivement 12,2% et 9,1% de la production. Enfin la Dore, l'Alagnon et les 3 Couze(s) contribuent encore plus faiblement avec des parts comprises entre 1,5 et 4 %. L'Alagnon non alevinée produit donc quasiment autant de tacons 0+ que la Dore qui est alevinée.

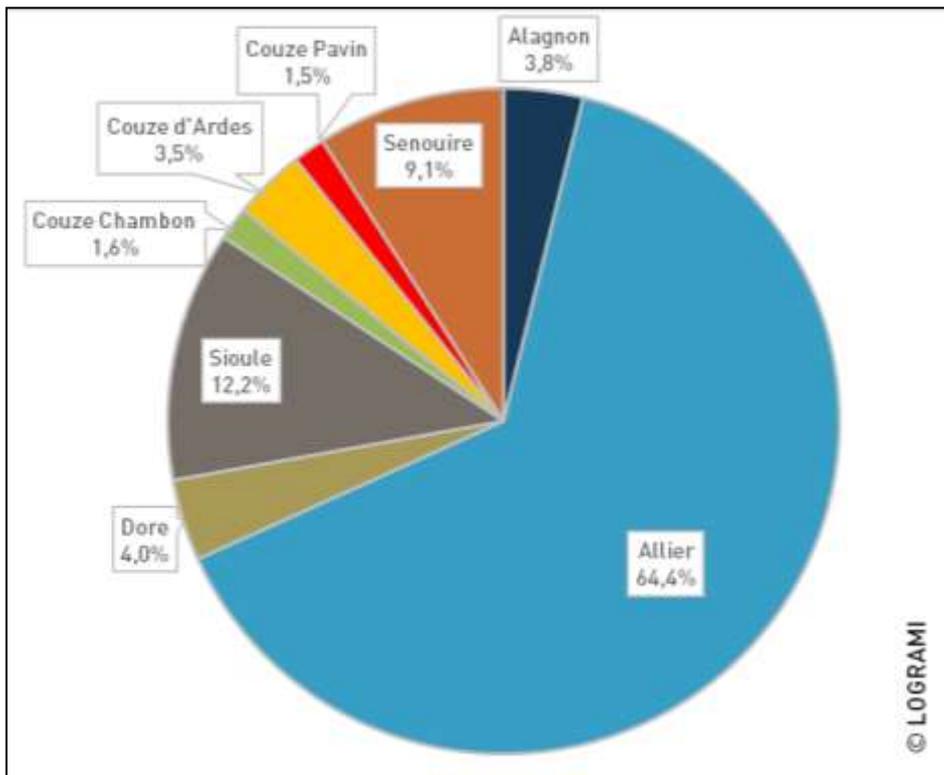


Figure 226 : Répartition de la production de tacons 0+ d'automne du bassin de l'Allier en 2018

En termes d'origine des tacons 0+, 29,4 % des tacons (97 109) seraient des natifs contre 31,4 % des déversés (103 930) et 39,2 % d'origine mixte (129 475 natifs et déversés).

Sur la Dore, la Senouire et les 3 Couze (Chambon, Pavin, Ardes), 100 % des tacons produits sont considérés comme des déversés.

Sur l'Alagnon, 100 % des tacons produits sont considérés comme des natifs.

Sur l'Allier, 39,1% des tacons produits seraient des natifs et 60,9 % d'origine mixte.

Sur la Sioule, 2,9 % des tacons produits seraient des natifs et 97,1 % des déversés.

Production tacons 0+ natifs

Seuls l'Allier, l'Alagnon et la Sioule auraient produits 97 109 tacons natifs en 2018. En faisant fi des tacons produits sur les secteurs S4 et S5 car d'origine mixte, avec 85,8 %, l'Allier représente la grande majorité de cette production de tacons natifs (83 295 tacons 0+) (Figure 227). L'Alagnon contribue à hauteur de 13% (12 633 tacons 0+). Enfin la Sioule apporte une très faible production (1,2%) (1181 tacons 0+).

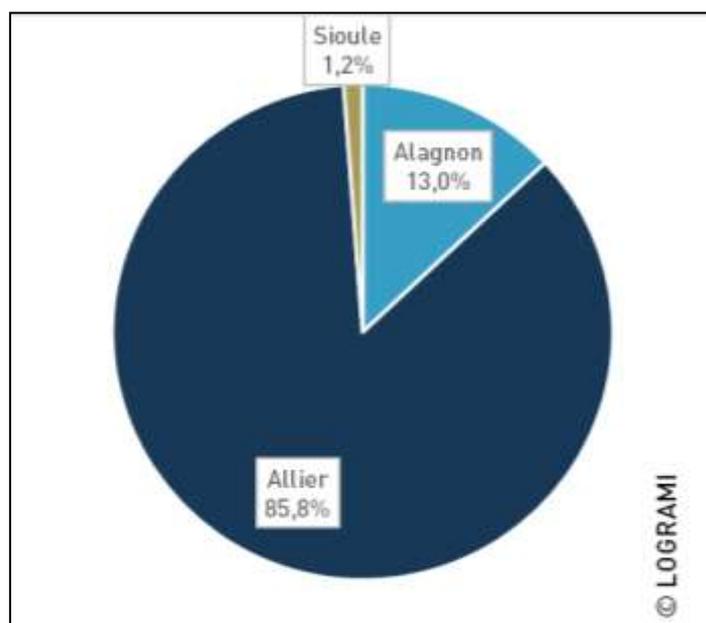


Figure 227 : Répartition de la production de tacons 0+ d'automne natifs du bassin de l'Allier en 2018 (sans les secteurs mixte natifs –déversés de l'Allier S4 et S5)

Production tacons 0+ déversés

233 405 tacons 0+ issus de déversement d'alevins auraient été produits par les 7 cours d'eau alevinés en 2018 incluant l'ensemble des alevins des secteurs S4 et S5. Avec 129 475 tacons 0+ d'origine déversés produits (55,5 %), l'Allier contribue fortement à cette production du bassin (Figure 228). La Sioule et la Senouire contribuent dans une moindre mesure à cette production avec respectivement 38 998 tacons (16,7%) et 29 990 tacons (12,8%). Enfin la Dore et les 3 Couze (s) contribuent encore plus faiblement avec des parts comprises entre 2,2 et 5,6 %.

La production totale des « petits » affluents (Couze Chambon, Couze Pavin, Couze d'Ardes et Senouire), alevinés pour la première fois en 2018 est quasiment équivalente à celle du secteur S5 de l'Allier (Brioude La Bageasse – Cournon d'Auvergne) (51 853 contre 54 998).

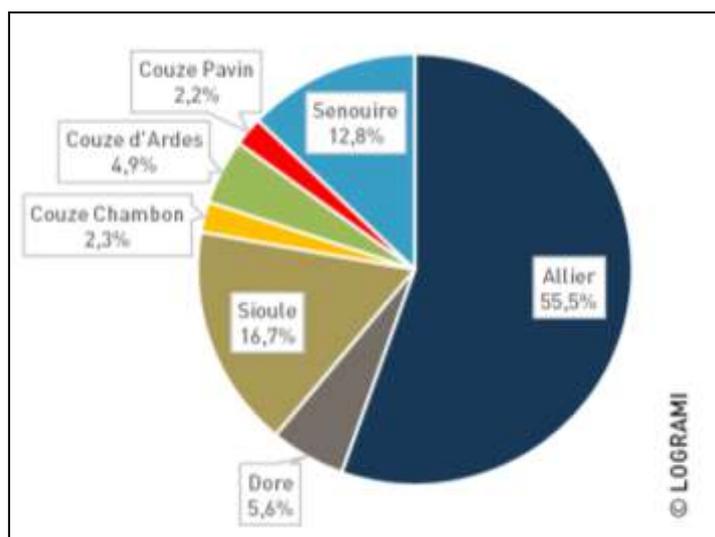


Figure 228 : Répartition de la production de tacons 0+ d'automne déversés du bassin de l'Allier en 2018

5.3.3. Production de juvéniles de saumon à l'échelle du bassin Loire

Les suivis de l'abondance des tacons sur les différents axes du bassin versant permettent le calcul d'une production estimée de juvéniles à l'échelle du bassin Loire (Figure 229).

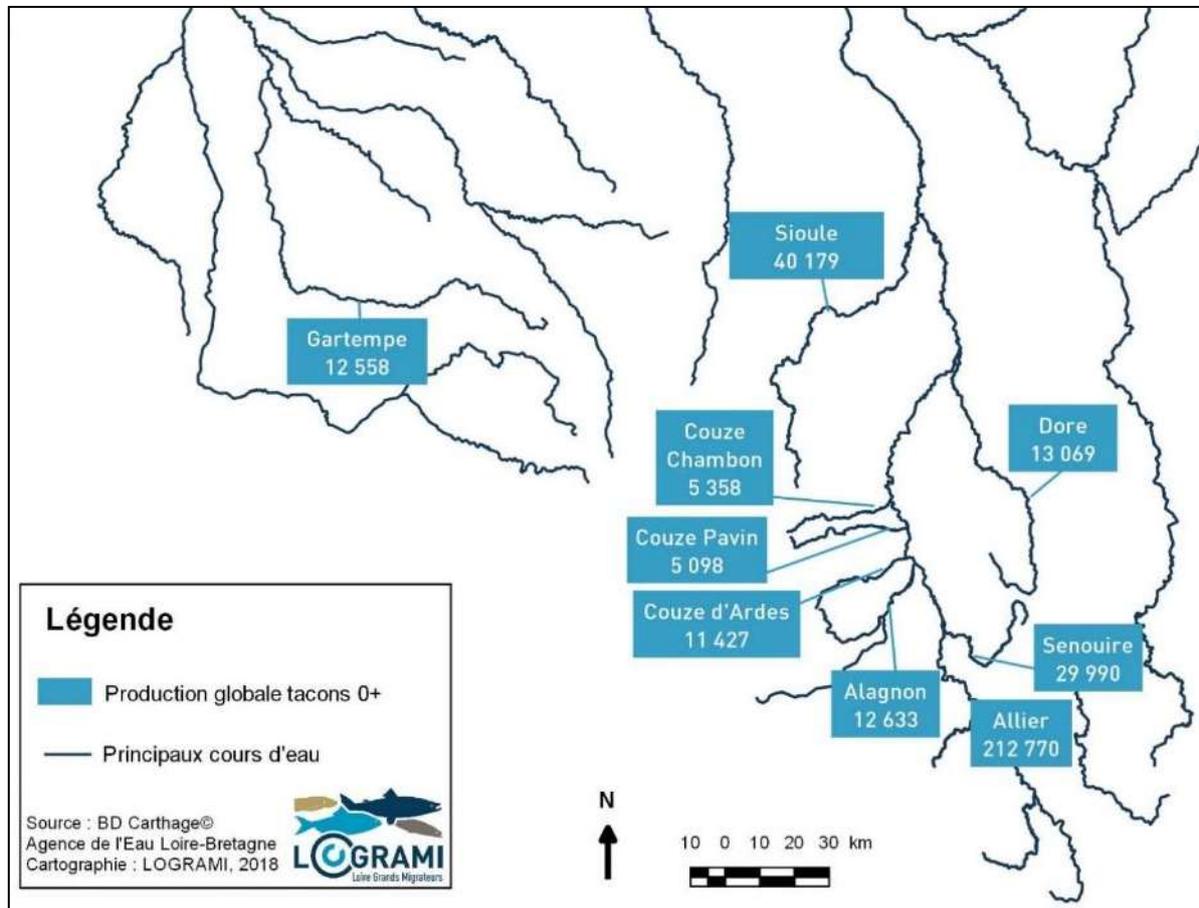
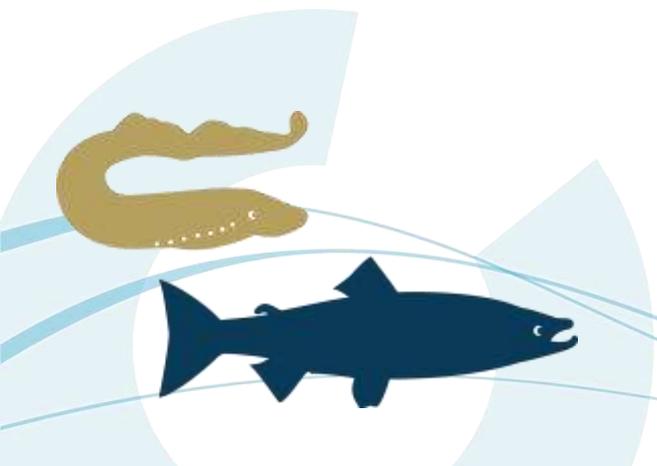


Figure 229 : Production estimée de juvéniles de saumon à partir des suivis d'indices d'abondance de tacons sur les différents axes du bassin de la Loire en 2018



5.4. 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 de juvéniles, 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 2018 confirment une nouvelle fois cette tendance avec des effectifs très faibles (seulement 1 320 aloses dénombrées). Le bassin de la Vienne a accueilli la majorité de la population avec plus de 81 % de l'effectif annuel.

Depuis l'ouverture de la station de comptage de Châtelleraut en 2004, il apparaît que l'essentiel des comptages de lamproies marines est effectué sur le bassin de la Vienne. L'affinité de cette espèce avec ce bassin peut s'expliquer par la proximité de celui-ci avec l'océan mais aussi par la présence importante de phéromones d'ammocètes dans la composition de l'eau pouvant orienter le homing. Les effectifs 2018 sont bien plus importants que ceux de 2017 (9 524 lamproies marines comptés en 2018 contre 1 228 en 2017). Néanmoins, ils restent très faibles par rapport à la moyenne des années antérieures (de 2007 à 2017 en moyenne 40 903 +/- 28 320 lamproies marines ont été comptées). Ces résultats inquiètent quant au devenir de cette espèce patrimoniale.

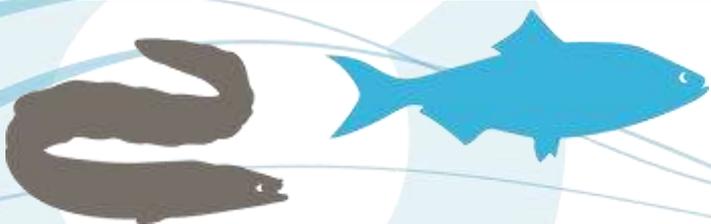
La répartition des stations de comptage sur l'ensemble du bassin de la Loire permet de connaître précisément les abondances de saumons atlantiques en migration de reproduction chaque année sur les axes concernés. Les zones de reproduction se situent en effet systématiquement en amont des dispositifs 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 (88 % en 2018), il apparaît qu'une proportion non négligeable remonte sur le bassin de la Creuse (10 % en 2018).

Sur l'axe Creuse-Gartempe, 47 saumons ont été comptés à Descartes, aucun individu n'a été observé à Châteauponsac 140 km en amont. Ce résultat reflète les problèmes de continuité rencontrés sur ce bassin.

Sur la Sioule, les comptages réalisés pour la deuxième année consécutive, même s'ils ne sont pas exhaustifs, révèlent que l'axe est fréquenté par plus de 7% des effectifs du bassin soit 35 saumons en 2018. Sur l'axe Loire-Arroux, les effectifs sont modestes avec 14 saumons en moyenne et seulement 7 individus en 2018. Une partie du contingent se dirige vers l'axe Arroux mais une autre part des géniteurs en migration s'oriente vers la Loire amont comme en témoignent les comptages à Roanne et ses affluents.

Sur l'Allier, la moyenne annuelle à Vichy est de 776 individus depuis 2011 alors qu'elle était historiquement (depuis 1997) de 612 saumons. Cette tendance d'augmentation encourageante n'est pas confirmée en 2018 où seulement 389 saumons ont été comptés. Malgré de forts débits automnaux, très peu d'individus ont pu accéder aux zones de reproduction situées en amont du barrage de Poutès. Seulement 6 % des saumons comptés à Vichy ont en effet franchi cet ouvrage.

Les truites de mer sont en effectif extrêmement faible depuis de nombreuses années. En 2018, seul un individu a été comptabilisé sur l'ensemble du réseau de comptage. Ces résultats confirment l'absence de population installée sur le bassin de la Loire et plus particulièrement sur les axes suivis.



Chaque année, des anguilles jaunes et argentées sont visualisées 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). A noter qu'en 2018 plus de 8 500 anguilles ont été dénombrées sur la Vienne à Châtellerauld. Cela constitue un record depuis le début du suivi en 2004. Cette forte migration s'explique en partie par des débits très favorables à la migration durant le mois de juin.

Soulignons que des poissons migrateurs peuvent s'engager sur des axes non suivis ou pour différentes raisons ne jamais atteindre les stations de comptage. Ainsi, les effectifs comptés sur les différents bassins sont sous-estimés.

Les suivis de la reproduction des aloses en aval de Decize sur la Loire et en aval de Vichy sur l'Allier ont été allégés en 2018 afin de garantir une faible mobilisation humaine concentrée uniquement dans des conditions de reproduction favorables. Malgré 4 nuits d'observation dans des conditions « favorables » de reproduction (température supérieure à 16 °C), aucun bull n'a été constaté. Les faibles effectifs comptabilisés aux stations de comptage en 2018 (15 géniteurs à Vichy et 231 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.

Le suivi des juvéniles de saumon sur la Gartempe réalisé sur 16 stations en 2018 a permis d'estimer la production à 12 558 tacons 0+. Cette production est calculée uniquement sur la base de la production de tacons issue du déversement d'alevins. Or, le nombre d'alevins déversés sur la Gartempe est réduit puisqu'il a été de 132 267 individus en 2018 pour 400 000 m² de surfaces productives disponibles.

Les 99 stations échantillonnées durant la campagne « Indice d'Abondance tacons » 2018 réparties sur 10 cours d'eau du bassin de l'Allier ont permis d'estimer une production totale de 330 514 tacons 0+ toutes origines confondues. Pour les secteurs non alevinés, cette production de juvéniles a pu être rapportée aux nombres de frayères comptabilisées en 2017 afin d'évaluer la productivité de ces dernières. Ainsi :

L'Alagnon aurait produit 12 633 tacons 0+ natifs (3,8% du bassin de l'Allier) majoritairement localisés en aval du barrage de Chambezon. L'abondance de juvéniles est jugée faible sur l'Alagnon en 2018 en lien avec l'arrêt des alevinages (depuis 2017) mais aussi en lien avec une crue hivernale (10 fois le module) destructrice. Celle-ci a assurément impacté la productivité des frayères dont les comptages 2017 constituaient un record (84). Les très faibles valeurs de productivité obtenues sur le Béal depuis 2010 mettent clairement en évidence que la reproduction forcée du saumon dans ce bras dérivé artificiel n'est que très peu productive. La gestion future de ce bief devra en tenir compte.

L'Allier aurait produit 212 770 tacons 0+ (64,4% du bassin de l'Allier) dont 83 321 natifs dans la zone refuge en amont de Langeac (secteurs S1, S2 et S3) et 129 449 d'origines mixtes (alevinés et natifs) en aval dans les secteurs alevinés S4 et S5. Au regard des données historiques, l'année 2018 se caractérise par une faible production d'alevins natifs dans la zone refuge principalement limitée à l'aval du barrage de Poutès (S3) et par une production des secteurs alevinés S4 et S5 plus importante que les années précédentes. Cette répartition semble cohérente avec la répartition des frayères en 2017. Par ailleurs, même si la production de tacons natifs de la zone refuge est limitée par sa faible exploitation par les géniteurs, la productivité des frayères en 2018 aurait atteint son niveau le plus élevé depuis 2010 avec



1471 individus 0+ d'automne produits par frayère. Globalement à l'échelle de l'axe, l'abondance de juvéniles 0+ à l'automne 2018 s'apparente aux moyennes historiques.

La Dore aurait produit 13 069 tacons 0+ (4% du bassin de l'Allier). Avec une seule frayère comptabilisée sur la Dore en 2017, l'apport d'alevins natifs étant très limité, la quasi-totalité des tacons produits sont considérés comme déversés. Outre une abondance moyenne supérieure à la moyenne historique, la principale constatation de la campagne 2018 sur la Dore est la capacité du secteur « aval Sauviat » à produire des tacons 0+ d'automne dans la même classe d'abondance que celle observée en amont de Sauviat (secteur historiquement aleviné). L'opération de déversement dans cette zone paraît donc être une alternative recevable dans l'attente de l'équipement à la dévalaison des smolts pour l'ouvrage de Sauviat.

La Sioule aurait produit 40 179 tacons 0+ (12,2% du bassin de l'Allier) dont une très grande majorité d'origine déversés (38 998). Au regard des données historiques, l'abondance moyenne de l'année 2018 est plutôt faible (4^{ème} moins bon indice moyen depuis 2000). La productivité des frayères de la Sioule situées entre le barrage EDF de Queuille et les thermes de Châteauneuf les Bains est très faible en 2018. La variabilité interannuelle importante de cette productivité révèle que le potentiel productif de ce cours d'eau n'est pas exploité et que le recrutement en juvéniles de saumons est chroniquement impacté.

Les « petits » affluents, la Couze Chambon, la Couze Pavin, la Couze d'Ardes et la Senouire, alevinés pour la première fois en 2018 auraient produit en globalité 51 853 tacons 0+ soit 15,7% de la production totale du bassin de l'Allier. Leurs indices d'abondance moyens sont compris entre faible (Couze Chambon) et moyens (Couze Pavin, Couze d'Ardes et Senouire). Ces 4 cours d'eau sont donc en capacité de produire des tacons 0+ d'automne à partir d'alevins déversés. Réunis, leur production est quasiment équivalente à celle du secteur S5 de l'Allier (Brioude La Bageasse – Cournon d'Auvergne) (51 853 contre 54 998)



6. Les traits de vie

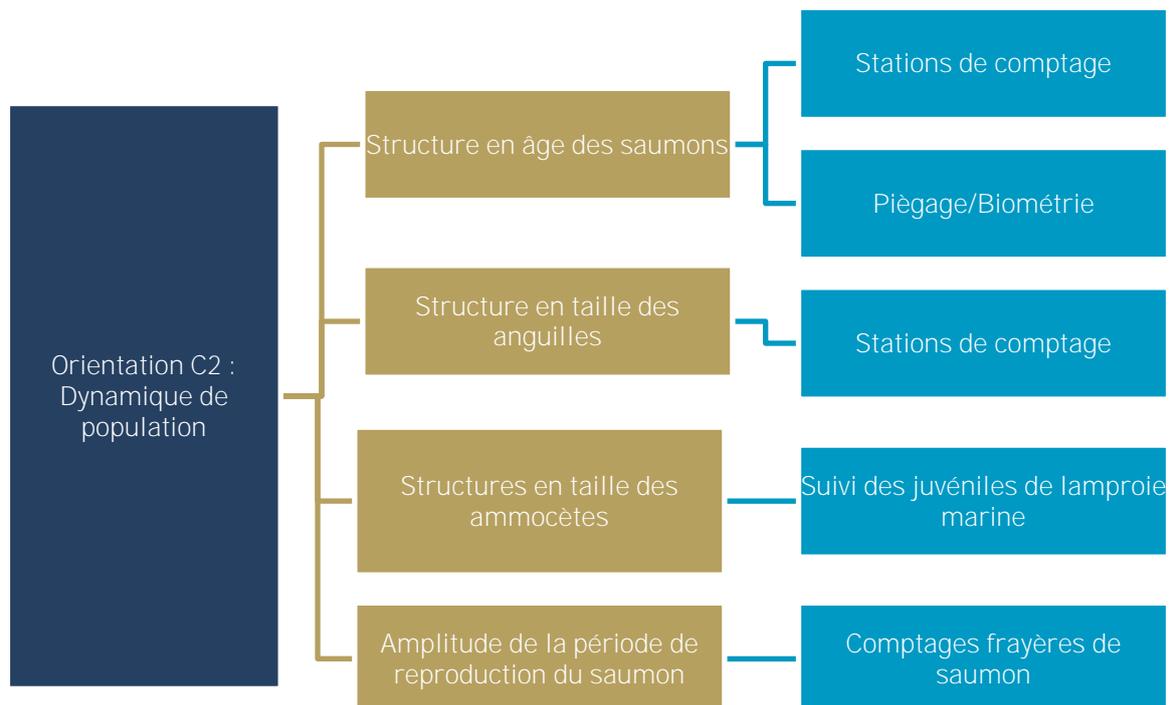


Figure 230 : Dendrogramme des actions menées dans le cadre de l'orientation C2 : Dynamique de population, traits de vie (Source LOGRAMI)

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'espèces sont des descripteurs biologiques et comportementaux quantitatifs (croissance, mode/rythme/stratégie de reproduction et alimentation) ou écologiques (préférendum de température, débit, etc.) étudiés aux échelles spatiales de l'habitat et du paysage. Ils sont un produit de la sélection naturelle (produit neutre ou constituant une réponse adaptative aux modifications et contraintes de l'environnement).

Ainsi, les traits biologiques et écologiques représentent l'ensemble des caractéristiques biologiques des espèces ainsi que leurs relations avec l'environnement.

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'écaillés et la mesure de la taille des poissons capturés, de contribuer à la validation de cet abaque. Ces résultats sont en effet très importants dans un contexte de changement global puisque des indications de diminution de la taille des poissons pour un âge de mer identique sont déjà apparues

dans d'autres bassins français. Pour le moment, ce phénomène a particulièrement été observé pour les poissons d'un an de mer (très peu présents dans le bassin de la Loire).

6.2.1. Sur le bassin Creuse-Gartempe

Les 47 saumons comptabilisés à Descartes en 2018 ont pu être mesurés individuellement. Leurs tailles s'échelonnent de 70 à 98 cm pour une moyenne de 79 cm (+/- 7 cm).

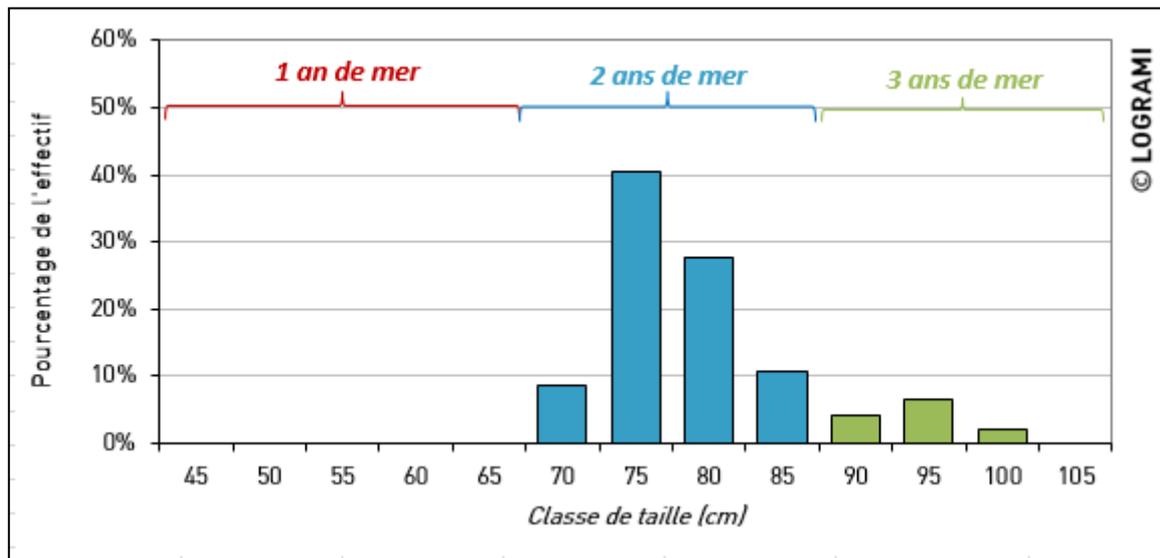


Figure 231 : Distribution en classes de taille des effectifs de saumon atlantique comptabilisés dans la passe à poissons de Descartes sur la Creuse en 2018 (n=47)

La classe de taille la plus représentée est celle de 75 cm totalisant 19 individus, soit 40 % de la population en migration. A partir d'un abaque, ces différentes tailles permettent d'établir l'âge de chaque saumon ayant franchi l'ouvrage de Descartes. Seules deux classes d'âges sont représentées en 2019 : les saumons de deux ans de mer (41 individus soit 87 % de l'effectif) et de trois ans de mer (6 individus soit 13 % de l'effectif).

La population en migration de l'année 2018 est donc en majorité composée de poissons de deux ans de mer. Les années précédentes cette classe d'âge était aussi majoritairement représentée (Figure 232). De 2007 à 2017, en moyenne 63 % (+/- 15) des individus ont été considérés comme des individus ayant séjourné deux ans en mer. La proportion de saumons de trois ans de mer est aussi assez proche de celui de l'historique. En effet, en moyenne de 2007 à 2017, 21 % (+/- 18) des saumons franchissant chaque année le barrage de Descartes ont trois ans de mer. **L'absence de saumons d'un an de mer est par contre inédite.** En moyenne 12 (+/- 10) saumons de cette classe d'âge remontent la Creuse chaque année. Les fortes températures rencontrées dès la fin du mois de juin ont pu inhibé la migration des individus de cette classe d'âge.

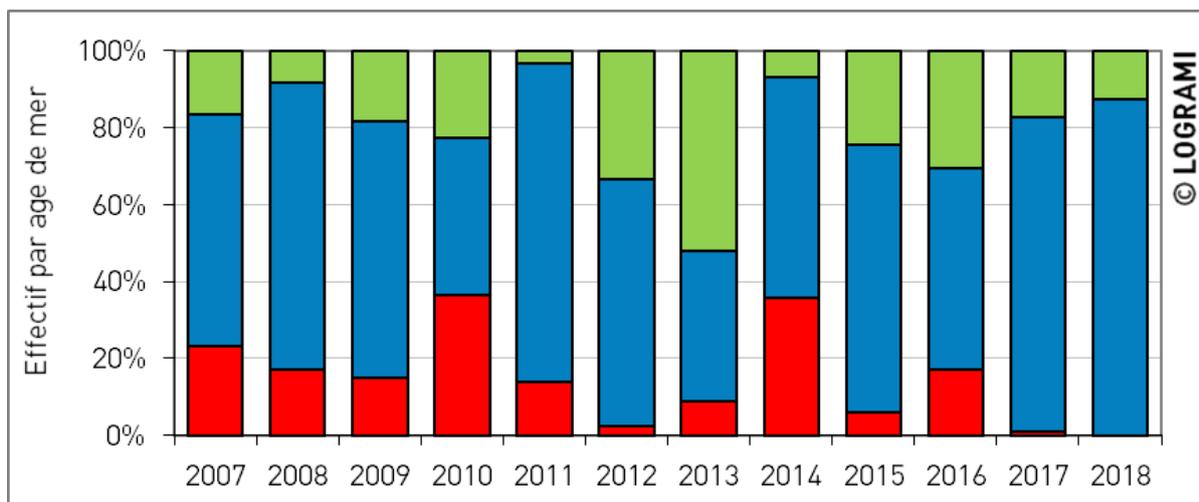


Figure 232 : Evolution de la répartition des classes d'âges de saumons à la station de comptage Descartes depuis 2007

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 233). Les retours des poissons issus de la dévalaison de 2016 sont incomplets. En effet, les trois ans de mer de cette cohorte migreront à Descartes en 2019. Les retours de l'année 2013 sont les plus importants de l'historique avec 211 saumons passés à Descartes, une à trois années après leur dévalaison. Les faibles retours de la dévalaison 2008 peuvent en partie être liés à une pollution de l'estuaire de la Loire aux hydrocarbures qui a entraîné une forte mortalité de la faune pisciaire. De même, les faibles retours de l'année 2011 peuvent être expliqués par les conditions hydrométriques et thermiques très défavorables rencontrées lors de la dévalaison.

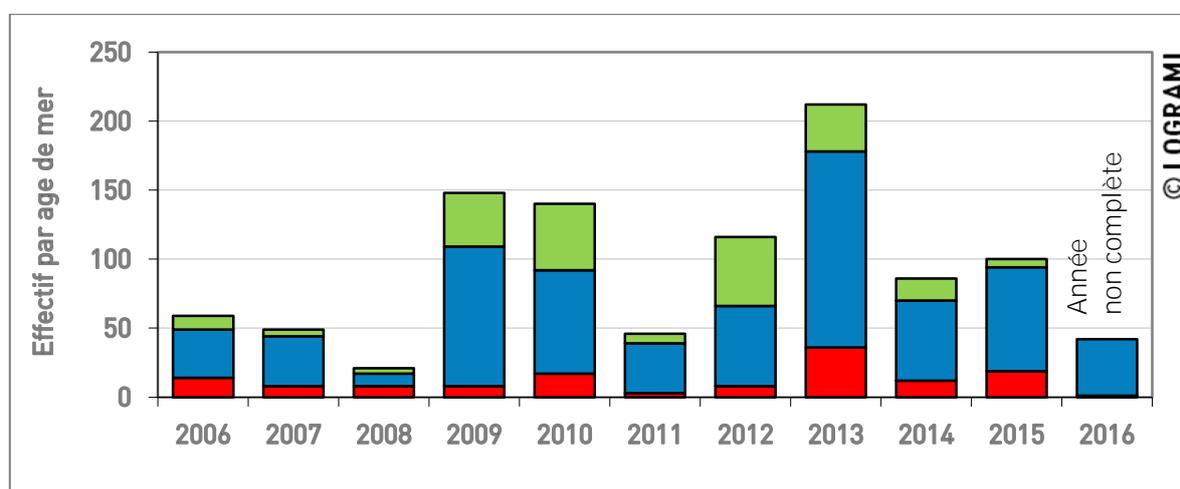


Figure 233 : Effectifs des retours de saumons par classe d'âge suivant leur année de dévalaison à Descartes (n=1 019)

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

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 2018, le contingent migrant à la station de comptage de Decize est en majorité composé de poissons de deux ans de mer (86 % soit 6 individus). 1 individu de 1 an de mer a également été observé. Pour la deuxième fois depuis 2009 (2013 et 2018), aucun individu de 3 étés n'a été comptabilisé à la station. Depuis 2009, la classe de saumons de 2 étés est aussi majoritaire avec en moyenne 77 % des passages (Figure 234).

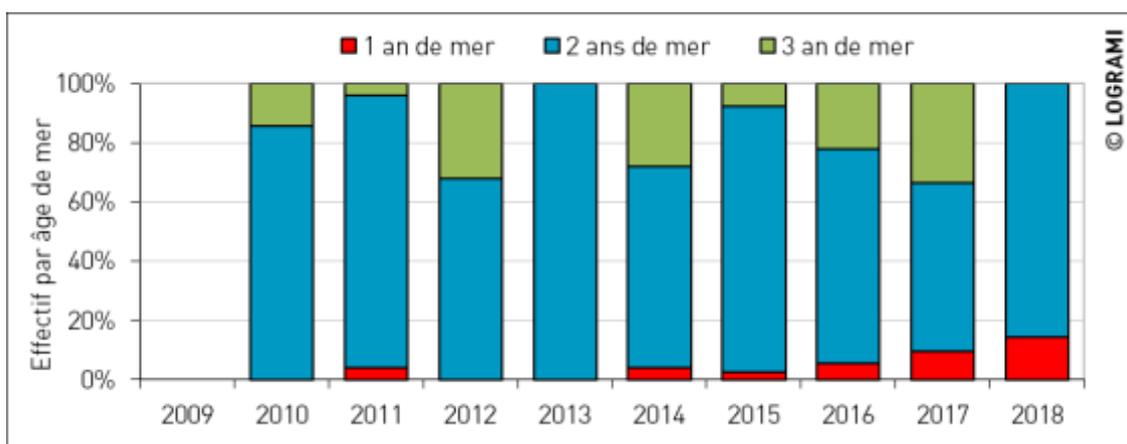


Figure 234 : Evolution de la répartition des classes d'âges de saumons à la station de comptage de Decize depuis 2009

Ces classes d'âge permettent de reconstituer le nombre de saumons de retour sur la Loire amont selon leur année de dévalaison (Figure 235). Les retours des poissons issus de la dévalaison de 2016 sont incomplets. En effet, les trois ans de mer de cette cohorte migreront à Decize en 2019. La moyenne interannuelle des retours de saumons par année de dévalaison à la station de comptage de Decize entre en 2008 et 2015 s'élève à 18 individus (+/- 9). 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 67 % des passages.

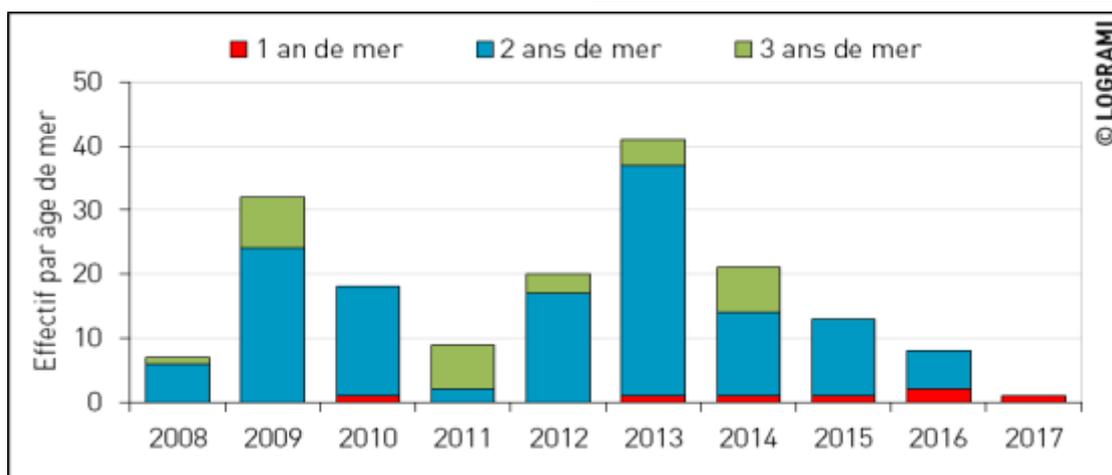


Figure 235 : Effectifs des retours de saumons par classe d'âge suivant leur année de dévalaison à Decize

6.2.2.2 Station de comptage de Gueugnon

Au total, sur les 41 individus contrôlés sur la période 2006-2018, 35 saumons étaient des individus de 2 étés de mer, soit environ 85 % (Figure 236). Les saumons de grande taille semblent avoir du mal à regagner les zones amont du bassin de l'Arroux. Certaines années (2010 et 2014), aucun des individus observés à la station de Decize n'est comptabilisé à la station de Gueugnon.

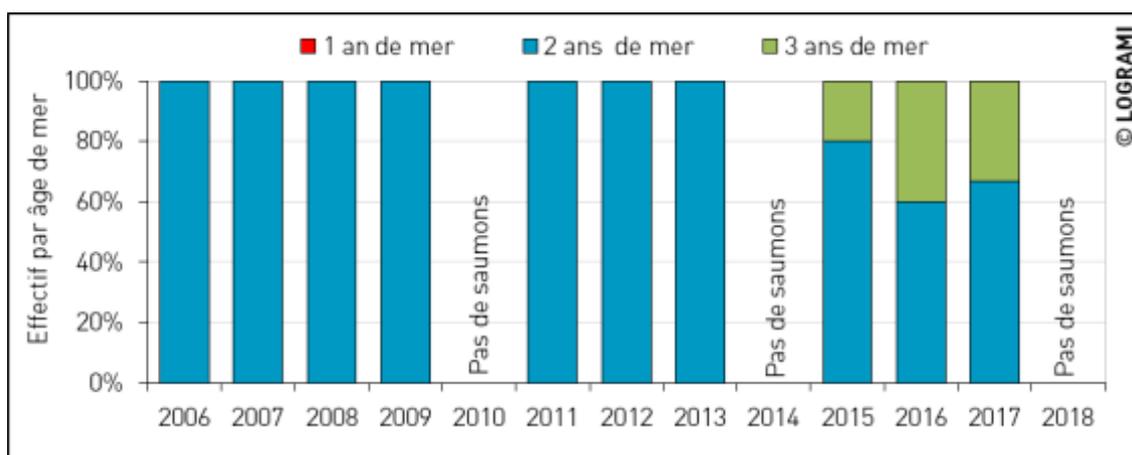
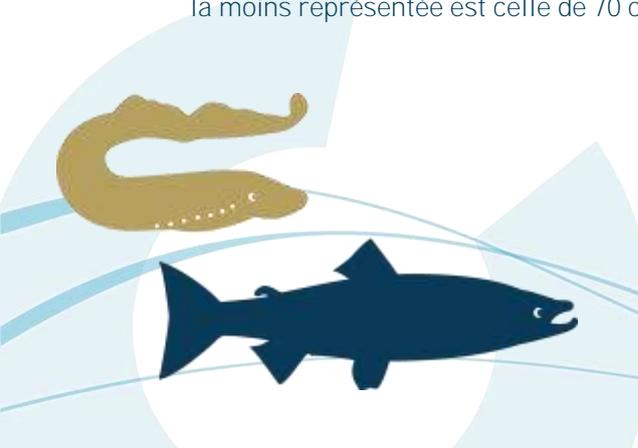


Figure 236 : Evolution de la répartition des classes d'âges de saumons à la station de comptage de Gueugnon depuis 2006

6.2.3. Sur le bassin de l'Allier

6.2.3.1 Station de comptage de Saint-Pourçain-Sur-Sioule

La classe de taille la plus représentée en 2018 à la station de comptage de St Pourçain sur Sioule est celle de 75 cm (18 individus) (Figure 237). Cette classe représente 33 % du total des passages. La classe la moins représentée est celle de 70 cm avec 1 individu contrôlé (2 % des passages).



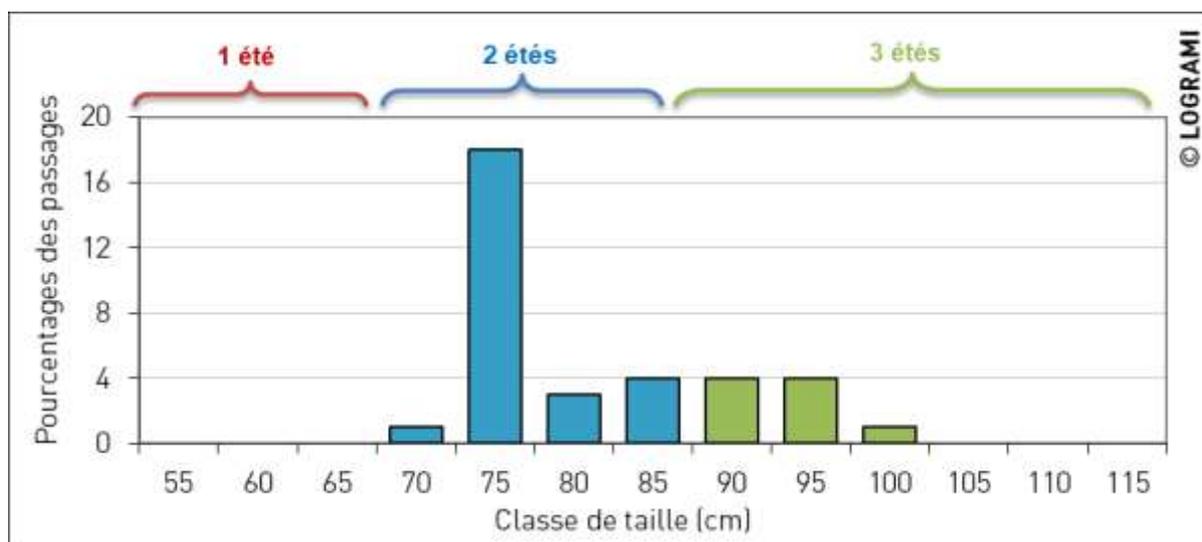


Figure 237 : Répartition des classes de taille de saumons à la station de comptage de Vichy en 2018 (n=389)

En 2018, le contingent de saumons contrôlés à la station de comptage est composé de 74 % de saumons de 2 étés (26 individus) et 26 % de saumons de 3 étés (9 individus). Aucun, individu de 1 été n'a été comptabilisé cette année (Figure 238).

Depuis 2017, la proportion d'individus de 2 étés représente la classe majoritaire avec 78 % des individus.

Pour rappel, cette station est en service depuis le 15 mars 2017. Ainsi, les premiers saumons de la saison 2017 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 le bassin de l'Allier. La proportion d'individus de 3 ans de mer est probablement sous-estimée en 2017.

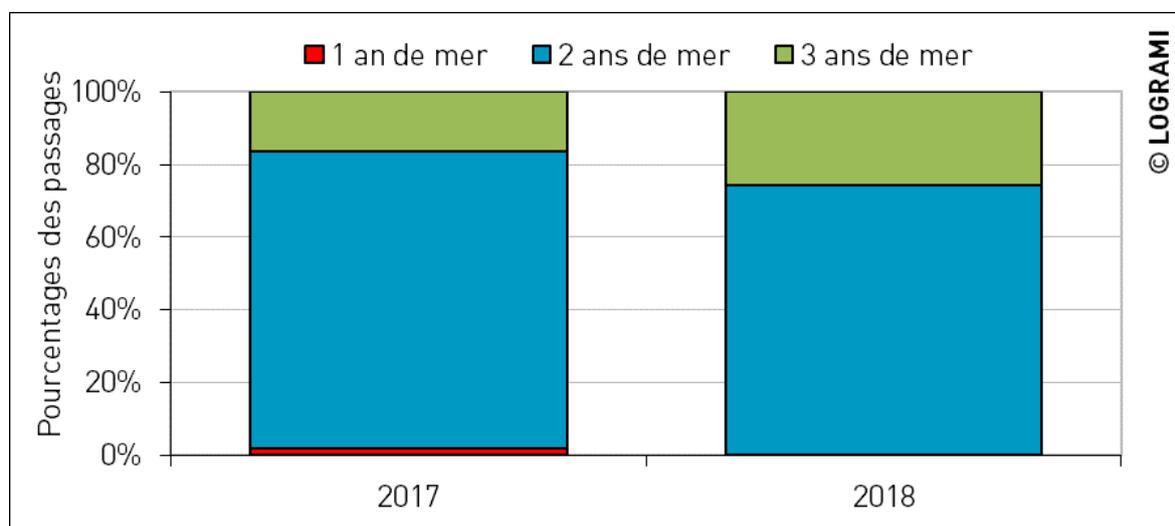


Figure 238 : Evolution de la répartition des classes d'âges de saumons à la station de comptage de St Pourçain sur Sioule entre 2017 et 2018

6.2.3.2 Station de comptage de Vichy

Les classes de tailles les plus représentées en 2018 à la station de comptage de Vichy sont celles de 80 cm (92 individus) et 75 cm (84 individus) (Figure 239). Ces classes représentent 45 % du total des passages. La classe la moins représentée est celle de 105 cm avec 1 individu contrôlé.

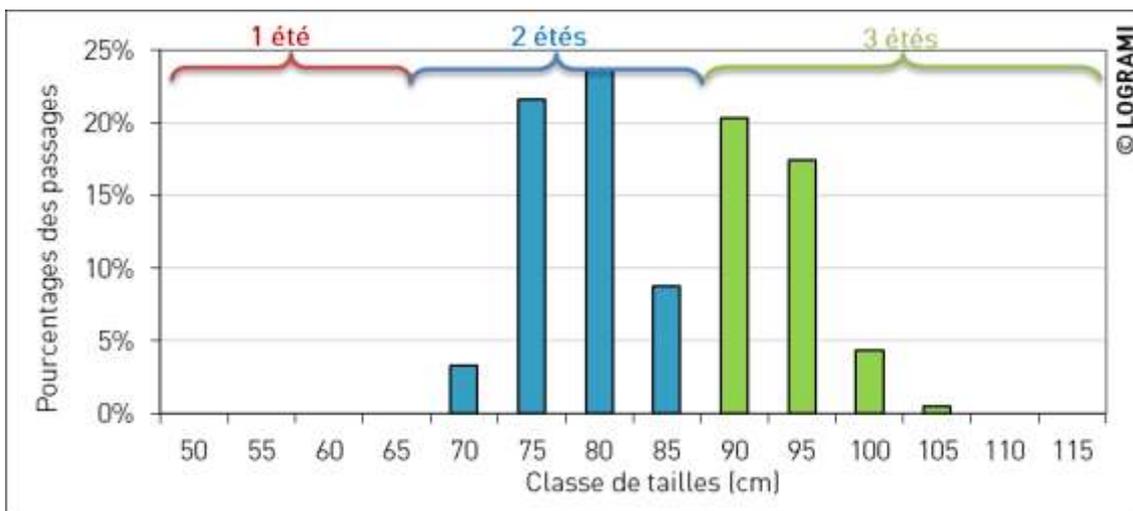


Figure 239 : Répartition des classes de taille de saumons à la station de comptage de Vichy en 2018 (n=389)

En 2018, le contingent de saumons contrôlés à la station de comptage de Vichy est composé de 57 % de saumons de 2 étés (223 individus) et 43 % de saumons de 3 étés (166 individus). Aucun individu de 1 été n'a été comptabilisé cette année (Figure 240).

Depuis 1997, la proportion d'individus de 2 étés représente la classe majoritaire avec 57 % (+/- 14) des individus. L'année 2018 est donc typique de ce qui est observé habituellement à la station de Vichy.

À 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 %.

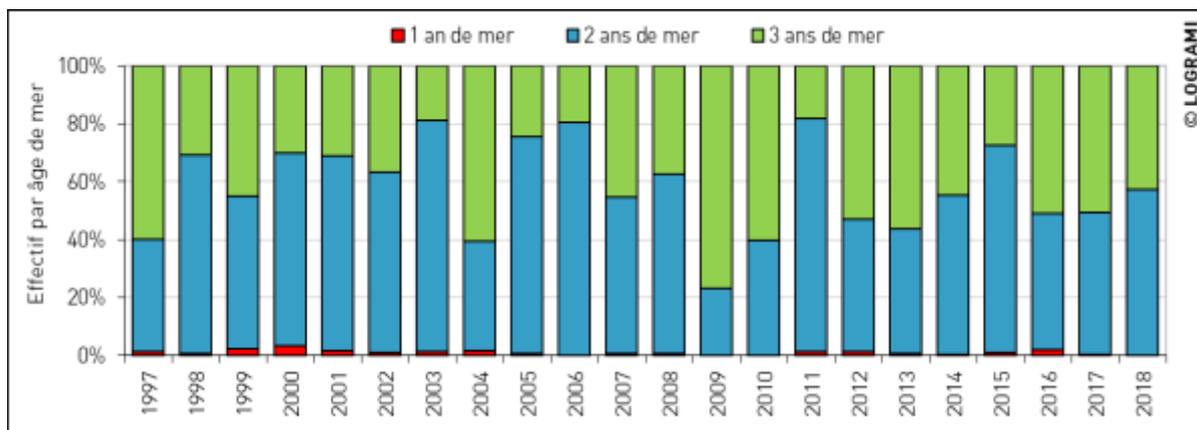


Figure 240 : Evolution de la répartition des classes d'âges de saumons à la station de comptage de Vichy depuis 1997

La moyenne interannuelle des retours de saumons par année de dévalaison à la station de comptage de Vichy entre en 1995 et 2015 s'élève à 609 individus (+/- 229) (Figure 241). Sur la période 1995-2015, 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 % (+/- 2) ; moyenne 2 étés : 57 % (+/- 10) ; moyenne 3 étés : 41 % (+/- 11). 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).

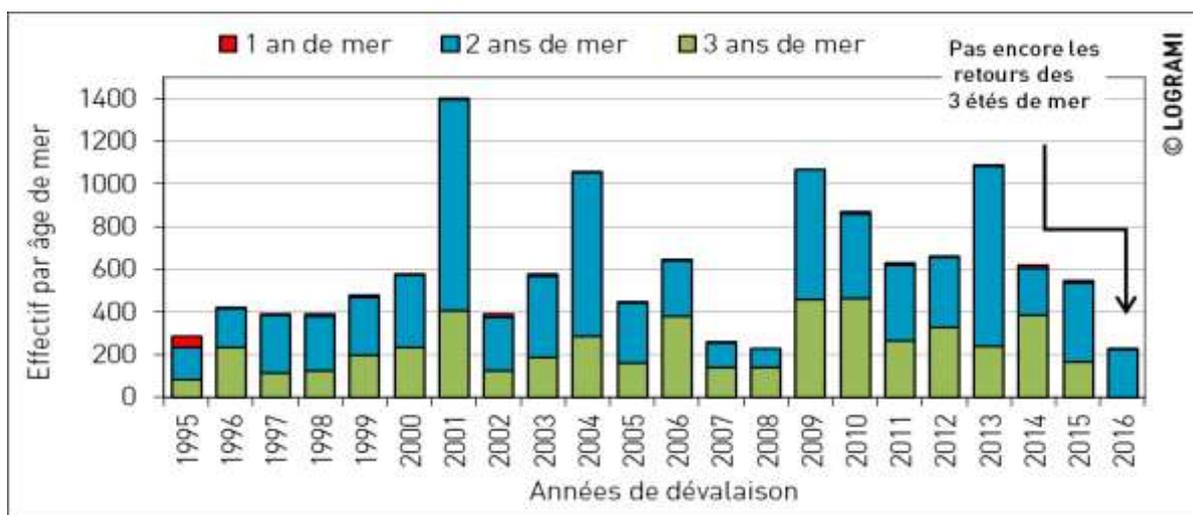


Figure 241 : Effectifs de retours de saumons par classe d'âge suivant leur année de dévalaison à Vichy depuis 1995

Les retours les plus importants sont issus de la dévalaison des juvéniles de 2001 : 1 398 saumons de retour à Vichy (Figure 241). Sur la période 2009-2015, le taux de retour des géniteurs par année de dévalaison est évalué en moyenne à 780 individus +/- 192 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.

6.2.3.3 Station de comptage de Langeac

Les classes de tailles les plus représentées en 2018 à la station de comptage de Langeac sont celles de 70 cm (29 individus) et 75 cm (22 individus) (Figure 242). Ces classes représentent 50 % du total des passages. La classe la moins représentée est celle de 90 cm avec 15 individus contrôlés (15 % de l'effectif).

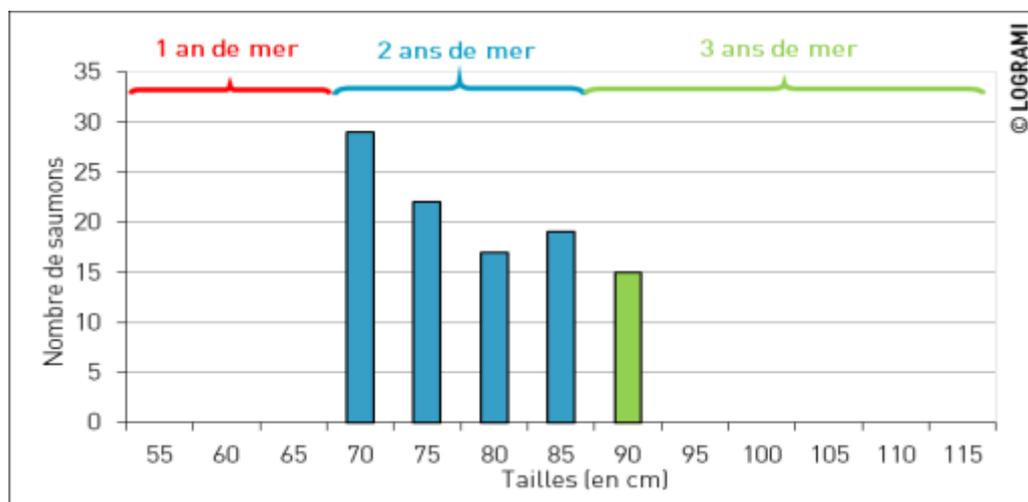


Figure 242 : Distribution en classes de taille des effectifs de saumon atlantique comptabilisés dans les passes à poissons de Langeac sur l'Allier en 2018 (n=102)

À Langeac, pour l'année 2018, la proportion de saumons de 3 ans de mer (15 %) est bien plus faible qu'à Vichy (43 %) alors que ces saumons passent plus précocement à Vichy que les saumons de 2 étés et 1 été de mer (Figure 243).

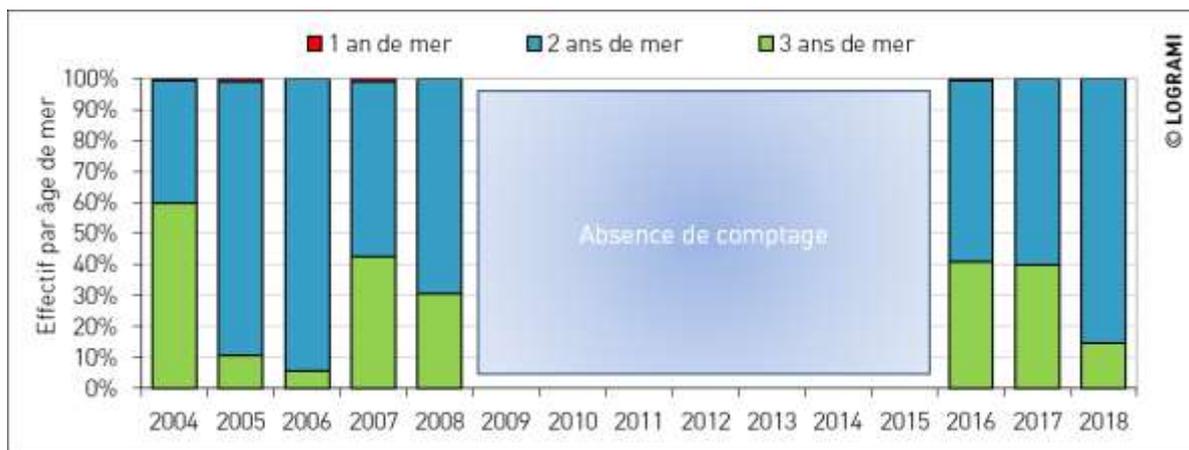


Figure 243: Evolution de la répartition des classes d'âges de saumons à la station de comptage de Langeac depuis 2004

Depuis 2004, la proportion d'individus de 2 étés représente la classe majoritaire avec 67 % (+/- 15) des individus. Pour l'année 2018, cette proportion est plus élevée avec 85 % des passages.

Seulement 4 individus de 1 an de mer ont été comptabilisés depuis le début du suivi en 2004. Tout comme à la station de Vichy, aucun individu n'a été observé à la station de Langeac en 2018.

6.2.3.4 Station de comptage de Poutès

La classe de taille la plus représentée en 2018 à l'ascenseur de Poutès est celle de 80 cm totalisant 6 individus, soit 31 % de la population en migration (Figure 244). A partir d'un abaqué, ces différentes tailles permettent d'établir l'âge de chaque saumon ayant franchi l'ouvrage de Poutès. Ainsi, l'effectif peut être subdivisé en trois grandes classes d'âge : les saumons d'un an de mer (0 individu), de deux ans de mer (14 individus soit 74 % de l'effectif) et de trois ans de mer (5 individus soit 26 % de l'effectif).

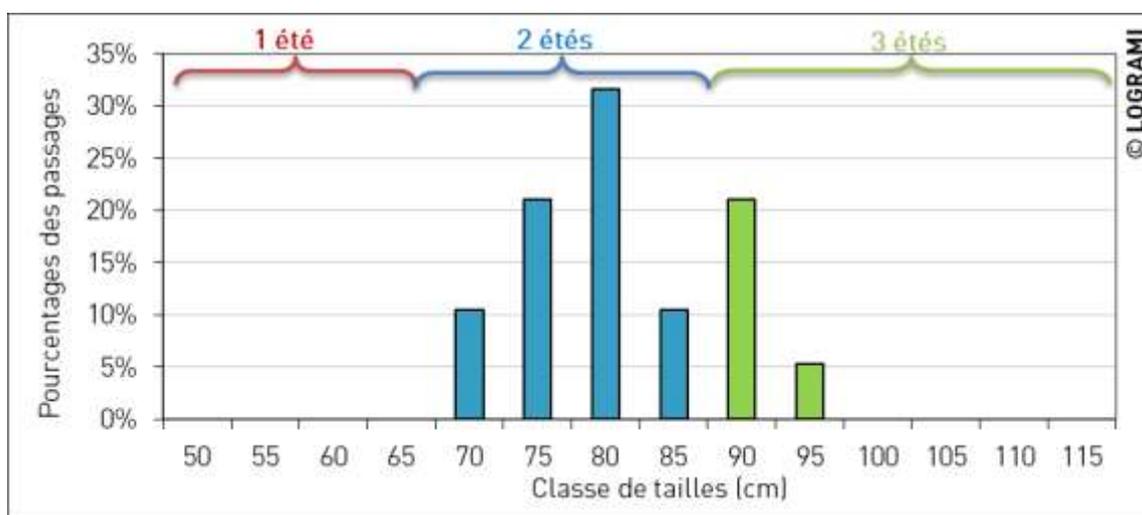


Figure 244 : Distribution en classes de taille des effectifs de saumon atlantique comptabilisés dans l'ascenseur de Poutès sur l'Allier en 2018 (n=19)

La population en migration de l'année 2018 est en majorité composée de poissons de deux ans de mer (74 %). Les années précédentes cette classe d'âge était aussi majoritairement représentée (1986-2017 = 64 % +/- 17) (Figure 245). Le nombre de saumons de trois ans de mer en 2018 est aussi assez proche

de celui de l'historique (5 individus = 33 %). En effet, en moyenne de 1986 à 2017, 33 % +/- 19 saumons de trois ans de mer franchissent chaque année le barrage de Poutès.

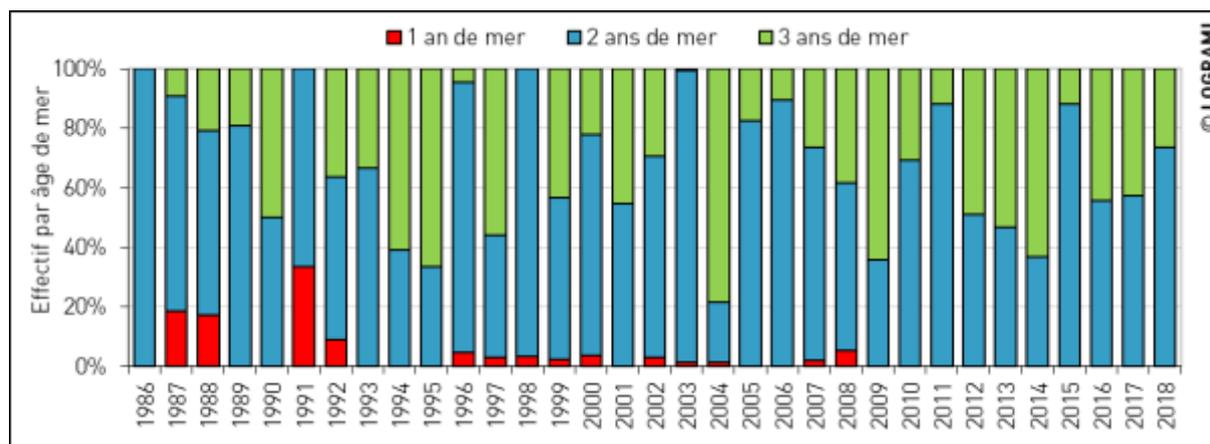


Figure 245: Evolution de la répartition des classes d'âges de saumons à la station de comptage de Poutès depuis 1986

Le nombre d'individus de un an de mer est très faible sur cette partie de l'axe. En moyenne depuis 1986, 1,5 (+/- 2) saumon de cette classe d'âge est observé à l'ascenseur. Depuis 2009, aucun individu de 1 an de mer n'a été comptabilisé.

La moyenne interannuelle des retours de saumons par année de dévalaison à la station de comptage de Poutès de 1985 à 2015 s'élève à 55 individus (+/- 37) (Figure 246). Les variations annuelles sont très importantes, seulement 2 saumons issus de la dévalaison de 1988 ayant franchi le barrage de Poutès contre 217 individus en 2001. Ces retours record de 2001 sont également constatés à Vichy.

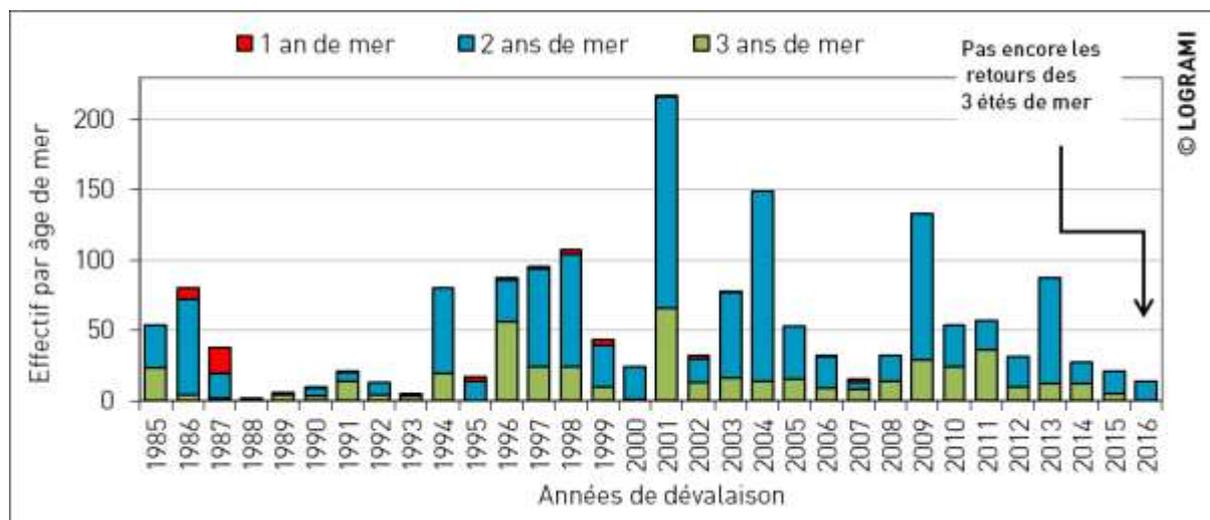


Figure 246 : Effectifs de retours de saumons par classe d'âge suivant leur année de dévalaison à Poutès depuis 1985

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 en migration.

En 2018, 5 853 anguilles ont pu être mesurées, soit 69 % de l'effectif annuel. Une partie des individus n'a pu être mesurée en raison d'une eau turbide rendant la mesure trop imprécise. **La taille médiane de l'effectif de l'année est de 29 cm. Avec l'année 2016, il s'agit de la taille médiane la plus faible de l'historique.** Les classes de tailles [15-30 cm[et [30-45 cm[comprennent la quasi-totalité de l'effectif, avec respectivement 56 % et 41 % des anguilles mesurées (Figure 247). La première classe correspond aux anguilles en phase de croissance (2 à 6 étés continentaux suivant les individus) alors que la seconde correspond à des individus mâles pouvant s'argenter ou à des individus femelles encore en croissance (BRIAND et al., 2006).

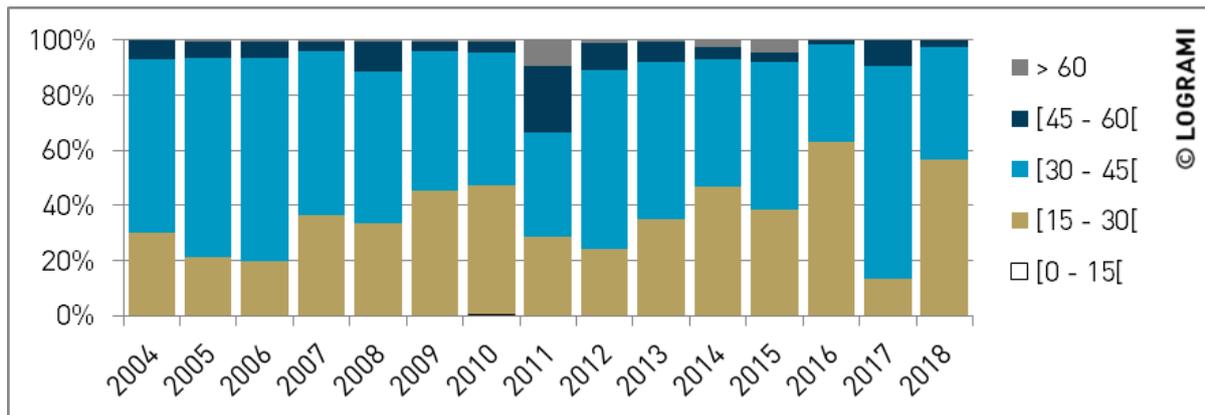


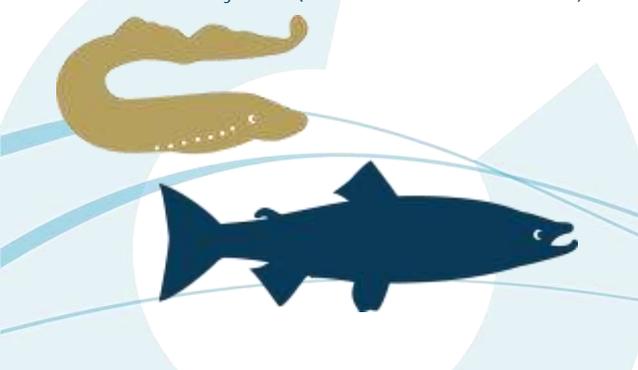
Figure 247 : Distribution en classes de taille (en cm) des anguilles à Châtellerauld depuis 2004 (n=29 272)

Par rapport aux années précédentes, la proportion d'anguilles comprises entre 15 et 30 cm est bien plus importante en 2018. En moyenne de 2004 à 2017, cette classe de taille comprend 34 % (+/- 13) de l'effectif annuel contre 56 % en 2018. Ce résultat peut s'expliquer par des conditions hydrologiques favorables à la migration des anguilles durant le mois de juin mais aussi par le meilleur recrutement des années antérieures sur la Loire.

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'était pas étudiée jusqu'en 2013.

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 à 2018 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

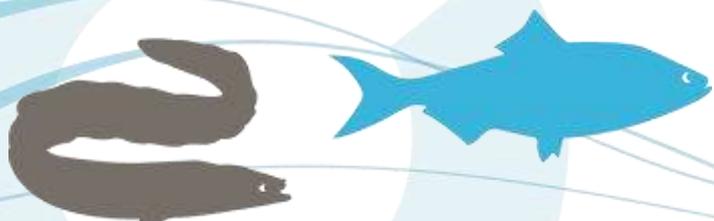
Les sites sont choisis le jour de l'échantillonnage. Ils correspondent à des habitats optimaux (type I) à sub-optimaux (type II) pour les larves de lamproies (Figure 248). La localisation des sites a été choisie en fonction de trois paramètres : la proximité d'une frayère de lamproie, une répartition homogène des sites sur le réseau hydrographique concerné par l'étude et la faisabilité du protocole.

Type I	Type II	Type III
Substrat doux	Substrat ferme	Substrat dur
mélange de sable et de matières organiques, végétaux aquatiques, zones de dépôt	sable remanié, avec parfois des particules grossières présentes et peu de matières organiques	particules grossières tassées, couche argileuse, roche

Figure 248 : 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 249).

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'aigues 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 lentic 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 ± lentic 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 249 : 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 250). Les déplacements ont été effectués en bateau dans le but de faciliter l'accès aux habitats.



Figure 250 : Illustrations d'une pêche électrique sur la Vienne

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 de Benzocaine. 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 251). Ce critère ne permet cependant pas de distinguer entre elles les larves de *Lampetra fluviatilis* et *Lampetra planeri*. L'identification portera donc sur les seuls genres *Petromyzon* et *Lampetra*.

Chez les larves de *Petromyzon marinus*, des mélanophores sont présents sur toute la surface du capuchon oral jusqu'à la bordure des lèvres. Ils descendent latéralement jusqu'au-dessus du sillon branchial. Une large pigmentation est par ailleurs présente à l'extrémité postérieure de la caudale. Chez les larves de *Lampetra*, les mélanophores descendent peu latéralement et n'atteignent pas la bordure du capuchon oral. La pigmentation de la caudale n'est pas marquée (GARDINER, 2003).

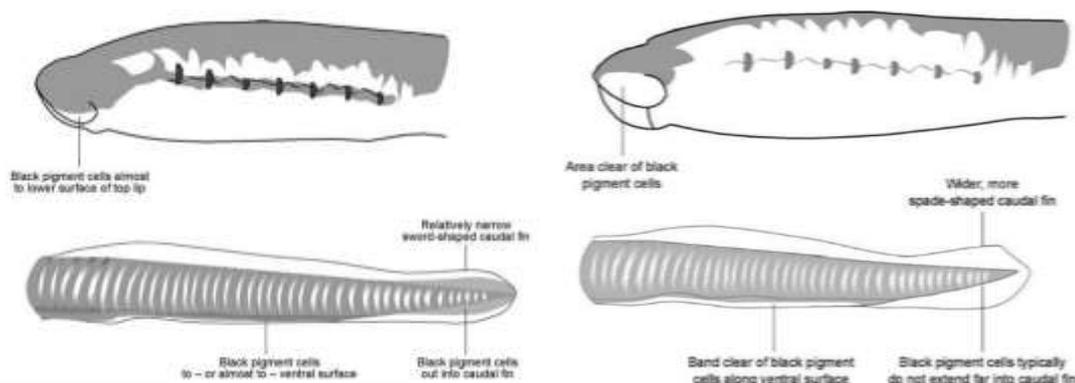


Figure 251 : Critères d'identification des genres *Petromyzon* (à Gauche) et *Lampetra* (à Droite) (illustration : Keith Mutch, GARDINER, 2003)

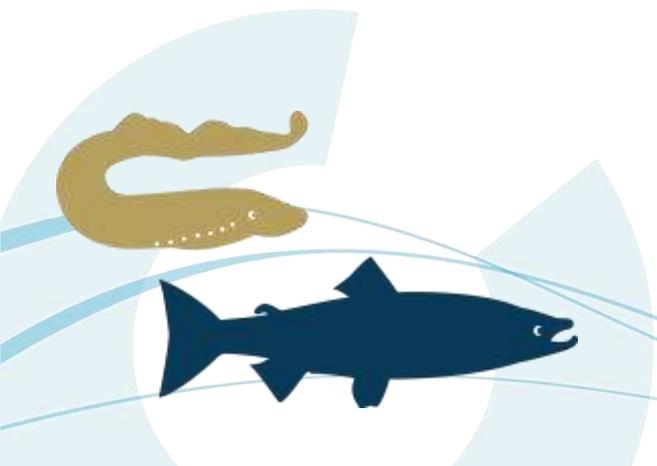
Cette technique d'identification n'est pas toujours fiable notamment pour les individus en dessous de 60 mm qui peuvent posséder des pigmentations atypiques (TAVERNY et ELIE, 2010). Un test génotypique pourrait confirmer l'appartenance à l'un des deux groupes (URDACI et al., 2013). Ce test n'a cependant 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 2018, l'étude a porté sur les cours d'eau de la Vienne à l'aval de Châtelleraut et de la Creuse à l'aval de Descartes. 47 habitats ont été échantillonnés, 12 se situent sur la Creuse et 35 sur la Vienne (dont 12 en aval de la confluence avec la Creuse). La surface des zones échantillonnées représente un total de 75,5 m², soit en moyenne 2,2 m² (+/- 0,6) par habitat. L'effort d'échantillonnage est plus faible que lors l'étude 2017 (58 stations ont été échantillonnées) mais reste supérieure aux années antérieures (16, 22 et 43 sites ont été prospectés en 2014, 2015 et 2016).



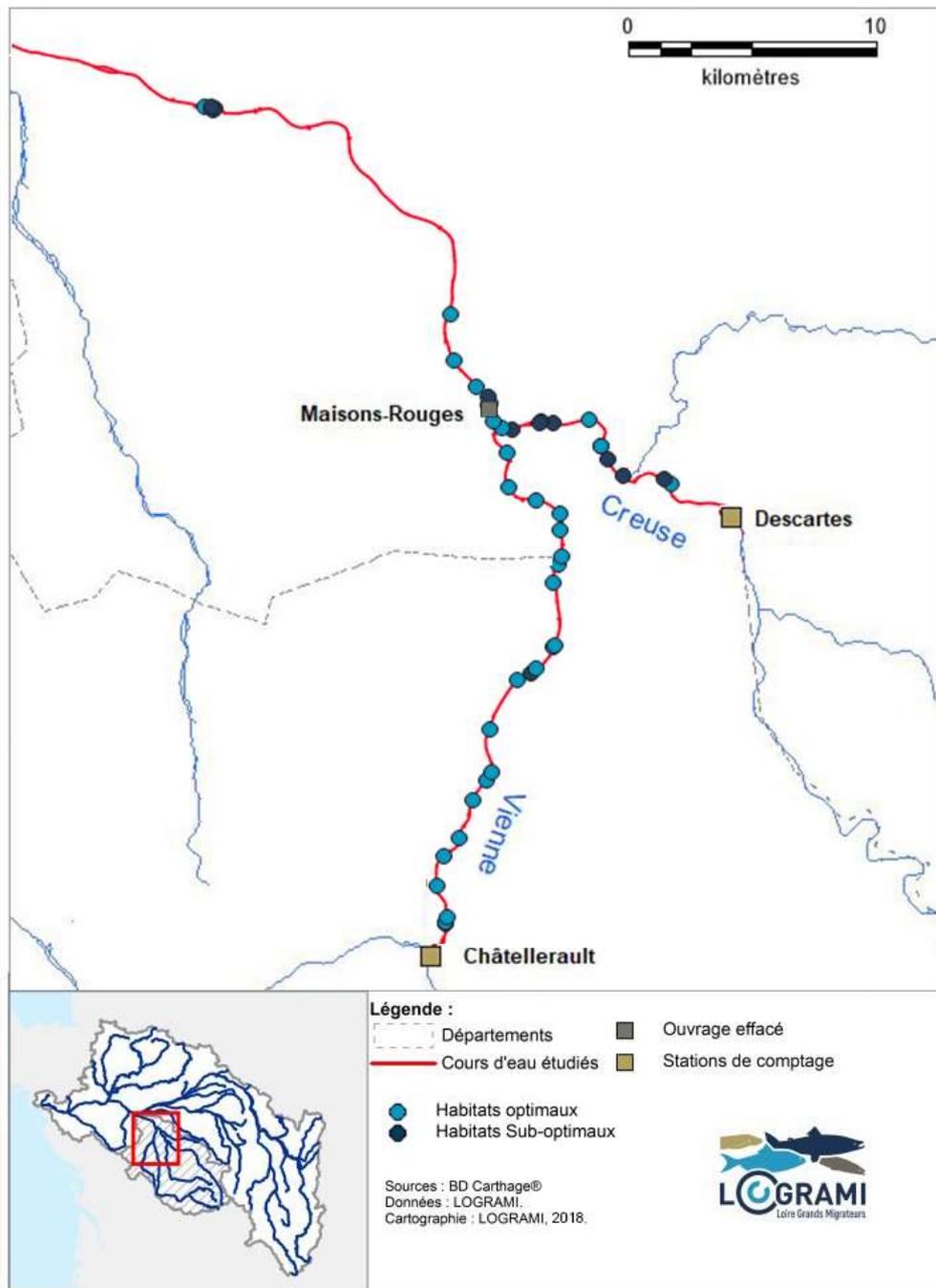


Figure 252 : Répartition des habitats à juvéniles de lamproie marine échantillonnés en 2018 sur le bassin de la Vienne

La campagne de pêche électrique s'est déroulée sur 8 jours répartis du 5 au 18 septembre 2018. Les conditions hydrométriques durant cette période ont été très faibles et relativement stables. Le débit moyen rencontré à Nouâtre sur la Vienne était de $32 \text{ m}^3/\text{s}$ (+/- 2), il a fluctué entre 30 et $36 \text{ m}^3/\text{s}$. Ce débit est bien inférieur à celui de référence du mois de septembre ($69 \text{ m}^3/\text{s}$, données calculées sur 62 ans) (origine des données : SPC VCA - Centre de Poitiers / HYDRO-MEDDE/DE).

Les 47 sites échantillonnés sont répartis sur l'ensemble du réseau hydrographique suivi. Le tronçon entre Nouâtre et l'Île bouchard n'a pas été prospecté. Cette partie de la Vienne possède peu d'habitats pour la reproduction des lamproies marines et accueille donc moins d'ammocètes.

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 468 lamproies a été échantillonné, dont 461 *Petromyzon marinus* et 7 *Lampetra sp.* (Figure 253). Ces dernières ont été capturées sur les communes de L'île Bouchard, d'Antogny-le-Tillac, de Pusssigny, de Dangé-Saint-Romain et d'Ingrandes-sur-Vienne. 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 253 : Illustration de la différenciation *Lampetra* (haut) et *Petromyzon* (bas) par la pigmentation de la caudale

Parmi les 461 ammocètes de lamproie marine échantillonnées, 22 individus (4,7%) 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 13 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 compris entre 0 et 19,6 ind/m², avec une moyenne de 5,0 +/- 5,5 ind/m². 11 sites échantillonnés ont une densité de 0 ind/m² (soit 27 % des stations), 10 d'entre eux sont situés sur la Creuse. Les habitats pour les ammocètes sur la Creuse aval sont assez rares et semblent moins favorables à la croissance que ceux rencontrés sur la Vienne. Les quelques habitats échantillonnés n'accueillaient que très peu d'individus. Ce résultat interroge sur l'impact du barrage de Descartes, situé plus en amont, sur la morphologie et la granulométrie de la rivière.

Sur la Vienne, la densité sur les habitats de type I dits optimaux est supérieure (7,0 +/- 5,9 ind/m²) de celle sur les habitats de type II dits sub-optimaux (4,6 +/- 2,6 ind/m²). Ce constat est similaire aux résultats rencontrés dans la bibliographie (HARVEY et COWX, 2003) qui montre en général un préférendum des ammocètes pour les habitats optimaux. Il n'est cependant pas vérifié sur la Creuse, où les 5 ammocètes ont été échantillonnées sur deux stations sub-optimales (Tableau 40).

Tableau 40 : Récapitulatif des résultats d'échantillonnage de juvéniles de lamproie marine par rivière et type d'habitats en 2018 sur le bassin de la Vienne (Sources : LOGRAMI)

Rivière	Vienne		Creuse	
Type d'habitat	Optimaux	Sub-Optimaux	Optimaux	Sub-Optimaux
Nombre de stations	29	6	5	7
Nombre moyen d'ammocètes	13 +/- 10	11 +/- 5	0	1 +/- 2
Densité moyenne (ind/m ²)	7,0 +/- 5,9	4,6 +/- 2,6	0	0,5 +/- 1,0

Structure démographique

Les tailles des ammocètes varient de 19 à 166 mm. La taille moyenne des individus est de 101 mm (+/- 33). Les 22 lamproies présentant des caractéristiques de métamorphose ont une taille moyenne de 138 mm (+/- 9). Plusieurs classes d'âge ayant été capturées, la distribution ne suit pas une loi normale (Figure 254).

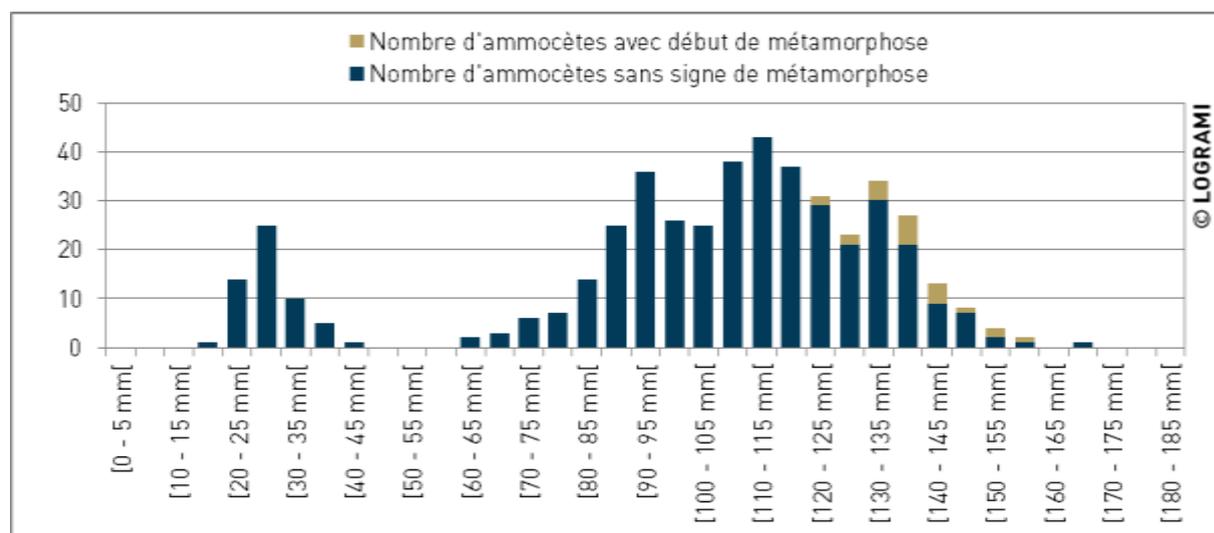


Figure 254 : Distribution par classes de taille des larves de lamproies marines échantillonnées en 2018 (n=461)

La majorité des lamproies mesure entre 90 et 132 mm (62 % de l'effectif). La classe de taille [110-115 mm] est la plus représentée avec 43 individus soit 9 % de l'échantillonnage. Aucune ammocète n'a été mesurée entre 45 et 60 mm. La distribution des tailles est scindée en deux marquant ainsi l'absence d'une classe d'âge. Avec 56 individus, les plus petites lamproies représentent 12 % de l'effectif. Il s'agit des ammocètes nées dans l'année (0+). 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. À l'aide du logiciel FISAT II, la distribution annuelle peut ainsi être découpée (Figure 255).

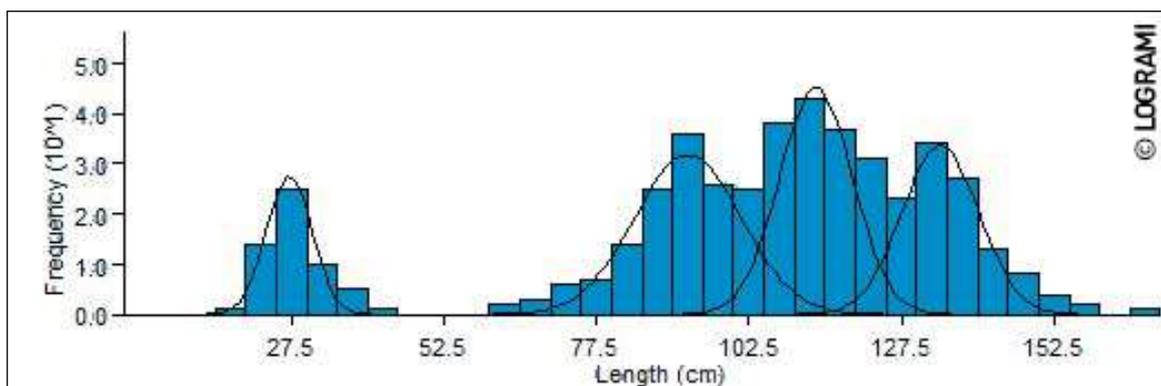


Figure 255 : Décomposition de la distribution de classes de tailles des ammocètes échantillonnées en 2018 sur le bassin de la Vienne suivant la méthode de BHATTACHARYA (1967) (n=461) (Sources : LOGRAMI et FISATII)

En 2018, quatre classes d'âges ressortent avec cette méthode graphique. Les années précédentes, cinq classes d'âges avaient pu être identifiées (hormis en 2016 où seulement 4 classes d'âge se distinguaient).

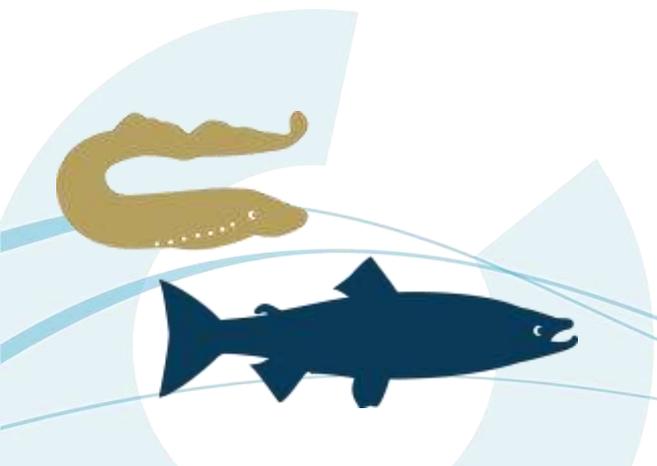
12 % de l'effectif échantillonné serait donc né dans l'année 2018 (0+). Aucune ammocète issue de la reproduction de l'année 2017 n'a été capturée. Les cohortes de 2+ et 3+ sont les plus représentées avec 32 % et 31 % de l'effectif échantillonné. Ces ammocètes sont issues respectivement des reproductions des années 2015 et 2016. La classe d'âge de 4+ représente le quart de l'effectif, elle correspond à la reproduction de l'année 2014.

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. 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). Pour éviter les erreurs, de nombreux auteurs recommandent de ne pas différencier les classes d'âges supérieures à 2 ans.

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 quatre années précédentes, un total de 1 241 lamproies marines a été échantillonné (279 en 2014, 139 en 2015, 712 en 2016 et 110 en 2017). Quatre ou cinq classes d'âges ont pu être identifiées pour chaque année d'étude. Compte tenu de la subjectivité de l'analyse des classes d'âges et des chevauchements possibles entre les ammocètes les plus âgées, seules les deux premières classes sont comparées (Figure 256).



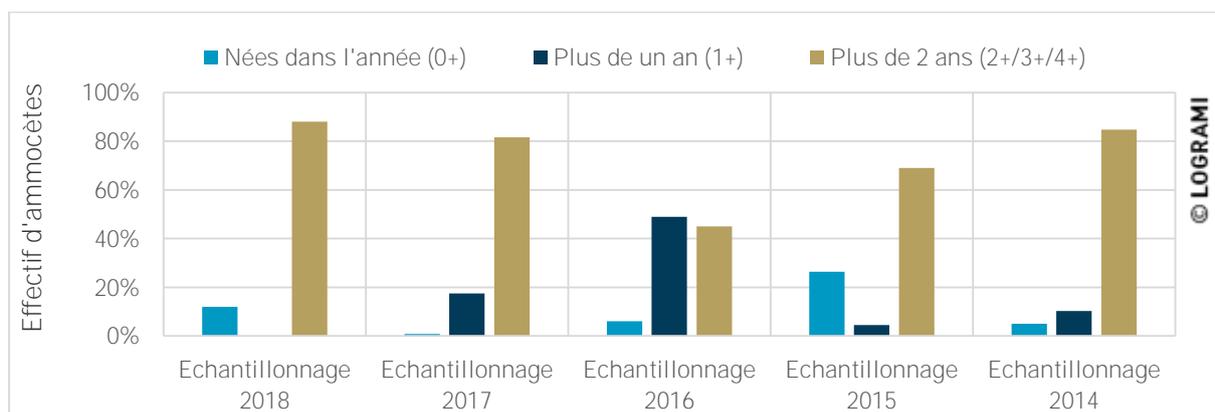


Figure 256 : Effectifs d'ammocètes de 2014 à 2018 par année d'échantillonnage et année de naissance sur le bassin de la Vienne (estimation par la méthode de BHATTACHARYA (1967))

L'absence de reproduction, et donc d'individus de l'année, constatée en 2017 est confirmée. Aucune ammocète âgée de 1 an n'a en effet été retrouvée en 2018. Les ammocètes nées en 2014 et 2016 sont elles aussi peu nombreuses (moins de 6 % de l'échantillon annuel). Ces faibles effectifs se répercutent sur les classes d'âges supérieures lors des échantillonnages suivants (5 % d'individu de plus de un an en 2015 et 18 % en 2017). À l'inverse les résultats de la reproduction de 2015 semblent plutôt positifs (26 % de l'effectif de 2015, 49 % de celui de 2016).

Les différences de proportions d'ammocètes dans les classes d'âges 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 représentativité.

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 années. A contrario, la présence de 0+ en 2018, permet de confirmer une reproduction active à l'aval des stations de comptage.

6.5. Amplitude de la période de reproduction du saumon

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.

En 2018, seule la reproduction des saumons atlantiques sur le Béal, dans la traversée de Lempdes sur Alagnon, a été suivie sur toute la période et peut être caractérisée. Il s'agit de la 7^{ème} année consécutive de suivi.

La fréquence d'observation de la reproduction du saumon est adaptée à la vitesse d'évolution de la reproduction. La dynamique de reproduction montre que celle-ci peut commencer dès début novembre et s'étaler jusqu'au 15 décembre soit une amplitude de 6 semaines. Ainsi, les observations de terrain sont effectuées chaque semaine jusqu'à atteindre le palier où le nombre de nids n'augmente pas significativement.

En 2018, la reproduction sur le Béal a débuté entre le 9 et le 12 novembre et s'est terminée entre le 16 et le 19 novembre (Figure 257) soit une période de reproduction comprise entre 4 et 11 jours. Cette période de reproduction très limitée par rapport aux autres années suivies peut s'expliquer par le nombre réduit de frayères comptabilisées (4) (cf. § 3.3.3.2).

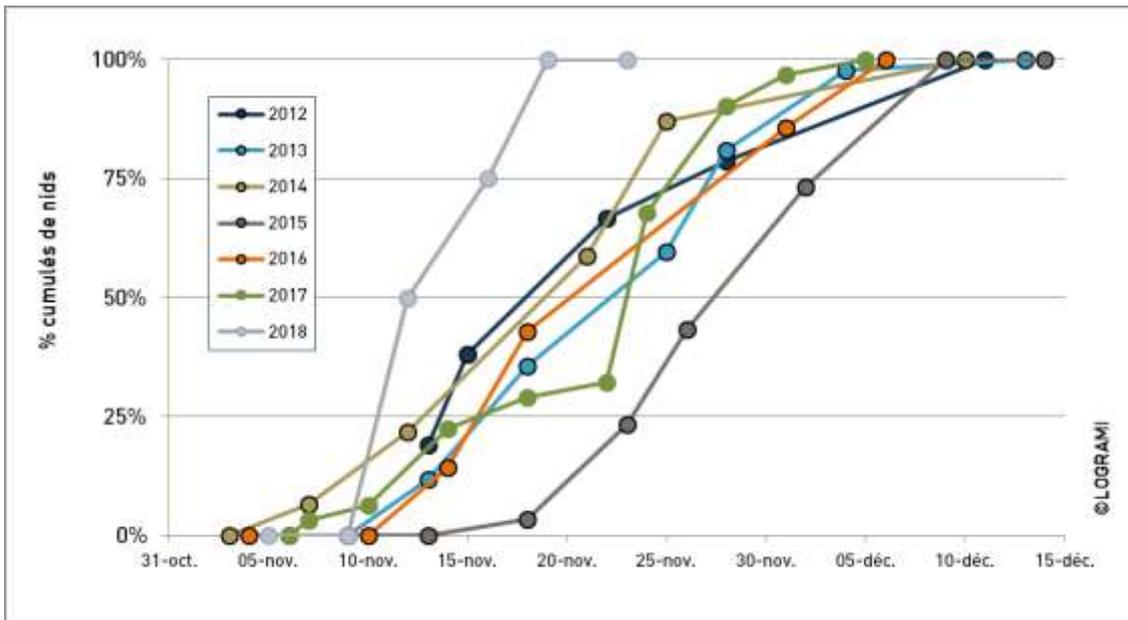
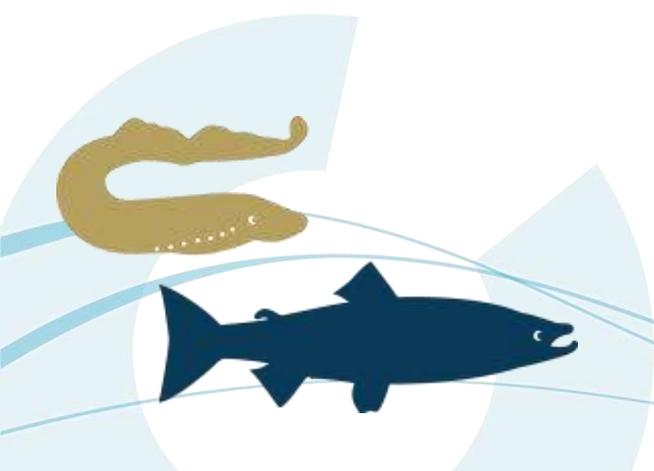


Figure 257 : Dynamique de la reproduction des saumons atlantiques dans le Béal à Lempdes sur Alagnon de 2012 à 2018 (Source LOGRAMI)



6.6. Conclusion

Les structures en âges permettent d'identifier des constantes populationnelles ou au contraire des variations annuelles. Par le biais de mesures de tailles aux stations de comptage ou d'échantillonnages ciblés, ces structures démographiques ont pu être étudiées pour les géniteurs de saumons atlantique, pour les anguilles jaunes ainsi que pour les juvéniles de lamproies marines.

Concernant le saumon atlantique, l'axe Allier se particularise avec une proportion importante de saumons de 3 ans de mer. Sur la période 1997 à 2018, 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 1 748 saumons ayant franchi l'ascenseur de Poutès, les saumons de trois étés de mer représentent seulement 33 % 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.

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 2018, aucun castillon n'a été compté à Descartes. 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.

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 imputer à une mortalité des smolts dans l'estuaire de la Loire suite à une pollution massive aux hydrocarbures. L'année de dévalaison 2011 est également critique, elle est sans conteste liée à de grandes difficultés de dévalaison suite à un été particulièrement sec marqué sur les bassins Creuse-Gartempe et Loire amont.

L'étude de la structure démographique de l'anguille sur la Vienne à Châtelleraut montre que la majorité des individus migrants sont des anguilles en phase de croissance (2 à 6 étés continentaux suivant les individus). Ce constat peut s'expliquer par des conditions hydrologiques favorables à la migration des anguilles durant le mois de juin mais aussi par le bon recrutement des années antérieures sur la Loire.

L'échantillonnage par pêche électrique des juvéniles de lamproies marines sur le bassin de la Vienne est réalisé depuis cinq ans. Cette cinquième année d'étude a permis d'échantillonner plus de 450 lamproies marines. Ces individus ont été capturés sur des habitats diversifiés. Les densités sont

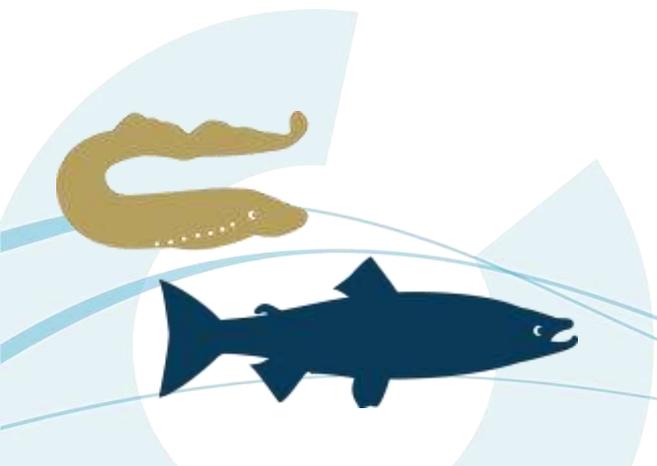


comprises entre 0 et 20 ind/m² (avec une moyenne de 5 +/- 6 ind/m²). Elles restent toutefois faibles au regard du nombre de géniteurs fréquentant le bassin de la Vienne. L'étendue et le nombre important d'habitats présents sur le bassin de la Vienne laissent penser que les ammocètes se dispersent, réduisant 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. Des ammocètes de l'année ont été retrouvées à l'aval des stations de comptage. Elles renseignent sur la présence de reproduction sur certains secteurs aval non suivis au printemps. L'absence de recrutement de l'année 2017 est par ailleurs confirmée, aucun individu de un an n'a été retrouvé. 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 cette année-là.

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 cette 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.

Autres traits de vie des espèces migratrices, l'amplitude de reproduction est caractérisée, pour le saumon atlantique, depuis 7 ans sur le Béal de l'Alagnon (affluent de l'Allier). En 2018, la période de reproduction est très limitée par rapport aux autres années suivies. Cela peut en partie s'expliquer par le nombre réduit de frayères comptabilisées sur ce secteur.



7. Evolution de la colonisation du silure



Figure 258 : Dendrogramme des actions menées dans le cadre de l'orientation C1E : l'évolution de la colonisation des bassins par les espèces « envahissantes prédatrices » (Source LOGRAMI)

Le suivi engagé des stations de comptage du bassin de la Loire permet d'acquérir des données chronologiques sur les effectifs des silures transitant chaque année dans les passes à poissons. Afin de donner une tendance générale interannuelle de l'utilisation des passes à poissons par le silure glane (*Silurus Glanis*), les données collectées au niveau de 6 ouvrages (Descartes, Châtellerault, Decize, Vichy, Gueugnon et Roanne) ont été analysées (Figure 259). Ces ouvrages, munis d'un dispositif de comptage présentent des passages de silures à la différence des autres stations du bassin (Châteauponsac, St Pourçain sur Sioule, Langeac et Poutès) pour lesquelles l'espèce n'est pour le moment pas répertoriée.

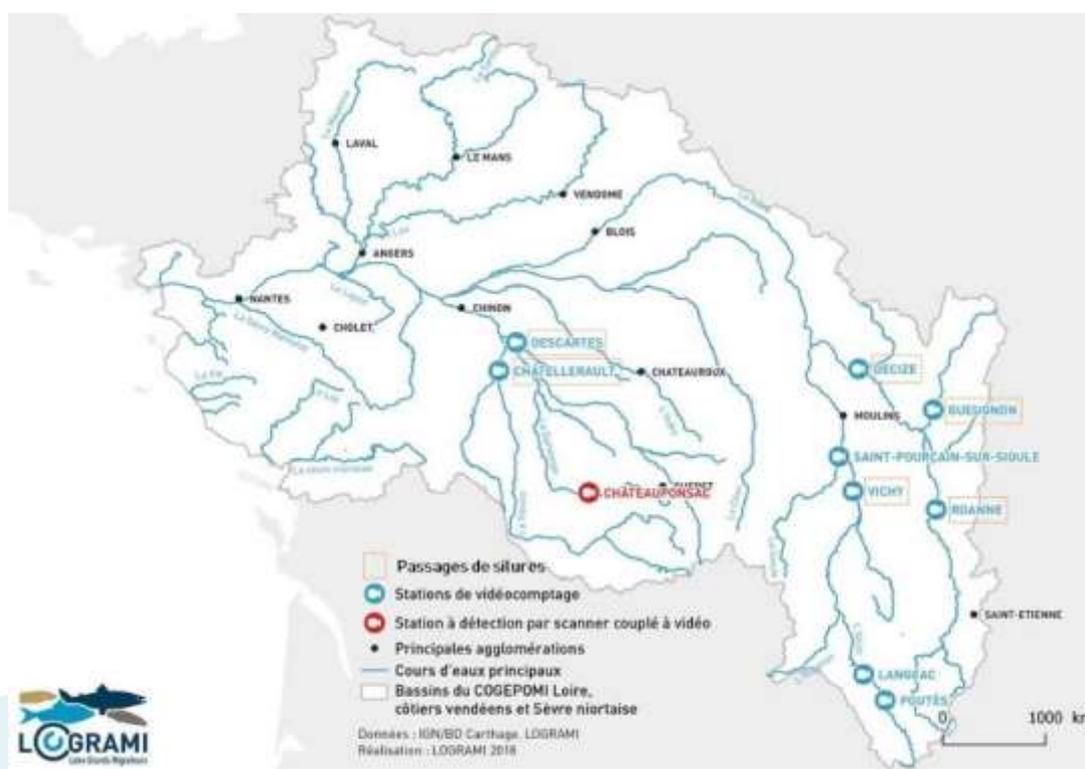


Figure 259 : Stations de comptage du bassin de la Loire permettant le comptage des passages de silures (Sources LOGRAMI)

Les stations de comptage étant localisées au niveau du dernier bassin des passes à poissons, les silures situés en aval de l'ouvrage ou dans les bassins en aval restent exempts de tout comptage. Ainsi, les effectifs comptabilisés ne représentent pas les effectifs au droit de l'ouvrage, en aval ou en amont de l'ouvrage.

7.1. Effectifs des silures en migration aux stations de comptage

7.1.1. Bilan des effectifs de silures à l'échelle du bassin

En 2018, les effectifs de silures comptabilisés sur l'ensemble des six stations de comptage totalisent 1 261 individus (Figure 260). La moyenne interannuelle des passages de silures entre 2012 et 2017 est de 658 individus (+/- 178). La saison 2018 enregistre le plus grand nombre de passages de silures observé sur les six stations étudiées depuis le début de la mise en service de la station de Roanne en 2012.

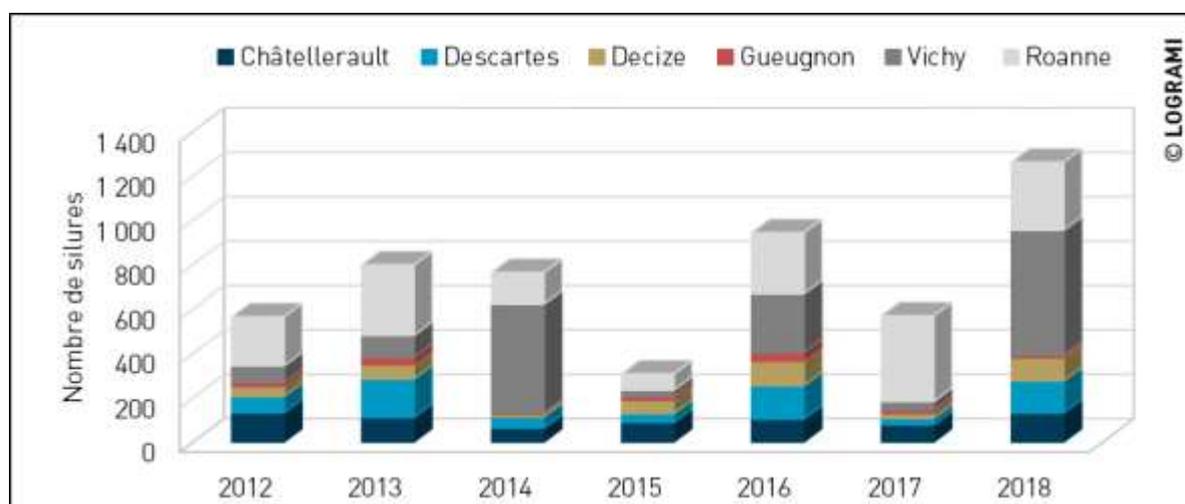


Figure 260 : Effectifs de silures cumulés sur l'ensemble des stations de comptage du bassin de la Loire depuis 2012

Depuis 2012, les passages de silures observés sur le bassin de la Loire sont en majorité contrôlés aux stations de Roanne sur la Loire amont (36 %) et de Vichy sur l'Allier (25 %) (Figure 261). Sur le bassin de la Vienne, il existe une répartition quasi-équivalente entre les deux axes Creuse (13 %) et Vienne (15 %). Quelques passages moins importants sont contrôlés sur la Loire à Decize (8 %) et sur l'Arroux à Gueugnon (3 %). Aucun passage n'est visualisé à Langeac ou Poutès, sur les parties amont de l'Allier.

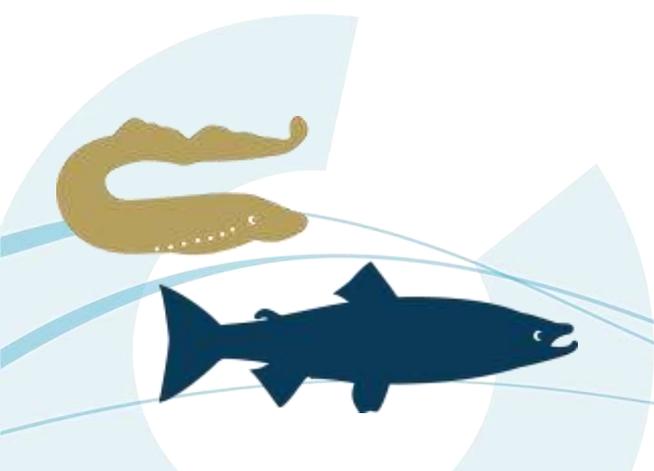




Figure 261 : Répartition des effectifs moyens de silures aux stations de comptage du bassin de la Loire entre 2012 et 2017

L'année 2018 est atypique en termes de répartition des effectifs avec une majorité des silures comptabilisés à Vichy (45 %) puis à Roanne (24 %). Ces proportions entre les deux stations sont inversées comparativement aux années précédentes avec 25 % (+/- 13) sur l'Allier et 36 % (+/- 16) sur la Loire amont. Les autres sites montrent des proportions dans la moyenne des années d'observation.

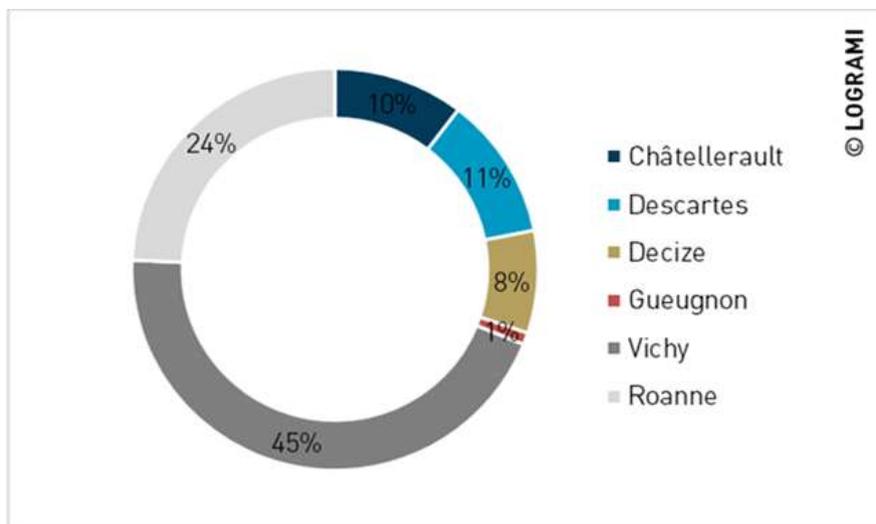


Figure 262 : Répartition des effectifs de silures aux stations de comptage du bassin de la Loire en 2018

7.1.2. Evolutions des effectifs de silures par site

7.1.2.1 Descartes

Au barrage de Descartes sur la Creuse, 145 silures ont été comptabilisés en 2018. Cet effectif est supérieur à la moyenne des dix dernières années (72 individus +/- 61). Le plus grand nombre de silures observé annuellement sur cette station date de l'année de 2013 durant laquelle 174 individus ont franchi l'ouvrage (Figure 263).

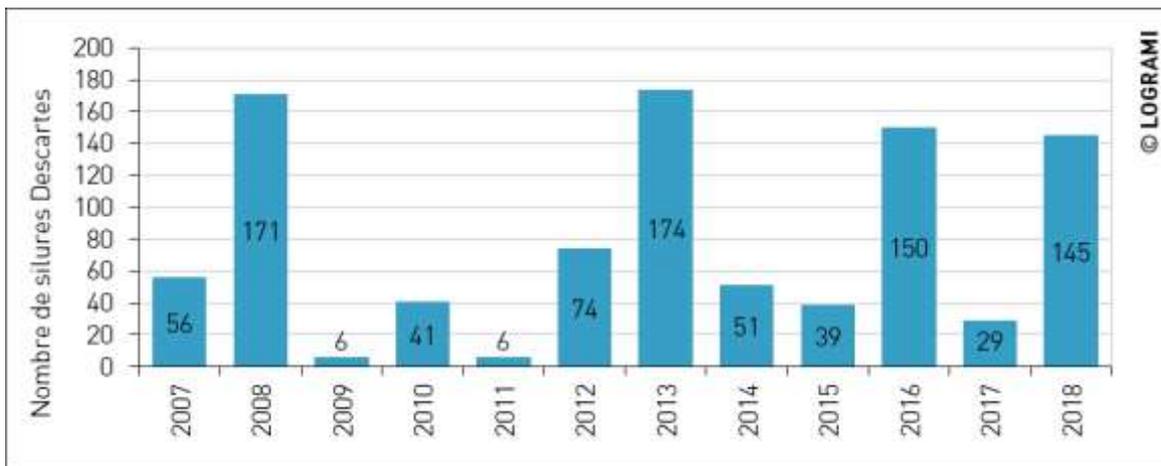


Figure 263 : Bilan des passages de silures à la station de comptage de Descartes de 2007 à 2018

7.1.2.2 Châtelleraut

Sur la Vienne, 131 silures ont franchi le barrage de Châtelleraut en 2018. Depuis 2012, nous observons une augmentation du nombre de passages de silures (période 2004-2011 = 60 +/- 36 ; période 2012-2018 = 101 +/- 23 ; Mann Whitney : p-value 0,04 ; alpha 0,05). L'effectif comptabilisé en 2018 est proche de la moyenne des sept dernières années (96 individus +/- 221) et bien supérieur à la moyenne observée depuis 2004 (76 individus +/- 36), (Figure 264).

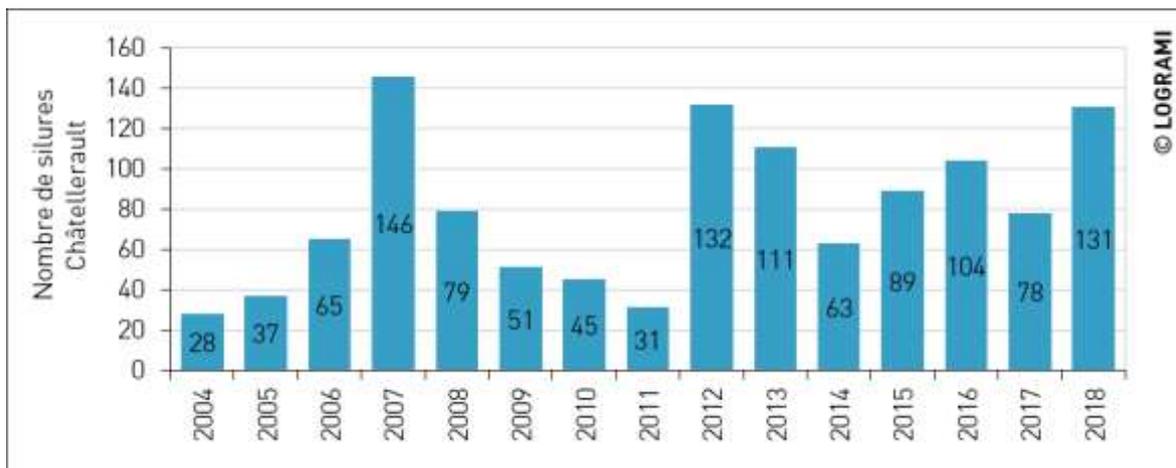
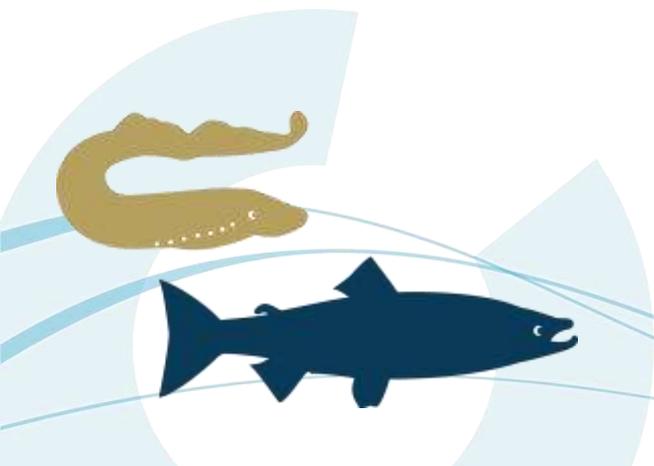
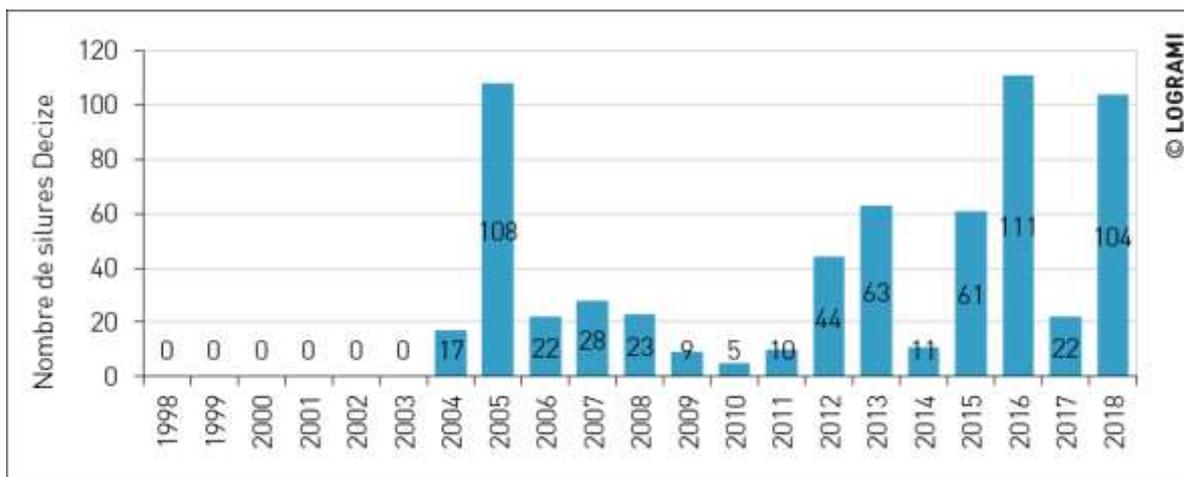


Figure 264 : Bilan des passages de silures à la station de comptage de Châtelleraut de 2004 à 2018

7.1.2.3 Decize

Au barrage de Decize sur la Loire amont, 104 silures ont été comptabilisés en 2018. Depuis le comptage exhaustif annuel des individus débuté en 2009, en moyenne 37 poissons ont été contrôlés (+/- 34) (Figure 265). Ces effectifs sont très supérieurs à la moyenne interannuelle calculée sur la période 1998-2008 (11 individus +/- 30),





* 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 265 : Bilan des passages de silures à la station de comptage de Decize de 1998 à 2018

A noter, les premiers silures ont été comptabilisés à la station de Decize en 2004. Avant 2008, il est possible que certains individus soient passés sans être comptabilisés. En effet, entre 1998 et 2008, les suivis n'étaient pas réalisés sur toute l'année, mais uniquement durant les périodes favorables à la migration des aloses (avril-mai-juin).

Tout comme à Châtelleraut depuis 2012, nous observons une augmentation du nombre de passages de silures à Decize (période 1998-2011 = 16 +/- 27 ; période 2012-2018 = 59 +/- 35 ; Mann Whitney : p-value 0,0073 ; alpha 0,05).

7.1.2.4 Gueugnon

Les résultats du suivi de la station de comptage depuis 2006 mettent en avant un faible contingent de silures comptabilisés sur le bassin de l'Arroux. Entre 2006 et 2017, 134 individus ont franchi la station de comptage (moyenne de 11 poissons +/- 13) (Figure 266). Les effectifs sont plus conséquents depuis 2012. En 2018, 12 silures ont été comptabilisés à Gueugnon. Ces faibles effectifs obtenus depuis 2006 mettent en évidence un désintérêt de l'espèce pour cet axe.

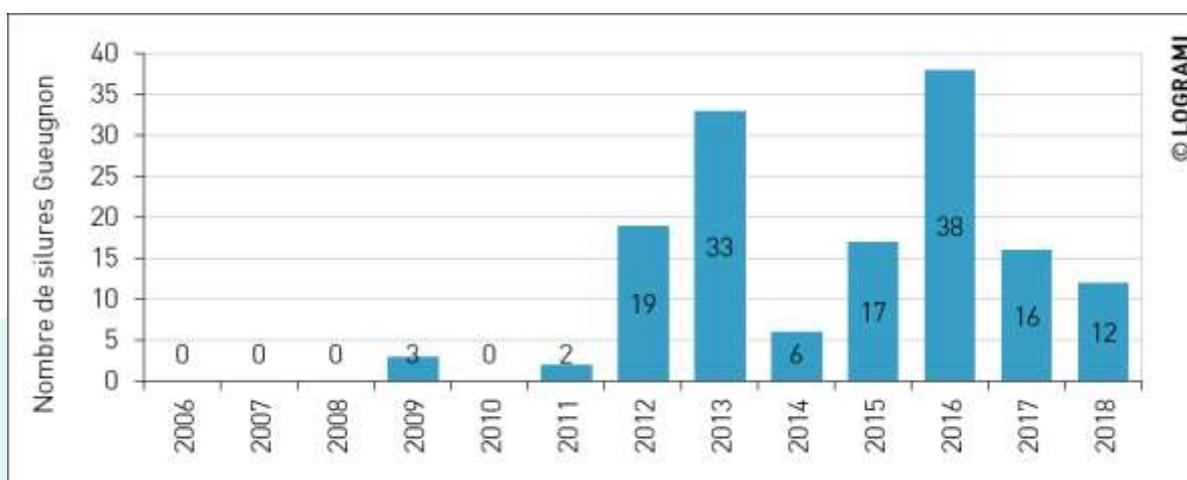


Figure 266 : Bilan des passages de silures à la station de comptage de Gueugnon de 2006 à 2018

7.1.2.5 Vichy

A la station de comptage de Vichy sur l'Allier en 2018, 563 silures ont été comptabilisés (Figure 267). Cet effectif est bien supérieur à la moyenne interannuelle calculée depuis l'ouverture de la passe de la station de comptage en 1997 (109 individus +/- 145). C'est la troisième fois depuis le début du suivi en 1997 que l'effectif annuel avoisine les 500 individus comptabilisés (2009, 2014 et 2018). Les fluctuations des passages sont importantes sur cette station. En effet, alors que 491 poissons avaient été observés en 2014, 28 silures étaient observés l'année suivante. Le premier individu a été observé en montaison en 1998.

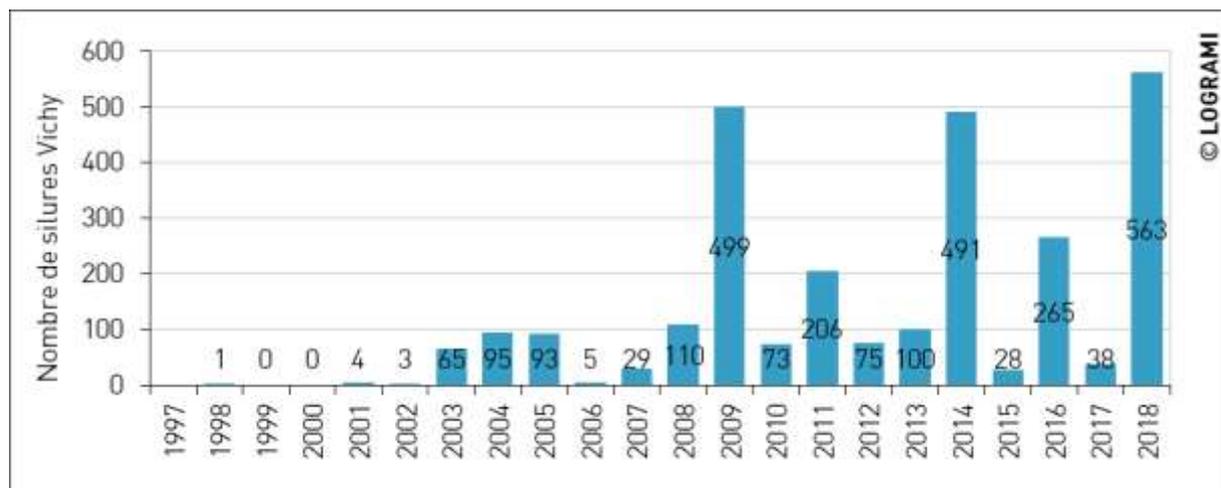


Figure 267 : Bilan des passages de silures à la station de comptage de Vichy de 1997 à 2018

7.1.2.6 Roanne

Au barrage de Roanne sur la Loire amont, 306 silures ont été comptabilisés en 2018. C'est la station qui enregistre le plus grand nombre de passages de silures sur le bassin de la Loire depuis son ouverture en 2012. La moyenne interannuelle des effectifs comptabilisés est de 236 individus (+/- 105) (Figure 268).

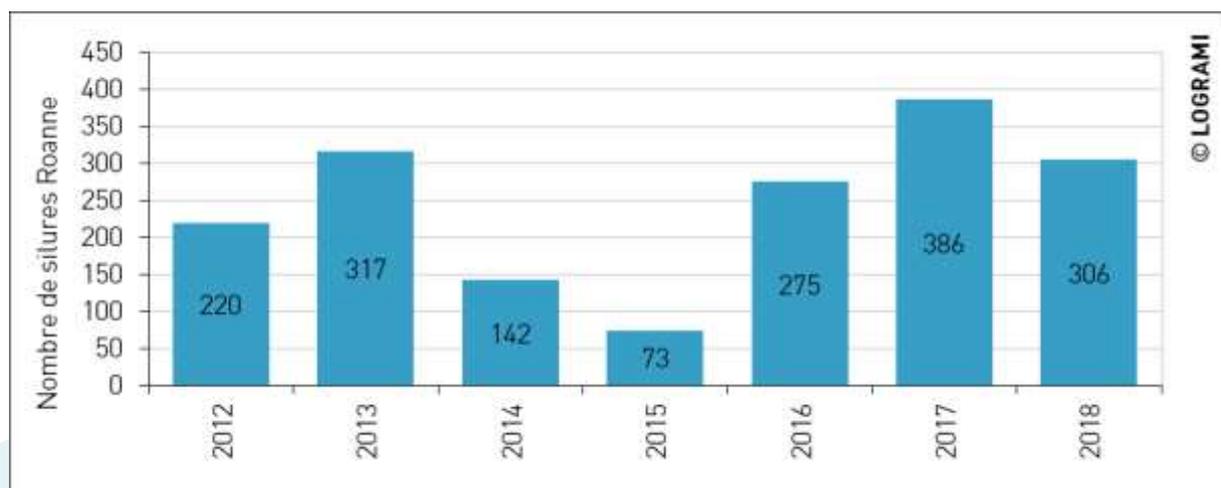


Figure 268 : Bilan des passages de silures à la station de comptage de Roanne de 2012 à 2018

7.1.3. Amplitude de migration

L'amplitude totale de la période de migration est un peu plus importante sur les stations de comptage de Châtellerault et Roanne avec respectivement 108 jours (+/-29) et 105 jours (+/- 26) pour 90 % des passages. A contrario, les amplitudes de migration sont plus courtes sur les stations de Descartes et Decize avec respectivement 71 jours (+/- 32) et 54 jours (+/- 16) pour 90 % des passages.

Annuellement, les premiers silures sont comptabilisés sur le bassin de la Vienne (Descartes et Châtellerault) et sur la Loire amont à Decize (Figure 269) début mai. La période de migration est très proche sur ces trois stations de comptage (Figure 269). 50 % de la migration a lieu en moyenne le 28 mai (+/- 12 jours) à Descartes, le 24 mai (+/- 12 jours) à Châtellerault et le 20 mai (+/- 14 jours) à Decize.

Un décalage temporel est à noter entre ces trois premières stations et celles situées plus en amont sur le bassin de la Loire. A l'amont, la migration devient tardive. En effet, la moitié des passages n'est effectuée qu'à partir du 16 juin (+/- 21 jours) à Vichy sur l'Allier, du 25 juin (+/- 4 jours) à Gueugnon sur l'Arroux et du 9 juillet (+/- 24 jours) à Roanne sur la Loire amont. Seule la station de Roanne présente une seconde migration automnale (période : septembre-octobre-novembre) qui représente en moyenne 15 % (+/- 5) de l'effectif annuel.

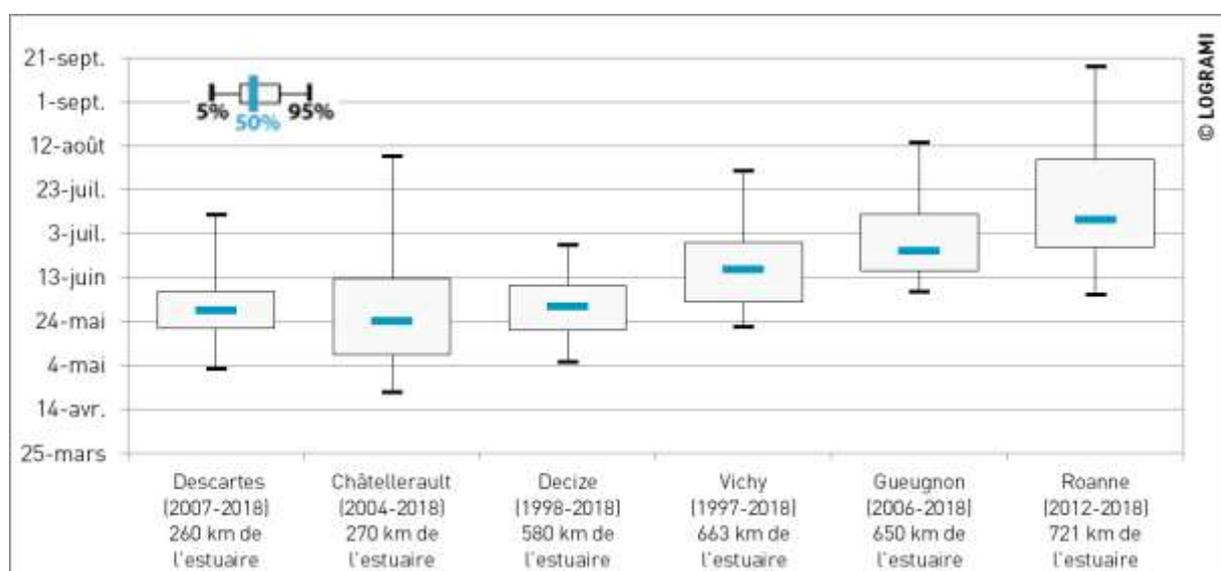


Figure 269 : Comparaison des périodes de passages des silures aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire en moyenne sur chaque site depuis la mise en place des stations

En 2018, les rythmes migratoires, observés aux différentes stations de comptage, ne suivent pas la même logique que les années précédentes. La migration de Decize est plus tardive tandis que celle de Vichy est précoce.

A 50 % de migration, des décalages temporels entre les stations sont à noter : 6 jours entre Descartes et Vichy et 4 jours entre Decize et Roanne (Figure 270).

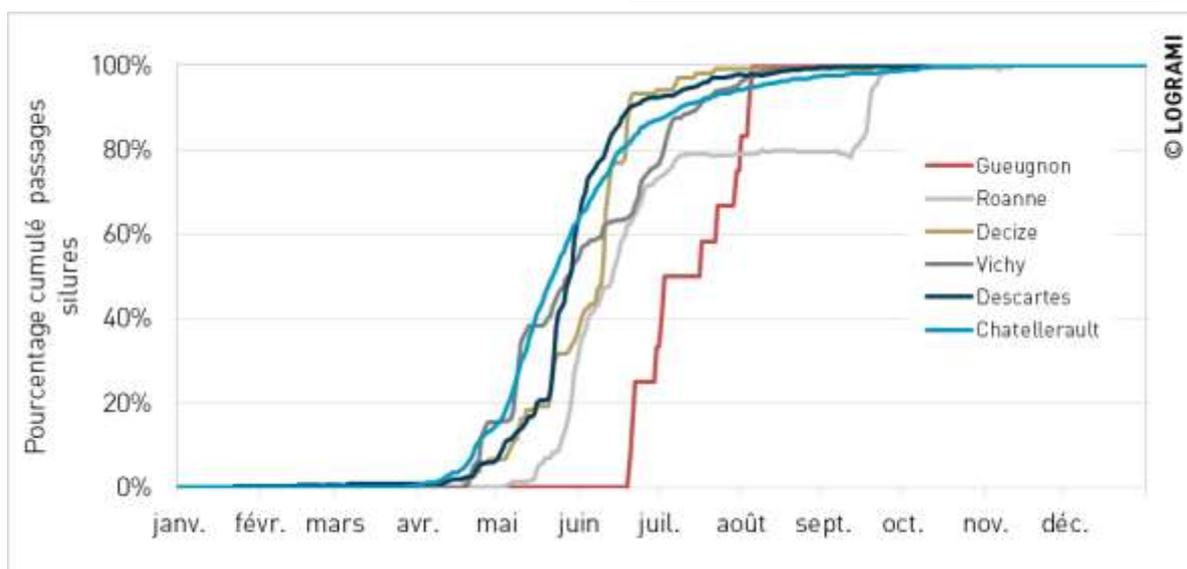


Figure 270 : Comparaison des rythmes de migration des silures en 2018 aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire

L'amplitude de migration pour 90 % des passages en 2018 est moins importante que celle des années antécédentes pour Descartes (58 jours), Châtelleraut (81 jours) et Decize (57 jours). A contrario, cette amplitude de migration est plus importante en 2018 pour les stations de Vichy (85 jours) et Roanne (127 jours) (Figure 269).

Au cours de la saison 2018, les comptages à la station de Gueugnon sont les plus tardifs. Ce décalage du rythme migratoire par rapport aux données antérieures sur cette station peut-être dû aux faibles effectifs enregistrés en 2018 (12 individus).

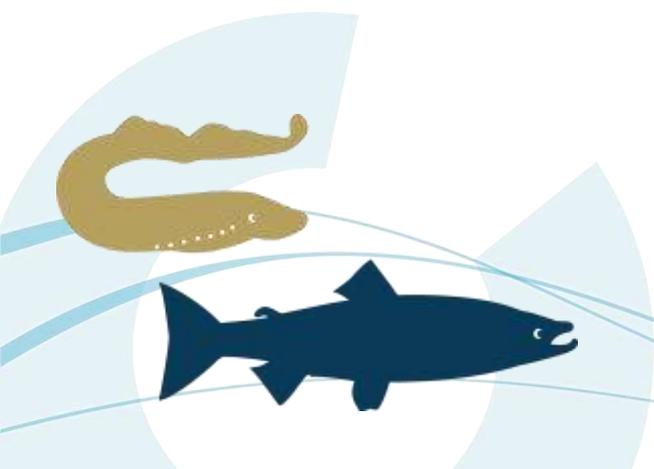
Contrairement aux autres stations du bassin, la station de Roanne présente une migration automnale. En 2018, cette dernière représente 20 % de la migration (soit 60 individus sur 306 comptabilisés).

7.1.4. Comportement nycthéméral de migration

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 de toutes les stations ont ainsi été couplés pour décrire les migrations nycthémérales du silure.

La migration des silures est souvent décrite comme nocturne dans la littérature (KEITH et al., 2011). Depuis le début des suivis, 71 % des passages ont lieu entre 20h et 5h UTC. Néanmoins, sa migration n'est pas strictement nocturne puisque 29 % des passages ont lieu le reste du temps.

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 271).



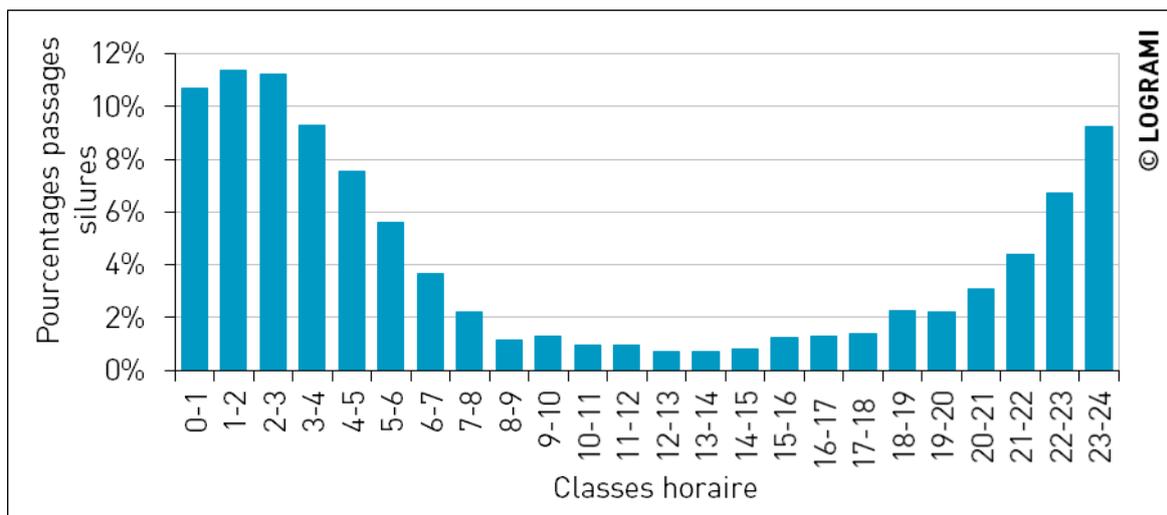


Figure 271 : Passages horaires des silures aux stations de comptage du bassin de la Loire (n=7378)

7.1.5. Analyse biométrique des individus

Grâce au logiciel d'acquisition des images, la taille des poissons peut être mesurée. Ainsi, les silures observés aux stations de comptage sont mesurés individuellement.

La moyenne de taille des silures comptabilisés aux stations de comptage du bassin de la Loire toutes années confondues oscille entre 85 et 122 cm (Figure 272). D'après l'étude de BOISNEAU (2015), ces silures correspondent à des individus âgés de 3 à 7 ans environ et consomment les proies suivantes : Mulet porc, Grande alose, Cyprinidés, Lamproie de planer et Rat. Les tailles des silures varient selon les stations de comptage avec des différences significatives entre les stations (kruskal, p-value < 0,0001). La station de Descartes est significativement différente de toutes les autres. C'est la station pour laquelle nous observons le plus de gros silure (234 cm). Les premiers silures de plus de 2 m à la station de Vichy sont apparus en 2018.

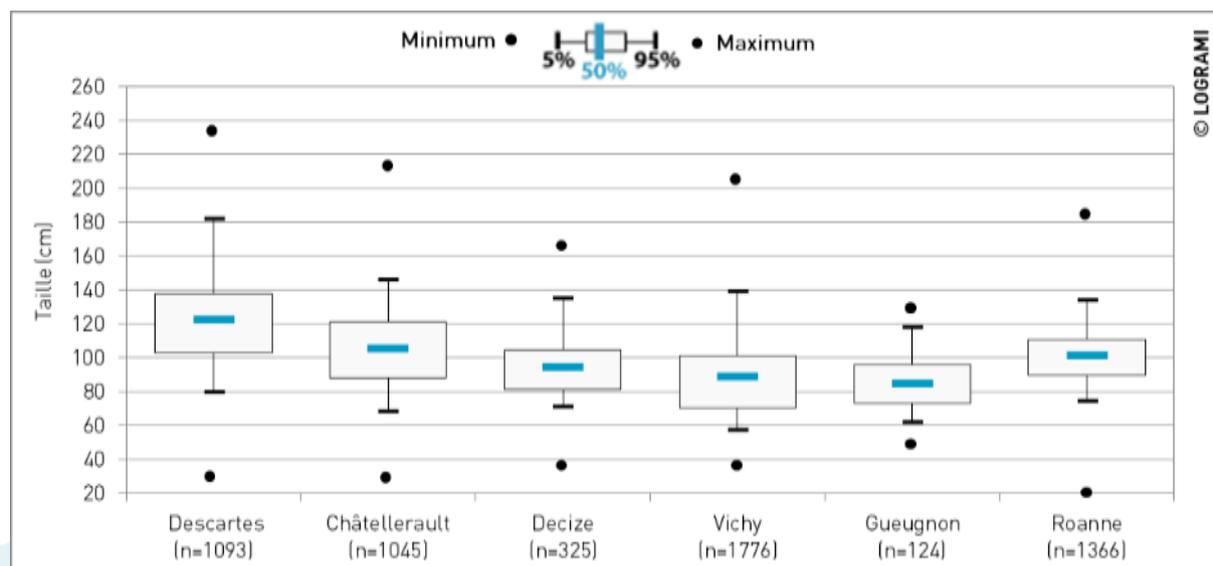


Figure 272 : Comparaison des tailles des silures aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire en moyenne sur chaque site depuis la mise en place des stations

Lorsque nous regardons l'ensemble des passages annuels toutes stations de comptages confondues, nous n'observons pas de différence à l'échelle du bassin dans les tailles des silures selon les années (kruskal, p-value= 0,5). La taille moyenne des silures est de 101 cm (+/- 21).

D'après l'étude de BOISNEAU (2015), la taille et la masse des silures en Loire moyenne (127 individus échantillonnés) sont très fortement corrélées ($r^2 = 0,998$, $p < 0,0001$). Cette relation a été appliquée afin de déterminer le poids des individus à partir des mesures de taille faites pour chaque passage au niveau des stations de comptage.

La moyenne de poids des silures comptabilisés aux stations de comptage du bassin de la Loire toutes années confondues oscille entre 5 et 15 kg (Figure 273). Les plus légers sont comptabilisés à la station de Gueugnon et les plus lourds à la station de Descartes. Tout comme pour la taille, les poids des silures varient selon les stations de comptage avec des différences significatives entre les stations (kruskal, p-value < 0,0001). La station de Descartes est significativement différente de toutes les autres. Nous y retrouvons des silures plus gros que sur toutes les autres stations avec un poids estimé maximum de 86 kg pour une taille de 234 cm.

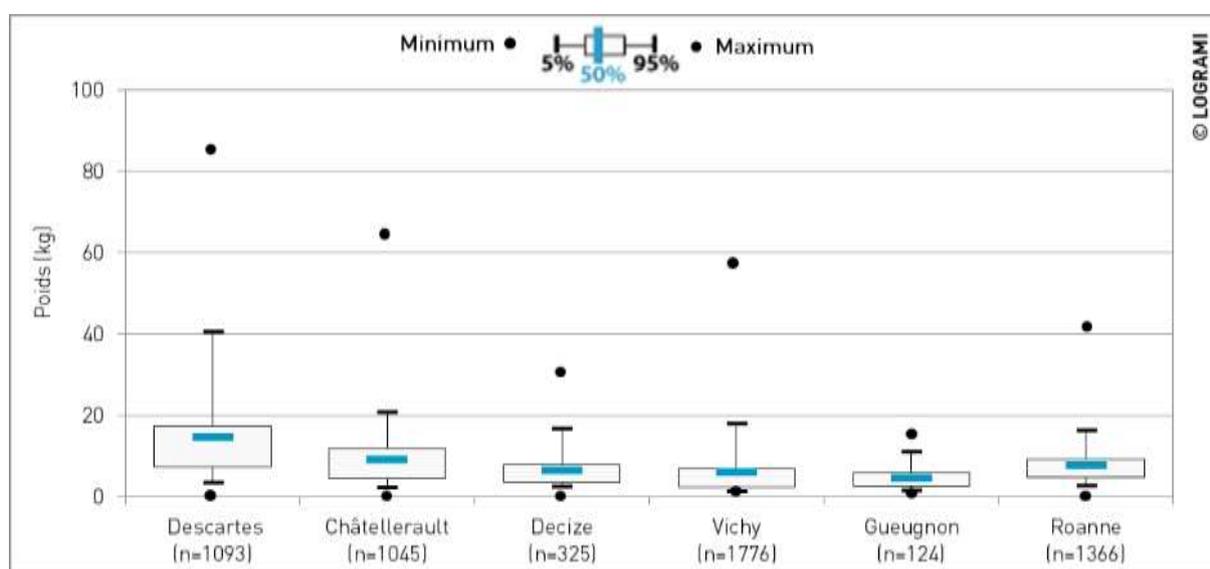


Figure 273 : Comparaison des poids des silures aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire en moyenne sur chaque site depuis la mise en place des stations

7.1.6. Influence des conditions environnementales sur les migrations

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 les déplacements de poissons.

7.1.6.1 La température

Les silures utilisent majoritairement les passes à poissons entre 16 °C et 22 °C (77 % des comptages, min = 8,3 °C, max = 27,6 °C) (Figure 274).



Ces températures sont rencontrées en moyenne de mai à août (+/- 1 mois, avec parfois des températures moyennes mensuelles supérieures à 22 °C en juillet et août), mais le pic de franchissement des passes a lieu lorsque l'eau se réchauffe (de mai à juin).

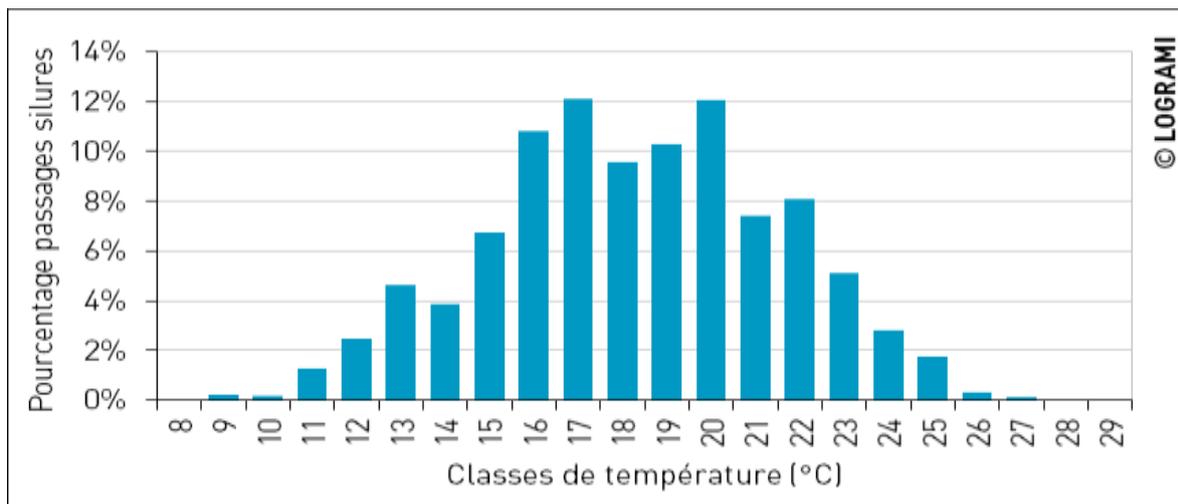


Figure 274 : Occurrence des températures de l'eau pour les passages de silures pour l'ensemble des stations de comptage du bassin de la Loire (n=9818)

Contrairement à toutes les autres stations, la passe de Descartes est utilisée lorsque la température est proche de 12 - 13°C (20 % des comptages) et de 16-17°C (29 % des comptages) (Figure 275),

Cette dynamique migratoire bimodale est due à des années à forts effectifs (2008 : 171 silures / 2013 : 174 silures / 2016 : 15 silures) qui ont rencontré des conditions thermiques plus « froides » au moment de la migration des silures :

- Les passages de silures dans la passe à poissons à des températures proches de 12 °C se sont produits en 2008 au mois de mai (28 passages) et 2013 au mois d'avril-mai (55 observations),
- Les effectifs observés sur cette station pour des températures oscillant entre 16-17 °C sont dus à des passages conséquents observés en 2008 aux mois de mai-juin (113 passages) et 2016 au mois de mai (80 passages).

Il semble que malgré des températures plus froides sur l'axe Creuse certaines années, les individus migrent tout de même à la même période (90 % de migration entre le 2 mai et le 11 juin).

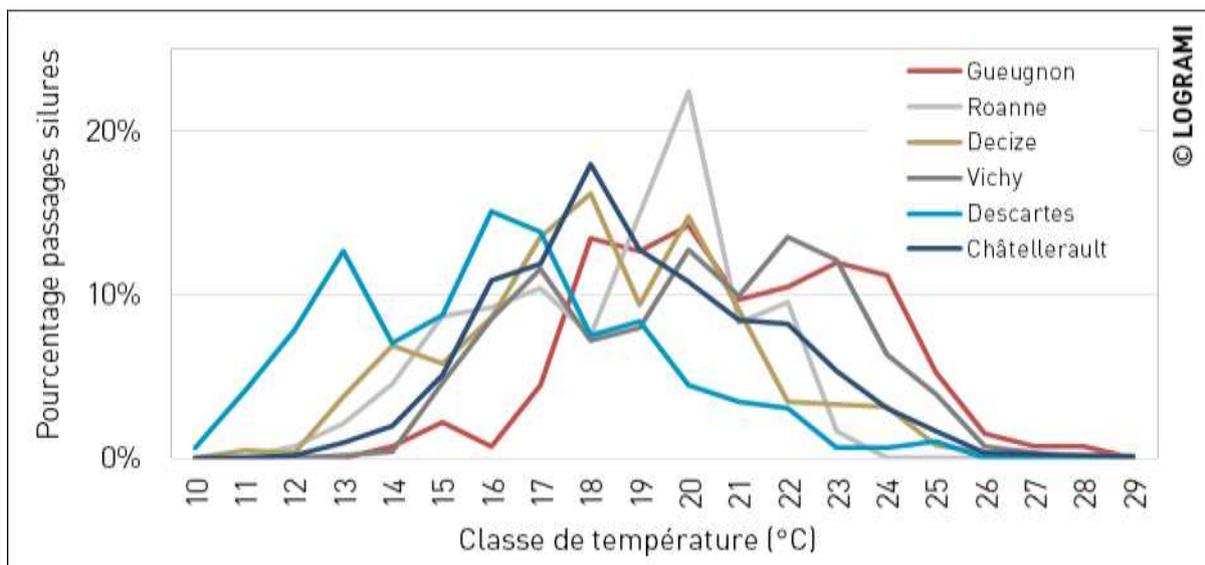


Figure 275 : Occurrence des températures de l'eau pour les passages des silures aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire (n=6818)

7.1.6.2 Les débits

L'acquisition et l'analyse des données de débits constituent des étapes essentielles permettant d'appréhender de manière plus précise les caractéristiques des flux migratoires. De même, au niveau d'un barrage hydroélectrique, la gestion de l'ouvrage (vannes / turbines) qui régule les niveaux d'eau et les débits, peut aussi avoir une influence importante sur les migrations.

Pour pouvoir comparer l'occurrence des débits pour les passages de silures entre les différentes stations, le rapport « débit journalier/module de la rivière » a été calculé pour chaque passage de silure.

Toutes stations de comptage confondues, nous observons une distribution bimodale des passages de silures en fonction du rapport « débit journalier/module » (Figure 276). Une première partie des passages a lieu lorsque que le rapport est compris entre 25 et 100 % (53 % des comptages). Une seconde partie moins importante a lieu lorsque le rapport est compris entre 200 et 500 % (18 % des passages). La classe la plus représentée est celle de]25%-50%] avec 23 % des passages.

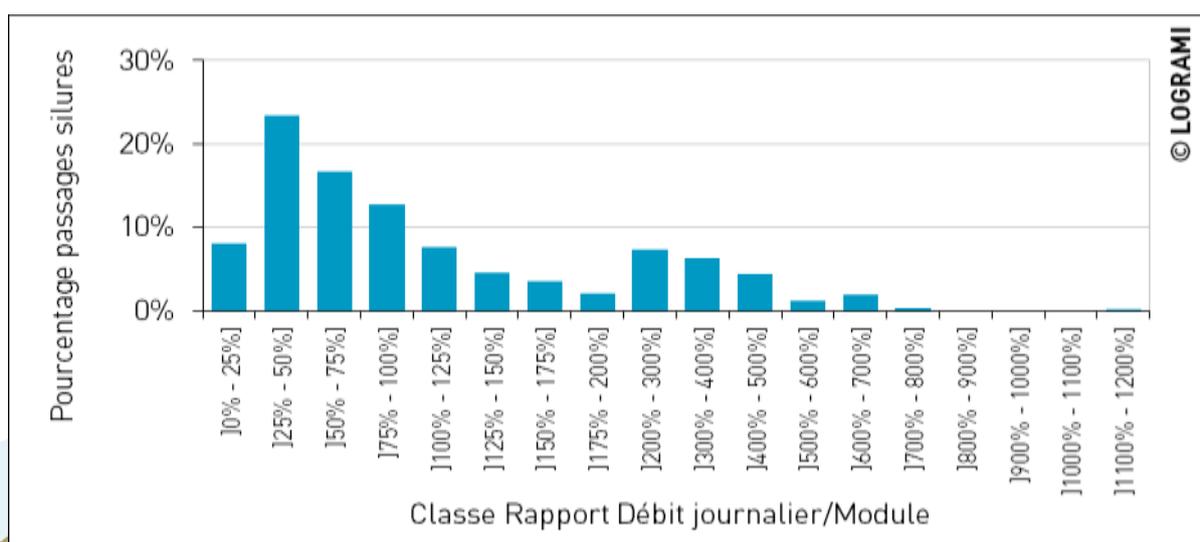


Figure 276 : Occurrence des rapports « débit journalier/module de la rivière » pour les passages de silures pour l'ensemble des stations de comptage du bassin de la Loire (n=7378)

Si nous regardons la distribution de passages par station, nous nous apercevons que celle-ci est très atypique pour les stations de Gueugnon et Descartes (Figure 277).

Les passages à Descartes sont observés en majorité pour un rapport compris entre 200 et 500 %. Cette distribution est due aux forts passages enregistrés pendant la période avril-mai des saisons 2008, 2013 et 2016 (344 individus) lors d'importants pics de crue sur la Creuse.

A contrario, à la station de Gueugnon, l'essentiel des passages a lieu avec de faibles débits compris entre 0 et 25 % du rapport « débit journalier/module de la rivière ». Cette classe représente à elle seule 47 % des passages.

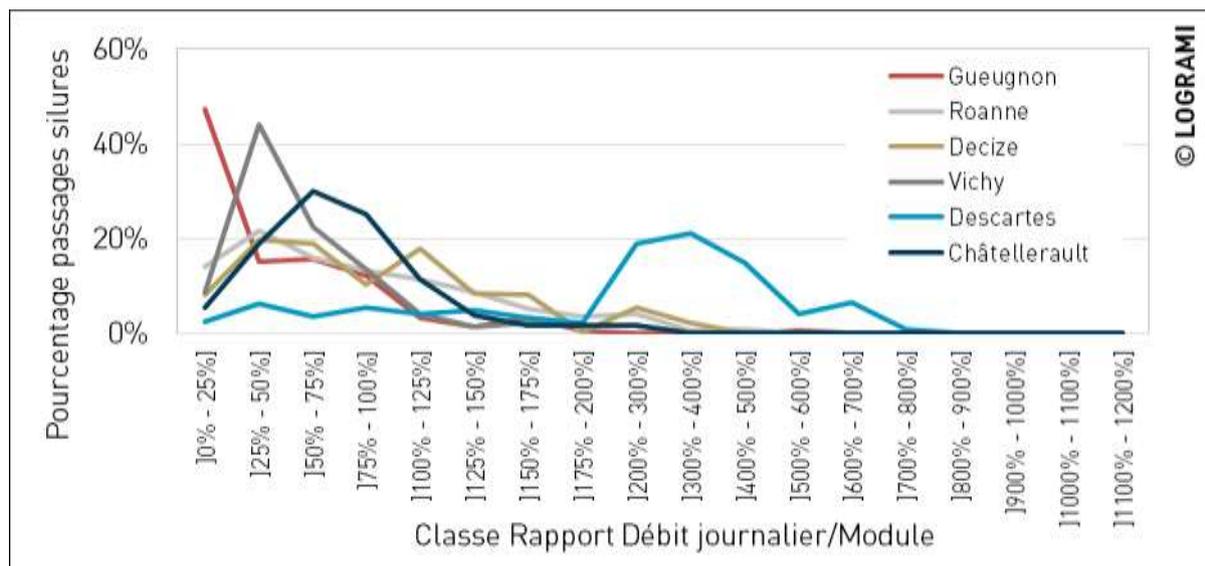


Figure 277 : Occurrence des rapports « débit journalier/module de la rivière » pour les passages des silures aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire (n=7378)

7.2. Synchronisation des passages de silures avec les poissons migrateurs

Afin de savoir si la présence des silures dans les passes poissons peut avoir un impact sur la migration des espèces anadromes, il convient de superposer les pics de migrations de chacune des espèces. Pour cela, une analyse de corrélation des passages de 2004 à 2018 a été réalisée à plusieurs échelles : journalière et horaire pour les stations présentant de forts passages de poissons migrateurs (Descartes, Châtelleraut, Decize et Vichy).

7.2.1. A l'échelle journalière

Toutes années et stations de comptage confondues, les premiers résultats montrent que les passages journaliers de silures sont peu corrélés avec les passages d'aloses (9 %), d'anguilles (11 %) et de lamproies (20 %) (Tableau 41).

Tableau 41 : Table de corrélation entre les passages journaliers des silures et ceux des poissons migrateurs (vers l'amont ou vers l'aval) aux stations de comptage de Descartes, Châtelleraut, Vichy et Decize entre 2004 et 2018

Espèces	Alose (genre)	Anguille	Lamproie marine	Saumon atlantique	Silure glane
Alose (genre)	1,00	0,20	0,40	0,07	0,09
Anguille	0,20	1,00	0,11	0,01	0,11
Lamproie marine	0,40	0,11	1,00	0,15	0,20
Saumon atlantique	0,07	0,01	0,15	1,00	-0,01
Silure glane	0,09	0,11	0,20	-0,01	1,00

Cependant, la corrélation est variable en fonction des années (-2 % à 44 % pour l'alose, -6 % à 50 % pour l'anguille et -8 % à 68 % pour la lamproie marine) (Figure 278). Cette corrélation dépasse rarement 40 % (4 années pour l'alose : 2005, 2010, 2015, 2018 ; 1 année pour l'anguille : 2006 et 1 année pour la lamproie : 2015). Le maximum est atteint pour l'alose en 2018 avec 44 %, pour l'anguille en 2006 avec 50 % et pour la lamproie en 2015 avec 68 %.

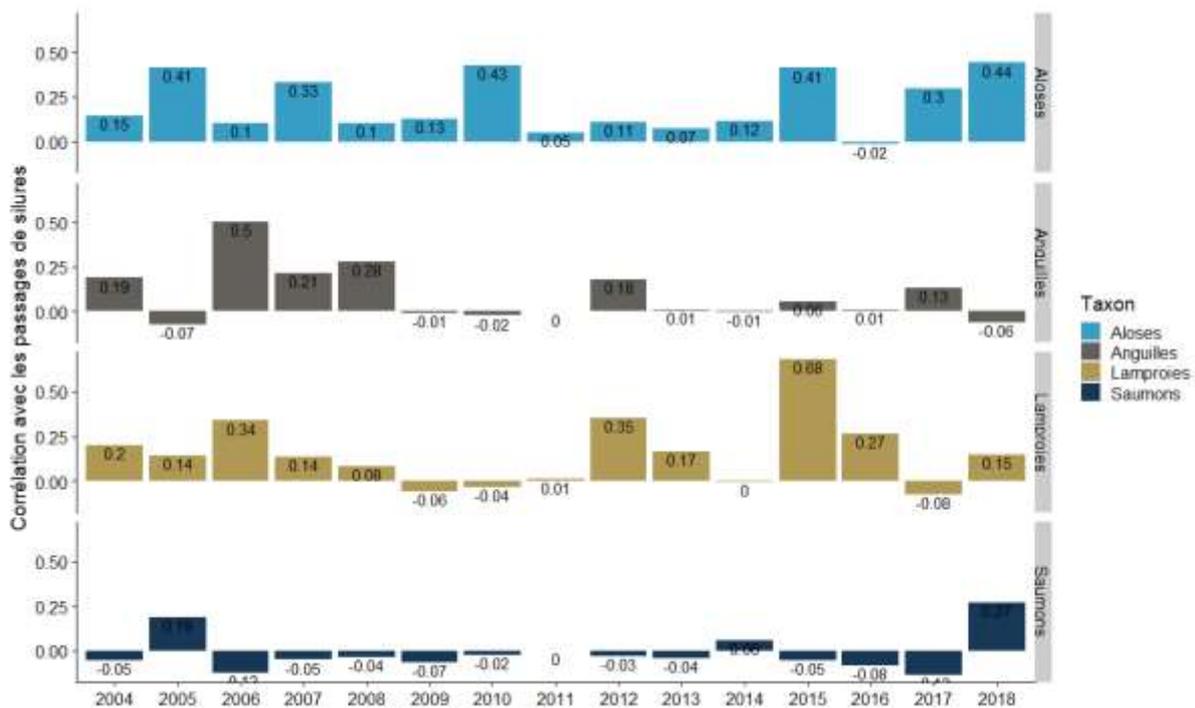
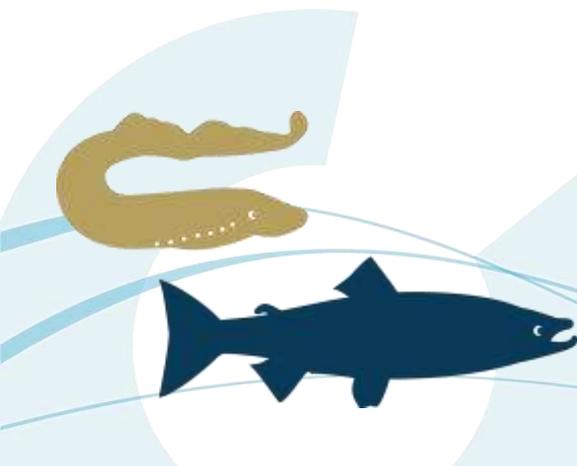


Figure 278 : Corrélation des effectifs journaliers d'aloses, d'anguilles, de lamproies marines et de saumons atlantique avec les effectifs de silures aux stations de comptage du bassin de la Loire (Descartes, Châtellerault, Vichy et Decize) entre 2004 et 2018

7.2.2. A l'échelle horaire

Les passages de silures se font la nuit, ils sont alors plus susceptibles de rencontrer des lamproies, alors que les aloses et les saumons franchissent la passe de jour.



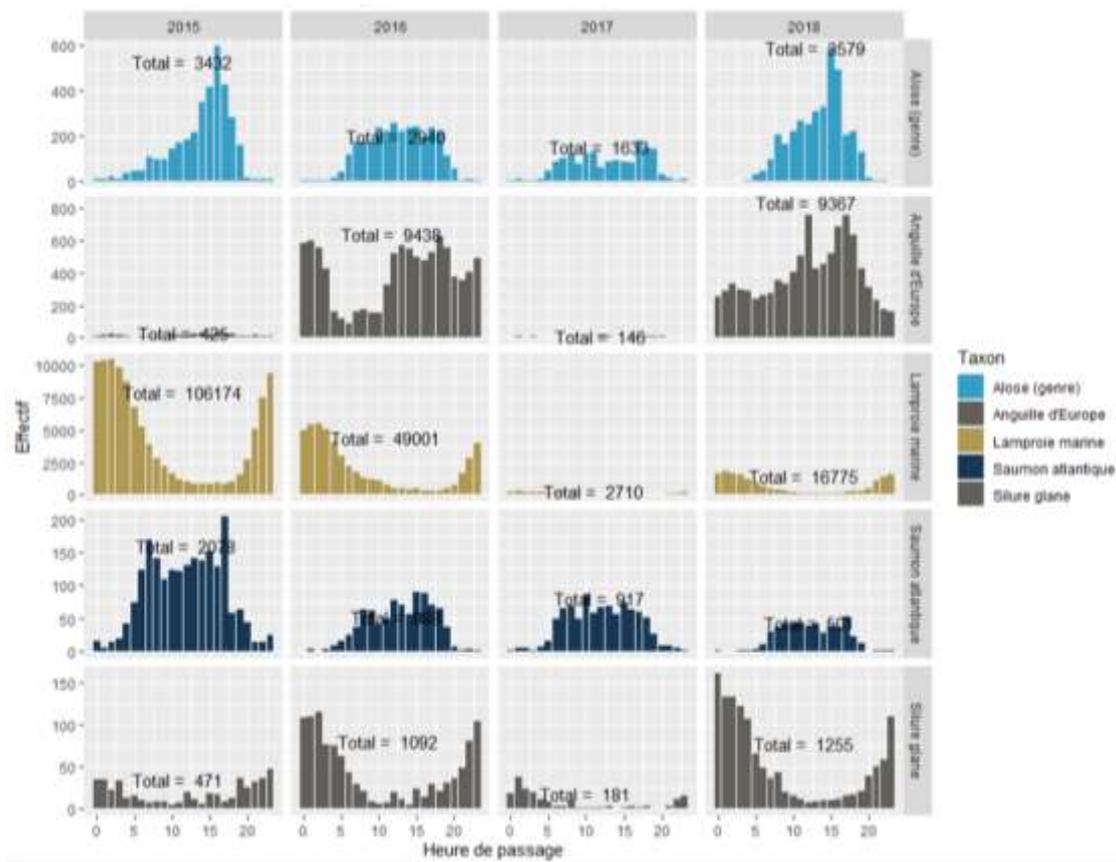


Figure 279 : Passages horaires des aloses, anguilles, lamproies marines, saumons atlantiques et silures glanes aux stations de comptage de Descartes, Châtellerault, Vichy et Decize de 2015 à 2018

Les corrélations sont ainsi maximales avec la lamproie (97%) et moyenne avec l'anguille (54%), mais négative avec les aloses (-82%) et les saumons (-53%) (Tableau 42 et Figure 280).

Tableau 42 : Table de corrélation entre les passages horaires des silures et ceux des poissons migrateurs (vers l'amont ou vers l'aval) aux stations de comptage de Descartes, Châtellerault, Vichy et Decize entre 2004 et 2018

Espèces	Alose (genre)	Anguille	Lamproie marine	Saumon atlantique	Silure glane
Alose (genre)	1,00	-0,10	-0,84	0,80	-0,82
Anguille	-0,10	1,00	0,40	0,04	0,54
Lamproie marine	-0,84	0,40	1,00	-0,57	0,97
Saumon atlantique	0,80	0,04	-0,57	1,00	-0,53
Silure glane	-0,82	0,54	0,97	-0,53	1,00

La corrélation est globalement constante en fonction des années pour toutes les espèces. Seuls les passages horaires de lamproie marine sont très corrélés avec les passages horaires de silures (Figure 280). Cette corrélation varie entre -17 % en 2014 et 84 % en 2006 pour une moyenne toutes années confondues de 97 %.

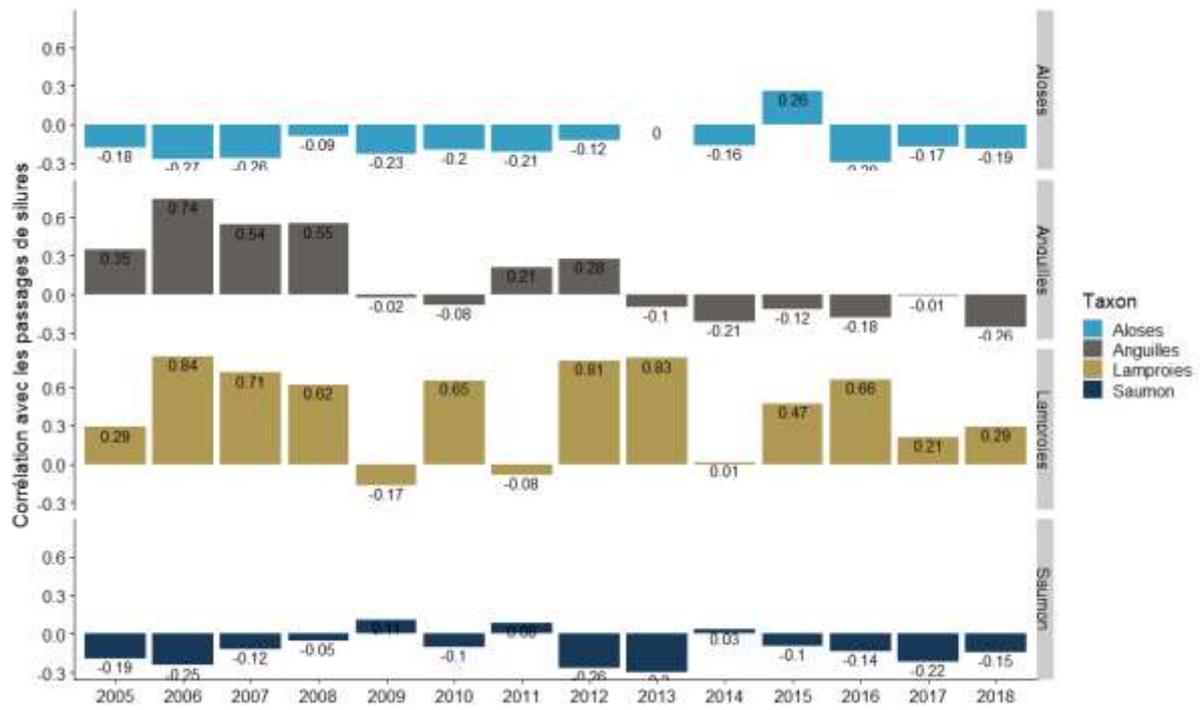


Figure 280 : Corrélation des effectifs horaires d'aloses, d'anguilles, de lamproies marines et de saumons atlantique avec les effectifs de silures aux stations de comptage du bassin de la Loire (Descartes, Châtelherault, Vichy et Decize) entre 2004 et 2018



7.3. Conclusion

Les données fournies par les stations de comptage du bassin de la Loire permettent d'avoir une vision de l'évolution des effectifs ainsi que de la dynamique migratoire du silure glane. Les stations de comptage étant localisées au niveau du dernier bassin des passes à poissons, les silures situés en aval de l'ouvrage ou dans les bassins en aval restent exempts de tout comptage. Les mouvements des silures sont donc caractérisés au droit de la vitre de comptage et ne traduisent en rien le comportement des poissons au droit de l'ouvrage ou même encore à l'entrée de la passe à poissons. Depuis la mise en service des stations, aucun comportement de prédation sur les poissons migrateurs n'a été mis en évidence devant les caméras.

Les données étant enregistrées depuis 1997 à Vichy, elles nous permettent de savoir que le silure est apparu sur l'Allier à Vichy en 1998.

L'analyse de la chronologie des effectifs comptabilisés aux diverses stations montre que les comptages de silures se répartissent selon trois groupes sur le bassin de la Loire : La Loire amont avec Roanne ; l'Allier avec Vichy et le bassin de la Vienne avec Descartes et Châtellerault. Les données semblent montrer une variabilité annuelle des effectifs sur l'ensemble des stations mais également une augmentation des effectifs à compter de 2012 sur certaines d'entre-elles (Châtellerault, Decize, Gueugnon). Les plus forts effectifs annuels sont enregistrés à la station de Vichy avec les valeurs avoisinant les 500 individus (2009, 2014 et 2018). La présence du silure sur l'Arroux à Gueugnon à plus de 30 km de la confluence avec la Loire met en avant un besoin de colonisation de cette espèce. Des études de télémétrie montrent que ce poisson s'adapte facilement à tout type d'habitat pourvu que l'eau y soit assez chaude en période de reproduction et assez riche en nourriture (POULET et SANTOUL, 2015).

L'amplitude de migration du silure sur le bassin de la Loire est elle aussi variable d'une station à l'autre avec des passages centrés sur fin mai pour les stations du bassin de la Vienne et de Decize et plus tardives sur l'amont du bassin avec notamment une migration centrée sur début juillet pour les silures comptabilisés à Roanne. La fraie du silure ayant lieu de juin à août (KEITH et al. 2011), la fréquentation des passes aux mois de mai-juin peut être liée à des objectifs de reproduction et d'alimentation.

La taille moyenne des silures observés sur l'ensemble des stations de comptages est de 101 cm pour un poids moyen de 7 kg. Cette taille moyenne se situe en dessous de la taille limite pour laquelle a été observée de la prédation sur les poissons migrateurs qui est de 1,20 m (BOISNEAU, 2015). Toutefois, les plus grands individus observés sur le bassin de la Vienne à Descartes (moyenne 122 cm) pourraient avoir un impact direct par prédation sur les populations de poissons migrateurs. Lors d'une étude de radiopistage sur le saumon menée en 2011 sur le bassin Creuse-Gartempe, un émetteur d'un individu radio-marqué a été retrouvé sur un nid de silure pendant la période de fraie.

Dans le bassin de la Loire, le silure fréquente les passes à poissons après le réchauffement des eaux au printemps avec un optimum de migration de entre 16 et 22 °C. Ces températures sont rencontrées en moyenne de mai à août. Le décalage temporel de migration observé pour les stations de Vichy, Gueugnon et Roanne semble lié à la thermie de l'eau. En effet, plus le silure est en amont sur le bassin de la Loire et plus l'optimum de température de migration arrive tardivement dans la saison (température plus « froide » car plus proche de la source). La température de la Loire à Roanne est également influencée par la retenue de Villerest située 4 km en amont de la station de comptage. La profondeur importante de cette retenue implique une stratification thermique de la masse d'eau. Les débits rejetés étant largués par le fond de la retenue, la température y est plus froide aux mois de mai-



juin. Ainsi, le seuil thermique de 20 °C est généralement atteint fin juin-début juillet sur cette partie de la Loire.

Concernant les débits, les valeurs du rapport « débit journalier/module » attribué pour chaque passage de silure montre une certaine constance avec une majorité des passages lors de faibles débits journaliers avec un rapport compris entre 25 et 50 % du module hormis pour la station de Descartes. Sur l'aval et la partie moyenne du bassin de la Loire, les crues sont majoritairement hivernales. Les données de débits montrent toutefois que des crues surviennent également au printemps (mai-juin). Les passages enregistrés lors des fortes crues printanières sont rencontrés à Descartes avec des valeurs oscillant entre 200 % et 500 % aux mois d'avril et mai. Ces observations semblent être liées à la particularité de la passe à poissons de Descartes qui reste attractive même avec de forts débits contrairement aux autres stations de comptages du bassin (Com. Pers., LOGRAMI).

Il a aussi été mis en évidence que le silure se trouve parfois dans les passes aux mêmes moments que certains migrateurs. La plus forte corrélation est observée pour la lamproie marine tant à l'échelle journalière (20 %) qu'à l'échelle horaire (97 %). En effet, tout comme pour la lamproie, les données horaires de passage de silures dans les passes à poissons montrent une nette tendance à l'activité nocturne et ce pendant toute l'année (71 % des passages entre 20h et 5h UTC).

Le spectre alimentaire du silure est large et sa ration alimentaire reflète en général l'éventail des espèces des habitats qu'il fréquente (STOLYAROV, 1985). La consommation de nourriture est la plus intensive durant le printemps (COPP, 2009, et CAROL et al., 2007). Les mouvements, notamment nocturnes, du silure peuvent être stimulés par la faim. Une étude menée sur plusieurs années (2004-2009) sur la Garonne aval et basée sur du suivi individuel par radiopistage a montré que les silures réalisaient des migrations locales lors de l'arrivée printanière des aloses et des lamproies marines (COUSTILLAS et CARRY, 2007). Ainsi, pour toutes ces raisons, il semble que la migration de la lamproie marine sur la Loire, et de l'aloise dans une moindre mesure, pourrait être impactée par la présence des silures au pied des ouvrages, dans les passes à poissons ou encore dans le court libre de la rivière (effarouchement, prédation).

Afin de mieux appréhender les impacts du silure sur les poissons migrateurs de Loire, il semble nécessaire de s'intéresser au comportement des individus en période de migration, à l'aval des ouvrages et au niveau des dispositifs de franchissement. Un suivi au niveau des passes avec la mise en place d'études de radiopistage pourrait apporter des informations supplémentaires (exemple : Etude du comportement du silure glane au droit du barrage de Golfech sur le bassin de la Garonne (82), MIGADO 2007).



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'effectifs). 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 décroît. La contribution du programme de déversement à la production de 0+ est importante depuis les années 90 mais le programme n'a pas résolu le problème du rétablissement d'une population se maintenant de façon autonome. Le taux de retour « 0+ - adulte » a sévèrement baissé depuis les années quatre-vingt. Ainsi, P. Martin (Conservatoire National du Saumon Sauvage) a rappelé à Oloron Sainte Marie en 2009 que « la pisciculture n'est que palliative et n'a de sens que si les problèmes sont réglés en parallèle ».

Les déversements dans le bassin de la Loire portent sur plusieurs stades : œufs, alevins, smolts. Les jeunes saumons issus de pisciculture et relâchés à un stade précoce (œufs et alevins) ne sont pas marqués, ce qui ne permet pas de les différencier visuellement par la suite des saumons nés dans la rivière. Les saumons relâchés au stade tardif du smolt (prêts à migrer vers la mer), après 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.

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. 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 :

- ❶ l'impact de l'opération de piégeage sur le comportement de migration des saumons,
- ❷ la production de juvéniles à partir d'incubateurs,
- ❸ 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.

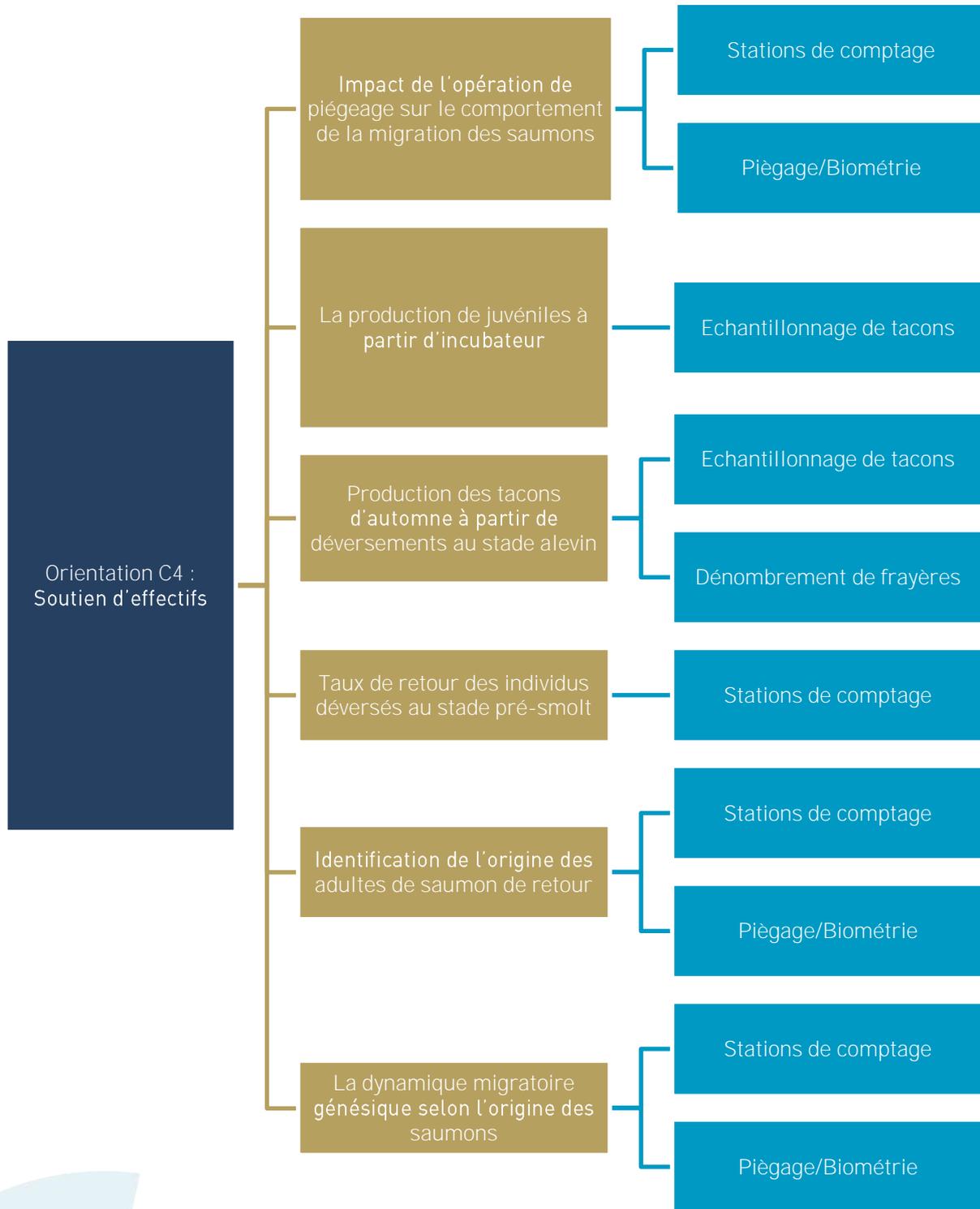


Figure 281 : Dendrogramme des actions menées dans le cadre de l'orientation C4 : Soutien d'effectifs (Source LOGRAMI)

8.2. 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 (quand ceux-ci sont visibles), 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 2009-2018 (Figure 282), durant les journées sans piégeage, en moyenne 56 % +/- 4 des saumons passent en amont de la vitre de comptage sans réaliser d'aller-retour contre seulement 36 % +/- 3 les jours de piégeage. **Ainsi, l'opération de piégeage augmente de 20 % les allers-retours avant le passage des individus.**

En moyenne, la part des saumons se présentant devant la vitre qui ne passent pas le jour même augmente très sensiblement de 7 % +/- 2 à 33 % +/- 4 dès lors qu'il y a du piégeage. Les 7 % 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.

De 2009 à 2017, les opérations de piégeage ont provoqué également une augmentation de 25 minutes +/- 9 du retard moyen de franchissement de l'ouvrage. En 2018, un retard de franchissement de 23 minutes est constaté.

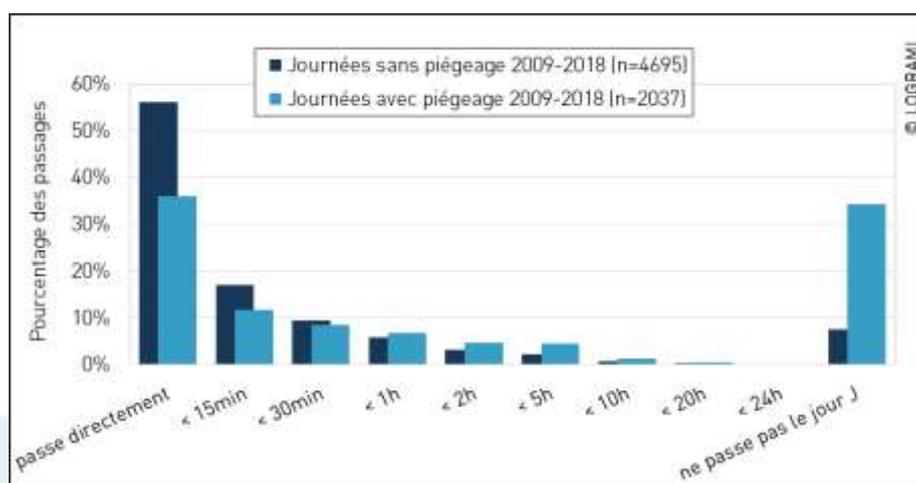


Figure 282 : Comportement des saumons après leur première visualisation à la station de comptage rive droite de Vichy en fonction de la mise en œuvre ou non du piège sur la période 2009-2018 (Source LOGRAMI)

8.3. Production de juvéniles à partir d'incubateur

8.3.1. 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 Radier-Rapide (ASCONIT, 2012).

Afin d'évaluer la production de juvéniles de ce type d'installation, LOGRAMI, en collaboration avec la FDPPMA 42, a mis en place, en 2015, un suivi par pêche 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 283 et Figure 284).

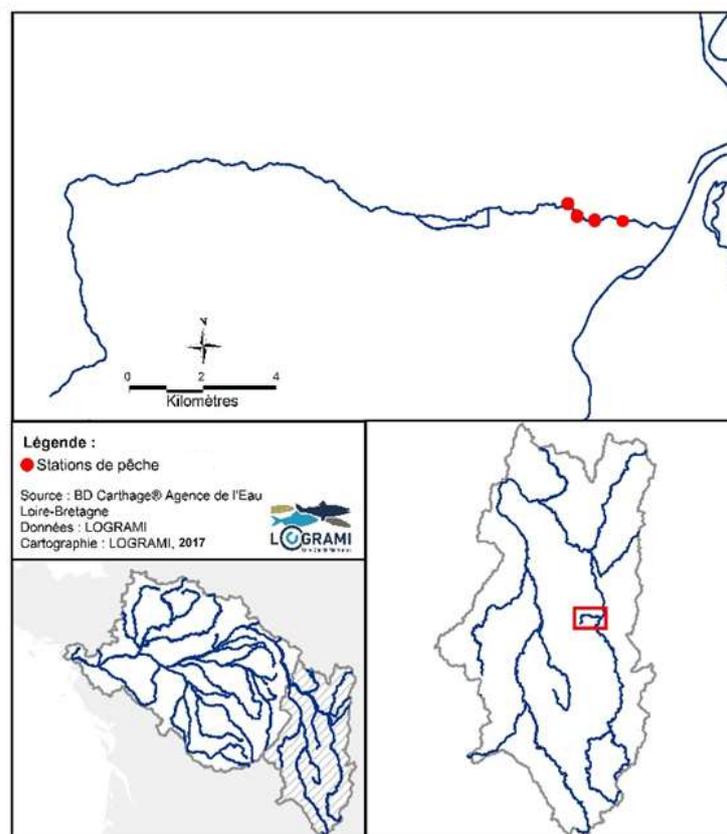


Figure 283 : Localisation des quatre stations de suivi des juvéniles de saumon échantillonnées sur le Renaisson en 2018



Figure 284 : Localisation précise de l'incubateur à saumon de Riorges (42) et des quatre stations de suivi par pêche à l'électricité échantillonnées en 2018 sur le Renaisson

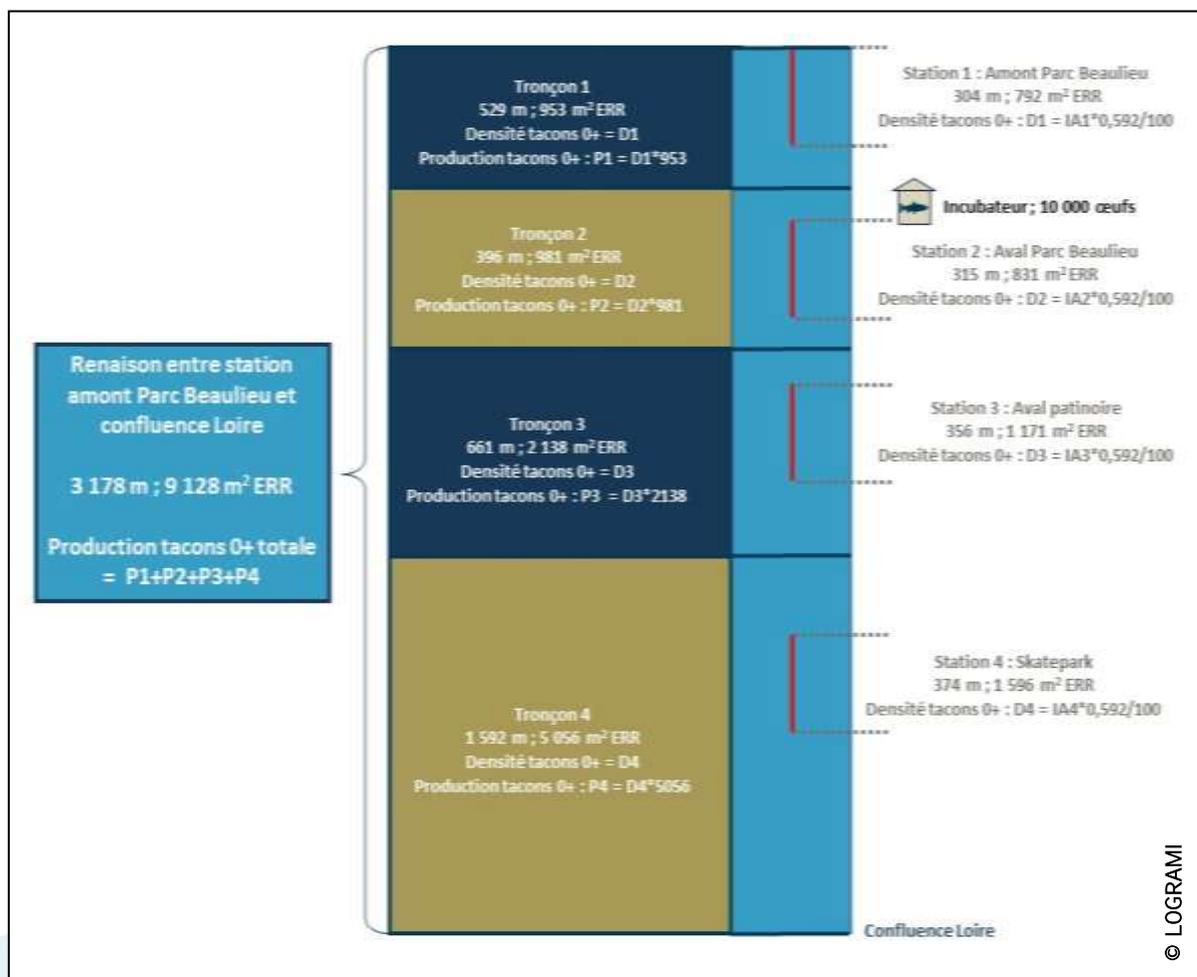


Figure 285 : Schéma de principe du calcul de la production automnale de tacons 0+ de l'incubateur implanté sur le Renaison à Riorges (42) (*ERR : Equivalents Radier-Rapide = surface favorable au développement des juvéniles de saumons ; IA : Indice d'abondance (tacons 0+ capturés en 5 minutes) ; 0,592/100 : coefficient conversion IA-densité du « bassin Allier »*) (Données habitats : Roannais Agglomération – ASCONIT, 2012)

Les surfaces favorables au développement des juvéniles de saumons étant connues, la production de l'incubateur peut être estimée grâce aux « Indices d'abondances » (individus 0+/5 minutes) convertis en densités (individus 0+/m²) avec le coefficient utilisé sur le bassin de l'Allier (Figure 285).

8.3.2. Résultats 2018

Les quatre stations ont été échantillonnées en 2018 au printemps (le 8/6/2018) et à l'automne (le 9/10/2018).

Tableau 43 : Indices d'abondances en juvéniles de saumon printaniers et automnaux sur le Renaison depuis 2015

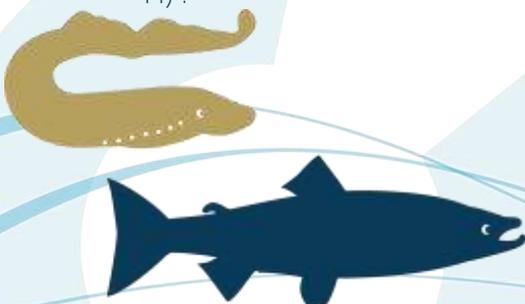
	Tacons 0+/5 minutes - PRINTEMPS					Tacons 0+/5 minutes - AUTOMNE			
	01/06/2015	20/06/2016	08/06/2017	08/06/2018		09/10/2015	06/10/2016	05/10/2017	09/10/2018
Amont parc Beaulieu		0	0	0	Amont parc Beaulieu	0	0	1	0
Aval barrage Beaulieu	126	0	115	122	Aval barrage Beaulieu	82	0	36	51
Aval patinoire	2	1	30	33	Aval patinoire	46	5	46	42
Skate-park		5	0	7	Skate-park		6	14	4

Tableau 44 : Production automnale de tacons 0+ de l'incubateur du Renaison depuis 2015

	2015	2016	2017	2018
Tronçon 1 Amont parc Beaulieu	0	0	6	0
Tronçon 2 Aval barrage Beaulieu	476	0	209	296
Tronçon 3 Aval patinoire	582	63	582	532
Tronçon 4 Skate-park		180	419	120
Production totale	1058	243	1216	948
Implantation = survie entre œuf fécondé et tacon d'automne (%)	10,6%	2,4%	12,2%	9,5%

Le suivi de la production de l'incubateur sur le Renaison en 2018 met en évidence (Tableau 43 et Tableau 44) :

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



- Une production printanière équivalente à celle de 2015 et 2017 avec diffusion vers l'aval plus marquée ;
- 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'accroît avec la croissance des juvéniles ;
- Une survie estivale probablement moins bonne qu'en 2015 et 2017 mais qui permet une abondance de tacons 0+ jugée moyenne à l'automne sur les 2 stations à l'aval de l'incubateur ;
- Une production automnale estimée à 948 tacons 0+, répartie entre l'aval du seuil du parc Beaulieu et la confluence avec la Loire, soit une implantation de 9,5 % des œufs mis en place dans l'incubateur.

8.4. 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, l'ensemble des juvéniles de saumon pêchés sur les stations déversées ont été considérés comme étant des individus issus de déversement.

Les indices d'abondance sur les stations déversées ne tiennent pas compte des différences de densité au déversement entre les stations. Ainsi, l'évaluation de l'efficacité de l'alevinage repose sur une estimation du **taux d'implantation** des alevins déversés sur chaque station alevinée. Il est exprimé en pourcentage de la densité observée lors des pêches électriques par rapport à la densité alevinée (BACH et al, 2010) :

$$\text{Taux d'implantation} = \text{« Densité tacons pêchée »} / \text{« Densité d'alevins déversés »} * 100$$

Avec :

- La densité de tacons pêchée est égale à : $a * IA$ (Individus. 0+/5 minutes) avec :
 - pour le bassin de la Gartempe : $a = 0,334^2$,
 - 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.

² La relation de conversion de l'abondance en 5 min 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.



Le nombre d'alevins déversés est fourni par le Conservatoire National du Saumon Sauvage responsable des déversements (EPL, 2018). 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 ainsi 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 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 productifs³ augmentée d'1/5^e des surfaces de plats courants productifs² contigus au niveau de la station de pêche, soit $\sum ((\text{Surf RAD} + \text{RAP}) + 1/5^e \text{ PC})$ 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.

8.4.1. Implantation des juvéniles déversés sur la Gartempe

8.4.1.1 Déroutement des pêches

Localisation des stations

En 2018, 16 stations ont été échantillonnées dont 15 avaient fait l'objet de déversements d'alevins en juin 2018. La station *Moulin d'Ardent* (Rancon, 87) a été échantillonnée pour conserver la série de données malgré que celle-ci n'ait pas été déversée. Les résultats ci-après ne portent que sur les 15 stations déversées présentées ci-après (Figure 286).

³ 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.



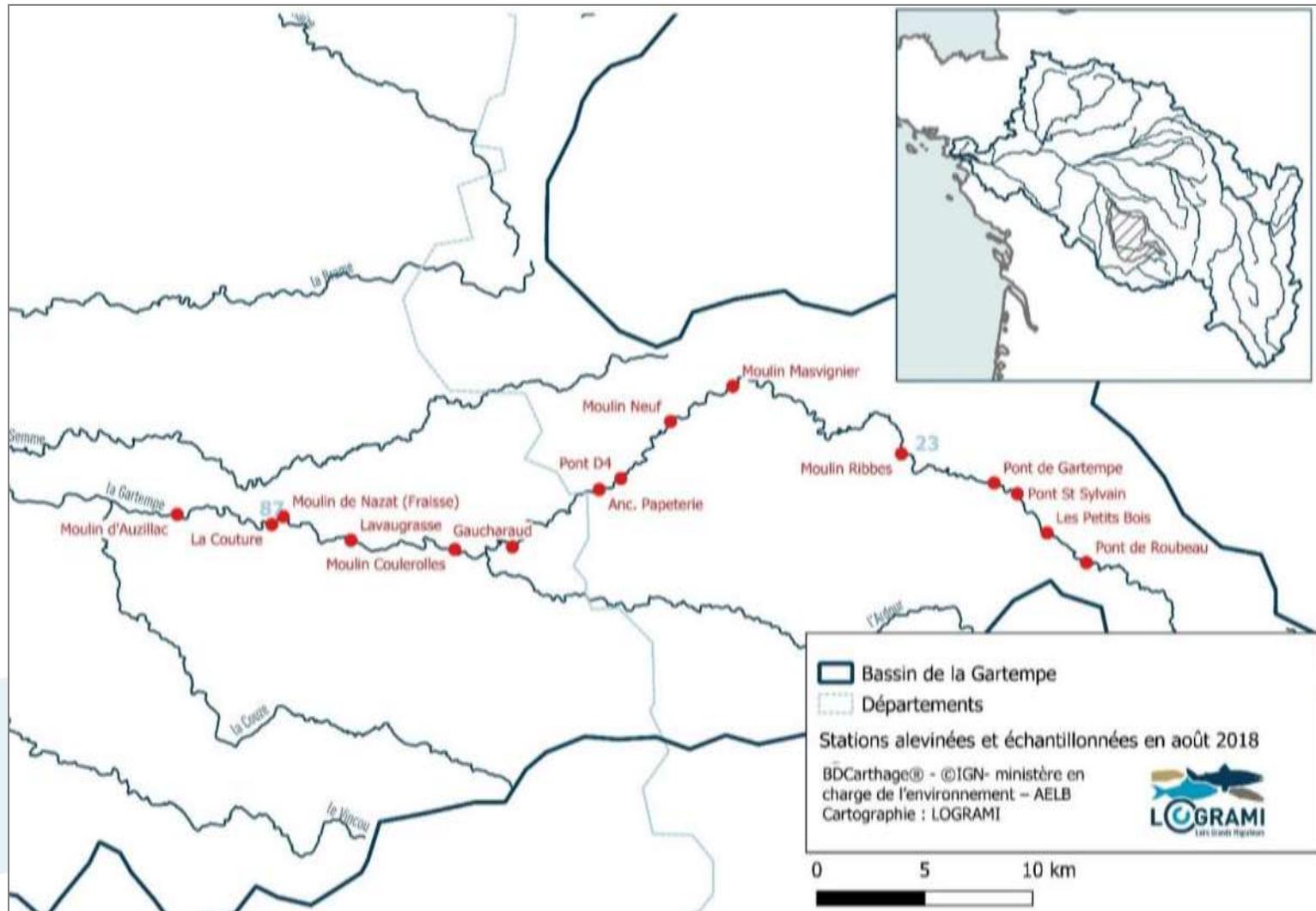
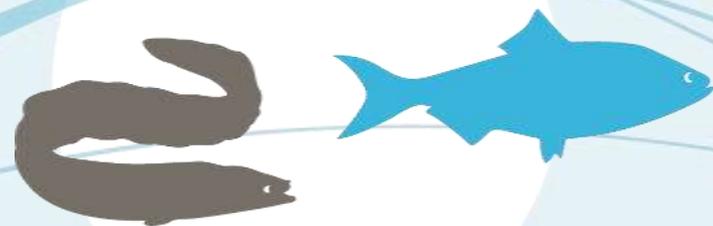


Figure 286 : Stations échantillonnées pour le suivi de l'implantation des juvéniles de saumon en août 2018 sur la Gartempe



Dates et conditions d'échantillonnage

Sur la Gartempe, le suivi de l'implantation des juvéniles déversés a été réalisé selon la méthode des indices d'abondance (PREVOST et BAGLINIERE, 1995) du 28 au 30 août 2018.

Les pêches ont été effectuées dans des conditions hydrologiques d'étiage marqué avec :

- 1,27 m³/s et 1,25 m³/s respectivement les 28 et 29 août à Folles (Bessines) (station de débit de référence pour les stations de *Moulin d'Ardent* à *Moulin Masvignier* comprise) pour des débits moyens mensuels de référence de 2,83 et 3,10 m³/s respectivement en août et septembre,
- 0,305 m³/s le 30 août à Saint-Victor-en-Marche (station de débit de référence pour les stations de *Moulin Ribbes* à *Pont de Roubeau*) pour des débits moyens mensuels de référence de 0,428 et 0,396 m³/s respectivement en août et septembre. (Sources : DREAL LIMOUSIN/HYDRO-MEDD/DE).

8.4.1.2 Densités des alevins déversés en 2018

En tenant compte des surfaces décrites dans l'annexe 3 du marché de repeuplement, les densités déversées sur les 13 stations concernées en 2018 (les stations *La Couture* et *Lavaugrasse* ne figurant pas à l'annexe 3) ont varié de 0,6 à 1,2 ind./m² (moyenne : 0,9 ind./m² ; médiane : 0,8 ind./m²). La densité moyenne déversée respecte donc la densité maximum au déversement de 100 alevins pour 100 m² préconisée par le Conseil Scientifique du saumon de Loire et reprise au cahier des charges du marché de repeuplement 2017-2019. La densité maximale observée (1,2 ind./m²) est aussi en respect vis-à-vis de cette recommandation.

Avec le mode de calcul utilisant les surfaces d'Equivalents Radier-Rapide contiguës à la station, les densités au déversement varient de 0,6 à 9,5 Ind./m² pour une moyenne de 2,9 ind./m² (médiane : 1,9 ; écart-type : 2,8). 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).

8.4.1.3 Taux d'implantation en 2018

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 échantillonnées de la Gartempe en 2018 selon les deux modes de calcul (Tableau 45).

Tableau 45 : Surfaces d'habitats productives en juvéniles de saumon selon deux méthodes de calcul sur les stations alevinées et échantillonnées de la Gartempe en 2018

Station de déversement et d'échantillonnage	Surface productive selon annexe 3 (m ²)	Surface productive habitats contigus (m ²)
Moulin d'Auzillac	30500	Sans valeur
La Couture	Sans valeur	3280
Moulin de Fraisse Nazat	6000	3446
Moulin Coulerolles	6000	1945
Lavaugrasse	Sans valeur	1849
Gaucharaud	2000	2696
Anc. Papeterie	2000	1793
Moulin Neuf	2000	821
Pont D4	1000	1023

Station de déversement et d'échantillonnage	Surface productive selon annexe 3 (m ²)	Surface productive habitats contigus (m ²)
Moulin Masvignier	1000	261
Moulin Ribbes	2000	1143
Pont de Gartempe	1000	275
Pont St Sylvain	2000	249
Les Petits Bois	1500	508
Pont de Roubeau	4000	292

En 2018, 15 stations ont été déversées puis échantillonnées 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 13 d'entre elles (Figure 287). Les stations *La Couture* et *Lavaugrasse*, qui ne sont pas référencées dans cet annexe, n'ont pas pu faire l'objet de ce calcul.

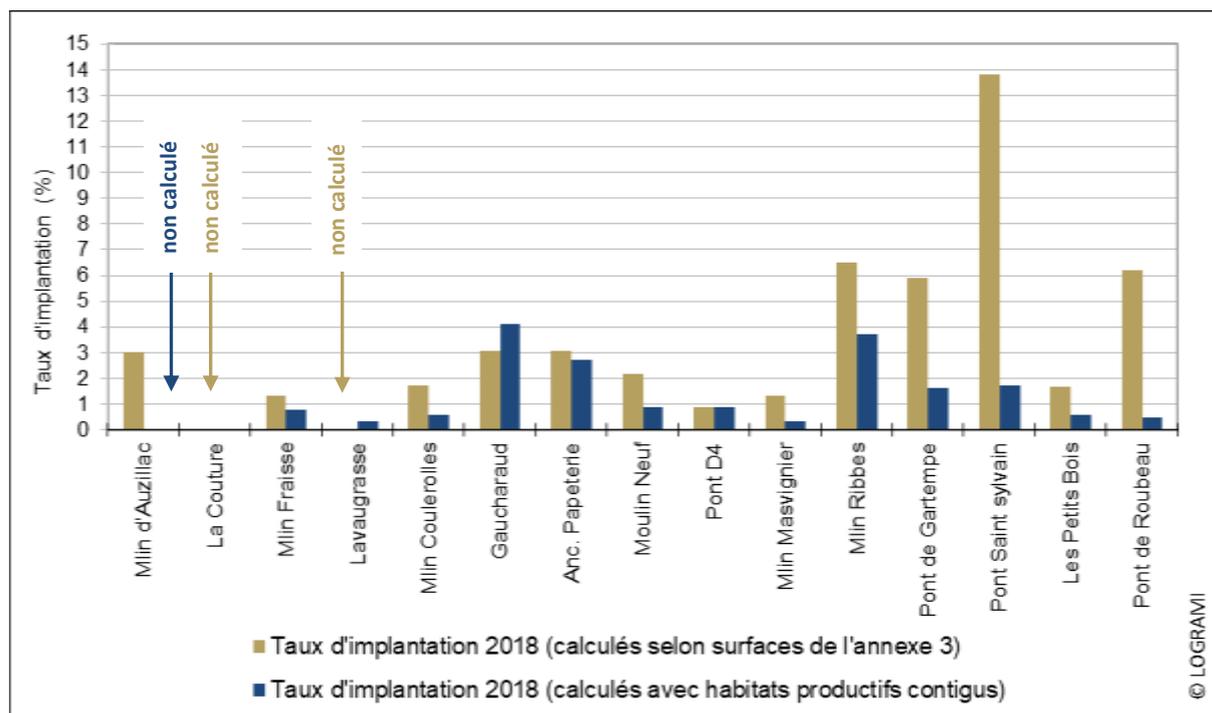


Figure 287 : Taux d'implantation des juvéniles de saumon sur les stations alevinées de la Gartempe en 2018 obtenus d'après les résultats des pêches d'échantillonnage et selon deux calculs de surfaces d'habitats productives

Les taux d'implantation ainsi calculés pour chacune des stations varient de 0,9 à 13,8 % avec une moyenne de 3,9 % (médiane : 3,0 ; +/- 3,5). Le taux d'implantation moyen est légèrement au-dessus de la moyenne interannuelle (3,6 %).

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). Sur la Gartempe, les juvéniles issus d'alevins nourris déversés en juin 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. Malgré cela, la survie à l'implantation observée sur la Gartempe peut être considérée comme faible. Sur quatre stations présentant les taux d'implantation les plus élevés (5,9 à 13,8 %), les taux de survie sont considérés comme moyens à bons. Notons que toutes ces stations sont situées sur le cours amont de la Gartempe (*Moulin Ribbes*, *Pont de Gartempe*, *Pont Saint-Sylvain* et *Pont de Roubeau*).

Comme en 2016 et 2017, la seconde méthode de calcul ($\sum ((\text{Surf RAD} + \text{RAP}) + 1/5^{\text{e}} \text{ PC})$ contigus sur la station) a été appliquée à 14 stations de la Gartempe sur les 15 stations déversées et échantillonnées en 2018 :

- 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 *Moulin d'Auzillac*. Elle a donc été écartée du calcul ;
- en revanche, les stations *La Couture* et *Lavaugrasse* ne figurant pas dans l'annexe 3 du marché de repeuplement ont été intégrées à ce calcul, la cartographie faisant état de faciès d'écoulement potentiellement productifs sur ces stations.

Avec cette méthode, les taux d'implantation obtenus sont de 0 à 4,1 % selon les stations avec une moyenne de 1,3 % et une médiane de 0,8 (+/- 1,3). Les taux obtenus sont donc très faibles comparativement aux taux de références. La tendance est cohérente avec les résultats présentés ci-dessus. Ils sont par ailleurs logiquement plus faibles avec ce calcul puisque les surfaces de production considérées sont moindres et donc les densités au déversement calculées plus élevées, d'où des taux d'implantation plus faibles.

8.4.1.4 Evolution des taux d'implantation sur la période 1999-2018

Par année

L'évolution des taux d'implantation sur la période 1999-2018 est étudiée sur huit stations de référence. Ces stations ont été alevinées et échantillonnées entre 16 à 20 années (sur 20) depuis 1999. La station *Moulin du Pont*, considérée comme station de référence les années précédentes, a été sortie du jeu de données, celle-ci n'ayant pas été échantillonnée depuis 10 ans.

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.

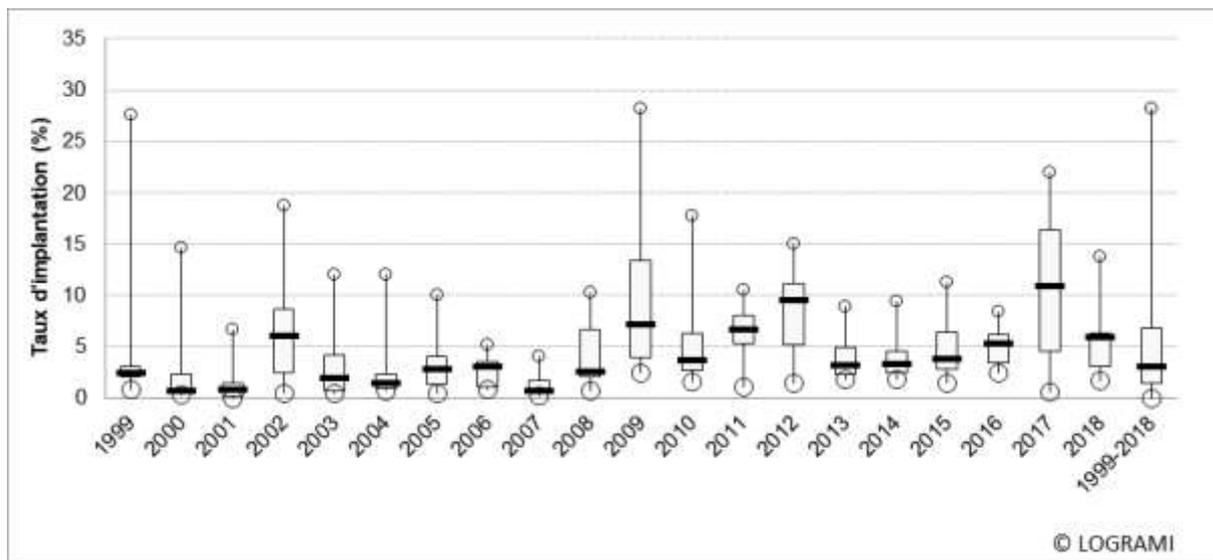


Figure 288 : **Boxplot des taux d'implantation moyens des juvéniles de saumon 0+ (basés sur les surfaces de production indiquées à l'annexe 3 du marché de repeuplement)** sur les stations de références alevinées du bassin de la Gartempe de 1999 à 2018 (Source : LOGRAMI – ONEMA)

La moyenne interannuelle des taux d'implantation sur ces stations de référence s'élève à 4,9 % (médiane : 3,1 ; +/- 5,2). Annuellement, les taux d'implantation moyens fluctuent entre 1,3 % et 10,7 %. **Le taux d'implantation moyen sur les 8 stations de référence s'élève à 5,7 % en 2018** (médiane : 5,9 % ; +/- 4,0). Il est donc légèrement supérieur à la moyenne interannuelle.

La Figure 288 semble montrer une légère augmentation de ces taux sur la période 2008-2018 par rapport à la période précédente. Afin de vérifier cette hypothèse, un Test de Mann-Withney pour deux échantillons indépendants a été utilisé.

Tableau 46 : Résultats du test de Mann-Whitney de comparaison des taux d'implantation moyen sur 8 stations de référence de la Gartempe entre les périodes 1999 à 2007 et 2008 à 2018

Test de Mann-Whitney / Test bilatéral	
U	9
U (normalisé)	0,000
Espérance	49,500
Variance (U)	173,250
p-value (bilatérale)	0,001
alpha	0,05

Variable	Observations	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart-type
1999 à 2007	9	0,731	6,096	2,233	1,707
2008 à 2018	11	2,556	10,880	5,633	2,731

Avec une plus-value p de 0,001, la différence entre les deux échantillons est significative. Les variables minimum, maximum et moyenne montrent des taux d'implantation sur les stations de référence supérieurs pour la période 2008 à 2018 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 piscicultures du bassin de la Vienne, l'une est sur un affluent de la Gartempe. La seconde, située sur un affluent de la Vienne, semblait poser problème en termes de conditions de température d'élevage. A partir de 2008, tous les œufs sont issus de la salmoniculture du CNSS et grossissent à la pisciculture du Verger située sur un affluent de la Gartempe.

Par secteur

Historiquement, la Gartempe a été découpée en cinq secteurs : Cours Inférieur (CI), Cours Moyen Inférieur (CMI), Cours Moyen Médian (CMM), Cours Moyen Supérieur (CMS) et Cours Supérieur (CS).

Les secteurs alevinés puis échantillonnés correspondent aux secteurs CMI, CMM, CMS et CS. Les huit stations de référence précédemment citées ont été regroupées selon ces secteurs afin de comparer les taux d'implantation par secteur. Les taux d'implantation calculés sur les secteurs CMS et CS sont plus élevés que sur les secteurs CMI et CMM (Figure 289).

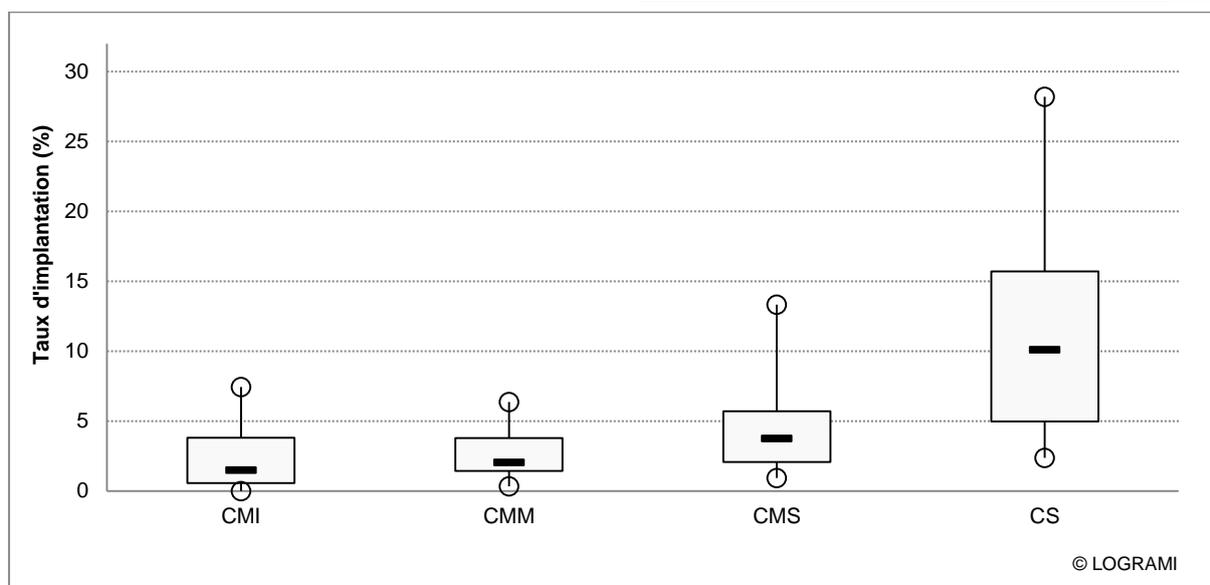


Figure 289 : **Boxplot des taux d'implantation moyens des juvéniles de saumon 0+ (basés sur les surfaces de production indiquées à l'annexe 3 du marché de repeuplement) sur les stations de références alevinées par secteur du bassin de la Gartempe de 1999 à 2018** (Source : LOGRAMI – ONEMA) (CMI : Cours Moyen Inférieur ; CMM : Cours Moyen Médian ; CMS : Cours Moyen Supérieur ; CS : Cours Supérieur)

Afin de valider cette hypothèse, un test de Kruskal-Wallis a été réalisé.

Tableau 47 : **Statistiques et test de Kruskal-Wallis de comparaison des taux d'implantation moyens des juvéniles de saumon de 1999 à 2018 par secteurs de production de la Gartempe**

Test de Kruskal-Wallis	
K (Valeur observée)	28,383
K (Valeur critique)	7,815
DDL	3
p-value (unilatérale)	<0,0001
alpha	0,05

Variable	Observations	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart-type
CMI	20	0,000	7,449	2,537	2,425
CMM	20	0,334	6,366	2,595	1,651
CMS	20	0,919	13,328	4,659	3,457
CS	20	2,370	28,197	11,573	8,001

Celui-ci indique que les échantillons testés sont différents. Le test de Mann-Whitney de comparaison des échantillons confirme une différence statistique entre les secteurs deux à deux, hormis entre les deux secteurs aval moins productifs (Tableau 48).

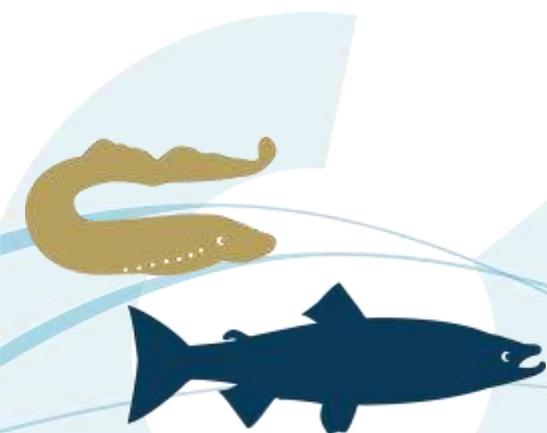


Tableau 48 : Résultats du test de comparaison multiple entre les taux d'implantation moyens des juvéniles de saumon sur les stations de référence par secteurs de production de la Gartempe de 1999 à 2018

Comparaison	p-value	Différence
CMI-CMM	0,405	non
CMI-CMS	0,006	oui
CMI-CS	< 0,0001	oui
CMM-CMS	0,033	oui
CMM-CS	< 0,0001	oui
CMS-CS	0,001	oui

8.4.1.5 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 (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 2018, la taille moyenne à la fourche des 149 juvéniles de l'année capturés par pêche électrique sur les secteurs déversés est de 78,7 mm (médiane : 79 +/- 8,8 ; minimum : 58 ; maximum : 106). Les juvéniles de saumon repris par pêche électrique sur les stations déversées sont, en moyenne, plus grands que ceux capturés en 2017 mais plus petits qu'en 2016 et 2015 (Figure 290).

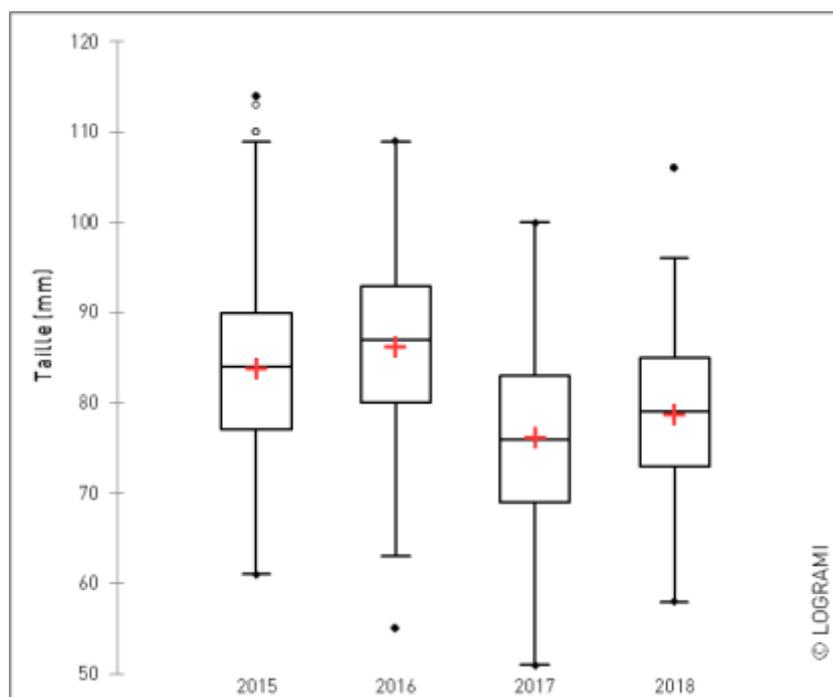


Figure 290 : Boxplot des tailles des tacons 0+ capturés sur les stations alevinées du bassin de la Gartempe fin août 2015, 2016, 2017 et 2018

Un test de Kruskal-Wallis de comparaison des échantillons permet de confirmer cela ($p < 0,0001$).

Tableau 49 : Statistiques et résultats du test de Mann-Whitney de comparaison des tailles des tacons 0+ capturés sur les stations déversées de la Gartempe en 2015, 2016, 2017 et 2018

Année	Observations	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart - type
2015	249	61	114	83,8	10,1
2016	173	55	109	86,3	9,3
2017	322	51	100	76,2	9,2
2018	149	58	106	78,7	8,8

Test de Kruskal-Wallis / Test bilatéral	
K (Valeur observée)	140,772
K (Valeur critique)	7,815
DDL	3
p-valu (unilatérale)	< 0,0001
alpha	0,05

Comme chaque année, les tacons 0+ capturés sur les stations du cours de la Gartempe ont été pesés à l'aide d'une balance de précision (+/- 0,2 g). Le poids moyen des tacons 0+ capturés en 2018 est de 5,9 g (médiane : 5,6 g ; +/- 2,0).

Un **facteur de condition** a ensuite été calculé pour l'ensemble des individus. Le facteur de condition indique la relation entre le poids et le volume du poisson (exprimé par sa longueur au cube) :

$$FC = P/(L^3)*100 \text{ avec } P = \text{poids en gramme et } L = \text{longueur fourche en centimètre.}$$

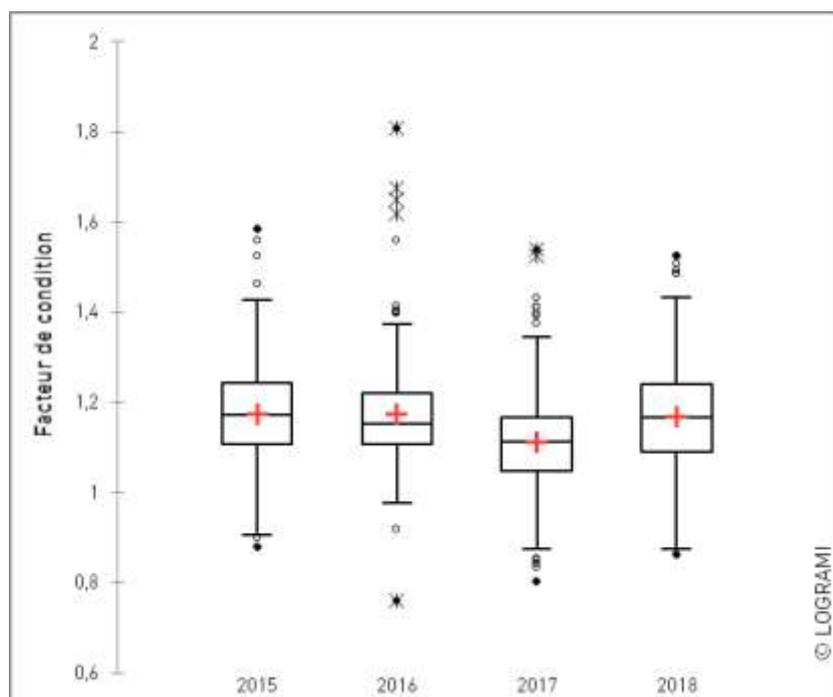


Figure 291 : Boxplot des facteurs de condition des tacons 0+ capturés sur les stations alevinées du bassin de la Gartempe fin août 2015, 2016, 2017 et 2018

Les coefficients de facteurs de condition des tacons 0+ capturés sur la Gartempe en 2018 varient de 0,9 à 1,5 avec une moyenne de 1,2 (médiane : 1,2 ; +/- 0,1). Ces données sont comparables à celles de 2015 et 2016. En revanche, les tacons repris par pêche en 2018 ont en moyenne un facteur de condition moyen plus élevé qu'en 2017, année où les juvéniles avaient eu une croissance plus importante en taille qu'en poids.



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 sur un grand nombre d'individus. Les poids au déversement des différents lots d'alevins déversés sur la Gartempe en 2018 sont donnés dans le Tableau 50.

Tableau 50 : Poids moyens par lots des alevins 0+ déversés sur la Gartempe en 2018 (Source : EPL, 2018)

Limites	Poids moyen (g)
De Moulin d'Auzillac (Châteauponsac – 87) à Moulin Sebrot (Grand-Bourg – 23)	0,45
De Moulin Sebrot (Grand-Bourg – 23) à La Rebeyrolle (Saint-Victor-en-Marche - 23)	0,41

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 échantillonnages par pêches.

Aucun juvénile n'ayant été capturé au lieu-dit *La Couture*, la prise de poids moyenne des juvéniles 0+ pêchés en août 2018 a été calculée sur les 14 autres stations déversées. La moyenne obtenue est de 5,4 g +/- 0,2 (minimum : 1,4 ; maximum : 15,1 ; médiane : 5,2 ; +/- 2,0). La prise de poids moyenne par station varie de 2,6 à 6,6 g (moyenne : 5,4 g ; médiane : 5,6 g ; +/- 1,0 g).

La prise de poids moyenne des juvéniles de saumon en 2018 est supérieure à celle des tacons de 2017 (4,7 g +/- 0,2) (BACH et al., 2018).

Les juvéniles de saumon capturés sur les stations déversées de la Gartempe en 2018 sont, en moyenne, plus petits que ceux de 2015 et 2016 mais plus grands que ceux de 2017. En comparaison des tacons de 2017, ils ont aussi bénéficié d'une prise de poids plus importante entre le déversement et les échantillonnages. En 2017, les effectifs plus importants sur les radiers pêchés et les conditions hydrologiques basses sur les mois de juin à août, avaient certainement entraîné une moindre croissance des juvéniles.

Par ailleurs, les facteurs de condition, traduisant la relation entre la taille et le poids, observés sur ces tacons 0+ sont comparables à ceux de 2015 et 2016 et plus élevés qu'en 2017.

8.4.2. Implantation de juvéniles déversés sur le bassin de l'Allier

Sur le bassin de l'Allier en 2018, **642 626 alevins** ont été déversés par le Conservatoire National du Saumon Sauvage. Ces déversements sont répartis classiquement sur l'Allier, la Sioule, la Dore et pour la première année sur la Senouire, la Couze Chambon, la Couze Pavin et la Couze d'Ardes (Figure 292). La grande majorité des alevins sont toutefois déversés sur l'Allier (55,4%) et la Sioule (23,7%).

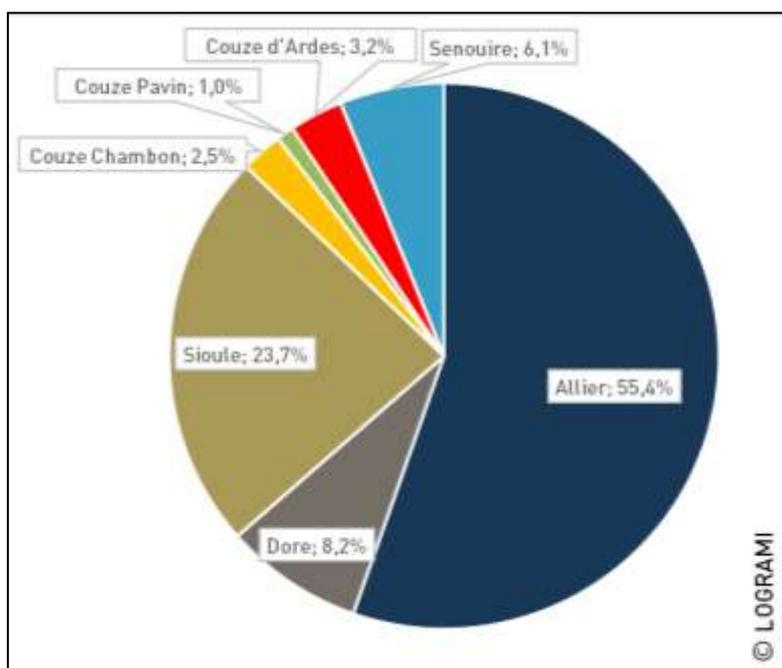


Figure 292 : Répartition des alevins déversés sur les différents cours d'eau du bassin de l'Allier en 2018 (EPL, 2018)

La production de tacons 0+ d'automne issus des déversements sur l'ensemble du bassin de l'Allier est estimée à 233 405 tacons soit une implantation globale de 36 %. Cette production est surestimée par l'apport probable de tacons natifs sur les secteurs S4 et S5 de l'Allier. Elle doit donc être considérée comme une valeur maximale.

Tableau 51 : Production de tacons 0+ d'automne des secteurs alevinés et taux d'implantation correspondants sur le bassin de l'Allier en 2018

	Secteur considéré	Production tacons 0+ d'automne estimée	Déversement	Implantation	ERR disponible (m ²)	Densité moyenne déversée (alv./m ²)
Allier	S4 Langeac-La Bageasse (décrit en 2017)	74477	126789	59%	177191	0,7
	S5 La Bageasse - Cournon (décrit en 2018)	54998	228972	24%	362899	0,6
	Total Allier	129475	355761	36%	540090	0,7
Dore	Secteur aleviné amont Vertolaye-Tour Goyon (décrit en 1999)	6140	38873	16%	33674	1,2
	Secteur non aleviné Vertolaye-amont Courpière (décrit en 1999)	2925			164707	
	Secteur alevinés amont Courpière-Peschadoires (décrit en 1999)	4004	13654	29%	29535	0,5
	Total Dore	13069	52527	25%	63209	0,8
Sioule	Zone alevinée (Thermes Châteauneuf les Bains - Ebreuil) (décrit en 1999)	38998	152202	26%	154274	1,0
Couze Chambon	Aval Champeix (décrit 2015)	5348	15886	34%	31698	0,5

Couze d'Ardes	Aval Barège (décrit en 2015)	11427	20355	56%	46738	0,4
Couze Pavin	Aval seuil Hôpital Issoire (décrit en 2015)	5098	6453	79%	16720	0,4
Senouire	Secteur aleviné 2018 (Barbanson-conf Allier) (décrit en 2016)	29990	39442	76%	130902	0,3
Total Bassin		233405	642626	36%		

A l'échelle des cours d'eau, les meilleurs taux d'implantation sont obtenus sur les cours d'eau où les densités moyennes déversées sont les plus faibles (Figure 293). La Sioule et la Dore où historiquement les densités déversées à l'échelle des stations dépassent souvent 1 alevin par m² d'équivalent radier-rapide présentent les taux les plus faibles (Figure 294). A l'inverse, les déversements réalisés pour la première année et de manière moins dense sur les « petits affluents » (Couze Chambon, Couze Pavin, Couze d'Ardes et Senouire) semblent être plus productifs. Ainsi ces affluents nouvellement alevinés qui représentent 12,8% des quantités déversées, représentent 23,2% des tacons 0+ issus de déversements produits.

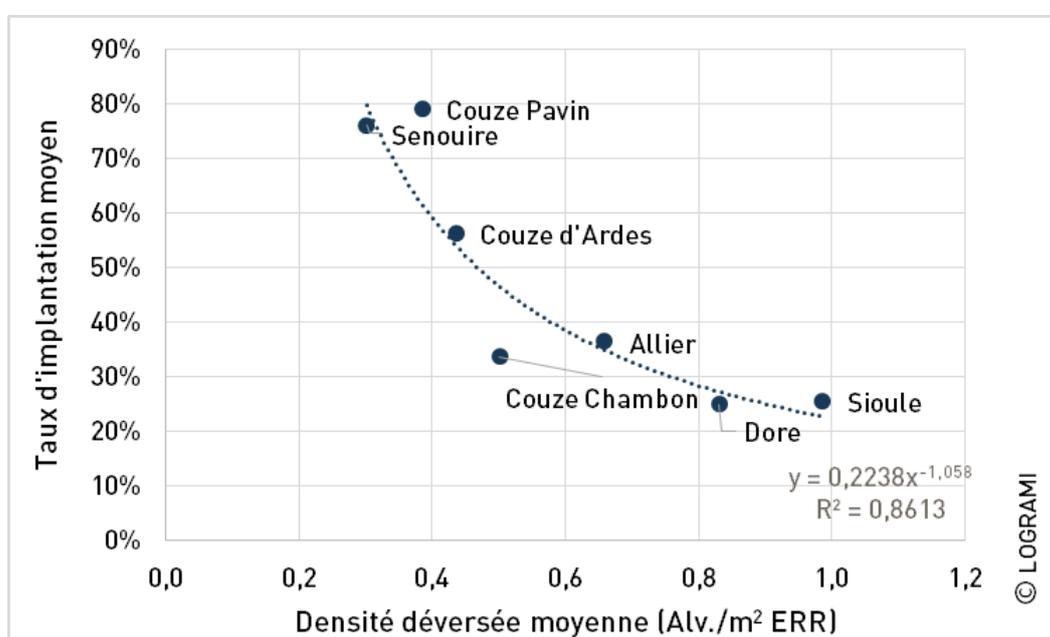


Figure 293 : Taux d'implantation moyens des juvéniles de saumons déversés en fonction des densités moyennes déversées sur chaque cours d'eau aleviné du bassin de l'Allier en 2018

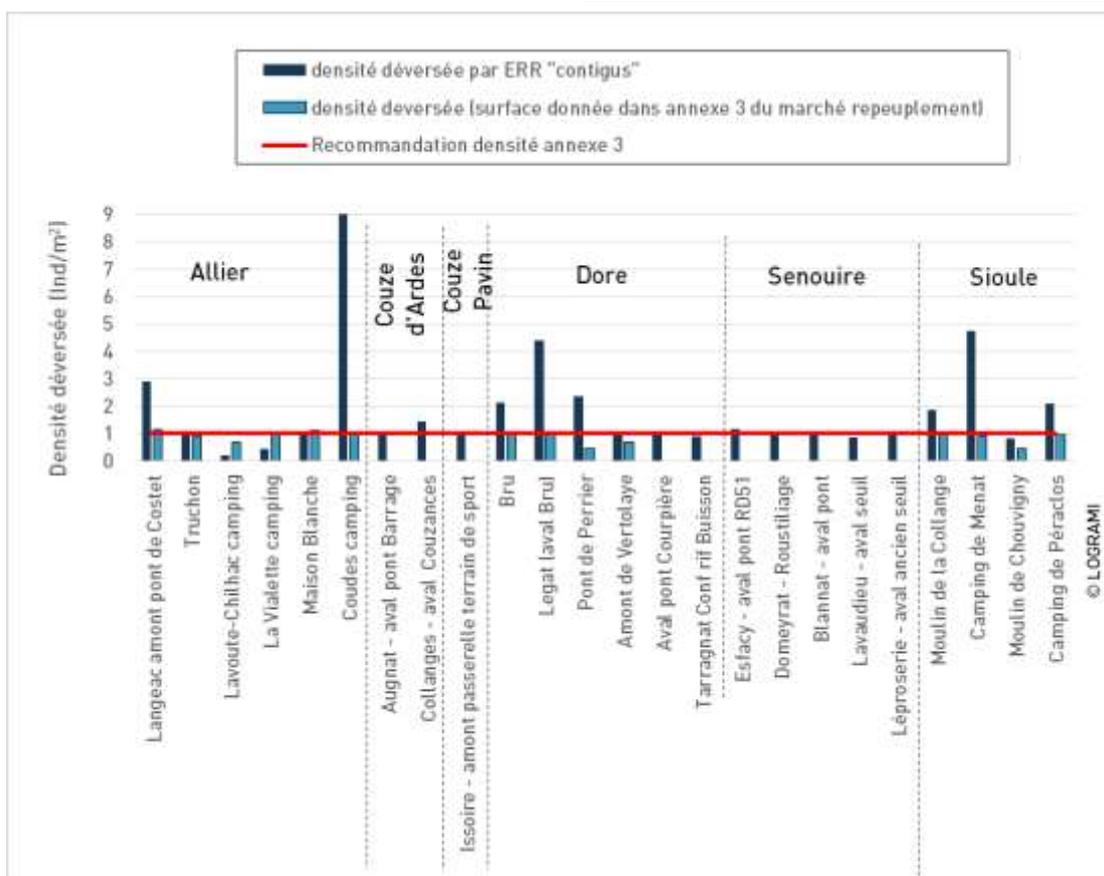


Figure 294 : Densités déversées sur les stations d'échantillonnage « Indice d'abondance » directement alevinées du bassin de l'Allier en 2018 selon les surfaces productives considérées

8.5. 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 295). 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.

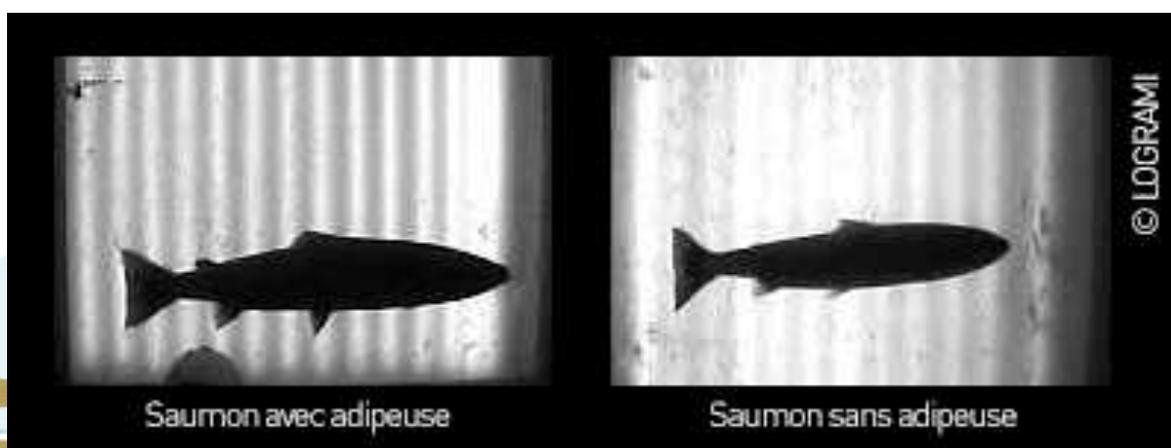


Figure 295 : Différence des profils de saumons au vidéo-comptage en fonction de la présence ou non de nageoire adipeuse

Conformément aux mesures de gestion, les déversements au stade smolt ont été arrêtés en 2014 sur l'Arroux et en 2017 sur l'Allier. Ainsi à partir de 2020, tous les retours de saumons sans adipeuse proviendront du repeuplement au stade smolt de la Gartempe.

En 2018, un total de 479 saumons a été dénombré aux stations de comptage du bassin de la Loire. 33 d'entre eux n'avaient pas d'adipeuse (soit 7 % de l'effectif annuel). Ces poissons sans adipeuse ont été dénombrés à Vichy sur l'Allier (15 individus) et à Descartes sur la Creuse (18 individus). Aucun individu marqué n'a été observé aux stations de comptage de la Vienne, de la Loire et la Sioule.

Selon les axes, les proportions de saumons issus des déversements au stade smolt sont variables (Figure 296). Sur la Creuse, le nombre de saumons sans adipeuse représente ainsi 38 % de l'effectif annuel alors que l'Allier, il ne représente que 4 %. Ces variations peuvent entre autres s'expliquer par des niveaux de reproduction naturelle différents entre les axes.

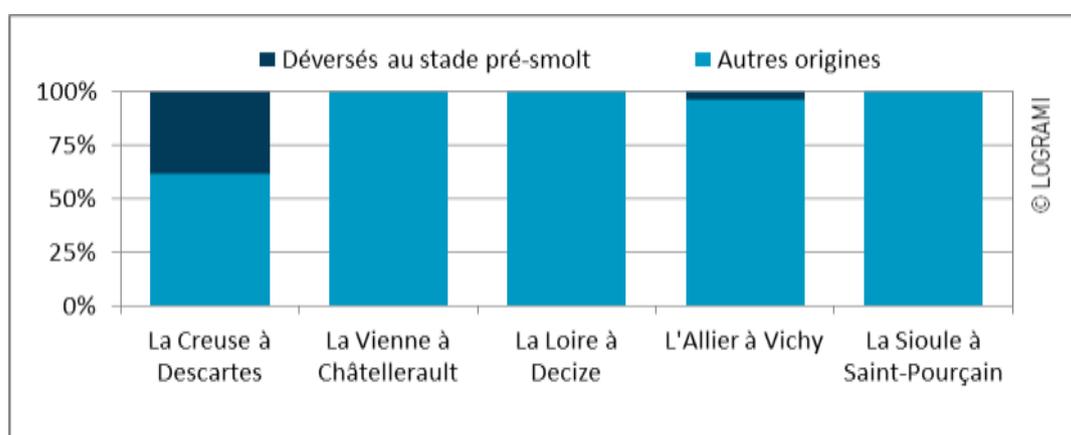


Figure 296 : Origines des saumons comptabilisés sur le bassin de la Loire en 2018

Il est par ailleurs à noter que 102 saumons ont été dénombrés à Langeac sur l'Allier (30 % des poissons passés à Vichy moins les saumons prélevés pour la salmoniculture de Chanteuges), dont 5 sans adipeuse (soit 33 % des individus marqués passés à Vichy moins les saumons prélevés pour la salmoniculture de Chanteuges).

8.5.1. Sur le bassin Creuse-Gartempe

8.5.1.1 Bilan des déversements depuis 2009

En 2009 et 2010, les smolts déversés sur la Gartempe sont issus des piscicultures locales du Talbat et du Verger. A partir de 2012, tous les smolts sont produits par la salmoniculture de Chanteuges.

Durant la première année de vie du jeune saumon atlantique, une bimodalité de la croissance peut être observée. Les smolts appartenant au mode haut ont une croissance plus rapide, ils dévaleront l'année de leur déversement. Les smolts appartenant au mode bas dévaleront quant à eux un an après.

Depuis 2009, les deux modes ont été utilisés pour le programme de déversement de la Gartempe. Les déversements de mode haut sont toutefois majoritaires et exclusifs depuis 2012 (Figure 297). En 2018, seulement 12 031 individus ont été déversés sur la Gartempe. Ce chiffre répond à l'objectif de production de 12 000 smolts fixé depuis 2017 par l'Etablissement Public Loire, maître d'ouvrage de l'opération temporaire de soutien d'effectifs en saumons.

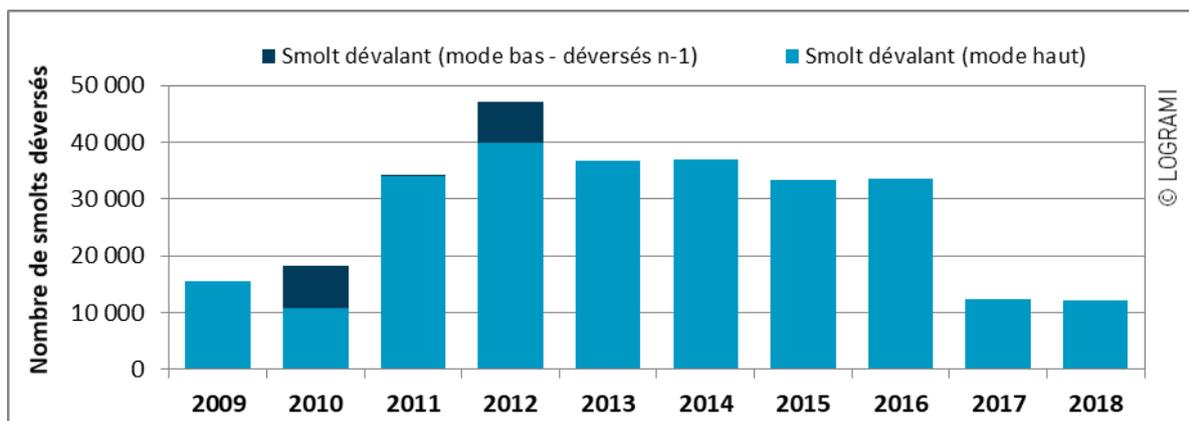


Figure 297 : Evolution des déversements de smolts marqués sur la Gartempe depuis 2009 (Données : EPL / CNSS)

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 298).

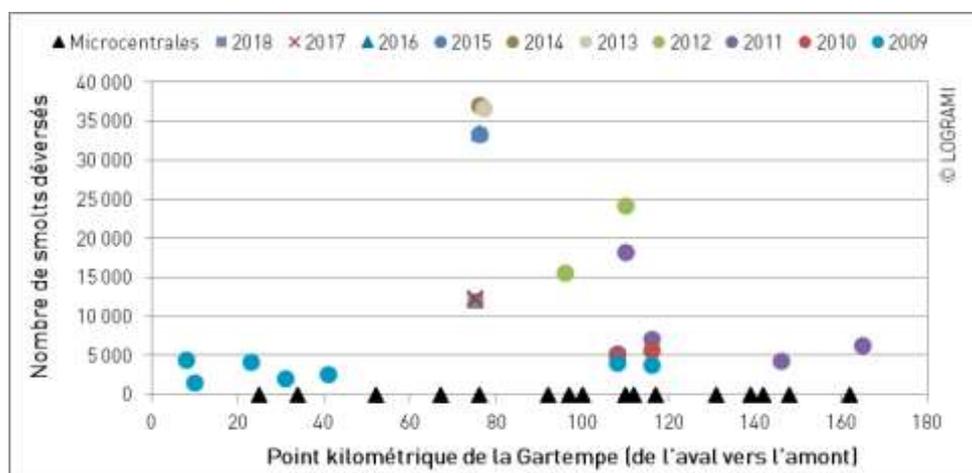


Figure 298 : Localisation des déversements de smolts (de 2009 à 2018) et des microcentrales en activité (en 2018) sur la Gartempe (Données : EPL / CNSS et LOGRAMI)

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, suite aux préconisations de LOGRAMI, les smolts ont été déversés à l'aval des microcentrales hydroélectriques les plus impactantes.** Ce changement de stratégie permet d'éviter l'entraînement dans les turbines et donc de limiter la mortalité des poissons déversés à ce stade contrairement aux natifs ou ceux déversés à un stade plus précoce. **Le taux de survie des smolts déversés est donc plus élevé que pour les autres stades.** En 2018, l'ensemble des smolts a été déversé à l'aval du moulin de Queroux (PK =75).

8.5.1.2 Origine des saumons de retours

En 2018, 18 saumons sans adipeuse ont été observés à Descartes, soit 38 % de l'effectif annuel. Ces saumons issus des déversements au stade smolt sont représentés dans les deux classes d'âge observées en 2018 (89 % de 2 ans de mer et 11 % de 3 ans de mer). **En moyenne, de 2012 à 2018, les individus sans adipeuse représentent 28 % (+/-14 %) de l'effectif annuel.**

L'âge de mer permet d'estimer l'année de dévalaison de ces saumons (une à trois années avant leur comptage à Descartes). L'évolution du nombre de retours par année de dévalaison peut ainsi être représentée (Figure 299).



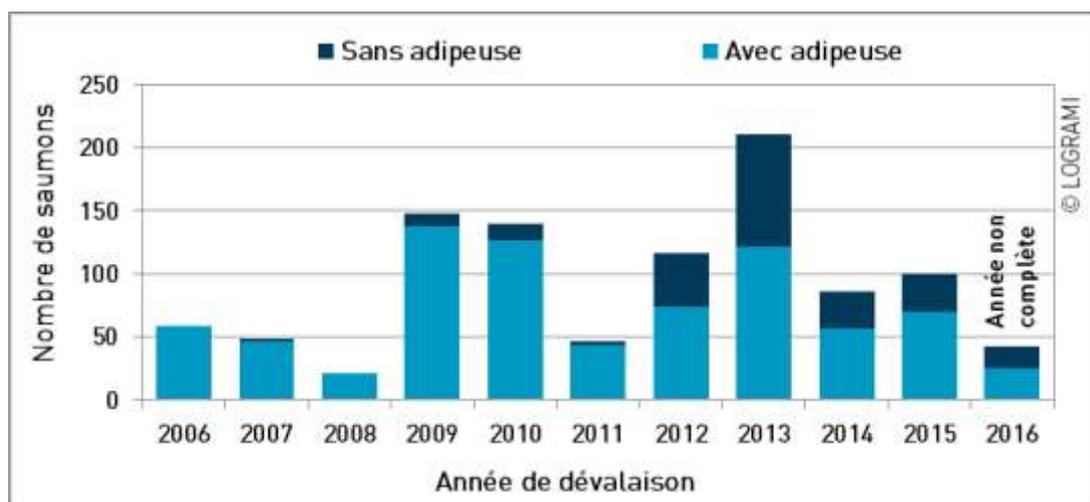


Figure 299 : Retours de saumons à Descartes sur la Creuse suivant leurs années de dévalaison sur la période 2006-2016

A Descartes, 100 saumons issus de la dévalaison de 2015 ont été comptabilisés de 2016 à 2018. Parmi eux, 30 ne possédaient pas d'adipeuse et sont donc issus du programme de déversement au stade smolt (soit 30 % des 100 saumons). Les retours de la dévalaison de 2016 sont à ce jour incomplets, les trois ans de mer issus de cette cohorte ne migreront en effet qu'en 2019. Depuis l'année de dévalaison 2009, la proportion de saumons sans adipeuse est en moyenne de 24 % (+/- 15). Depuis la dévalaison de 2012, cette proportion est plus importante avec une moyenne de 36 % (+/- 5). L'augmentation du nombre de smolts déversés (Figure 297) et la modification des points de déversements peuvent expliquer ces résultats.

Par ailleurs, 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 déversement sur 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.

8.5.1.3 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, des taux de retour pour le bassin Creuse – Gartempe peuvent être calculés.

Tableau 52 : Taux de retour des smolts déversés sur le bassin Creuse - Gartempe de 2009 à 2015 (Sources : LOGRAMI)

Année de dévalaison	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Taux de retour constaté sur la Creuse (%)	0,065	0,072	0,009	0,089	0,243	0,078	0,090

Le taux moyen de retour de smolts depuis 2009 pourrait être en moyenne de 0,092 % (+/- 0,072) en prenant l'hypothèse que tous les retours sans adipeuse sont issus des déversements sur cet axe. En moyenne, de 2009 à 2015, 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.

Les variations annuelles des taux de retour peuvent en partie s'expliquer par les conditions hydrologiques lors de la période de dévalaison des smolts. Cette période 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, des indices hydrologiques annuels (débit moyen de la période / débits moyens de référence) ont été calculés à Montmorillon (Figure 300).

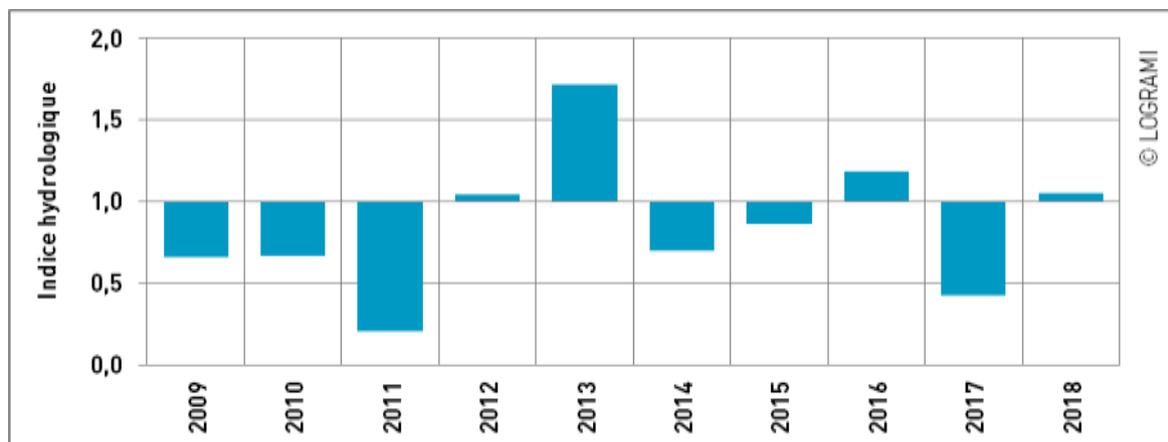


Figure 300 : Indice hydrologique de 2009 à 2018 durant la période de dévalaison des smolts à Montmorillon sur la Gartempe (Données hydro : SPC VCA- Centre de Poitiers/Hydro – MEDD/DE)

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. Cette même année, le taux de retour est particulièrement faible (1 saumon de retour à Descartes pour 10 000 smolts déversés). Il est probable que ces conditions aient entraîné un retard à la migration ou une mortalité importante des smolts. 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 hydrologiques sont donc très favorables pour le franchissement en surverse des nombreux seuils de la Gartempe. Le taux de retour de la dévalaison de 2013 est le plus important de la série chronologique (24 saumons de retour à Descartes pour 10 000 smolts déversés).

Par ailleurs, la localisation des déversements de smolts semble aussi avoir une influence. En 2011, 26 % des smolts ont été déversés sur la partie amont de la Gartempe. Il est probable que la majorité de ces poissons ait été entraînée dans les turbines des microcentrales lors de leur dévalaison. Depuis 2013, les smolts sont déversés à l'aval des usines hydroélectriques les plus impactantes.

8.5.2. Sur le bassin de l'Allier

8.5.2.1 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.

Les individus mode haut sont déversés dans l'Allier au 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 soutien d'effectifs 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 301). 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 200 000 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 » a fortement baissé. Les smolts ont été déversés directement depuis les bassins de la pisciculture via les conduites d'évacuation d'eau.

Depuis 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.

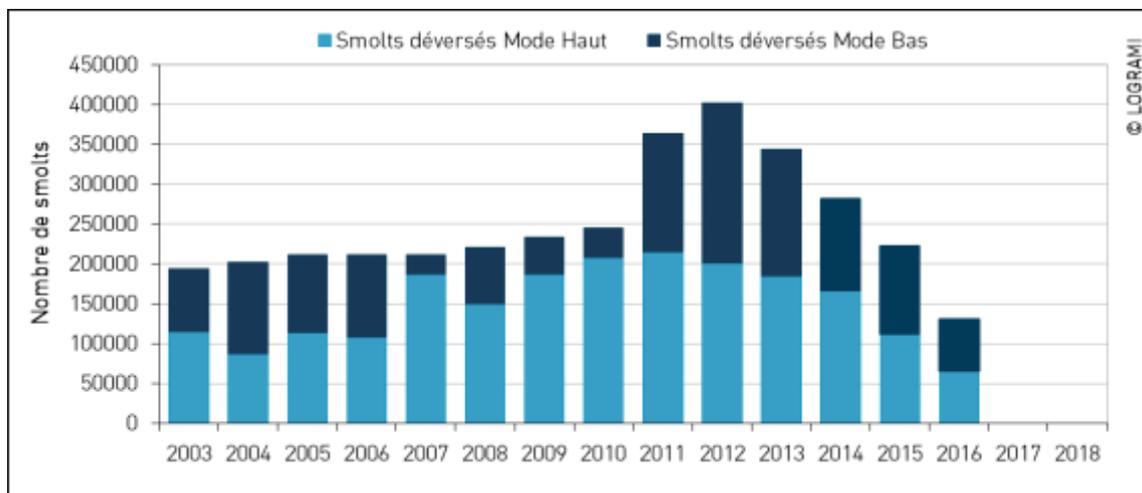


Figure 301 : Evolution des **déversements de smolts marqués sur le bassin de l'Allier depuis 2003** (Données : EPL/CNSS)

8.5.2.2 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. Elle a été proche de 10 % entre 2012 et 2016. Depuis 2017, la proportion est la plus faible enregistrée avec des valeurs avoisinant les 4 % (4,6 % en 2017 et 3,6 % en 2018). **La moyenne interannuelle du nombre de saumons sans adipeuse s'élève à 13,4 % (+/- 0,06)** (Figure 302).

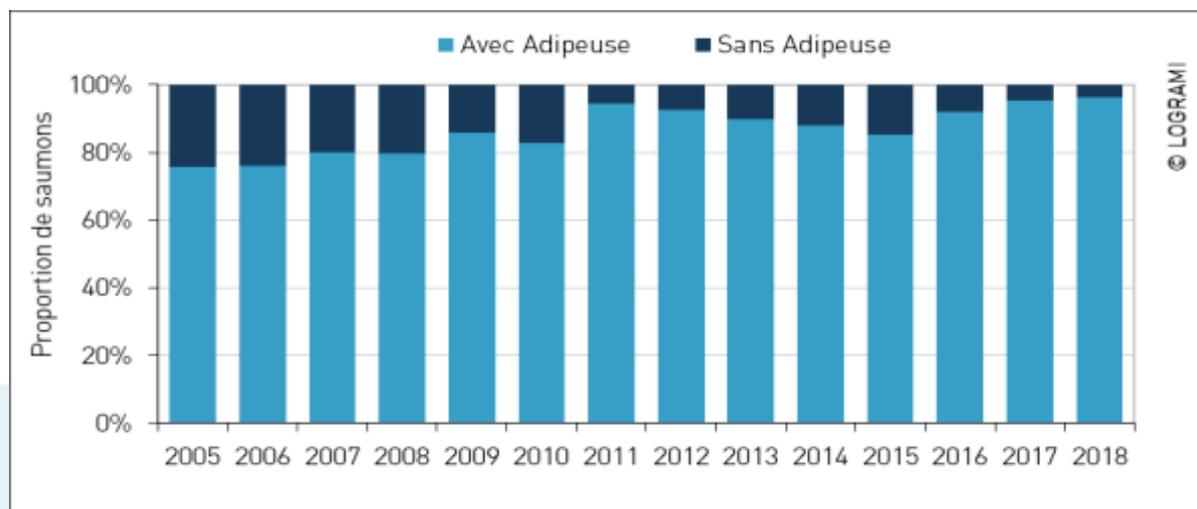


Figure 302 : Evolution de la composition de la population de saumons atlantiques (avec adipeuse/sans adipeuse) à la station de comptage de Vichy depuis 2006

En 2018, 15 saumons sans adipeuse ont été observés à Vichy, soit 3,6 % de l'effectif annuel. Deux classes d'âge sont représentées parmi les saumons issus des déversements au stade smolt (80 % de 2 ans de mer et 20 % de 3 ans de mer) (Figure 303). **La répartition des classes d'âges entre les individus sans adipeuse et les poissons d'origines différentes (issus d'alevins et/ou de reproduction naturelle) est sur-représentée chez les 2 étés et sous-représentée chez les 3 étés pour les individus issus des déversements au stade smolts.**

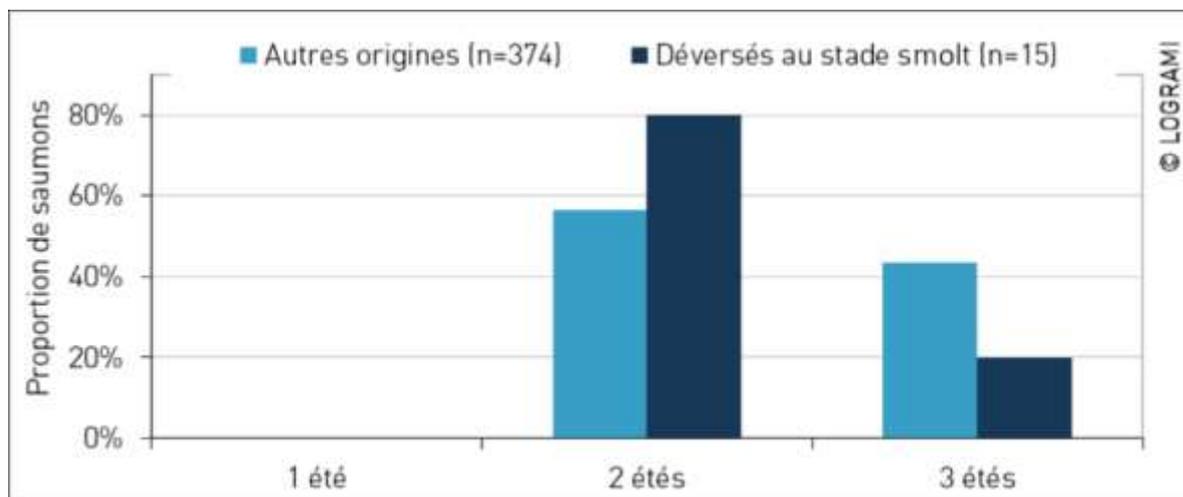


Figure 303 : **Proportion par classe d'âge des saumons** comptabilisés en 2018 à Vichy en fonction de leurs origines (issus des déversements au stade smolt ou autres)

La distribution des classes d'âges de la saison 2018 suit la même tendance que les données historiques de 2006 à 2017 (Figure 304). En effet, sur cette période, les proportions par classes d'âges sont les suivantes :

- 1 été de mer : 0,8 %,
- 2 étés de mer : 54,6 %,
- 3 étés de mer : 44,5 %.

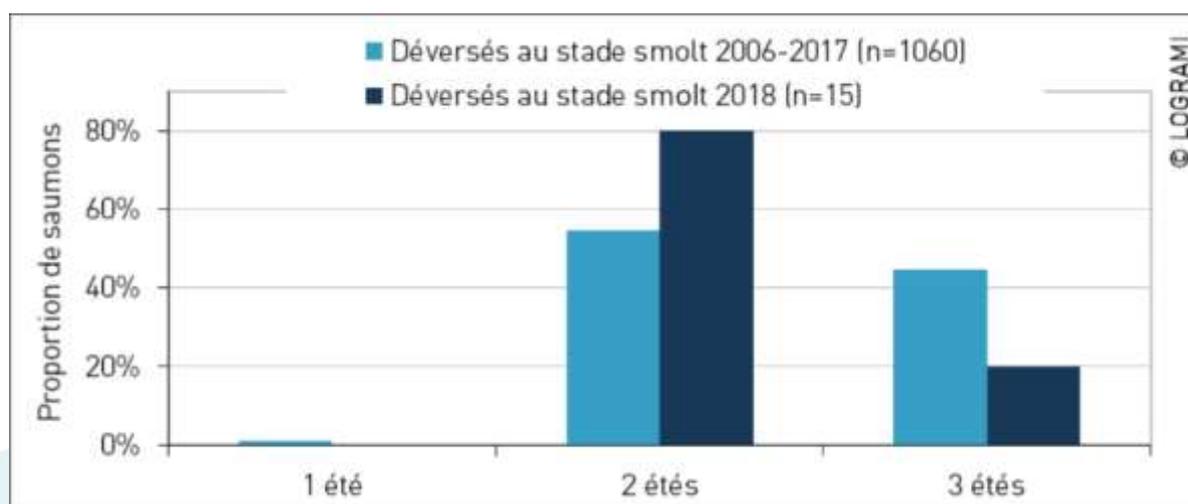
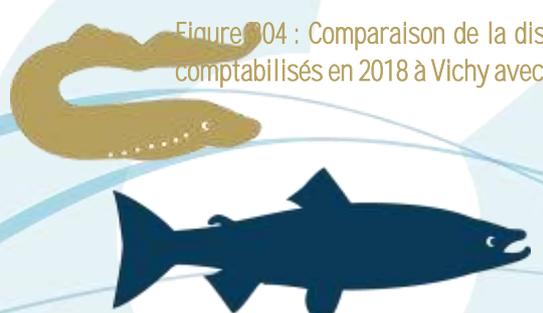


Figure 304 : Comparaison de la distribution par **classe d'âge** des saumons issus de déversements au stade smolt comptabilisés en 2018 à Vichy avec les données historiques de 2006 à 2017



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 305).

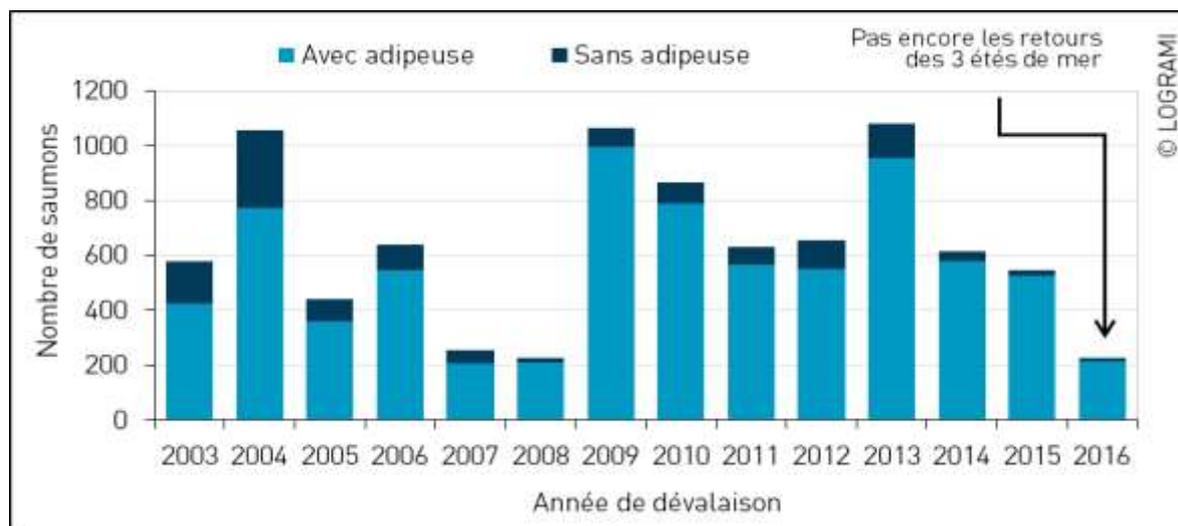


Figure 305 : Retours de saumons à Vichy sur l'Allier suivant leurs années de dévalaison sur la période 2003-2016

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).

8 654 saumons issus des dévalaisons de 2003 à 2015 ont été contrôlés à la station de comptage de Vichy. Parmi eux, 1 176 ne possédaient pas d'adipeuse (soit en moyenne 17 % de l'effectif par an).

A Vichy, de 2016 à 2018, 546 saumons issus de la dévalaison de 2015 ont été comptabilisés. Parmi eux, 19 ne possédaient pas d'adipeuse et sont donc issus du programme de déversement au stade smolt (soit 4 % des 546 saumons). Les retours de la dévalaison de 2016 sont à ce jour incomplets, les trois ans de mer issus de cette cohorte ne migreront en effet qu'en 2019.

8.5.2.3 Conditions hydrologiques

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.

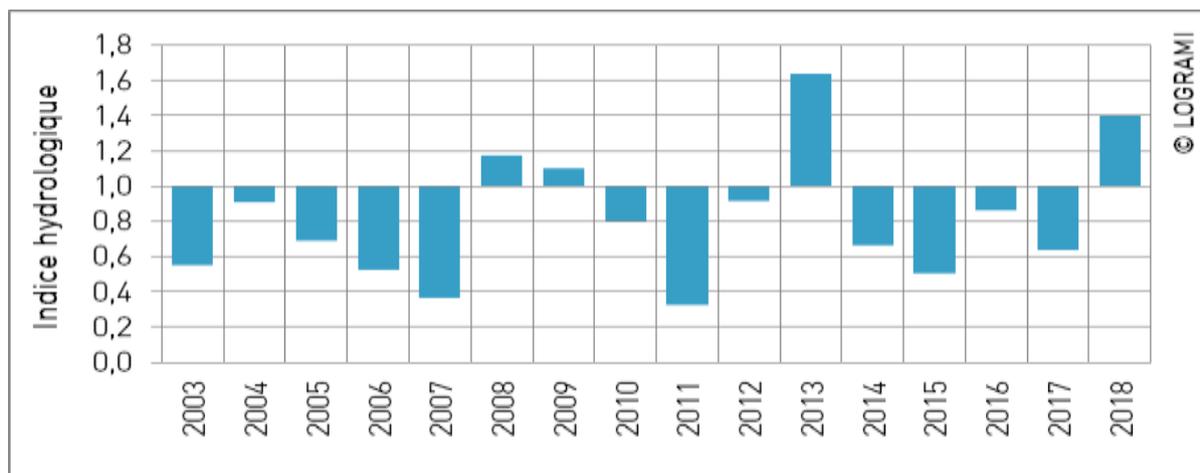


Figure 306 : Indice hydrologique de 2003 à 2018 **durant la période de dévalaison des smolts à Prades sur l'Allier** (Données hydro : DREAL Centre/Hydro – MEDD/DE)

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 m³/s sur la période avril-mai, 2011 est l'année où les conditions hydrologiques sont les plus défavorables pour la dévalaison des smolts.

A l'inverse, en 2013, le débit moyen sur la période est de 44,5 m³/s et l'indice de 1,6 : les conditions hydrologiques sont donc très favorables pour le franchissement des ouvrages par 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.

Concernant 2018, les conditions de débits sont favorables (Indice de 1,4) pour la dévalaison des smolts sur la période avril-mai.

8.5.2.4 Taux de retour des smolts déversés

Ainsi pour l'année 2015, la fraction de smolts dévalants a été estimée à 227 420 individus (Tableau 53) :

- 🌀 282 055 smolts ont été déversés sur le bassin de l'Allier en 2014. Il a été estimé que 59 % de ces individus devaient dévaler dans l'année contre 41 % l'année suivante (source CNSS),
- 🌀 222 449 smolts ont été déversés sur le bassin de l'Allier en 2015. Il a été estimé que 51 % de ces individus devaient dévaler dans l'année contre 49 % l'année suivante (source CNSS).

Ainsi, le retour de saumons de 1 été enregistré en 2015 (3 individus), le retour de saumons de 2 été enregistré au cours de l'année 2016 (16 individus) et le retour de saumons de 3 été enregistré au cours de l'année 2017 (19 individus) ont permis d'évaluer le taux de retour des smolts ayant dévalé en 2015 (289 619 individus). Le retour de la fraction dévalante de 2015 (déversements 2013 et 2014) est donc de 0,01 %.

Tableau 53 : **Taux de retour des smolts déversés sur le bassin de l'Allier en 2015 (Sources : LOGRAMI et CNSS).**



Année de dévalaison	2015		
Fraction dévalante par année	Dévalant 2014 59 % de 281 055 soit 165 822		Dévalant 2015 51 % de 222 449 soit 16113 449
Smolts dévalants l'année n	227 420		
Année des retours d'adultes sans adipeuse	1 été-2016	2 étés-2017	3 étés-2018
Retours d'adultes (nb)	0	16	3
Total retours d'adultes issus de la dévalaison n	19		
Taux de retours constaté à Vichy	0,01%		

Tableau 54 : Taux de retour des smolts déversés sur le bassin de l'Allier de 2003 à 2015

Année de dévalaison	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Taux de retours constaté à Vichy (%)	0,12	0,17	0,04	0,05	0,02	0,01	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,01	0,01

Le taux moyen de retour de smolts depuis 2006 est en moyenne de 0,025 % +/- 0,01. Environ 3 saumons reviennent à Vichy pour 10 000 smolts déversés sur le bassin de l'Allier pour la période 2006-2015 (Tableau 54).

8.5.3. 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.

8.5.3.1 Bilan des déversements

Depuis 1998, chaque année, des alevins de saumons sont répartis sur le bassin de cet affluent de la Loire. Entre 2009 et 2013, des déversements de smolts avec ablation de nageoire adipeuse ont également été réalisés sur ce bassin. **En moyenne, 10 884 smolts +/- 442 ont été déversés sur l'axe principal de l'Arroux** au niveau de Gueugnon. Tous ces individus sont issus des modes hauts.

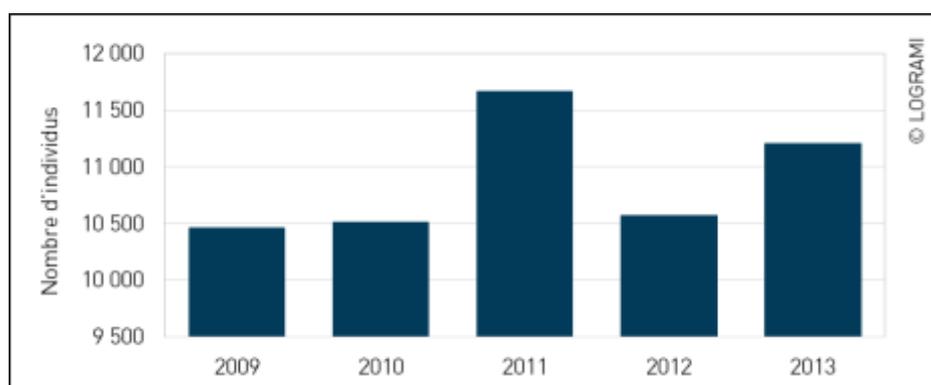


Figure 307 : Bilan des déversements de smolts sur le bassin de l'Arroux entre 2009 et 2013 (Données : EPL / CNSS)

Entre 2009 et 2013, un taux de retour peut être calculé à partir des smolts déversés et des retours d'adultes sans adipeuse.

8.5.3.2 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 0,007 % +/- 0,008. Environ 0,7 saumon revient à Gueugnon pour 10 000 smolts déversés sur le bassin de l'Arroux (Tableau 55).

Tableau 55 : 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 constatés 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 56 : 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 56). 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.

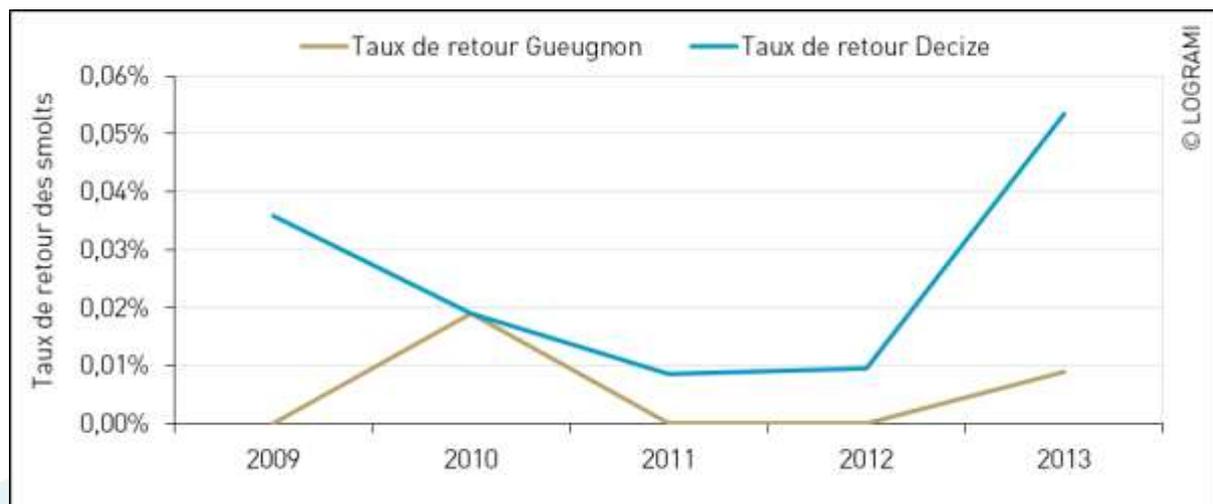


Figure 308 : Comparaison de l'évolution des taux de retour des smolts déversés sur le bassin de l'Arroux de 2009 à 2013 au niveau des stations de Decize et de Gueugnon (Sources : LOGRAMI)

8.5.4. Comparaison inter-bassins

Les déversements au stade pré-smolts participent au soutien d'effectif en saumons sur le bassin de la Loire. Ce soutien représente en moyenne 12,4 % des effectifs de géniteurs comptés sur l'Allier à Vichy (depuis 2006), 28 % 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 2015, ce taux de retour est en moyenne de 0,03 % sur l'Allier, 0,09 % sur le bassin Creuse-Gartempe. Pour les dévalaisons de 2009 à 2013, il est en moyenne de 0,004 % sur l'Arroux.



Figure 309 : Comparaison des taux de retours de smolts entre sous-bassins du bassin de la Loire pour les dévalaisons de 2009 à 2015

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.

8.6. Taux de retour des individus déversés au stade alevins

Depuis de nombreuses années, des déversements au stade alevin sont réalisés sur les axes 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 et sur l'Arroux,
- L'existence d'un homing strict : seulement les saumons issus des déversements au stade alevins sur la Gartempe et sur l'Arroux reviennent sur ces mêmes rivières.

Il est par ailleurs 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. 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 (, 1979). Ces valeurs seront appliquées pour calculer les taux de retour.

8.6.1. Sur le bassin de la Gartempe

8.6.1.1 Bilan des déversements d'alevins de la Gartempe

Les déversements d'alevins nourris sont réalisés par le Conservatoire National du Saumon Sauvage sous la maîtrise d'ouvrage de l'Etablissement Public de la Loire. Depuis 2006, en moyenne 188 848 saumons +/- 41 038 sont déversés à ce stade sur la Gartempe. En 2018, le nombre d'alevins déversés est l'un des plus faibles depuis 2006, avec environ 130 000 individus.

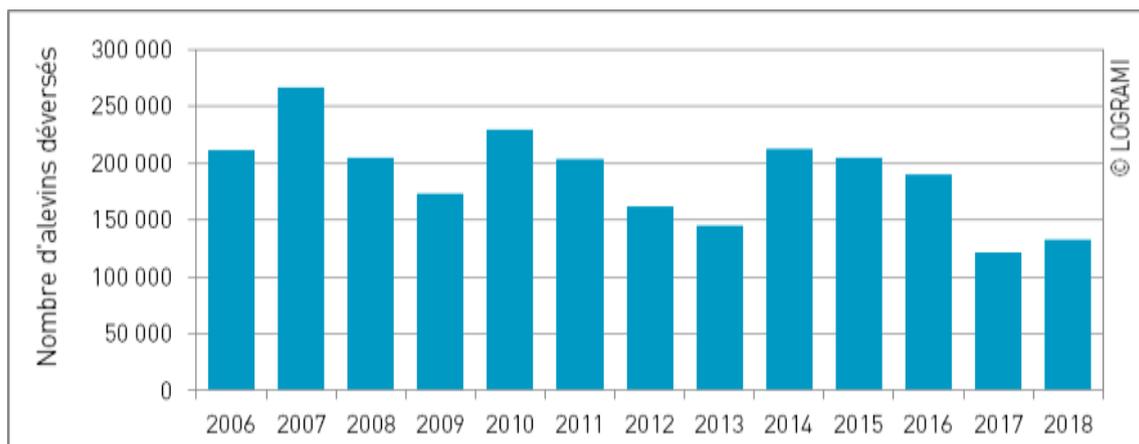


Figure 310 : Evolution des déversements d'alevins nourris sur la Gartempe depuis 2006 (Données : EPL / CNSS)

8.6.1.2 Taux de retour des alevins déversés de la Gartempe

A partir du nombre d'alevins déversés de 2006 à 2014, 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 57).

Tableau 57 : Taux de retour des alevins déversés sur le bassin Creuse - Gartempe de 2009 à 2015

Année de dévalaison	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Taux de retour constaté sur la Creuse (%)	0,065	0,072	0,019	0,035	0,073	0,037	0,034

Le taux moyen de retour des alevins depuis 2009 serait en moyenne de **0,048 % +/- 0,021 %** 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 2015, 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 bas. Le taux de retour est dit 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. 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 2015.

La stratégie d'évitement des centrales hydroélectriques 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.

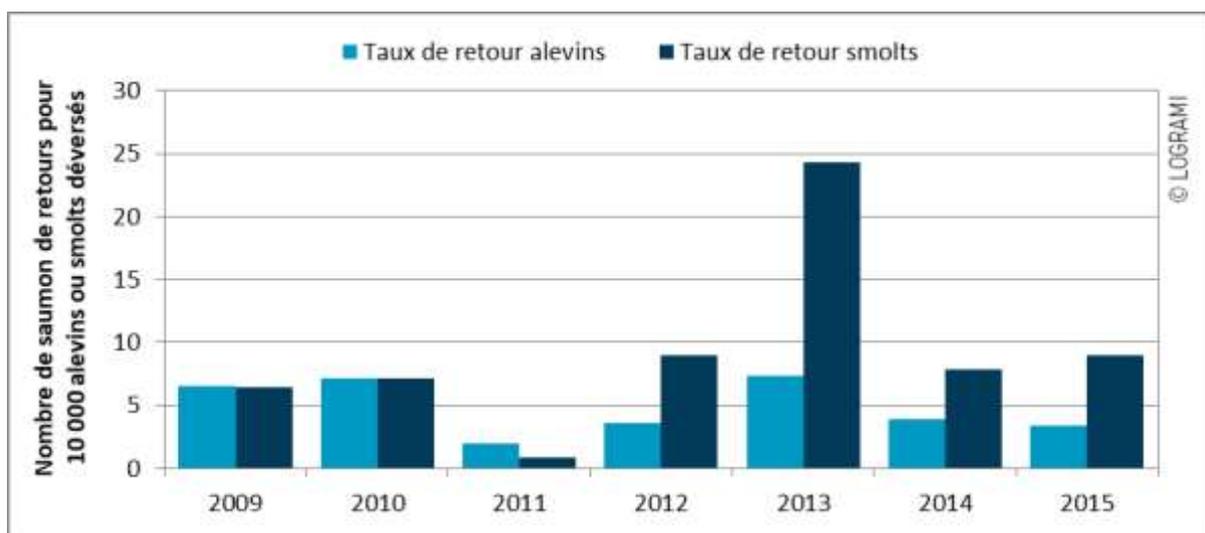


Figure 311 : Comparaison des taux de retours des saumons déversés aux stades pré-smolts et alevins sur la Gartempe

8.6.2. Sur le bassin de l'Arroux

8.6.2.1 Bilan des déversements d'alevins de l'Arroux

Depuis 1998, chaque année, en moyenne 70141 alevins +/- 13 387 de saumons sont répartis sur l'Arroux. Les déversements ont lieu sur quatre affluents de l'Arroux situés aux alentours de Autun (Le Mechet, la Celle, la Canche et le Ternin).

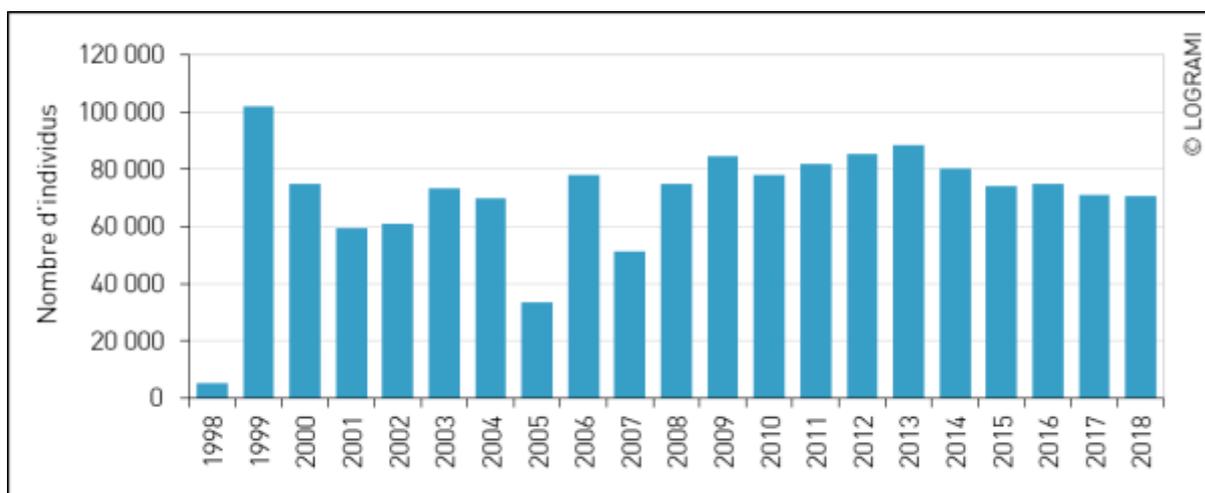


Figure 312 : Bilan des déversements d'alevins sur le bassin de l'Arroux depuis 1998 (Données : EPL / CNSS)

8.6.2.2 Taux de retour des alevins déversés sur l'Arroux

A partir du nombre d'alevins déversés de 2006 à 2015, 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 58).

Tableau 58 : Taux de retour des alevins déversés sur le bassin de l'Arroux de 2009 à 2015 (Sources : LOGRAMI)

Année de dévalaison	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Taux de retour constaté sur l'Arroux (%)	0,001	0,010	0,004	0,000	0,011	0,008	0,005

Le taux moyen de retour des alevins depuis 2009 serait en moyenne de **0,006 % +/- 0,004** 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 2015, environ **0,6 saumons** sont revenus à Gueugnon pour 10 000 alevins déversés sur le bassin de l'Arroux. Ce taux de retour particulièrement faible (RICHARD, non daté) met en évidence une efficacité minime du programme de déversement.

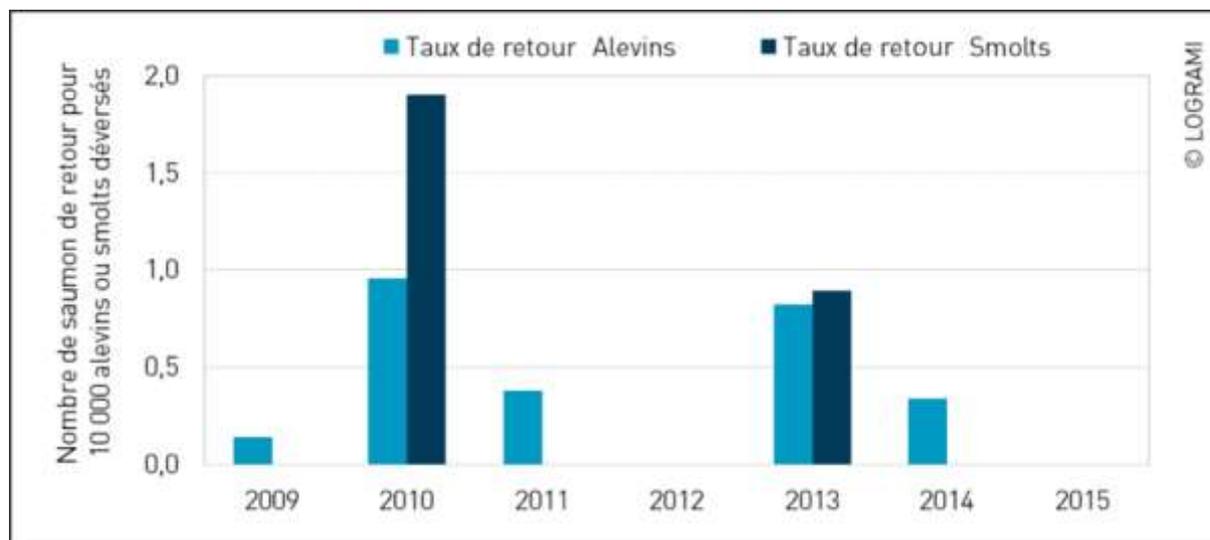


Figure 313 : Comparaison des taux de retours des saumons déversés aux stades pré-smolts et alevins sur l'Arroux

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. Ces taux sont similaires en 2013 mais 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).

8.6.3. Sur le bassin de l'Allier

A partir du nombre d'alevins déversés pour la cohorte dévalante de 2009 à 2011 et 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 59 : 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 (Tableau 59).

Ces analyses doivent être poursuivies afin de s'assurer de la validité des résultats.

8.7. 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'élevage 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 en migration afin d'alimenter l'étude génétique en place.

Dans un but de représentativité et de 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 en migration, 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 2018 fournies par le CNSS.

8.7.1. Effort de piégeage en 2018

L'échantillon prélevé chaque année doit être le plus représentatif de la population étudiée. Ainsi, compte tenu de la série chronologique 1997-2017, pour couvrir l'ensemble de la période de migration, les captures doivent être effectuées du 1^{er} janvier au 10 novembre (Figure 314). Dans un souci d'optimisation, cette période peut être réduite à 90 % de la migration soit du 15 mars au 8 juin (selon les années de la semaine 9, 10 ou 11 à la semaine 23) (BACH et al., 2014).



Figure 314 : Dynamique migratoire moyenne des saumons à Vichy sur l'Allier pour la période 1997 - 2017

Depuis 2017, le nombre annuel de captures sans remise à l'eau autorisé pour le CNSS est de 100 saumons maximum sans excéder 15 % des remontées constatées à la station de comptage de Vichy l'année N avec un maximum de 7 individus par jour (Arrêté préfectoral N°799/2018). Par ailleurs, cet arrêté précise également que « les captures sur une semaine donnée ne devront pas excéder 15 % des passages déjà dénombrés à Vichy la semaine précédente ».

La part échantillonnée de la population en migration en 2018 est de 12,7 % (Tableau 60).

Tableau 60 : Comparatif de l'effort d'échantillonnage de saumon pour l'identification de l'origine des adultes de retour à Vichy sur l'Allier entre les campagnes depuis 2014 (Sources : LOGRAMI)

	2014	2015	2016	2017	2018
Nb jours de piégeage autorisé	39	45	45	39	39
Nb total jours de piégeage réalisé	35	37	41	39	28
Nb total d'heures de piégeage réalisées	374	346	445	386	283
Nb total de captures	74	110	75	81	47
Nb de passages à la station de Vichy	595	1177	472	754	389
Part de la population migrante à Vichy piégée	12,4%	9,3%	15,9%	10,7%	12,1%

En 2018, le piégeage a été autorisé à partir de la semaine 11. Cependant, la campagne de piégeage n'a pas pu débuter la semaine 11 au regard des conditions imposées dans l'arrêté préfectoral car l'effectif de géniteurs comptabilisé à la station de Vichy était encore faible (< à 15 individus). Le piégeage a eu lieu de la semaine 12 à la semaine 23, les captures s'échelonnant de la semaine 13 à la semaine 22 (Figure 315).

Les captures ont été réalisées au maximum 3 jours par semaine, de 7h45 à 18h, en respectant le calendrier défini par l'arrêté d'autorisation de piégeage.

47 saumons ont été capturés durant cette campagne de piégeage soit une CPUE de 0,17 saumon par heure de piégeage. Lors de la semaine 19, 6 saumons excédentaires au regard du nombre de saumons cumulés ayant franchi Vichy fin de semaine 18 ont été capturés et transportés à la pisciculture de Chanteuges. Cet excédent est la conséquence d'une actualisation tardive des comptages de la fin de semaine 18 en milieu de semaine 19 (jours fériés : 8 et 10 mai).

Lors de la semaine 20, le piégeage a été interrompu (15, 16 et 17 mai) pour deux raisons :

- une crue de l'Allier avec un pic de 305 m³/s le 14 mai a occasionné la fermeture des passes à poissons pour éviter leur encombrement,
- le nombre de captures autorisées cette semaine avait déjà été atteint la semaine précédente (semaine 19).

Suite à la recommandation de l'allongement de la journée de piégeage entre 16h et 18h, 25 saumons supplémentaires ont pu être capturés, soit 53 % de l'effectif.

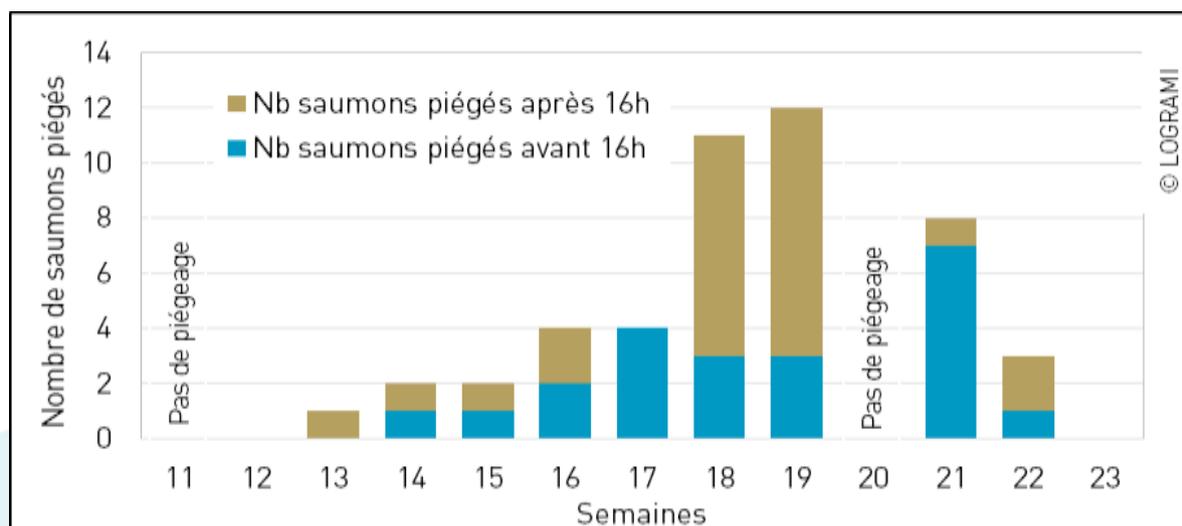


Figure 315 : Répartition par semaine des captures de saumons réalisées par le CNSS en 2018 à Vichy (Source : CNSS)



8.7.2. Représentativité de l'échantillon en 2018

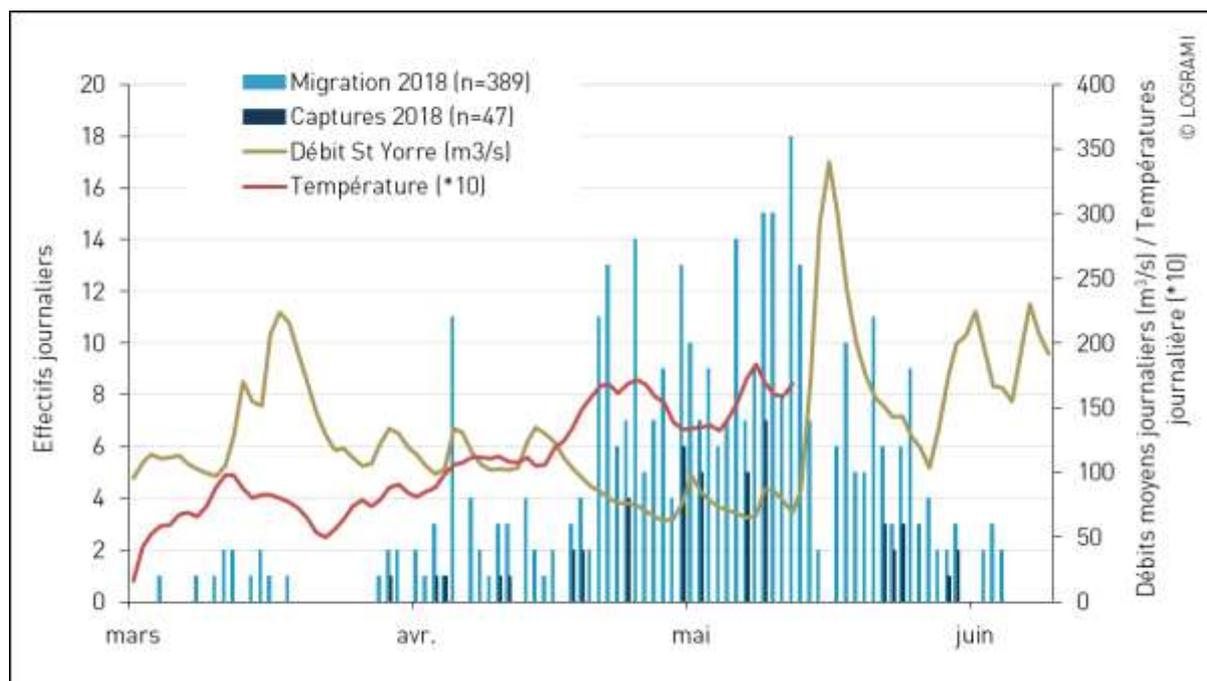
8.7.2.1 Répartition des saumons en migration et piégés sur l'ensemble de la période de migration 2018

Les résultats montrent qu'une partie des saumons en début et fin de période a échappé à l'échantillonnage (Figure 316). La campagne de piégeage s'étalant du 13 mars au 7 juin, les individus de début et de fin de cohorte n'ont pas été échantillonnés, soit 2 % de la population en migration avant le 13 mars (8/389) et 1 % de la population en migration après le 7 juin (4/389).

Les captures réalisées en avril (38 % des captures (18/47)) et en mai (60 % des captures (28/47)) sont normales au regard de la population en migration à Vichy (35 % des passages (138/389) en avril et 57 % des passages (222/389) en mai).

La journée de piégeage la plus efficace est enregistrée le 9 mai avec 7 saumons piégés. Les captures réalisées cette journée représentent 47 % de la population en migration journalière (7/15).

Au cours de 4 journées de piégeage (4 avril, 19 avril, 24 avril et 2 mai), le quota maximum de saumons capturable par semaine (maximum de 15 % de l'effectif total) est atteint rapidement et permet ainsi de relever le piège plus précocement. Un saumon surnuméraire a également été relâché dans l'Allier le 19 avril après avoir fait l'objet d'un prélèvement de tissu.



**Manque données T° à partir du 12 mai (Problème de sonde)*

Figure 316 : Effectifs de saumons piégés et migrants sur la période de migration (début mars à fin juin) observés dans la passe à poissons rive droite de Vichy en 2018 (Source LOGRAMI)

8.7.2.2 Comparaison des rythmes hebdomadaires

Compte tenu des migrations différentielles par âge et potentiellement par provenance, les captures afin d'être les plus représentatives possibles doivent suivre au mieux la tendance des passages. La

comparaison des pourcentages cumulés des passages de saumons avec ceux des captures permet de juger la qualité de l'échantillon.

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 317).

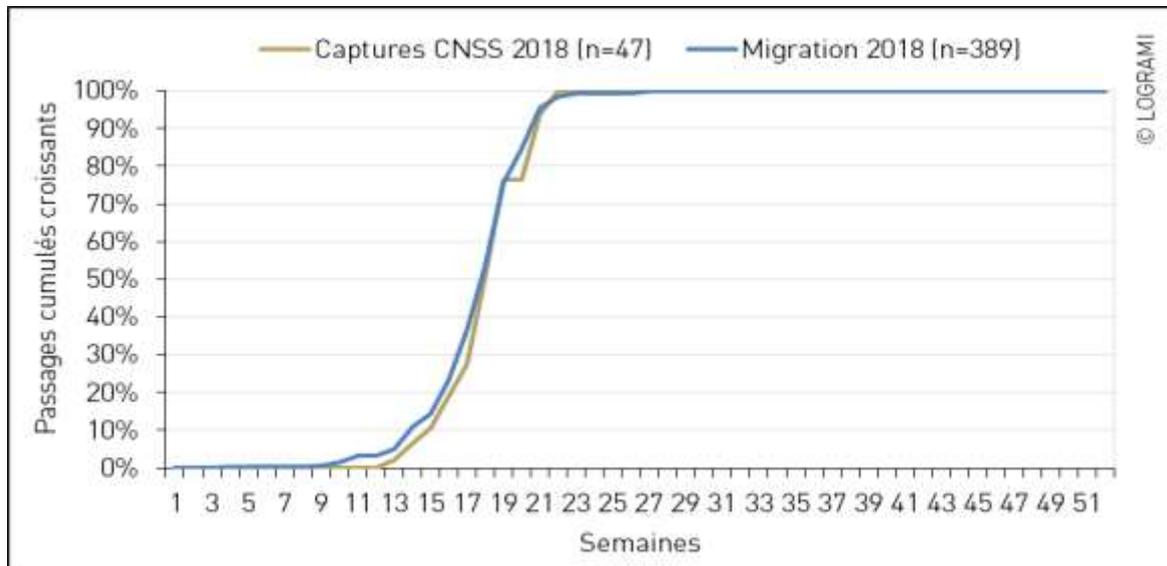


Figure 317 : Comparaison du rythme migratoire et des captures de saumons atlantiques à Vichy en 2018 (Source LOGRAMI)

Le début de la migration (semaine 11 à 17) est légèrement sous représenté par l'échantillon. En effet, les captures réalisées jusqu'à la semaine 17 représentent seulement 28 % de l'échantillon contre 37 % pour la population en migration. Le décalage temporel constaté lors de la semaine 20 est lié à l'arrêt du piégeage suite à une crue de l'Allier.

L'échantillonnage mené en 2018 suit significativement la tendance des passages ($R^2 = 0,99$) (Figure 318). Ainsi, 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 12 à 23 s'est révélée très favorable à un échantillonnage représentatif.

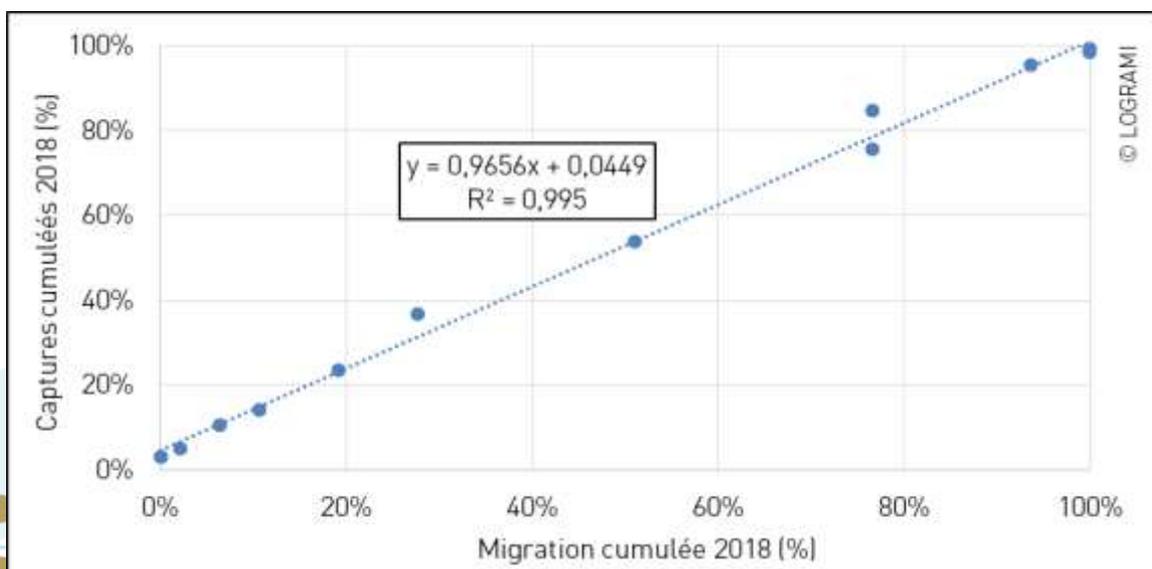


Figure 318 : Droite de régression captures/migration des saumons à Vichy en 2018 (Source LOGRAMI)

8.7.2.3 Comparaison des classes d'âges de l'échantillon avec la population en migration

La répartition des saumons capturés en 2018 par âge de mer est la suivante (Tableau 61) :

- 0 saumon de 1 an (1 été) de mer (0 %)
- 23 saumons de 2 ans (2 étés) de mer (49 %)
- 24 saumons de 3 ans (3 étés) de mer (51%)

Tableau 61 : Comparaison des effectifs des saumons migrants observés à Vichy en 2018 par classes de tailles avec les individus piégés (Source LOGRAMI)

	1 été	2 étés	3 étés	Total
Migrations 2018	0	223	166	389
Piégeage 2018	0	23	24	47

La répartition annuelle par classe d'âge de mer fait apparaître une sous-représentation des saumons de 2 étés de mer et une sur-représentation des saumons de 3 étés de mer dans l'échantillon des captures (Figure 319).

Les écarts observés (8 % pour les 2 étés et 8 % pour les 3 étés) entre échantillon capturé et migration ne représentent que seulement 4 saumons. Ce résultat traduit un effort de piégeage constant sur l'ensemble de la période de piégeage.

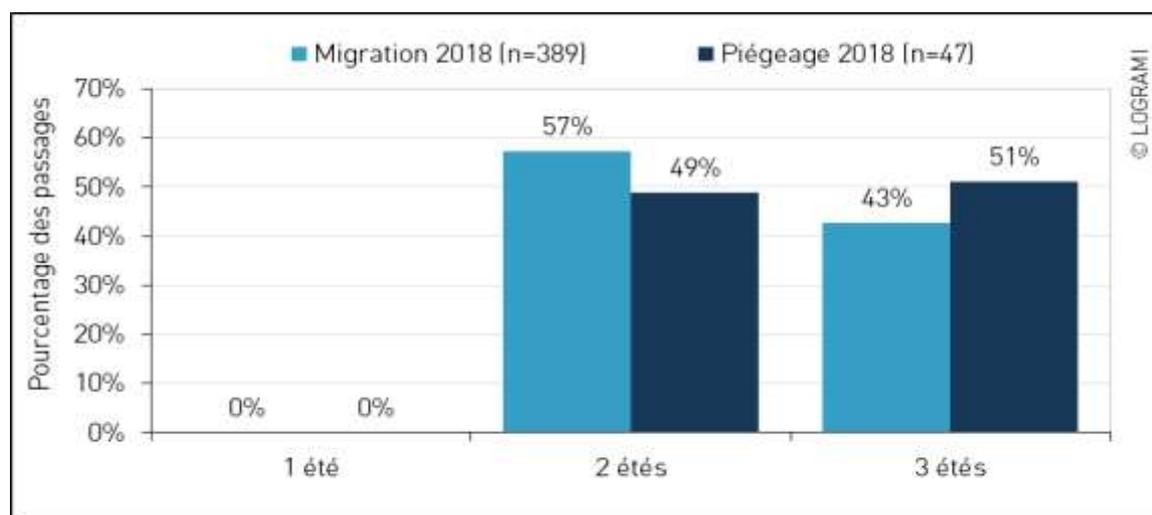


Figure 319 : Comparaison de la répartition des classes de tailles des saumons migrants observés à Vichy en 2018 avec celle des individus piégés (Source LOGRAMI)

8.7.2.4 Comparaison des individus avec et sans adipeuse

L'origine des poissons capturés sans nageoire adipeuse (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, en cas de capture de ces saumons, il reste intéressant de faire les prélèvements sur ces poissons pour confirmer la validité des génotypes.

En 2018, les 47 individus capturés présentaient une nageoire adipeuse. L'échantillon piégé est sous représentatif de la population en migration étant donné que le passage des individus sans adipeuse représente 4 % en 2018 (soit 15 individus sur 389 passages) (Tableau 62).

Tableau 62 : Comparaison des effectifs par classes de tailles des saumons sans adipeuse (AD-) observés à Vichy en 2018 avec les individus piégés (Source LOGRAMI)

	1 été	2 étés	3 étés	Total
Migrations 2018 Sans Adipeuse	0	12	3	15
Piégeage 2018 Sans Adipeuse	0	0	0	0

8.7.3. Etat sanitaire de l'échantillon en 2018

Lors de l'échantillonnage, l'état sanitaire des poissons est relevé. Des classes ont été effectuées afin de qualifier de façon standard les observations (EPL, 2018) :

- 0 = Saumon sans blessure apparente : aucune lésion ou manque d'écaillés apparent ;
- 1 = Blessure légère : manque d'écaillés, nez érodé, nageoires érodées ;
- 2 = Blessure sérieuse : coupure légère, mycose, nageoire coupée, nageoire légèrement fendue ;
- 3 = Etat fortement dégradé pouvant compromettre la survie du poisson : coupure profonde, peau arrachée, plaie profonde.

Parmi les 47 saumons échantillonnés en 2018 par le CNSS, la majeure partie (45 %) des individus sont jugés en état « fortement dégradé » (classe 3) (Tableau 63).

Avec près de 2 poissons sur 3 présentant des blessures sérieuses ou un état fortement dégradé, l'état sanitaire est assez proche de 2008 et 2016, pires années depuis les campagnes de capture à Vichy (EPL, 2018).

Tableau 63 : Etat sanitaire des saumons capturés à Vichy en 2018 par le CNSS (EPL, 2018)

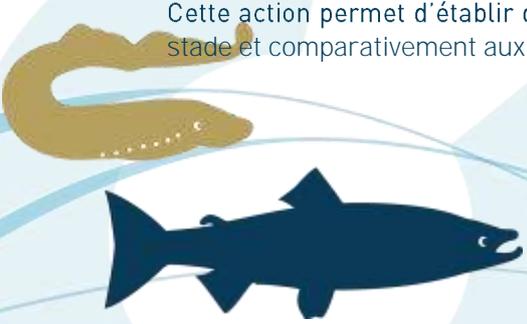
Classe Sanitaire	Saumons capturés	
0	0	0%
1	11	23%
2	15	32%
3	21	45%
Total	47	

8.8. 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 en migration),
- Les alevins natifs (à partir du sous échantillon génotypé).

Cette action permet d'établir des bilans en termes de fitness des poissons issus d'élevage selon leur stade et comparativement aux individus natifs.



8.8.1. Dynamique migratoire des saumons issus des déversements au stade alevins

La dynamique migratoire aux stations de comptage des saumons issus de déversements au stade alevins peut être comparée avec celle des saumons issus de la reproduction naturelle. Les données d'identification des poissons ne sont pas disponibles les années antérieures mais cette analyse a été effectuée pour les individus de la cohorte de 2014 et 2015 (BACH et al., 2016 et 2017). En effet, l'identification de la provenance des individus capturés lors de la campagne 2014 et 2015 à la station de comptage de Vichy a été communiquée par l'INRA (JOUSSEAUME et EVANNO, 2017).

Au total, sur les 184 saumons capturés en 2014 (74) et 2015 (110), seuls 157 individus ayant une adipeuse ont fait l'objet de cette analyse. L'assignation génétique fait état de 135 saumons issus de la reproduction naturelle (86 %) contre 22 issus des déversements au stade alevin (14 %).

Une première comparaison est réalisée par date de passage. Pour les années 2014 et 2015 confondues, le rythme migratoire des saumons issus de la reproduction naturelle est quasi similaire à celui des saumons issu des déversements au stade alevins (date identique pour 50 % des passages : 23 avril).

L'intégration des saumons issus du plan de déversement au stade smolts (2014 et 2015) dans ce traitement permet de mettre en évidence un important retard par rapport aux saumons issus de la reproduction naturelle (Figure 320). Ce retard varie de quelques jours tout le long de la migration (13 jours à 25 % de la migration, 15 jours à 50 % et 5 jours à 75 %).

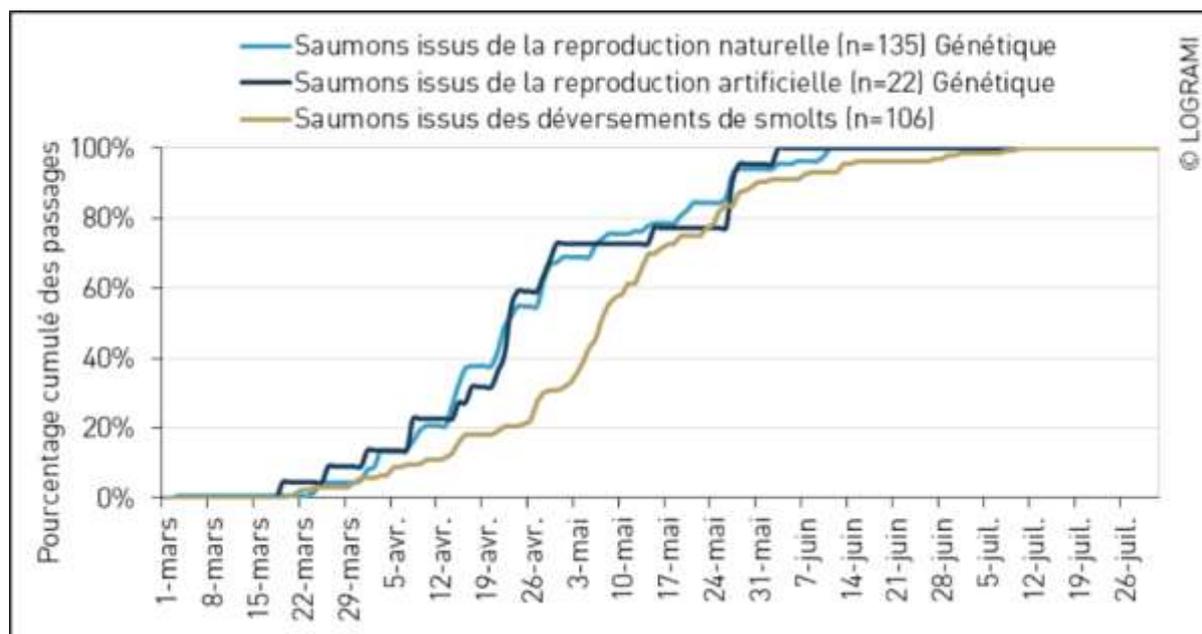


Figure 320 : Comparaison des rythmes de migration à la station de comptage de Vichy entre les saumons issus des déversements au stade alevins, smolts et ceux d'origine naturelle pour les années 2014 et 2015 confondues

Une deuxième 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 10).

Concernant les deux années 2014 et 2015 confondues, les individus de 2 ans issus du plan de déversement au stade alevin sont en retard par rapport aux saumons d'origine naturelle (Figure 321).

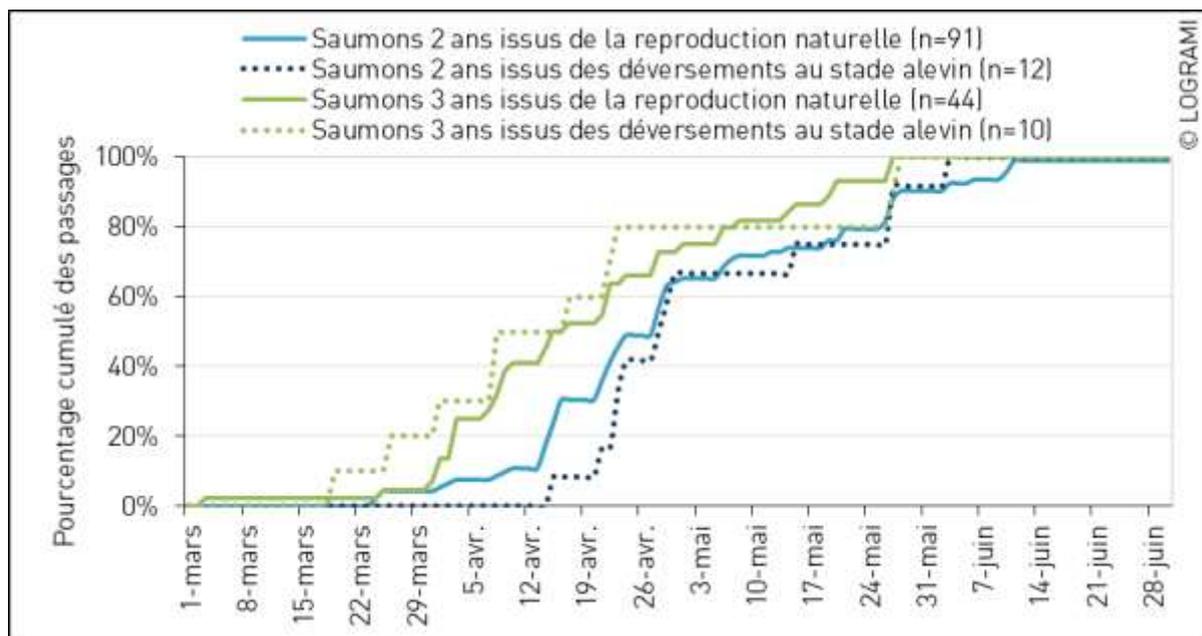


Figure 321 : Comparaison des rythmes de migration par classe d'âge (2 ans de mer et 3 ans de mer) à la station de comptage de Vichy entre les saumons issus des déversements au stade alevin et ceux issus de la reproduction naturelle pour les années 2014 et 2015 confondues

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.

Le retard pour les 2 ans de mer issus de l'alevinage diminue à partir de la moitié de la migration : 8 jours à 25 % de la migration, 1 jour 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 : 3 jours à 25 % de la migration, 8 jours à 50 % et 13 jours à 75 %.

8.8.2. Dynamique migratoire des saumons issus des déversements au stade pré-smolt

La dynamique migratoire aux stations de comptage des saumons issus de déversements au stade smolt peut être comparée avec celle des saumons d'autres origines (reproduction naturelle ou déversement à d'autres stades). Cette comparaison est réalisée par bassin et par âge de mer de manière à s'affranchir des décalages migratoires en fonction de la localisation et de la classe d'âge.

8.8.2.1 Sur le bassin Creuse-Gartempe à Descartes

Le marquage par ablation de la nageoire adipeuse des smolts n'étant réalisé que depuis 2009 sur la Gartempe, les premiers retours de saumons marqués ont été enregistrés en 2011 pour les 2 ans de mer et en 2012 pour les 3 ans de mer. Pour pouvoir obtenir une dynamique migratoire, il a été décidé de conserver seulement les années avec plus de 10 passages de saumons sans adipeuse dans la même classe d'âge. Ainsi seules les données de passages des deux ans de mer de 2014 à 2018 et des trois ans de mer de 2015 et 2016 sont analysées.

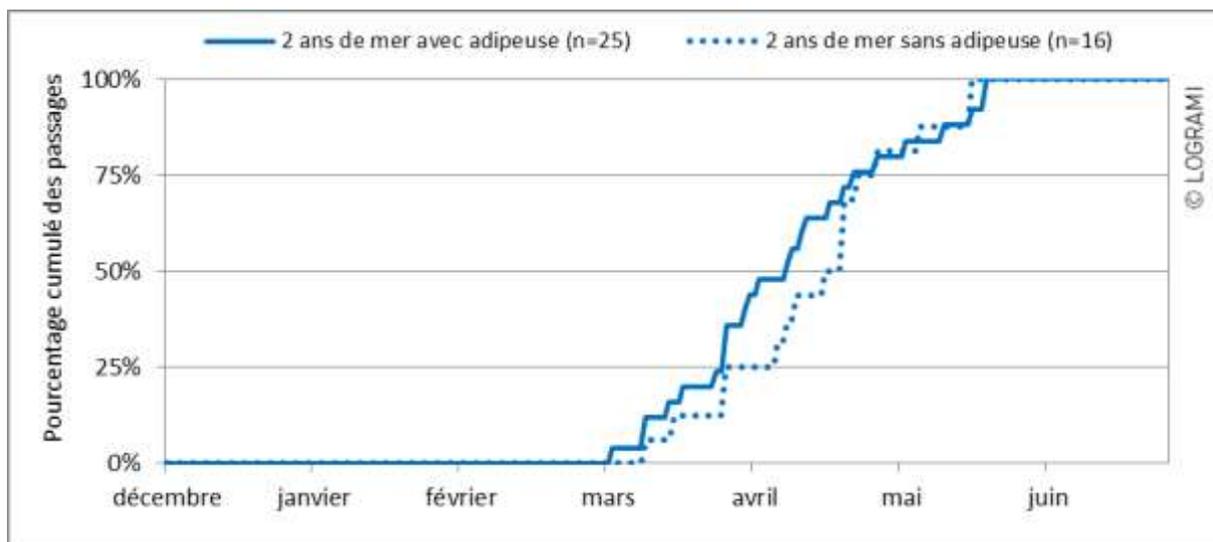


Figure 322 : Comparaison des rythmes de migration à la station de comptage de Descartes entre les saumons de 2 ans de mer issus des déversements au stade pré-smolt (**sans adipeuse**) et ceux d'une origine différente (**avec adipeuse**) en 2018

En 2018, les rythmes migratoires des saumons de 2 ans de mer 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 322). La durée du retard varie au cours de la migration, elle est de l'ordre de 8 jours à 50 % de la migration. Le même constat a été fait les années précédentes avec un décalage de migration plus ou moins prononcé suivant les années (en moyenne de 2014 à 2017, un retard de 13 jours (+/- 6) est observé).

Les effectifs de trois ans de mer étant trop faibles en 2018, 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 %).

8.8.2.2 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.

Concernant l'année 2018, la faiblesse des effectifs doit être prise en compte dans l'analyse des données surtout pour les individus issus des déversements au stade smolt (15 individus).

En 2018, le rythme migratoire des individus de 2 étés et 3 étés de mer est plus tardif de quelques jours chez les individus avec adipeuse que chez les individus sans adipeuse pour le début de la migration et inversement en fin de migration (Figure 323) :

- Le retard migratoire des individus sans adipeuse atteint 7 jours à la fois chez les saumons de 2 étés de mer et chez les 3 étés de mer pour 20 % des passages de la population en migration ;

- L'avance migratoire des individus sans adipeuse atteint 6 jours chez les saumons de 2 étés de mer et 6 jours chez les 3 étés de mer pour 80 % des passages de la population en migration.

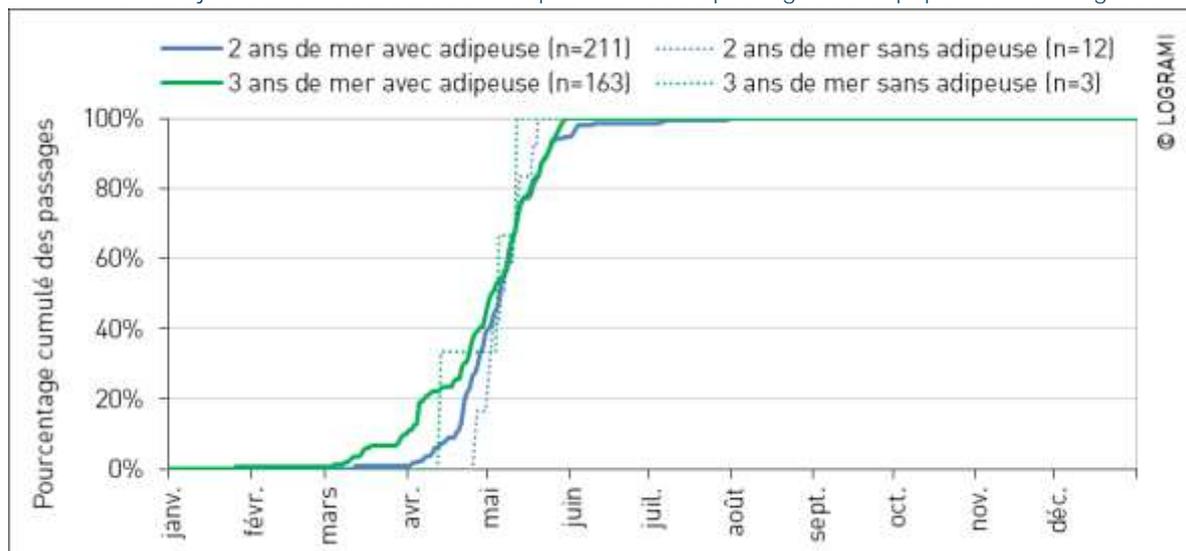


Figure 323 : Comparaison des rythmes de migration à la station de comptage de Vichy entre les saumons issus des déversements au stade smolt (sans adipeuse) et ceux d'une origine différente (avec adipeuse) en 2018

Ces résultats obtenus en 2018 sont quelque peu différents des observations faites depuis plusieurs années. Cette observation peut être liée au fait que les individus sont arrivés à Vichy en retard par rapport aux données historiques avec un décalage temporel plus important pour les saumons de 3 étés (17 jours pour 50 % des passages chez les 3 étés contre 9 jours pour 50 % des passages chez les 2 étés).

Depuis les premiers retours des saumons issus des déversements de smolts, le retard migratoire des individus sans adipeuse atteint 8 jours chez les saumons de 2 étés de mer et 10 jours chez les 3 étés de mer pour 50 % des passages de la population en migration (Figure 324). Les saumons sans adipeuse, issus du plan de déversement au stade smolt, sont en retard par rapport aux saumons d'autres origines (BACH et al., 2010).

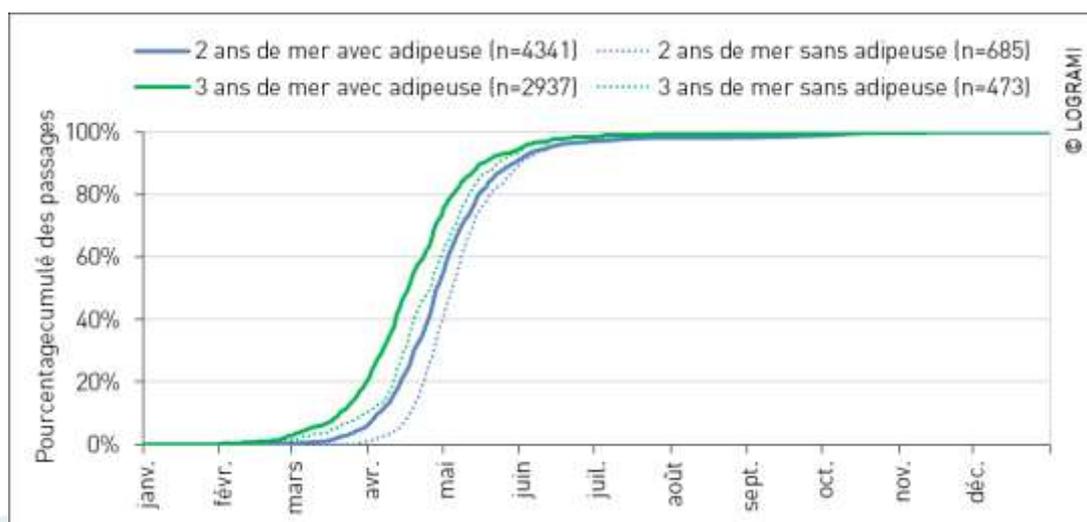


Figure 324 : Comparaison des rythmes de migration à la station de comptage de Vichy entre les saumons issus des déversements au stade smolt (sans adipeuse) et ceux d'une origine différente (avec adipeuse) pour la période 2005-2016 (2 ans de mer) / 2006-2017 (3 ans de mer)

8.9. Conclusion

La population de saumons du bassin de la Loire fait l'objet depuis de nombreuses années d'opérations de soutien d'effectifs. Pour cela, des géniteurs sont prélevés à la station de piégeage de Vichy (à la Bageasse avant 2009). En moyenne, depuis 1997, 38 individus (+/- 19) par an sont extraits de la rivière pour participer au programme de soutien d'effectifs. L'opération de piégeage des saumons est assurée par le CNSS depuis 2009. Depuis 2017, le nombre de captures annuelles autorisées est de 100 individus maximum sans excéder 15 % de remontées constatées à Vichy l'année N. En 2018, 47 saumons ont été prélevés. Cette opération n'est pas sans impact sur la dynamique migratoire des saumons. Elle occasionne des retards (en moyenne 25 minutes) voire des refus de passage des saumons (28% supplémentaires) au pont barrage de Vichy. Ces retards peuvent amoindrir significativement les chances de survie estivale de ces individus. En effet, 71,5 % des saumons marquant leur arrêt estival dans la zone Vichy-Pont du Château ne survivent pas pendant la période estivale. La température de l'eau y est généralement trop élevée (supérieure à 25°C, température létale pour le saumon ; ELLIOTT J.M, 1991 ; ELLIOTT J.M. et ELLIOTT J.A., 2010).

Dans le cadre d'un programme mené par l'INRA de Rennes, des prélèvements de tissus (nageoires) sur les saumons capturés à Vichy permettent de déterminer leur origine (sauvage / pisciculture). Cette étude s'appuie sur l'utilisation des outils génétiques récents. Pour garantir la fiabilité de l'interprétation des analyses génétiques sur la population en migration, l'échantillon génétique prélevé chaque année à la station de piégeage de Vichy doit refléter au plus près la population en migration. En 2018, l'échantillon piégé par le CNSS représente de manière très satisfaisante le rythme de la migration de la population en migration à Vichy et s'approche significativement de sa composition en classes d'âge de mer. Les prélèvements 2018 permettent de compléter les échantillons thésaurisés par l'INRA afin d'obtenir une analyse pour la cohorte issue de la reproduction 2012 s'étalant sur des retours en 2016, 2017 et 2018. Les premiers résultats concernant les assignations parentales montrent, que pour les cohortes dévalantes de 2009 et 2010, une part importante (environ 50 %) des individus échantillonnés dans le bassin de l'Allier provient de la reproduction naturelle. En revanche, pour la cohorte dévalante de 2011, cette part de retour de géniteurs issus d'alevins naturels est très forte (environ 80 %), ce qui illustre une forte variation interannuelle.

Dans le cadre de ces opérations de soutien d'effectifs, des déversements aux stades œufs, alevins et smolts sont réalisés sur le bassin de la Loire. En fonction des modes de déversements, des productivités ou des taux de retour peuvent être calculés.

Le stade œufs :

Des incubateurs de terrain ont été mis en service en 1995 sur la Cronce (affluent rive gauche de l'Allier, commune d'Aubazat - 43) et en 2002 sur l'Arçon (affluent rive droite de l'Allier, commune de Villeneuve d'Allier - 43). Ces deux dispositifs sont gérés par l'Association Protectrice du Saumon. Plus récemment en 2015, un incubateur à saumons a vu le jour sur le Renaison (Commune de Riorges - 43), un affluent en rive gauche de la Loire à l'aval du barrage de Villerest. Contrairement au bassin de l'Allier, ce cours d'eau est dépourvu de reproduction de saumon. Il est alors possible d'estimer la production de cet incubateur. En l'absence d'évènement hydrologique printanier défavorable, la production automnale de tacons 0+ du Renaison issus de l'incubateur de Riorges semble se maintenir aux alentours des 10 % de la mise en charge en œufs fécondés.



Le stade alevins :

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 0,006 %, soit 5 saumons pour 10 000 alevins déversés sur la Gartempe et 0,6 saumons pour 10 000 alevins déversés sur l'Arroux. Sur le bassin de l'Allier, en utilisant les données d'assignation génétique et 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, le taux moyen de retour des alevins entre 2009 et 2011 serait en moyenne de 0,06 %. La bibliographie fait état de retour « 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 trois axes. La contribution de ces déversements sur le bassin de la Gartempe et l'Allier est toutefois 10 fois plus élevée que sur le bassin de l'Arroux.

Sur les bassins Creuse-Gartempe et Arroux 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 en aval des centrales semble être à privilégier afin d'espérer des retours de géniteurs plus conséquents et plus rapides.

Pour les déversements d'alevins, un taux d'implantation peut être calculé entre le moment des déversements en mai et les pêches électriques réalisées en août-septembre. Les références bibliographiques font état d'une « bonne » survie des alevins pour un taux d'implantation de 20 % (RICHARD, Non daté).

Concernant les déversements d'alevins réalisés en 2018 sur le bassin de la Gartempe, les stations échantillonnées mettent en avant une meilleure survie au regard des données antérieures (taux d'implantation 2018 = 5,7 % +/-4 ; taux d'implantation 1999-2017 = 4,7 +/- 5,2). Comme les années précédentes, la mise à jour des données interannuelles indique que les secteurs amont de la Gartempe sont les plus productifs pour les juvéniles de saumon.

En 2018, sur le bassin de l'Allier, des déversements d'alevins ont été réalisés sur la Senouire, la Couze Chambon, la Couze Pavin et la Couze d'Ardes. Ces affluents enregistrent des taux d'implantation supérieurs à 30 % (minimum 34 % : Couze Chambon ; maximum 79 % : Couze Pavin).

A l'échelle des cours d'eau, les meilleurs taux d'implantation sont obtenus sur les cours d'eau où les densités moyennes déversées sont les plus faibles (les 3 Couzes : 0,4 alevin/m² et la Sénouire : 0,3 alevin/m²).

Pour gagner en efficacité, les densités d'alevins déversées doivent être adaptées aux surfaces d'Equivalents-Radier-Rapide ainsi qu'aux densités automnales maximales historiques observées qui représentent réellement les capacités productives des stations.

Le stade smolts :

Les taux calculés pour ce mode de déversement sur les trois sous-bassins (Creuse-Gartempe, Allier et Arroux) 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 28 % de l'effectif annuel alors que sur la Loire et l'Allier, il ne représente respectivement que 13 % 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 = 0,025 % +/- 0,01 ;
- moyenne bassin Loire-Arroux depuis 2009 = 0,007 % +/- 0,008 ;
- moyenne bassin Creuse-Gartempe depuis 2009 = 0,092 % +/- 0,072.

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 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. Ainsi, depuis 2017, aucun déversement de smolts n'a eu lieu sur l'Allier. Toutefois, les meilleurs résultats sur l'axe Creuse Gartempe malgré une importante fragmentation du milieu (nombreux ouvrages transversaux) mettent en évidence l'importante contribution de ce mode de déversement sur les retours de saumons.

Selon les modes de déversement, différentes dynamiques migratoires sont observées aux stations de comptage pour les géniteurs de retour. A Vichy, les données mettent en évidence un rythme migratoire similaire entre les saumons issus de la reproduction naturelle et ceux issus des déversements au stade alevins. Cependant, ces observations montrent également que les saumons issus des déversements au stade smolt auraient une dynamique migratoire bien plus tardive (10 à 15 jours) que les saumons issus de reproduction naturelle. En 2018, ce constat se confirme à la station de Descartes et dans une moindre mesure à la station de Vichy.

Ces constats réalisés à la fois sur le bassin Creuse-Gartempe (smolts) et le bassin de l'Allier (alevins et smolts déversés), peuvent paraître minimes mais ont des conséquences importantes pour la survie des poissons. En effet, les saumons arrivant tardivement ont de grands risques d'effectuer des arrêts migratoires dans des zones de survie estivale réduite (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 celle des saumons issus d'autres origines. La date d'arrivée des individus aux stations de comptage est un facteur primordial pour optimiser la survie estivale des géniteurs et donc 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'actions

Depuis plusieurs années, l'association a conséquemment développé les outils de communication pour rendre accessible la connaissance des actions menées et les informations obtenues.

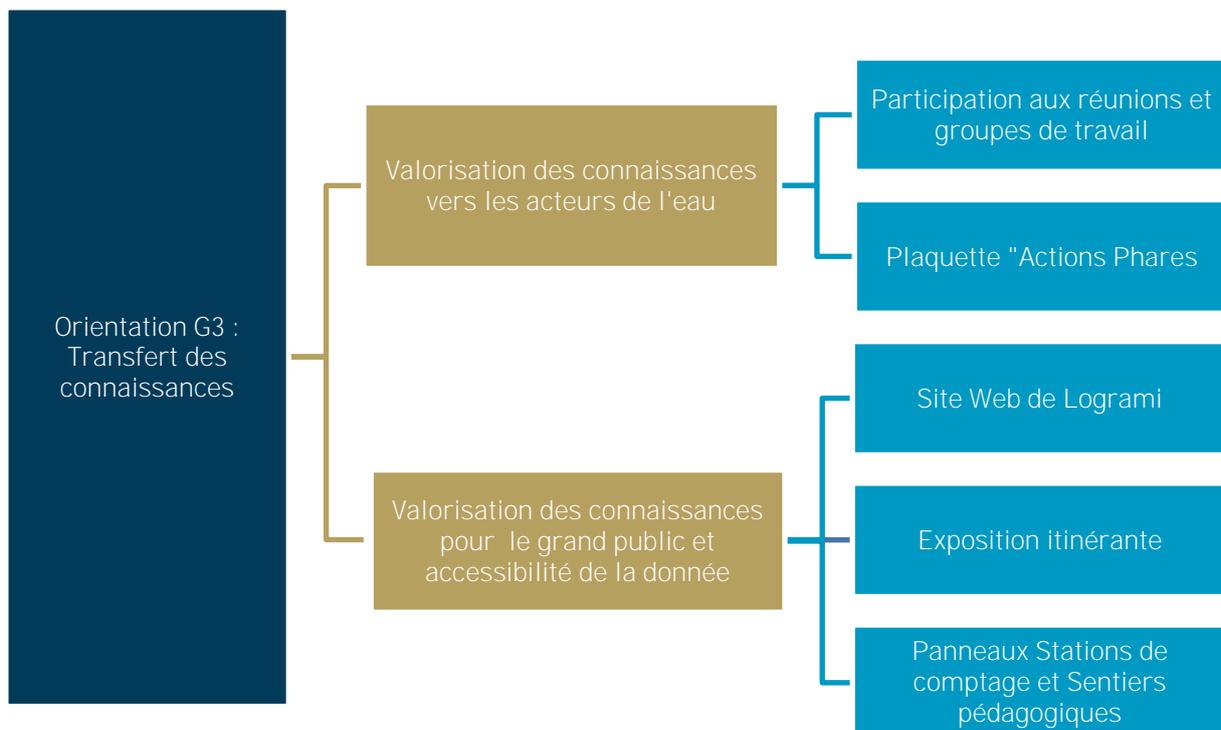


Figure 325: Dendrogramme des actions menées dans le cadre de l'orientation G3 : Transfert des connaissances (Source LOGRAMI)

9.2. 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 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 en cours sur les « Migrations des poissons amphihalins : étude comparée des fluctuations d'abondances des populations et de la phénologie migratoire en France ». Ce travail permettra notamment de mieux appréhender les fluctuations des populations observées et de déterminer si celles-ci sont dues à des facteurs internes à chaque bassin ou à des facteurs plus globaux.

De plus, les informations obtenues dans le cadre de cette étude sont mises à disposition des autres réseaux portés par les associations migrateurs afin de permettre une comparaison inter-systèmes tant en terme de continuité que de qualification de l'état de santé des espèces.

Figure 326 : Répartition et logos des Associations Migrateurs de France

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 «DATAPOMI» 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.

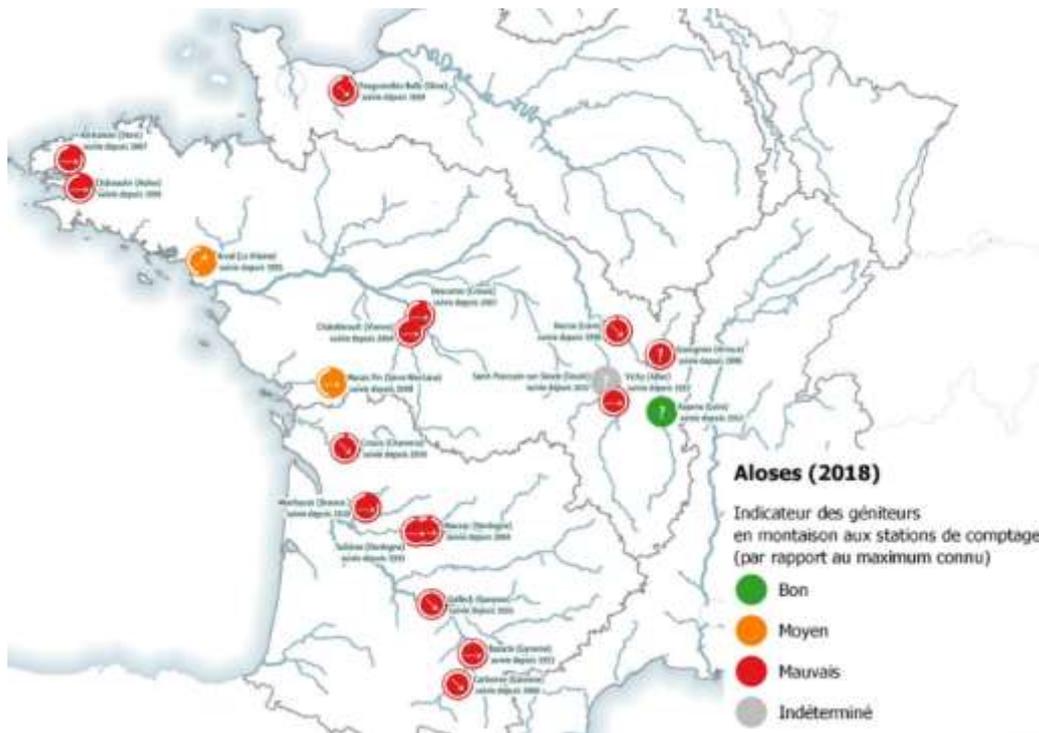


Figure 327 : Effectifs d'aloses aux stations de vidéo-comptage de France en 2018 et comparaison au maximum connu sur la station (camembert) (Source : groupe de travail DATAPOMI des Associations Migrateurs)

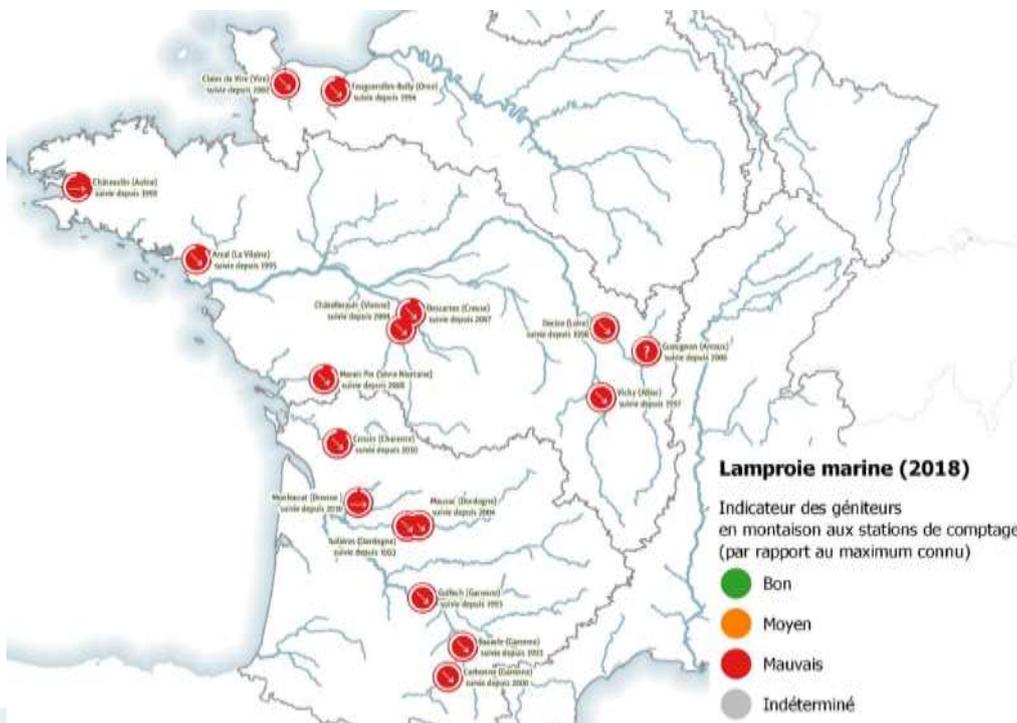


Figure 328 : Effectifs de lamproies marines aux stations de vidéo-comptage de France en 2018 et comparaison au maximum connu sur la station (camembert) (Source : groupe de travail DATAPOMI des Associations Migrateurs)



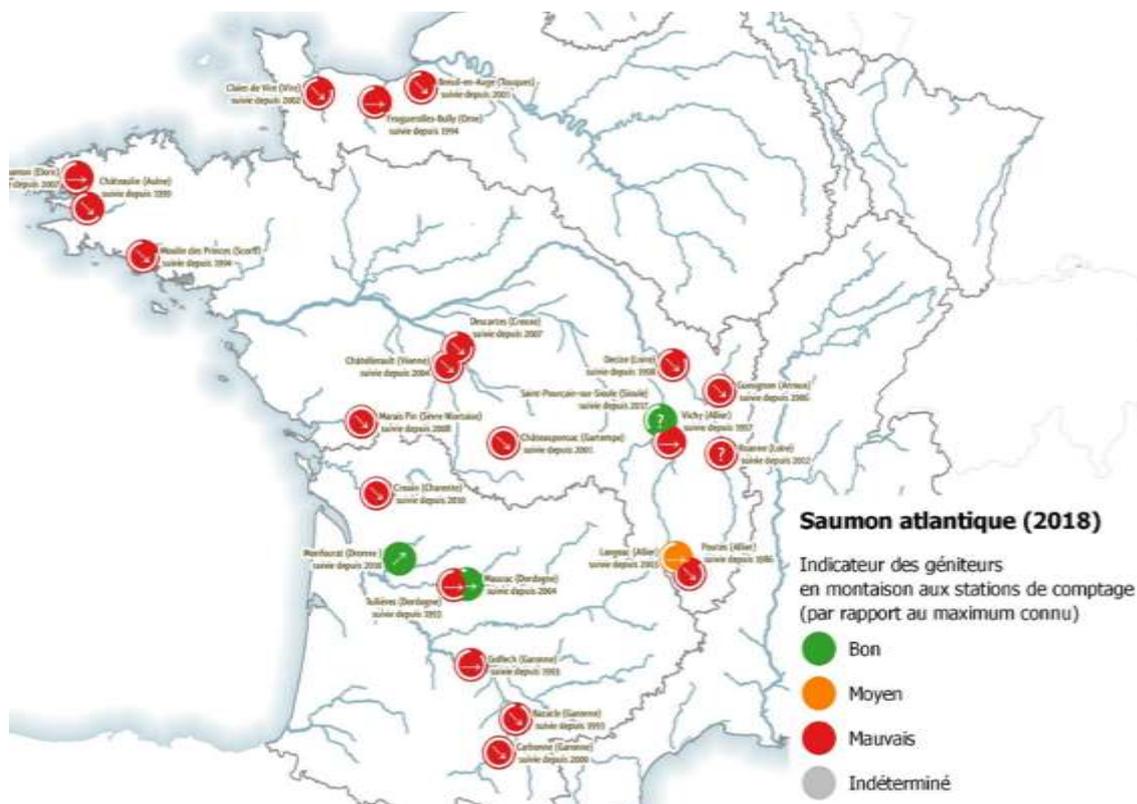


Figure 329 : Effectifs de saumons aux stations de vidéo-comptage de France en 2018 et comparaison au maximum connu sur la station (camembert) (Source : groupe de travail DATAPOMI des Associations Migrateurs)

D'autre part, l'Agence Française pour la Biodiversité est responsable du pilotage fonctionnel national du Système d'Information sur l'Eau. A 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.

9.2.1. Valorisation en cours de programme

9.2.1.1 Valorisation en cours de programme à l'échelle du bassin

Afin de valoriser au mieux les données même non validées, une information en flux tendu est réalisée afin de permettre le bon déroulement d'autres opérations ayant recours à celles-ci.

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 ou des espèces 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 afin de permettre le respect des règles du piégeage de géniteurs pour la pisciculture de Chanteuges (CNSS).

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 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 poissons). Les résultats issus des pêches indice d'abondance tacons rentrent également dans le cadre du SIE.

9.2.1.2 Valorisation par des interventions des agents

Parmi les nombreuses interventions de l'association en 2018 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, **99 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 sur un ou plusieurs jours. **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 dans la continuité de l'année 2017 et légèrement plus élevé que les années précédentes montrant la volonté de porter-à-connaissance.

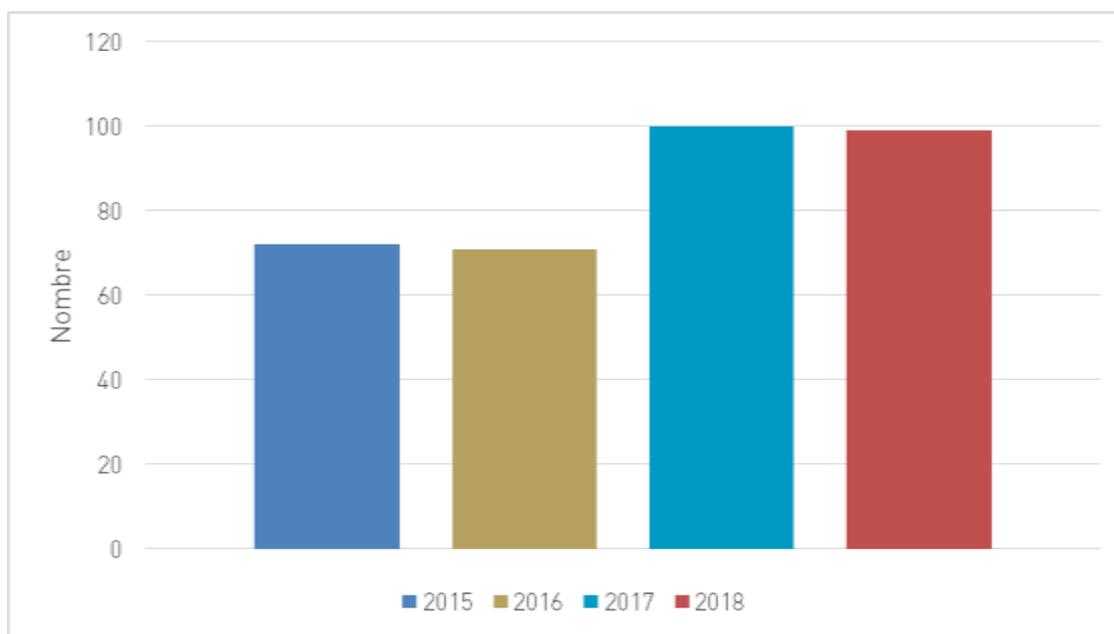


Figure 330 : **Nombre de restitutions d'un ou plusieurs jours réalisées** par les agents de LOGRAMI dans le cadre du programme de recherches appliquées en faveur des poissons migrateurs sur le bassin de la Loire de 2015 à 2018 (Sources : LOGRAMI)

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.



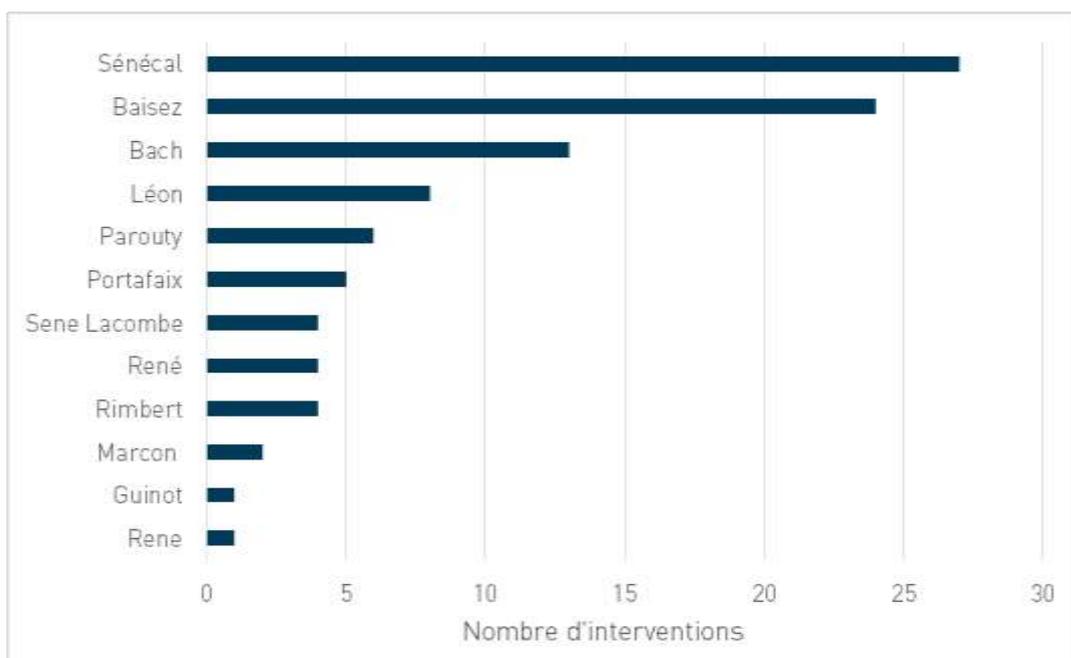


Figure 331 : **Nombres d'interventions** (sur un ou plusieurs jours) dans le cadre du programme de recherches appliquées en faveur des poissons migrateurs sur le bassin de la Loire par agent et par an (Sources : LOGRAMI)

En moyenne, les agents réalisent sur le programme d'actions 9 +/- 6 restitutions par mois. Ces réunions mobilisent les équipes tout au long de l'année y compris durant les périodes d'acquisition de données intenses (avril à juin et septembre à octobre). Pour permettre la présence des agents, une adaptation des équipes est requise avec un relais pris en interne par l'ensemble des agents. Le mois de novembre est celui qui mobilise le plus en raison des restitutions des études en fin d'année.

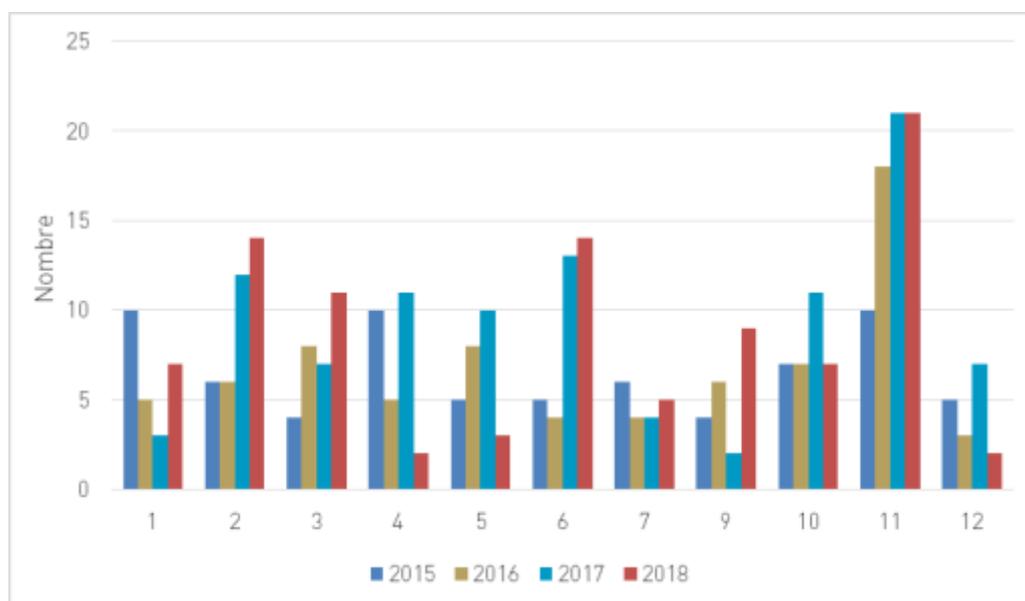


Figure 332 : **Nombre de restitutions d'un ou plusieurs jours** concernant les informations diffusées dans le cadre du programme de recherches appliquées en faveur des poissons migrateurs sur le bassin de la Loire par mois de 2015 à 2018 (Sources : LOGRAMI)

9.2.2. 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 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'études 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.

Les réunions concernent des comités techniques des contrats territoriaux (Anglin, Creuse Gartempe, Vienne aval, Creuse et affluents, Cher,...), les comités poissons migrateurs et groupe d'appui du Cogepomi, groupe de concertation SDAGE, Natura 2000, comité départemental de l'eau, etc. Ces réunions concernent également toutes les rencontres techniques. Comme les années précédentes, le public concerné en 2018 est essentiellement constitué des acteurs du bassin (61%). Une partie des restitutions relève du porter-à-connaissance vers le grand public.

Les réunions opérationnelles internes à l'équipe 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. En 2018, des visites sur sites ont également été plus nombreuses ainsi que des échanges entre équipes de recherche (Pôle Ecohydraulique, groupe télémétrie, inter associations, etc.). 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 envers la jeunesse et le grand public et intervient ponctuellement. Cependant, de nombreuses demandes sont effectuées et cette catégorie d'acteurs a bénéficié en 2018 d'interventions avec notamment des conférences publiques à thèmes.

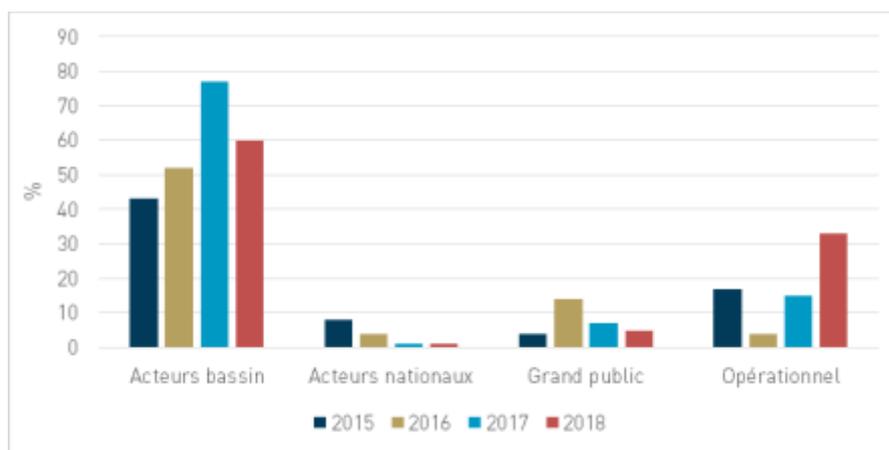
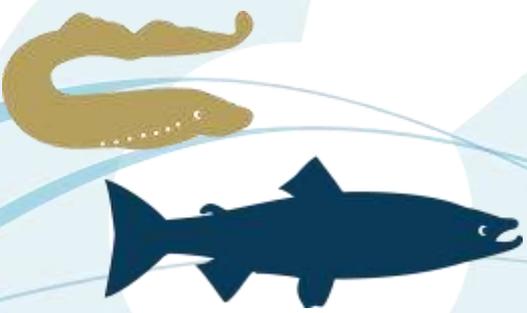


Figure 333 : Proportions des publics concernés par les informations diffusées dans le cadre du programme de recherches appliquées en faveur des poissons migrateurs sur le bassin de la Loire par les agents de LOGRAMI de 2015 à 2018 (Source LOGRAMI)



9.2.2.1 Focus sur les réunions publiques

Au cours de la 29^{ème} édition du carrefour national de la pêche, Mr Guinot a présenté le travail effectué par Logrami. Il y a également réalisé une conférence sur l'historique et les aménagements prévus pour l'ouvrage de Poutès (Haut Allier).



Figure 334 : Photographies du Salon de la pêche à Cournon et de la conférence réalisée par Mr Guinot (Sources LOGRAMI)

Une visite du site de Poutès et de Monistrol a également été effectuée le 21 mars 2018 avec une présentation du nouveau projet par Edf et des dispositifs de suivis par Logrami (Figure 335).





Figure 335 : Photographies de la visite du barrage de Poutès organisée par la Fédération de pêche et de protection du milieu aquatique de Haute Loire le 21 mars 2018 (Sources : LOGRAMI)

Les stations de comptage font assez régulièrement l'objet de visites et de présentation des opérations mises en œuvre pour obtenir les comptages. En 2018, deux interventions ont eu lieu à Châtellerault et Descartes. Ces dernières ont été effectuées dans la semaine du Migration Day (Figure 336). De même, le sentier pédagogique de Chécy a fait l'objet d'une animation durant cet évènement (Figure 337).

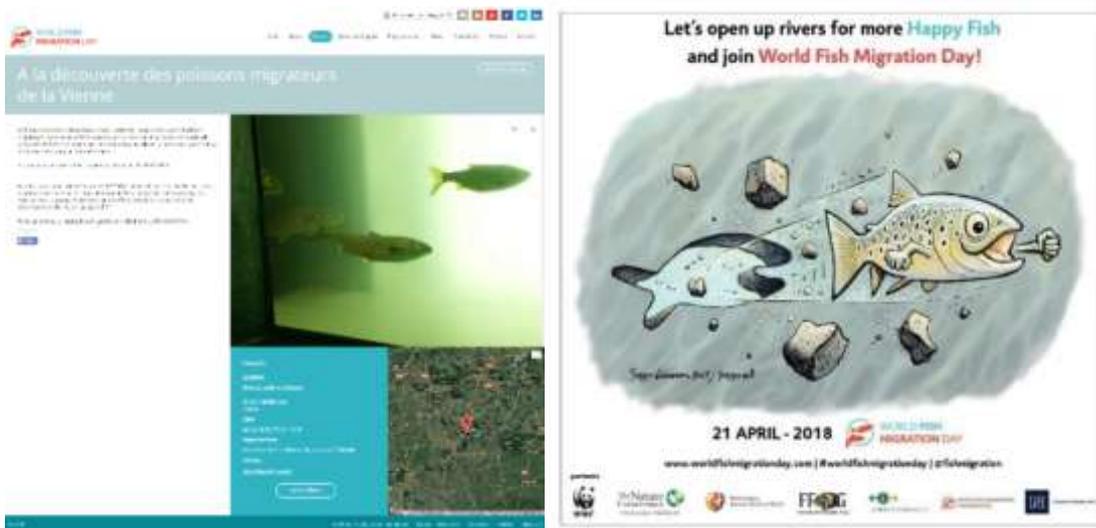


Figure 336 : Illustrations de la mise en ligne de la visite de la station de comptage de Châtellerault sur le site Migration Day (à gauche) et campagne pour la journée mondiale de la migration par Migration Day en 2018 (à droite)

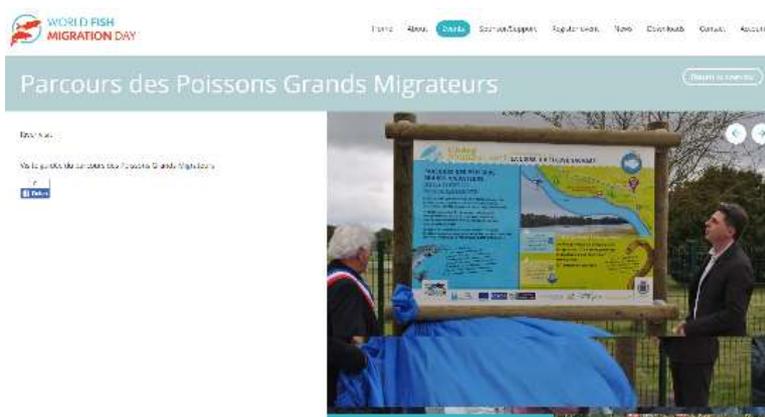


Figure 337 : Intervention durant la semaine du World Fish migration Day

Dans le cadre de la semaine de la biodiversité, Orléans métropole organise de nombreuses conférences et visites. Logrami a accompagné la visite du sentier pédagogique et a réalisé une conférence sur la place des poissons migrateurs dans la biodiversité et sur l'état de santé des espèces au sein du bassin de la Loire.



Figure 338 : Conférences publiques sur l'apport des poissons migrateurs dans la biodiversité à Chécy dans le cadre de la semaine de la biodiversité (Sources : LOGRAMI)

La valorisation des connaissances et sensibilisation des acteurs à la gestion des poissons migrateurs

9.2.2.2 Focus sur la visite « Life Alose »

Sur la Severn, le plus long fleuve du Royaume-Uni, l'alose (*Alosa fallax*) présentait une reproduction notable. Cependant, les ouvrages bloquent actuellement 85% des frayères historiques. Un projet d'envergure «Unlocking the Severn» prévoit d'éliminer ou de surmonter ces obstacles et de rétablir l'accès aux frayères historiques. Ainsi, un programme ambitieux porté par un programme Life Européen est mis en place de 2018 à 2021. Le projet est un partenariat entre l'Agence de l'environnement, le Canal et le Rivers Trust (les propriétaires du barrage de navigation) et le Severn Rivers Trust et Natural England. Son coût total est de 19,6 millions de livres sterling. Ils prévoient d'installer la première galerie d'observation des poissons en Angleterre. Impressionnés par notre site internet www.logrami.fr et par nos 25 ans d'expérience dans le comptage, ils nous ont sollicités pour discuter et apprendre de nos expériences. Nous avons alors accueilli une équipe de scientifiques anglais de l'Agence de l'environnement et nous leur avons présenté les différents sites de suivis par vidéo-comptage de Vichy, Moulin Breland, Châtellerault et Descartes.



**LIFE-Shad Severn - LIFE - Shad Severn:
Conservation and restoration of twaite shad
in the Severn Estuary Special Area of
Conservation**

LIFE15 NAT/UK/000219



Figure 339 : Présentation des systèmes de suivis par vidéo-comptage sur les sites de Vichy, Moulin Breland, Châtellerault et Descartes dans le cadre du Life Alose « Unlocking the Severn » en 2018 (Sources : LOGRAMI)

9.2.2.3 Focus sur les réunions avec les acteurs de bassin

De nombreuses réunions concernent l'accompagnement technique de projet tel que la mise en œuvre d'un dispositif de franchissement, l'accompagnement technique d'autres études ou d'autres équipes de

La valorisation des connaissances et
sensibilisation des acteurs à la gestion
des poissons migrateurs



recherche, l'accompagnement de la mise en place des Sages, de la trame verte et bleue...En 2018, cependant cette catégorie est moins présente en raison de la périodicité des plans d'actions. A contrario, les réunions concernant les contrats territoriaux et les comités de pilotage sur la continuité ont été plus importantes.

L'effort porté sur la restitution des études est également visible en 2018 avec davantage de réunions ciblées sur de la restitution de nos études.

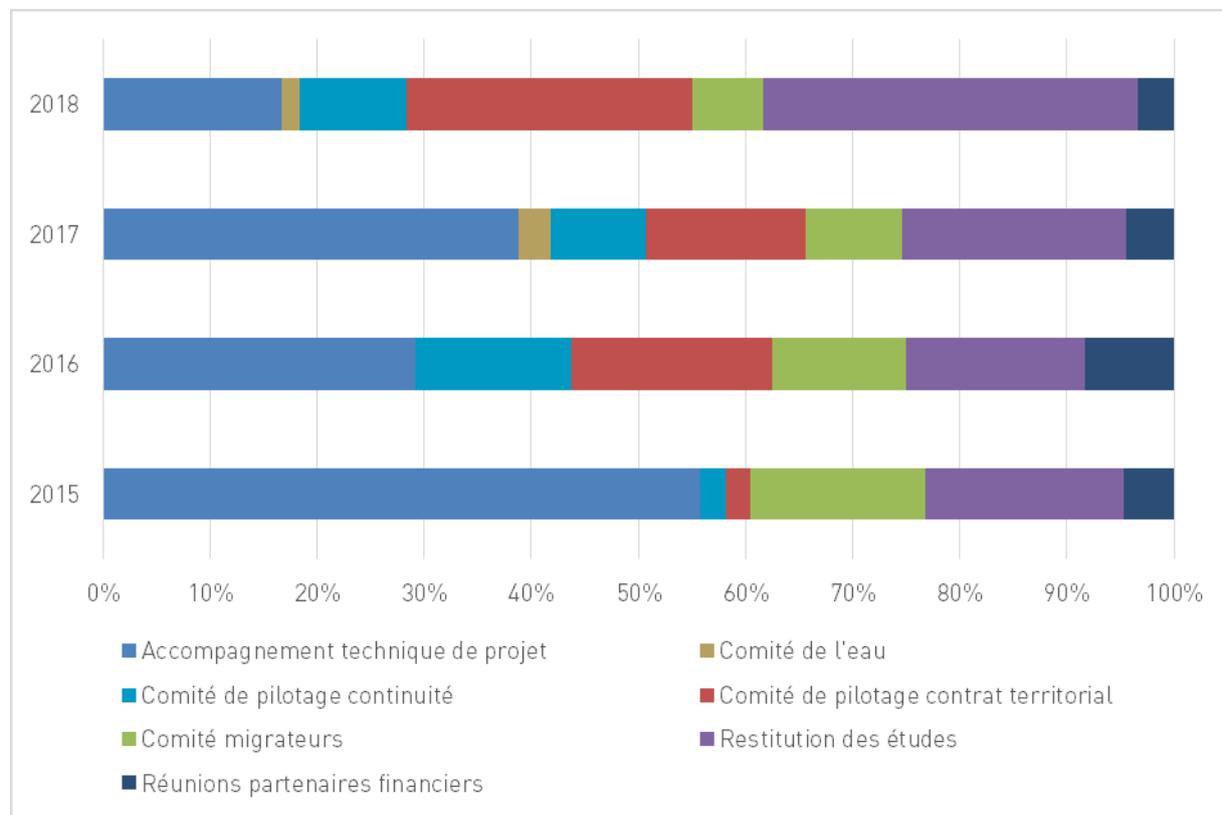


Figure 340 : Type de réunions auxquelles ont participé les agents de LOGRAMI avec les acteurs de bassin de 2015 à 2018 (Sources : LOGRAMI)

9.2.2.4 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 à destination des acteurs techniques locaux. Ces journées restitution ont été effectuées en présence des agents afin de détailler les résultats auprès des acteurs susceptibles d'utiliser ces informations pour orienter la gestion. La première année d'organisation en 2017 a été plébiscitée, nous avons donc reconduit ces restitutions en 2018.

Pour ce faire, deux restitutions ont été organisées les 22 et 28 novembre 2018 localisées pour l'une à Salignac sur Loire et à Tours pour l'autre grâce à une co-organisation par les Fédérations pour la pêche et la protection du milieu aquatique des départements concernés (Indre et Loire et Haute Loire).

Pour chacune 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 2018, entre 21 et 34 participants ont été présents à chaque restitution. A Solognac sur Loire, le maire nous a accueillis dans sa salle. Les organismes ayant participé sont les Fédérations et associations 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, des conseils généraux, des établissements publics de bassin, de l'Agence Française pour la Biodiversité, de l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne, le Conservatoire National du Saumon Sauvage et autres associations. In fine, 14 organismes différents ont été présents aux restitutions de 2018.

Les départements d'origine des participants confirment l'intérêt de l'itinérance des restitutions puisque les plus fortes participations sont celles du département de l'évènement avec entre 45 et 71% des participants.

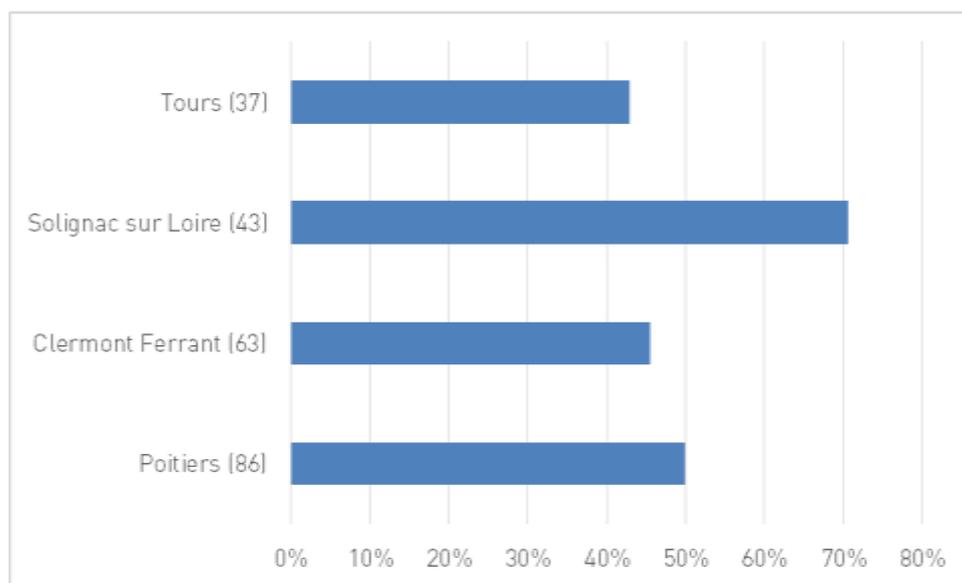


Figure 341 : Proportion de participants provenant du département d'accueil des journées de restitutions organisées par LOGRAMI en 2017 (Clermont-Ferrand et Poitiers) et 2018 (Tours et Solognac-sur-Loire) (Sources : LOGRAMI)

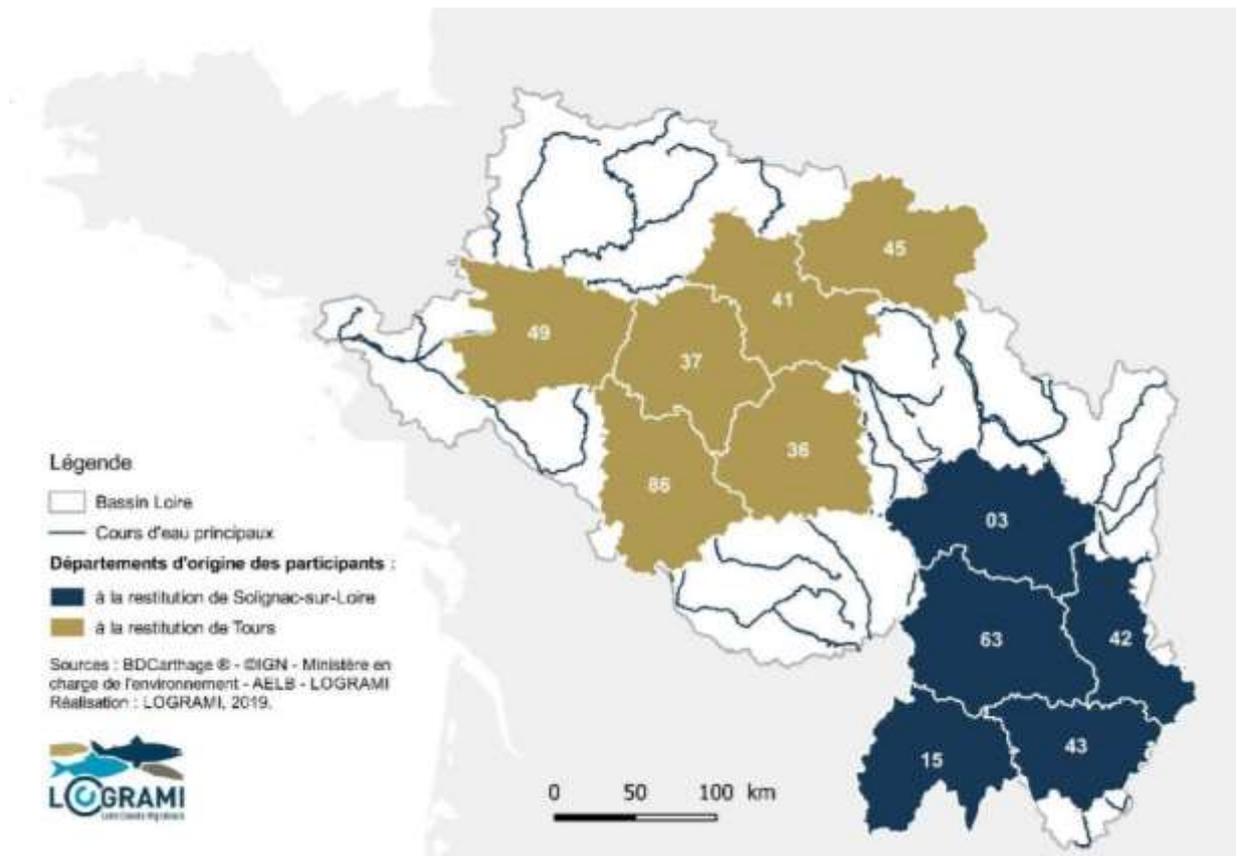


Figure 342 : Origine géographique des participants (siège structure) aux restitutions organisées par LOGRAMI en 2018

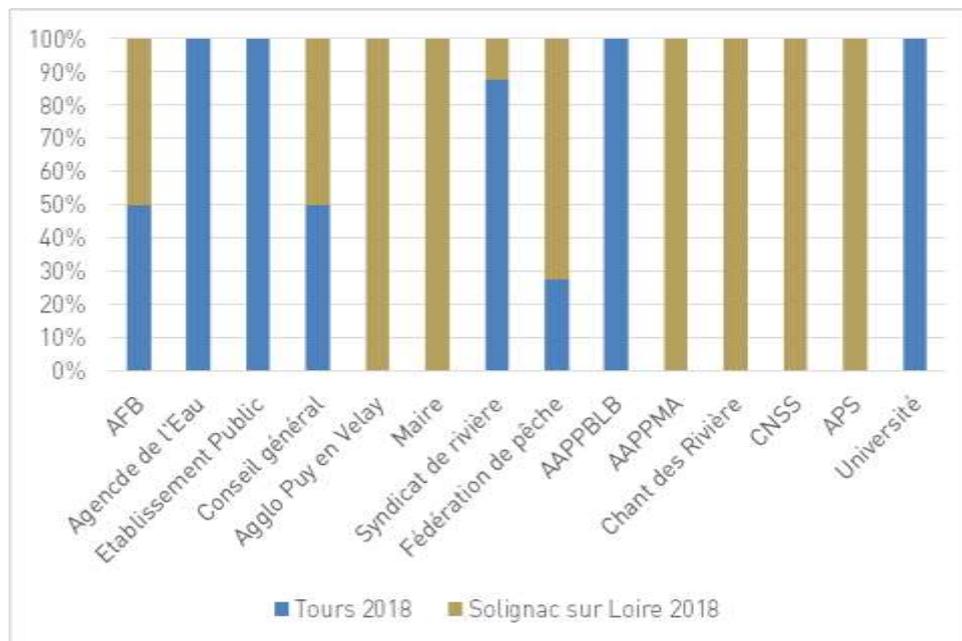


Figure 343 : Répartition des organismes présents aux restitutions de LOGRAMI organisées à Tours et Solignac sur Loire en novembre 2018 (Source : LOGRAMI)



Figure 344 : Programme de la restitution des actions de LOGRAMI organisée à Tours en 2018



Figure 345 : Photographies de la restitution de LOGRAMI organisée à la Fédération pour la pêche et la protection du milieu aquatique à Tours en novembre 2018 (Sources : LOGRAMI)



Figure 346 : Programme de la restitution des actions de LOGRAMI organisée à Solognac sur Loire en 2018



Figure 347 : Photographies de la restitution de LOGRAMI de Solognac sur Loire en novembre 2018 (Sources : LOGRAMI)

9.3. Valorisation des connaissances pour le grand public et accessibilité de la donnée

9.3.1. 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.

La valorisation des connaissances et sensibilisation des acteurs à la gestion des poissons migrateurs

Une charte graphique fixe la norme d'écriture. Le contenu est collectivement décidé en fonction des actions majeures de l'année et du caractère innovant de la donnée. La plaquette est réalisée en interne par les agents de Logrami.



Figure 348 : Visuel de la plaquette Actions phares 2017 réalisée et publiée en 2018 (Source : LOGRAMI)

En 2018, le numéro d'actions phares 2017 a été imprimé et diffusé à 2 300 exemplaires. Un travail important a été mené pour mettre à jour les adresses des destinataires. Il est également téléchargeable en format informatique sur les sites internet de LOGRAMI (www.logrami.fr) (268 téléchargements en 2018) 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 Mr Guinot (président de l'association Loire Grands Migrateurs) ;
- 🔗 Les lamproies : raréfaction de l'espèce ;
- 🔗 Les saumons : la reproduction, l'ultime étape du cycle biologique du saumon ;
- 🔗 Les nouvelles investigations sur les indices tacons ;
- 🔗 Dévalaison des smolts : focus sur la Gartempe ;
- 🔗 Agrandissement du réseau de stations de comptage ;
- 🔗 Le Cher, rivière à migrateurs en redevenir.

9.3.2. 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 2018, nous avons ajouté des pages pour les cartographies, les "autres publications" (rubrique « nos publications ») et des pages à la rubrique « Nos actions ». Une nouvelle page a été créée pour la station de comptage de Saint-Pourçain-sur-Sioule.

9.3.2.1 Statistiques de visites

Le site a été entièrement refait en 2014 afin de faciliter l'accès à l'information. Concernant l'audience, en 2018 le site a eu **49 485 visites** par 23 749 visiteurs (48% nouveaux visiteurs). Comparativement au site historique de Logrami, 2018 est dans une dynamique proche puisque la moyenne est à 49 563 (+/- 11 261) visites (Figure 349).

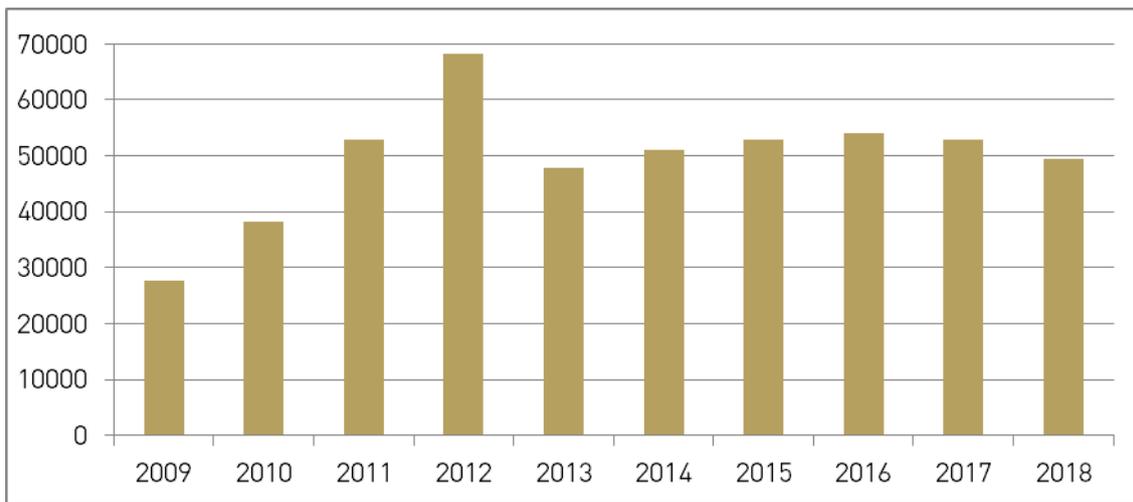


Figure 349 : Statistiques du nombre de visites du site internet de LOGRAMI de 2009 à 2018 (Source : LOGRAMI)

Les statistiques de visites par jour sont de 121 visiteurs (+/-57). Ces nombres sont très stables d'une année sur l'autre.

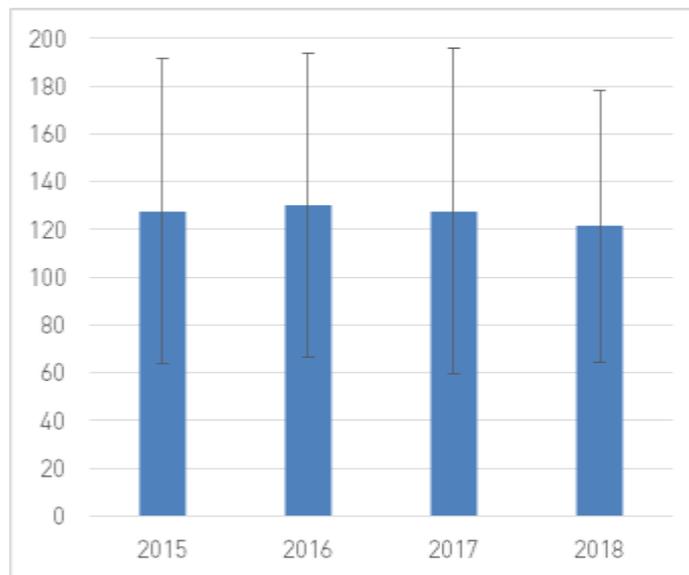


Figure 350 : Nombre moyen d'utilisateurs actifs du site internet de LOGRAMI par jour de 2015 à 2018 (Source : LOGRAMI)

Cependant, plusieurs remarques peuvent être soulignées sur ces visites. Il apparaît nettement un phénomène saisonnier avec plus de 50% des visites en 120 jours (de mars à juin). Les mois d'avril et mai représentent à eux seuls 28% des visites. Cela révèle de la part des visiteurs une connaissance des calendriers migratoires et des connexions accrues pour suivre les arrivées des poissons.

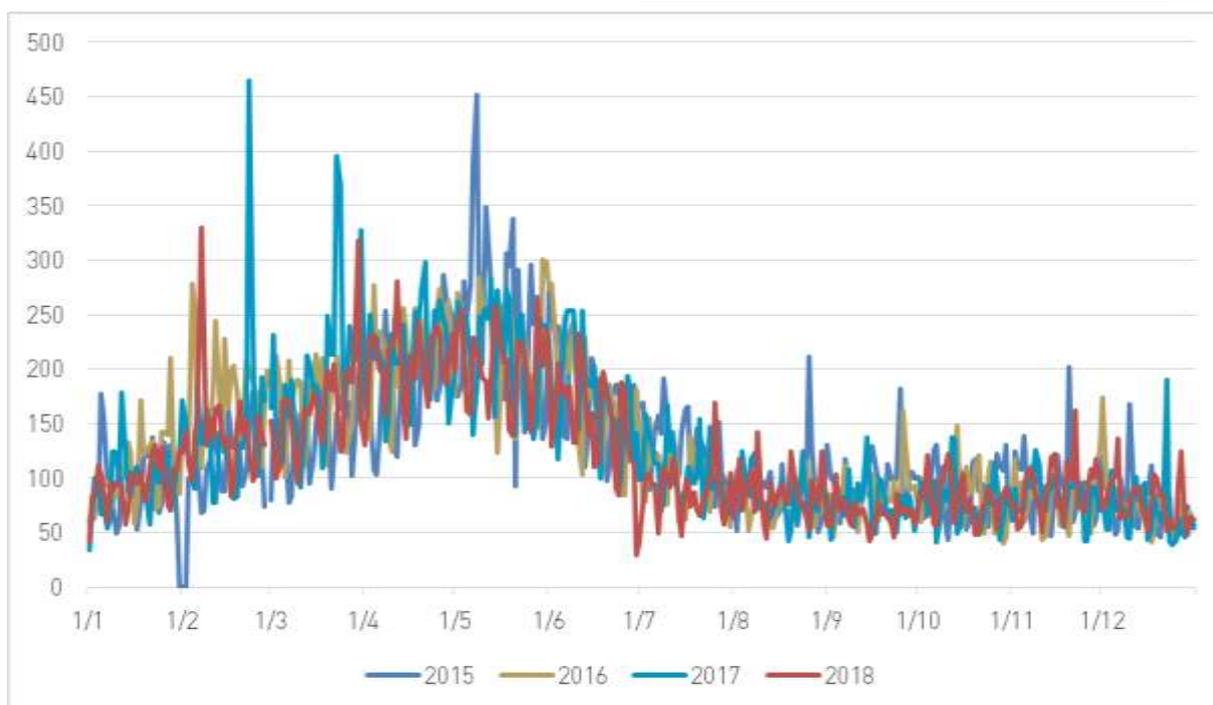


Figure 351 : Statistiques du nombre de visites journalières du site internet de LOGRAMI en 2015, 2016, 2017 et 2018 (Source : LOGRAMI)

9.3.2.2 Supports de visite

Depuis 2015, le site a fait l'objet d'une adaptation aux nouveaux supports numériques (tablettes et mobiles). Cet effort a permis 30% des connexions sur mobile et 8% sur tablette contre 62% sur ordinateur.

Ce dernier reste l'outil principal mais les tablettes et mobiles sont de plus en plus utilisés, le mobile est passé de 11% en 2015 à 30% en 2018. Cet effort d'adaptation permet donc une meilleure visibilité.

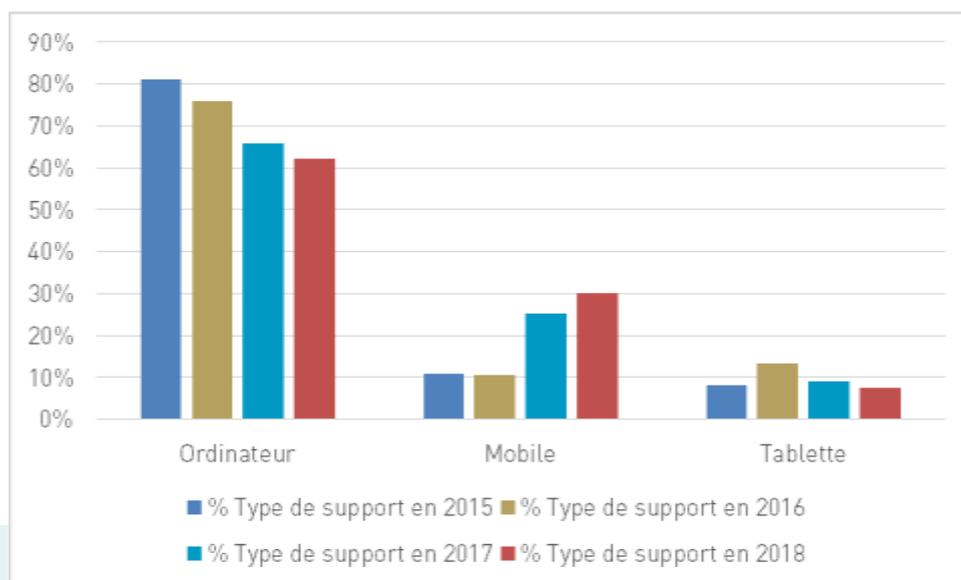


Figure 352 : Proportions des supports de visites du site internet de LOGRAMI de 2015 à 2018 (Source : LOGRAMI)

9.3.2.3 Modes d'accès

Concernant le public du site web de Logrami, 69% des visiteurs proviennent des moteurs de recherche, 26% en écrivant directement l'adresse (ou favori), 5% via les réseaux sociaux et 1,5% par des sites créant des liens.

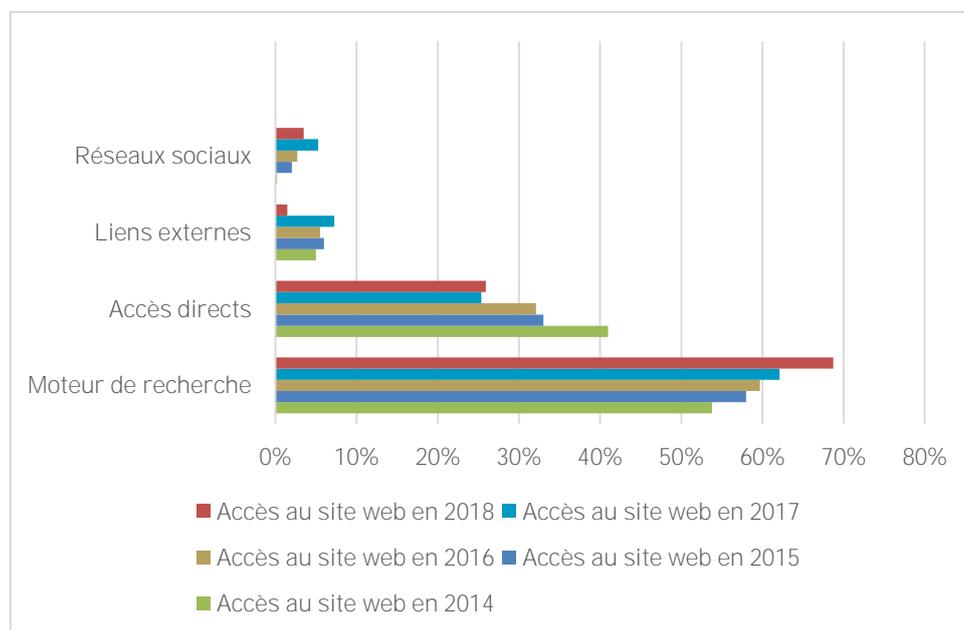


Figure 353 : Proportions des modes d'accès des visites du site internet de LOGRAMI de 2015 à 2018 (Source : LOGRAMI)

Lorsque la connexion a été effectuée à partir des réseaux sociaux, Facebook représente 96% des cas, puis viennent Twitter, Google+, Pinterest et LinkedIn. Ces éléments semblent argumenter pour la mise en place d'une page par l'association sur ce support d'informations.

Les connexions par liens se font via Facebook à 57%. Ainsi, il semble que notre site soit bien relayé sur les réseaux sociaux par certains internautes qui donnent le lien sur leurs pages même si nous n'avons pas encore de compte Facebook. Les Fédérations de pêches ou sites de pêcheurs spécialisés représentent 10% des modes d'accès et enfin 4% des accès se font par le site des Tableaux de Bord Migrateurs.

Des moteurs de recherches particuliers sont également sources de connexions, comme le moteur de recherche français Qwant.com (9%), Ecosia.org qui utilise 80% de ses bénéfices pour la reforestation (9%) ou encore Lilo.org (6%) dont la moitié des revenus sont redistribués à des projets sociaux et environnementaux.

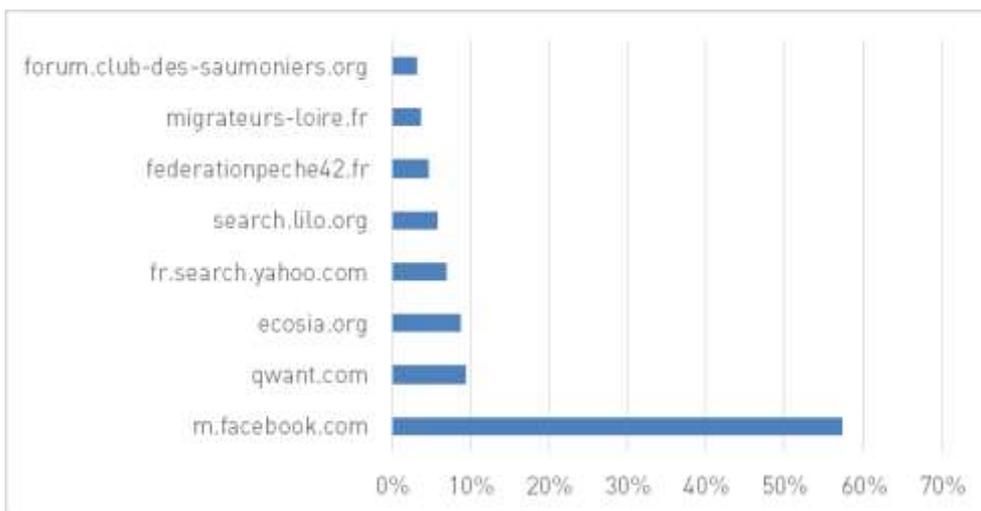


Figure 354 : Proportions des modes d'accès des visites du site internet de LOGRAMI en 2018 (Source : LOGRAMI)

Lorsque la recherche est réalisée par des moteurs de recherches, le premier mot clef référencé est « comptage » associé à « voir » ou « télécharger » avec 45% des visites issues de cette recherche. Les « rapports » associés à « télécharger » représentent 20% des recherches et 14% des visites sont liées à « Lire la suite » ou « en savoir plus ». L'ajout des cartographies a engendré une recherche ciblée sur les « fronts de migration » (4% des recherches). Certains internautes sont venus télécharger « Actions phares » spécifiquement en réalisant une recherche ad 'hoc (7%). La plaquette de l'exposition Grands Migrateurs de Loire a également été consultée par mot clef (4%).

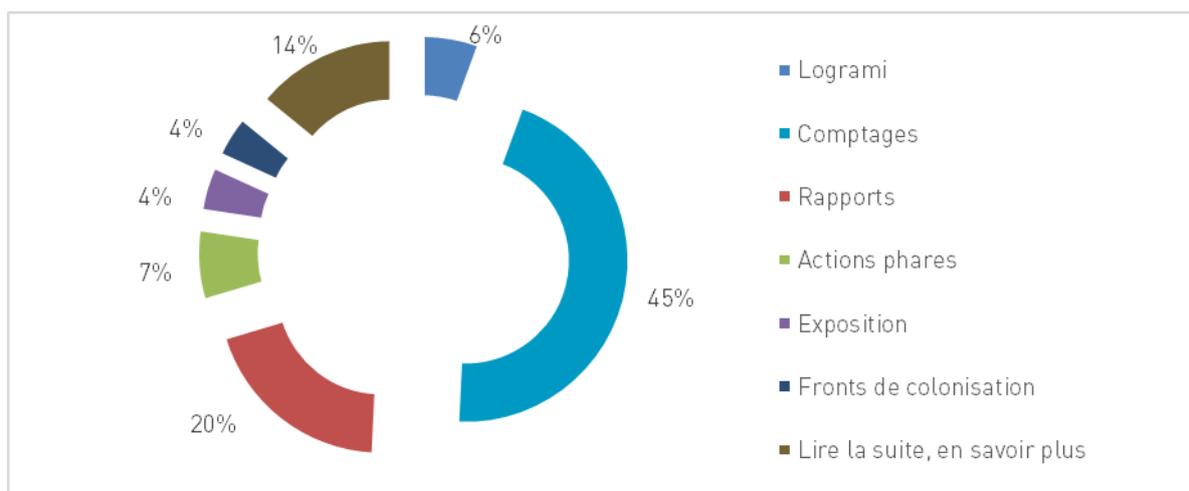


Figure 355 : Mots clefs d'accès au site web de LOGRAMI (Sources LOGRAMI, 2018)

9.3.2.4 Origines des visiteurs

Le public concerné par notre site est incontestablement français à plus de 93% comme les années antérieures (moyenne 2015-2018 à 94%+/-2). Certains pays comme le Canada se connectent probablement en rapport avec le saumon (2%) tandis que la Belgique, l'Algérie, la Tunisie ou le Maroc peuvent être liés à la présence d'anguilles (3,3%), enfin l'Angleterre et les Etats unis représentent 1% des connexions.

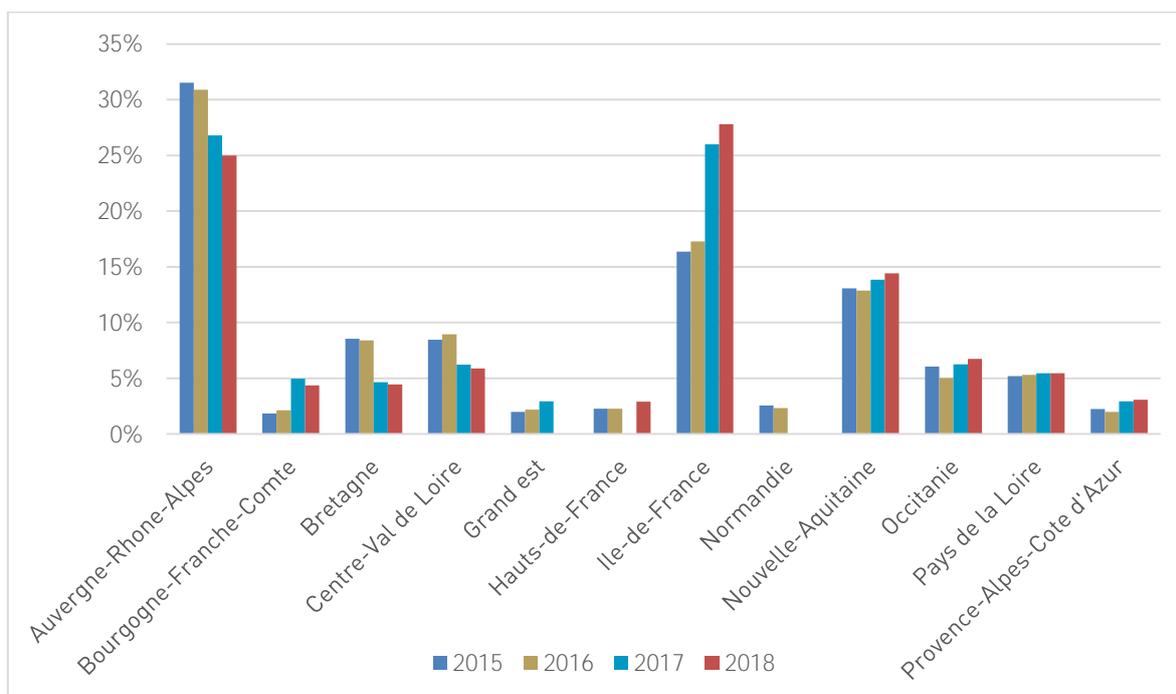


Figure 356 : Origines géographiques par régions des visiteurs du site web de LOGRAMI de 2015 à 2018 (Source : LOGRAMI)

Plus précisément en France, le bassin de la Loire correspond à 55% des visiteurs (moyenne 2015 à 2017 de 59%+/-2). Comme les années précédentes, il y a une forte représentation de la région Auvergne-Rhône-Alpes avec 25% des visiteurs, malgré une baisse par rapport aux années précédentes. La Nouvelle-Aquitaine est stable avec 14% des visiteurs, ainsi que les régions Centre-Val de Loire (6%) et Pays de la Loire (5%). En 2018, l'augmentation constatée des visiteurs de l'Ile-de-France continue sa progression avec 28% des visiteurs.

9.3.2.5 Pages vues du site web

Le site internet dispose d'une page d'accueil comportant des rubriques qui sont :

-  Qui sommes-nous ?
-  Nos actions (dont stations de comptage)
-  Nos publications
-  Sensibilisations
-  Actualités

Les pages les plus vues restent globalement les mêmes depuis 4 ans. En 2018, la page d'accueil représente 14% des pages vues. Les stations de comptage représentent près de 65% et la partie sensibilisation 17%.

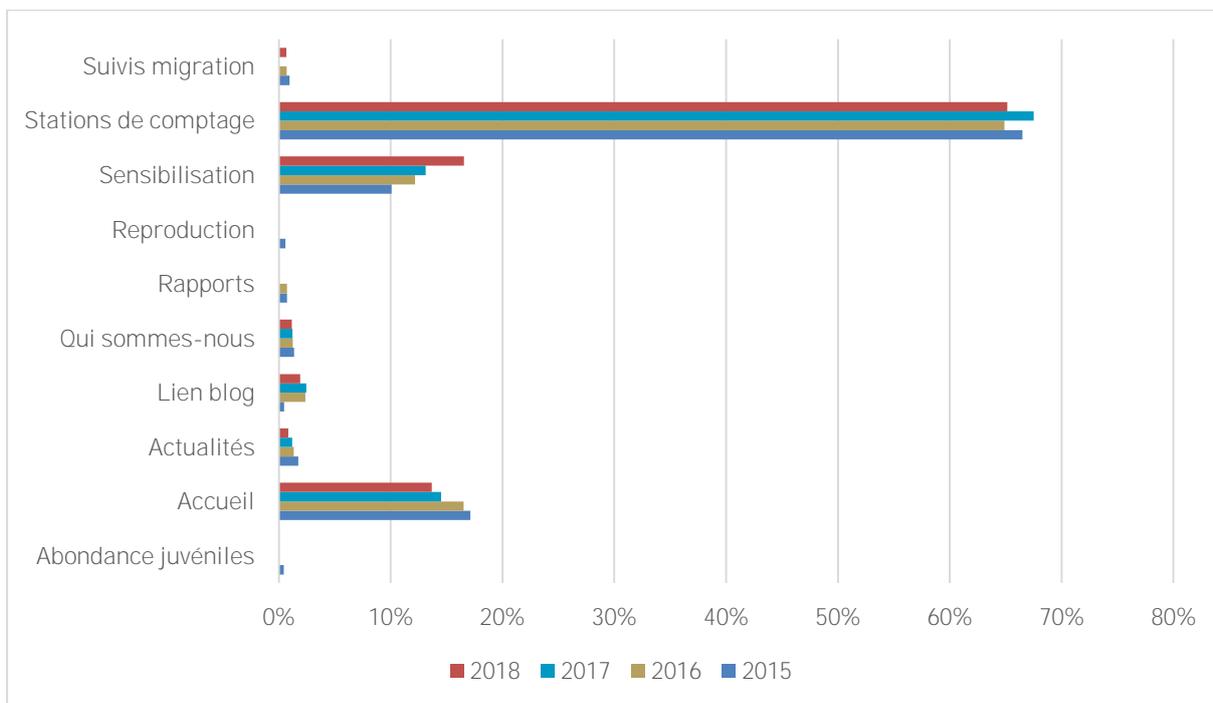


Figure 357 : Pourcentages de pages vues par rubriques du site internet de LOGRAMI de 2015 à 2018 (Source : LOGRAMI)

Sur la page des stations de comptages, les comptages sont présentés par espèce. Des graphiques présentent par axe, les données de l'année en cours, les moyennes des 5 dernières années et le maximum dénombré. Ces informations permettent à tous d'évaluer la situation au cours de l'année. Un tableau récapitule le nombre de poissons comptabilisés sur tous les axes du bassin pour l'année en cours. L'information est mise à jour au cours de l'étude de façon hebdomadaire.

COMPTAGES DE L'ANNÉE EN COURS

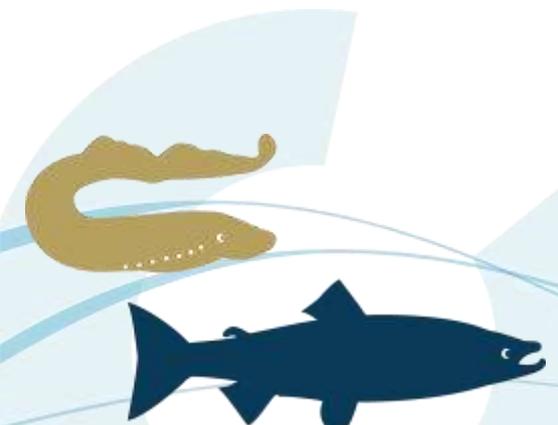
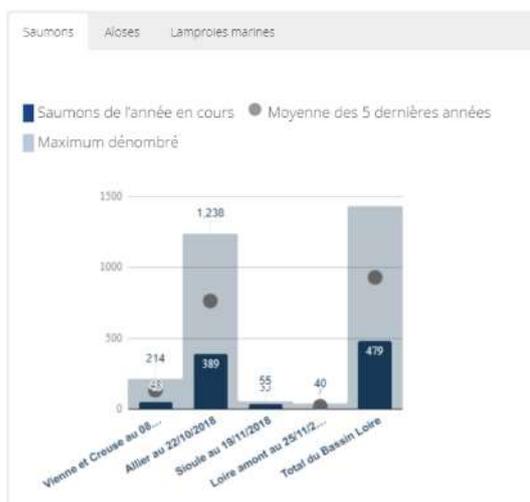




Tableau de données

Bassin	Saumons	Allées	Lamproies
Vienne et Creuse au 08/11/2018	48	1 073	9 323
Allier au 22/10/2018	380	15	0
Sologne au 18/11/2018	33	0	0
Loire amont au 25/11/2018	7	231	0
Total du Bassin Loire	475	1 319	9 323
Moyenne 2013 - 2017	925	1 415	28 715
Maximum dénombré	1 431 en 2015	30 819 en 2007	32 868 en 2007

Vous pouvez consulter les tableaux complets sur [les pages de chaque station de comptage](#)

Figure 358 : Graphiques par espèce visibles sur la page stations de comptages du site internet de LOGRAMI présentant les données en cours (dates indiquées), les moyennes des 5 dernières années et les maximums dénombrés par axe migratoire (Source : LOGRAMI)

Les visites de la rubrique des stations de comptage représentent 28% des pages vues en 2018 (moyenne 2015-2017 de 34%+/-4).

Les données des stations de comptage sont présentées avec une visite possible de chaque site de suivi et des résultats antérieurs. 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/>.

CHÂTELLERAULT (VIENNE - 86)

ACCUEIL - NOS ACTIONS - STATIONS DE COMPTAGE - CHÂTELLERAULT (VIENNE - 86)

La station de comptage de Châtellerault est située sur la Vienne à 270 km de l'estuaire de la Loire. Elle est en service depuis 2004. Ce barrage est devenu en 1998 suite à l'arasement du barrage de Mazières-Rouges, le premier ouvrage depuis le trier pour les poissons migrateurs. Il est exploité par EDF pour la production d'hydroélectricité.

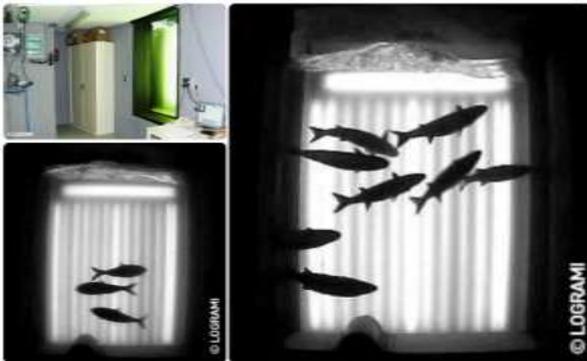
DISPOSITIF DE FRANCHISSEMENT

Le barrage est équipé d'une passe à poissons en rive gauche conçue pour permettre le franchissement de l'ouvrage par le maximum d'espèces de poissons. Il s'agit d'une passe à bassins successifs à jets de surfaces. Cet aménagement décompose la chute élémentaire de 3,6 m en 12 chutes de 30 cm. Le fond des bassins est muni d'un substrat « evergreen » et d'obstacles noyés permettant le franchissement de l'anguille. Un canal parallèle permet l'arrivée d'un débit d'appoint complémentaire au niveau de l'entrée du 1er bassin, pour augmenter l'attrait de la passe.

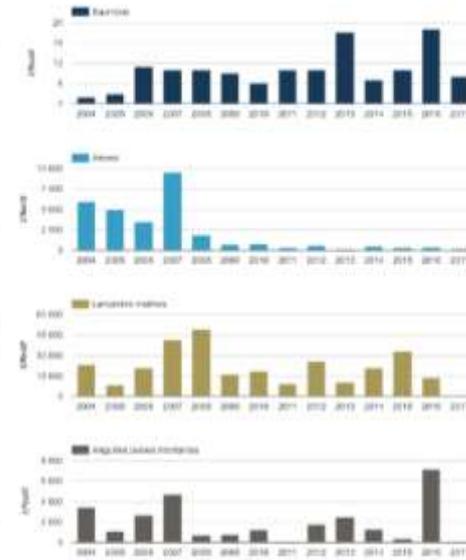


LA STATION DE COMPTAGE

La passe à bassins de Châtellerault a été équipée d'une station de comptage, située à l'amont de la passe, qui est constituée d'un système d'enregistrement vidéo. Elle permet notamment de quantifier, par espèces, le nombre de poissons qui s'engagent vers les parties médianes et amont de la Vienne dans un objectif d'évaluation et de suivi des stocks.



Historique des comptages



TÉLÉCHARGER : TABLEAU DES COMPTAGES À CHÂTELLERAULT PERMANT CSV

Année	Nbre à jour	Saumon	Barbotin	Lamprettes naines	Anguille labiale fémorale	Anguille européenne	Totaux
2004	19/03/2018	1	194	4000	600	4	0
2005	2017	6	171	127	85	6	0
2006	2016	23	407	1460	1134	8	0
2007	2016	16	303	3136	184	1	0
2008	2016	1	400	2100	1400	2	0
2009	2016	21	170	1004	1046	1	0
2010	2016	16	367	2210	1170	5	0
2011	2011	16	351	1716	11	6	0
2012	2010	8	213	1820	120	4	0
2013	2009	4	178	1044	177	1	0

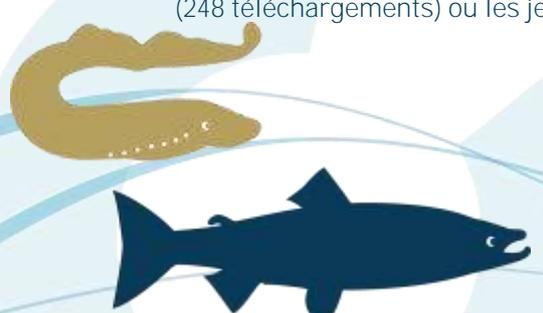
Figure 359 : Graphiques et données présentés sur la page « station de comptage de Châtellerault » du site internet de LOGRAMI (Source : LOGRAMI)

9.3.2.6 Téléchargements

Un total de 83 documents est téléchargeable sur le site web. Les statistiques de téléchargements n'ont pu être obtenues de janvier à fin mars 2018 par le rapport analytique. Pour autant, d'avril à décembre 2018, l'analyse montre 1 998 téléchargements dont 182 concernant l'organigramme de LOGRAMI (9%). L'année 2018 se particularise par une plus grande diversité des téléchargements. Les rapports des deux années antérieures ont été téléchargés 691 fois (35%), les plaquettes actions phares 268 fois (13%) et les données sous format csv (tableur de données) 145 fois (7%). Les cartographies constituent également une source importante de 201 téléchargements (10%).

Toutefois, la mise en ligne des données via Carmen participe probablement à la relative stabilité de ces téléchargements par d'autres possibilités d'accéder à la donnée.

Les outils de communication plus pédagogiques comme l'exposition (142 téléchargements), les posters (248 téléchargements) ou les jeux (121 téléchargements) totalisent donc 26% des téléchargements.



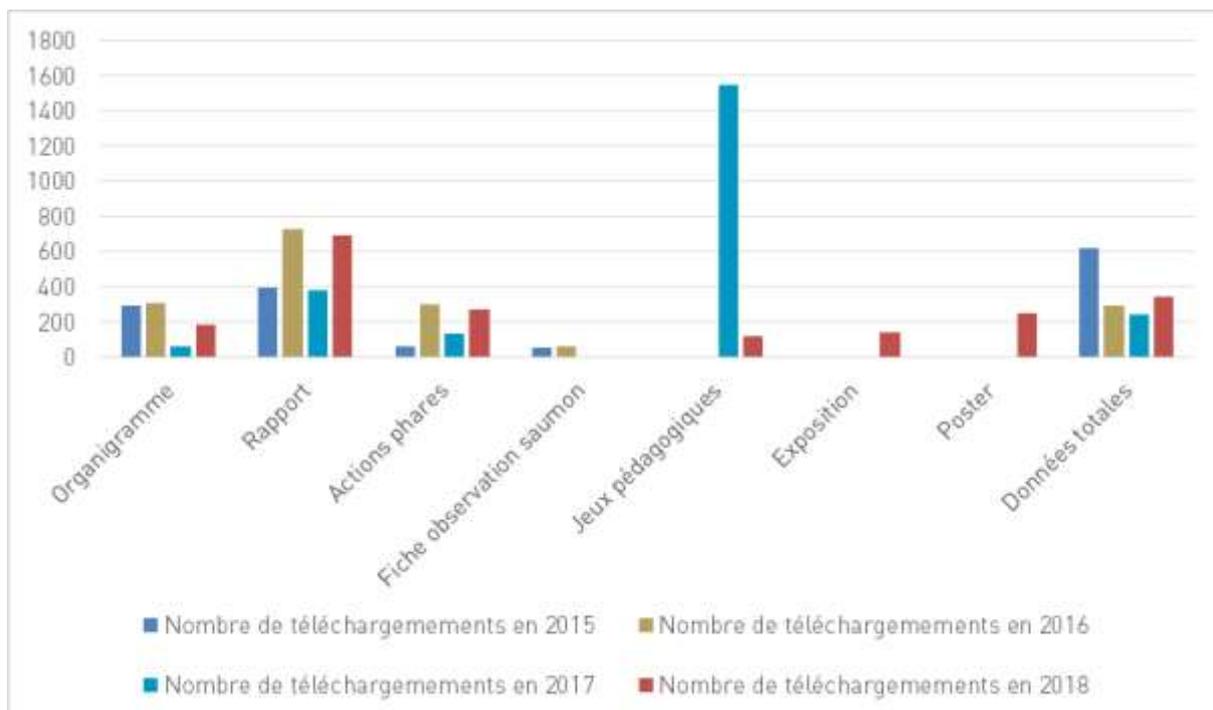


Figure 360 : Nombre de téléchargements par rubrique du site internet de LOGRAMI de 2015 à 2018 (Source : LOGRAMI)

9.3.2.7 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 lorsqu'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.

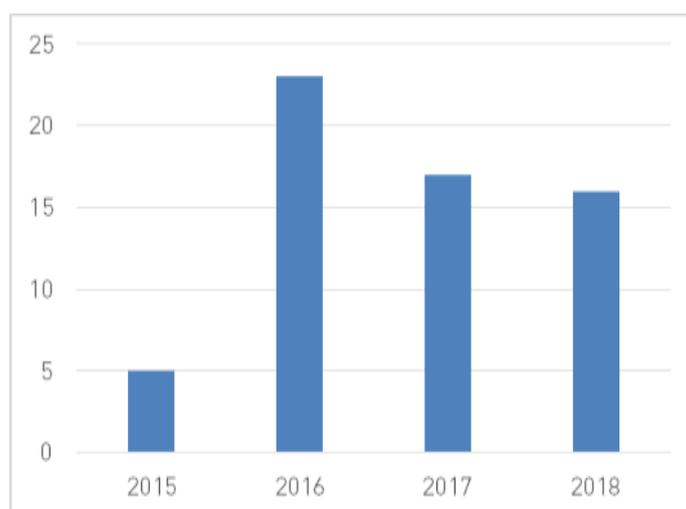


Figure 361 : Nombre d'actualités postées sur le site internet de LOGRAMI de 2015 à 2018 (Source : LOGRAMI)

Ainsi, 16 Logrami Actu' ont été éditées entre janvier et décembre 2018, concernant 368 à 396 destinataires par envoi (381 en moyenne) et en moyenne lue par 51% des destinataires.

9.3.3. 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 362 : Aperçu panoramique des 14 visuels de l'exposition « Grands Migrateurs de Loire »

En 2012 et 2013, les totems ont été doublés hormis les 4 panneaux présentant les sous-bassins Vienne-Creuse et Loire-Allier. Ainsi, **deux jeux d'exposition** sont 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 du 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 2018

Volume des emprunts

L'exposition a été empruntée dans sa version complète ou partielle à 7 reprises en 2018 pour une moyenne de 10 emprunts sur la période 2010-2017.

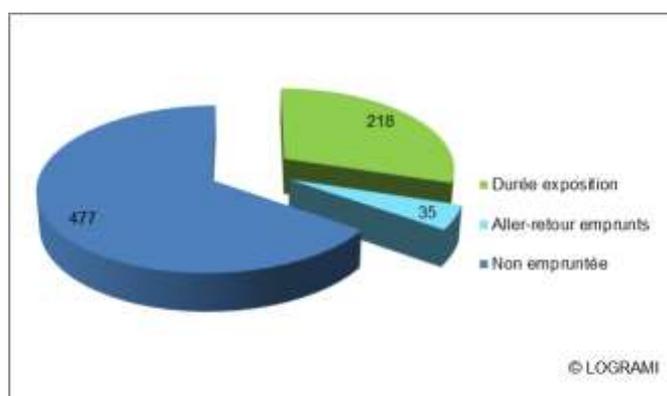


Figure 363 : Nombre de jours d'emprunt et d'exposition au public des deux jeux d'exposition « Grands Migrateurs de Loire » en 2018

L'exposition a été mobilisée sur une durée totale de 253 jours dont 218 d'exposition et 35 jours de temps de transport (Figure 363). Comme les années précédentes, le temps moyen consacré au transport aller-retour est de 5 jours. Le temps d'exposition au public a été plus important que la moyenne 2010-2017 de 197 jours. (Figure 364).

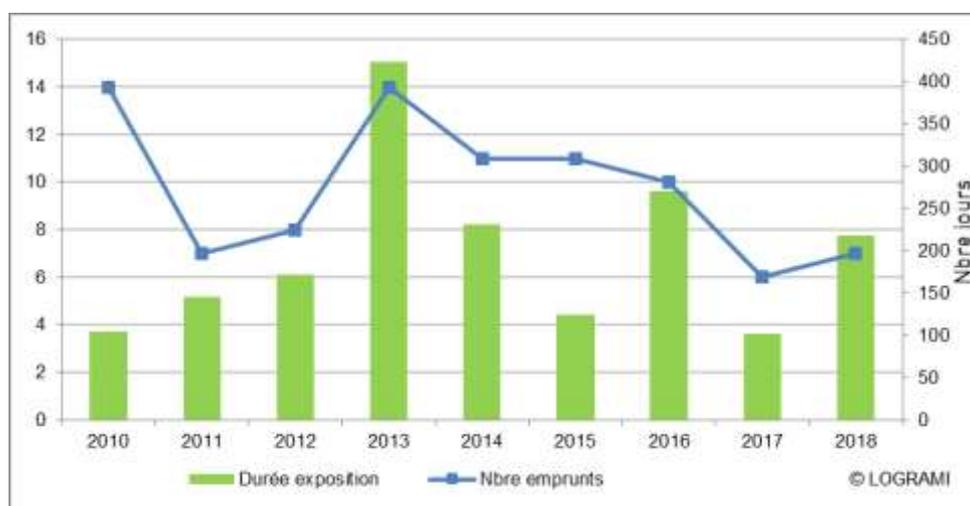


Figure 364 : Durée d'exposition au public et nombre d'emprunts de « Grands Migrateurs de Loire » de 2010 à 2018 (deux jeux d'exposition à partir de 2013)

L'exposition étant modulable, les emprunts ont concerné tout ou partie des visuels. Ainsi, en 2018, les 7 emprunts ont concerné une moyenne de 12 visuels sur une moyenne de 12 visuels disponibles (14 pour un jeu d'exposition et 10 pour le second).

Lieux d'exposition

En 2018, six départements ont accueilli l'exposition, tous situés sur le bassin de la Loire : Indre, Loire, Loire-Atlantique, Loiret, Vendée et Vienne (Figure 365).

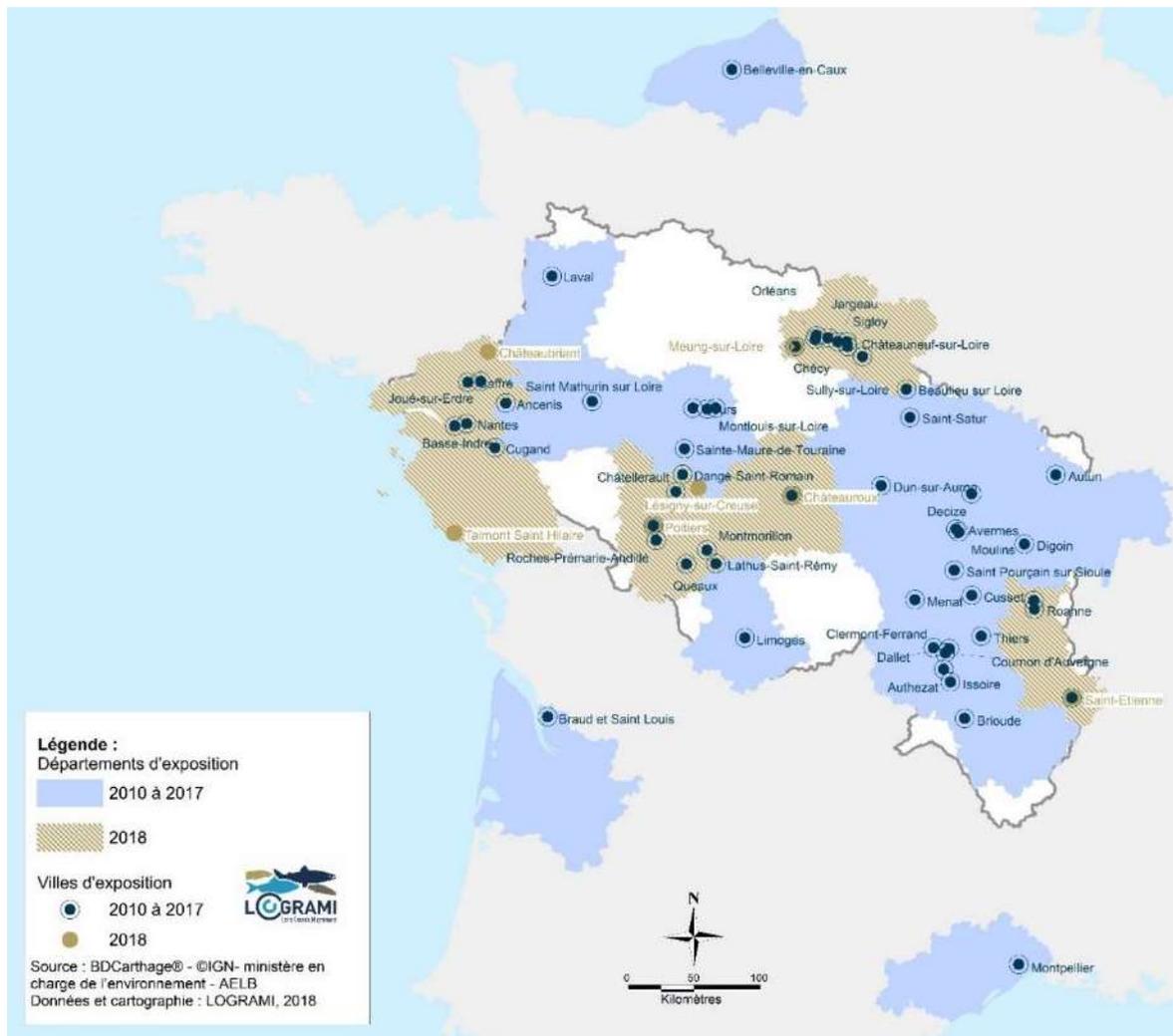


Figure 365 : Localisation des lieux et départements de l'exposition « Grands Migrateurs de Loire » de 2010 à 2018

Durée des expositions

Les expositions ont eu une durée comprise entre 1 et 91 jours. Les emprunts peuvent être répartis selon trois catégories de durées (Figure 366) :

- De 1 à <7 jours : ceux-ci ont représenté 4 % du temps d'exposition au public,
- De 7 à 30 jours (1 semaine à 1 mois) : cette catégorie a mobilisé 4 % du temps d'exposition au public,
- Enfin, les emprunts d'une durée supérieure à 30 jours ont largement dominé avec 92 % du temps total d'exposition au public.

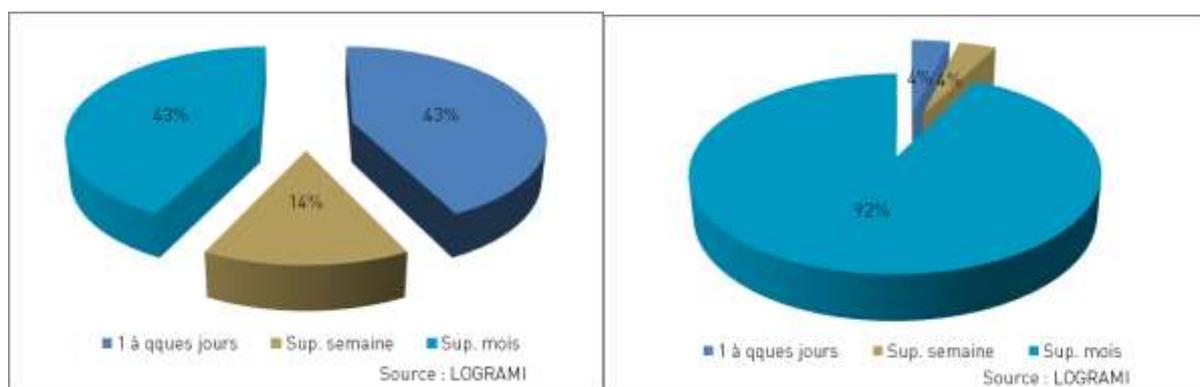


Figure 366 : Répartition des durées d'exposition « Grands Migrateurs de Loire » en 2018, en nombre d'emprunts (à gauche) et en nombre de jours d'exposition au public (à droite)

Concernant le nombre d'emprunts, nous notons une répartition équitable entre les expositions d'une durée supérieure à 1 mois et les expositions de 1 à quelques jours (43 % pour chacune). Le reste des emprunts concerne les expositions de plus d'une semaine (14 % des emprunts) (Figure 366 et Figure 367).

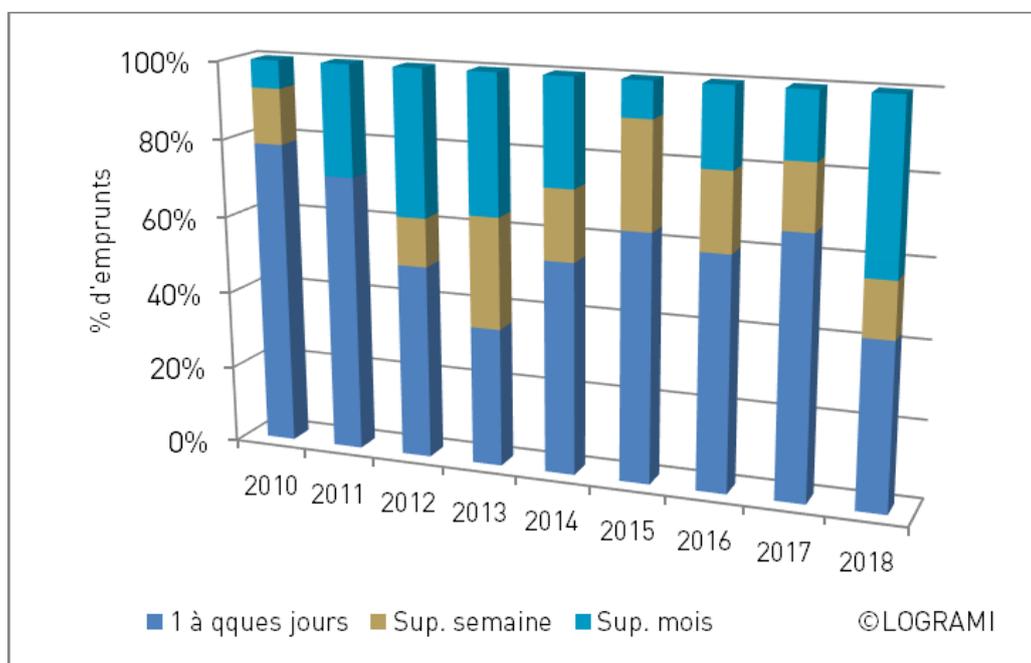


Figure 367 : Evolution de la répartition des emprunts de l'exposition « Grands Migrateurs de Loire » par classe de durée de 2010 à 2018

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 2018, l'exposition a été empruntée pour 3 manifestations de ce type : le Salon de la Pêche de Châteauroux (département 36), la Semaine des Rivières « Rendez-vous au bord des Mauves » (département 45) et la Foire de Béré (département 44).

- Les **expositions à thème** correspondent à des emprunts de plus longue durée. Ces expositions ne visent pas spécifiquement un public averti. Elles ont été au nombre de trois en 2018 : à l'Aquarium du 7^{ème} continent à Talmont Saint Hilaire (département 85), à la Bibliothèque Mose de Lésigny-sur-Creuse (département 86) ainsi qu'à l'Ecopôle du Forez de Saint-Etienne (département 42).
- Les **jours techniques** organisées par des structures ayant trait aux problématiques des cours d'eau du bassin et organisées pour un public technicien et averti. Une journée technique a accueilli l'exposition en 2018, il s'agit de la Journée naturaliste de Vienne Nature à Poitiers (département 86).

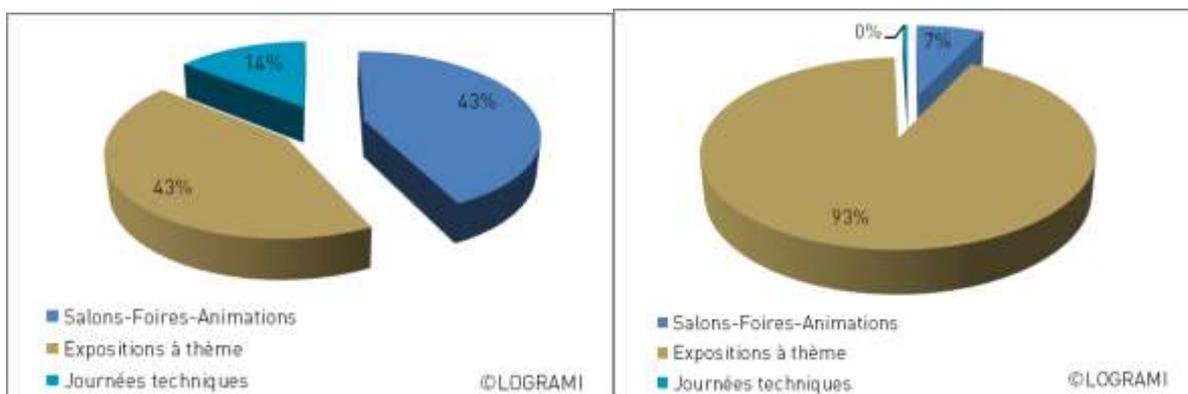


Figure 368 : **Types de manifestations pour lesquelles l'exposition « Grands Migrateurs de Loire » a été empruntée en 2018, en nombre de manifestations (à gauche) et en nombre de jours d'exposition au public (à droite)**

En 2018, les salons et journées d'animations grand public (43 % des emprunts) ainsi que les expositions à thème (43 % des emprunts) ont majoritairement mobilisé l'exposition. En termes de durée de présentation au public, les expositions à thème ont largement dominé avec 93 % du temps d'exposition (202 jours sur un total de 218 jours).



Figure 369 : Exposition « Grands Migrateurs de Loire » dans le cadre de la Semaine des rivières « Rendez-vous au bord des Mâves » en juin 2018 (Source : Communauté de communes de Meung-sur-Loire)

9.3.4. Panneaux

9.3.4.1 Panneaux des stations de comptage

Les stations de comptage sont un outil de suivi majeur des poissons migrateurs. Les dispositifs de comptage constituent un réseau permettant d'analyser géographiquement et temporellement les migrations des différentes espèces de poissons grands migrateurs.

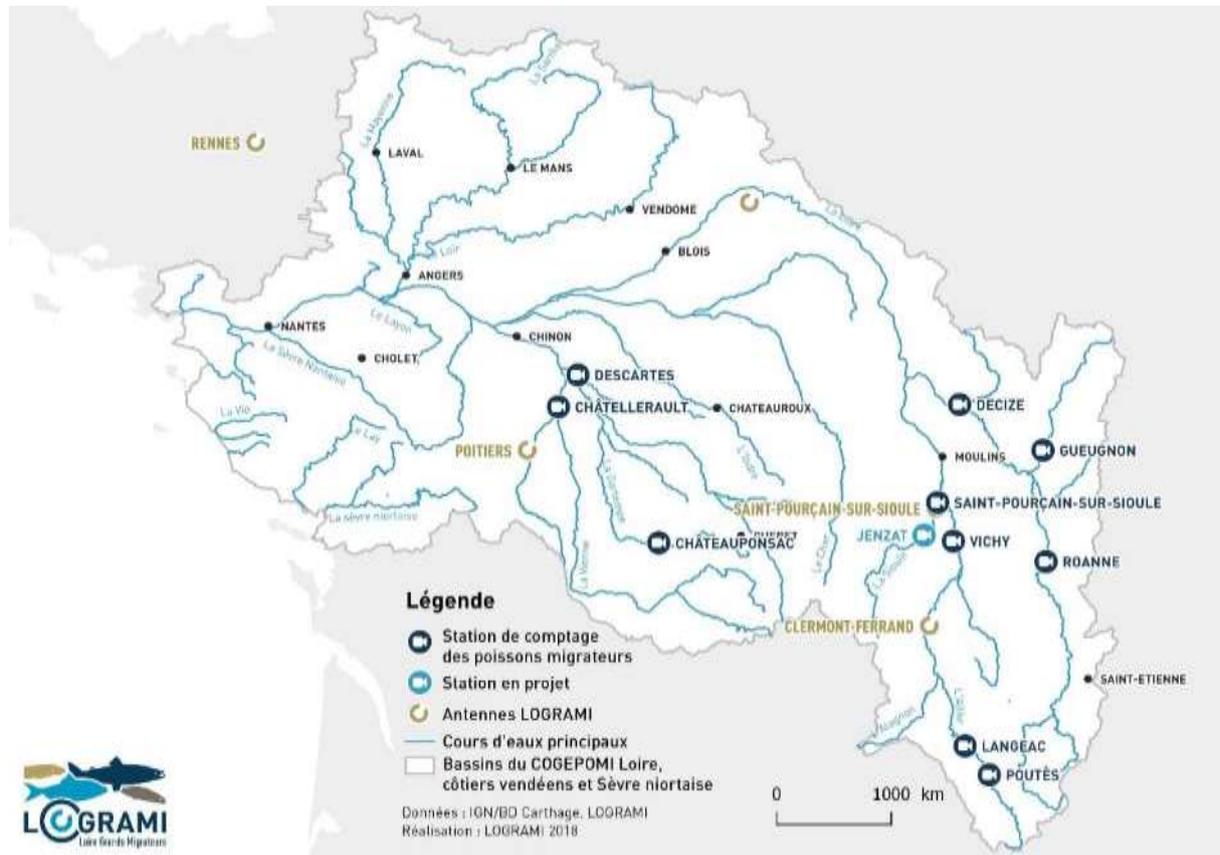


Figure 370 : Implantation des stations de comptage du réseau porté par LOGRAMI en 2018 (Source : LOGRAMI)

Ces sites de suivis du réseau de Logrami font régulièrement l'objet de visites et pour certaines sont constamment fréquentées par du public (Vichy). Nous avons donc réalisé des panneaux présentant le rôle des stations de comptage, leur fonctionnement, les amphihalins que nous observons et le détail de la station de comptage concernée.



Figure 371 : Panneaux sur les différentes stations de comptage du réseau porté par LOGRAMI réalisés en 2018 (Source : LOGRAMI)

Les panneaux ont été imprimés selon les sites sur bache souple ou panneaux extérieurs rigides et installés par les agents de Logrami.





Figure 372 : Photographies de panneaux sur les stations de comptage réalisés et implantés en 2018 (de haut en bas et de gauche à droite : Châtellerault, Saint-Pourçain-sur-Sioule et Vichy) (Source LOGRAMI)

9.3.4.2 Sentiers pédagogiques

Contexte

Le sentier pédagogique favorise le développement de l'attractivité d'un site et permet de sensibiliser le visiteur à sa richesse et à sa préservation. Ce dernier constitue un outil idéal pour valoriser la richesse d'un milieu naturel. La mise en place d'un sentier pédagogique a l'avantage de faire découvrir l'environnement et ses composantes, mais permet également de **sensibiliser les personnes qui le parcourent au respect de ce dernier**. Les sentiers pédagogiques sont en général relativement courts. Les panneaux qui le constituent permettent aux usagers de décrypter les milieux qu'ils traversent en donnant des informations scientifiques, historiques et culturelles.

Au final, le sentier pédagogique réalisé par Logrami est composé de **13 panneaux** apportant une **information graduelle du bassin versant jusqu'aux poissons migrateurs**. La structuration du parcours peut être divisée en 4 thèmes :

- 🌀 La présentation du bassin Loire et de ses affluents, sa biodiversité ou encore le fonctionnement d'un bassin versant et la répartition des poissons le long des cours d'eau.
- 🌀 Les descriptions sur les poissons en général et sur les poissons grands migrateurs décomposés en deux groupes suivant le lieu de leur reproduction.
- 🌀 Les informations sur les actions mises en place pour les poissons : Pourquoi ces poissons sont en difficulté et surtout quelles actions sont possibles pour améliorer leurs conditions de vie ?
- 🌀 Un dernier panneau regroupe les enjeux du maintien de cet écosystème.

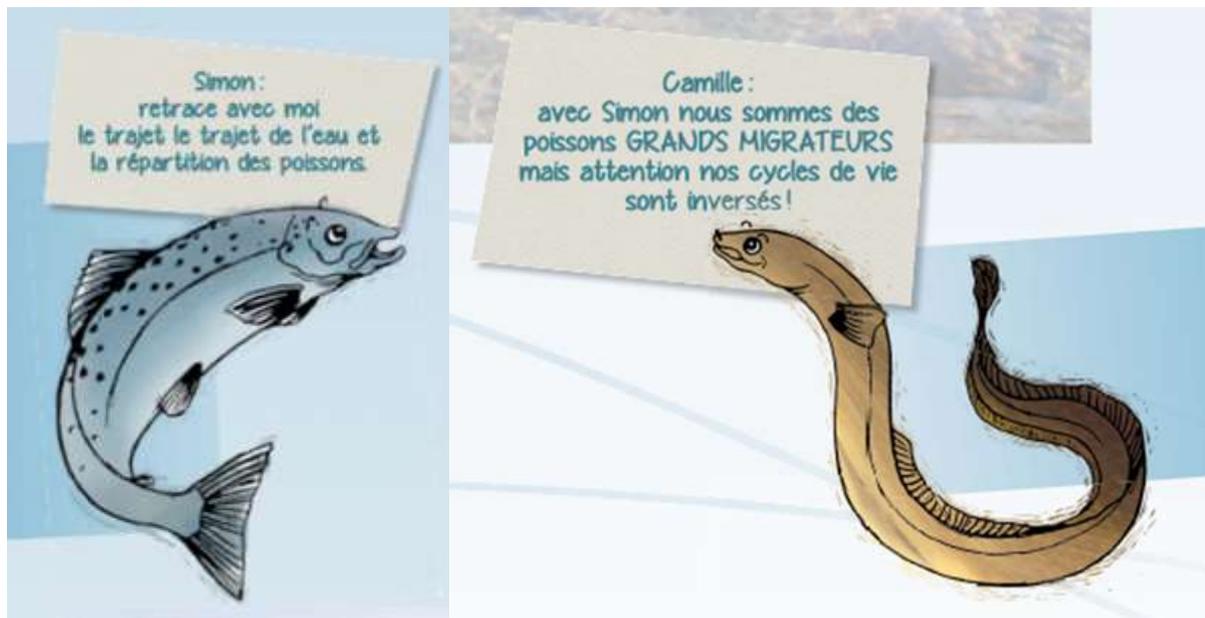
Les panneaux sont ainsi décomposés en :

- 🌀 1 : Panneau d'introduction
- 🌀 2 : La Loire, un fleuve vivant
- 🌀 3 : Biodiversité, espèces remarquables, patrimoine naturel
- 🌀 4 : Bassin versant et répartition des espèces de poissons
- 🌀 5 : Les poissons dans leur milieu naturel
- 🌀 6 : Les poissons grands migrateurs

- 7 : Les migrateurs thalassotoques
- 8 : Les migrateurs potamotoques
- 9 : Les poissons grands migrateurs sous surveillance
- 10 : Les agressions physiques et les solutions
- 11 : Les agressions chimiques et réchauffement de l'eau et les solutions possibles
- 12 : Une passe ? pas si facile...
- 13 : Protéger les cours d'eau est l'affaire de tous !

Afin que l'information soit transmise de façon la plus ludique possible, les panneaux sont déclinés sous forme d'énigmes, de jeux, etc. avec chacun un thème particulier. L'ensemble est cohérent et graduel dans la connaissance.

Deux mascottes dialoguent au sein de chaque panneau. Elles permettent d'introduire les questions et de faire le lien avec les panneaux suivants. Ces deux mascottes permettent des éléments humoristiques afin de garantir une attractivité aux panneaux.



Mises en place des sentiers

L'implantation d'un sentier sur plusieurs communes permet de réaliser des économies d'échelle et donne une cohérence de l'information à la dimension du bassin de la Loire. Un premier sentier a été implanté à Chécly en 2015 en partenariat avec la commune. Un second sentier a été mis en place en 2016 dans le cadre du Plan Loire sur la commune de Châtellerault. La commune de Decize a ensuite mis en œuvre un sentier en 2017 qu'elle a complété par des panneaux sur le patrimoine culturel et bâti (Figure 373).

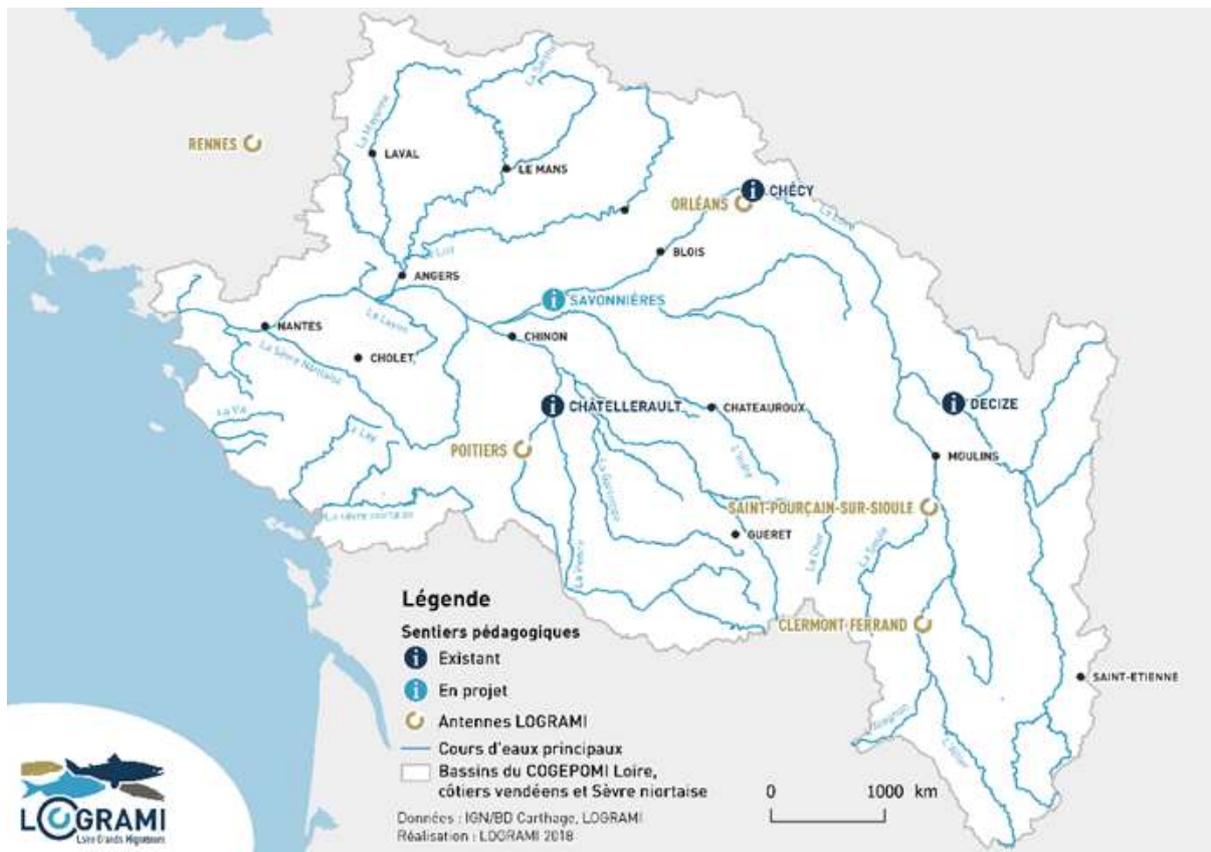
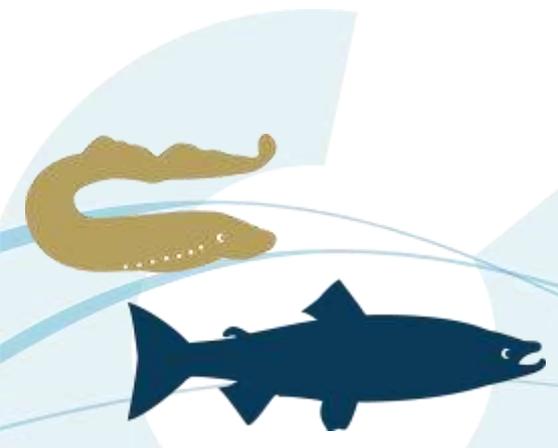


Figure 373 : Cartographie des sentiers pédagogiques autour du bassin de la Loire et des poissons migrateurs existants ou en projet en 2018 (Source LOGRAMI)

En mariant à la fois les techniques pédagogiques et les approches sensibles, les sentiers pédagogiques ont pour objectif de mêler le plaisir de la découverte à la satisfaction de comprendre. Un sentier pédagogique est un parcours en plein air, qui se veut ludique et accessible à tous. Les bornes de découverte ou panneaux donnent quant à eux une information sur l'élément patrimonial rencontré. Enfin, le QR code informe de façon complémentaire sur l'élément étudié.



Figure 374 : Photographies des panneaux du sentier pédagogique de Decize (Source LOGRAMI)



9.4. Conclusion

Depuis quelques années, l'association LOGRAMI a développé des outils de communication et de vulgarisation des données recueillies et de sensibilisation sur les poissons migrateurs du bassin Loire. Ainsi, plusieurs types d'outils et de communications ont été déployés selon l'objectif et le public ciblé.

La valorisation des données sur les poissons migrateurs est réalisée tout d'abord aux niveaux international et national au travers des plans et rapportages. Cela a concerné, par exemple, la transmission de données auprès de l'Organisation de Conservation du Saumon de l'Atlantique Nord ainsi que le Plan de Gestion Français du Saumon. Par ailleurs, les données des stations de comptage sont utilisées dans le cadre d'une thèse en cours sur les périodes de migrations des populations de poissons migrateurs en France et leurs évolutions. Enfin, un groupe de travail réunit les Associations Migrateurs de France afin de développer des outils de bancarisation de la donnée, la réalisation et l'harmonisation des indicateurs qui permettent alors un travail de comparaison des résultats à l'échelle française.

La valorisation des données est également réalisée à l'échelle du bassin de la Loire et des sous-bassins auprès des gestionnaires et acteurs techniques locaux. Cette phase est essentielle puisqu'elle permet une retranscription et une prise en compte des résultats des études sur les poissons migrateurs dans le cadre des différents outils de gestion. Ceci est réalisé, souvent en flux tendu, au sein des différents groupes de travail (PLAGEPOMI, SAGE, Contrats territoriaux, études continuité, Natura 2000, etc). En 2018, outre les nombreuses réponses aux demandes de données ou d'avis, un total de 99 réunions en présentiel ont été assurées par les agents de LOGRAMI. Ces interventions ont également concerné des conférences publiques et des présentations techniques ciblées telles que les visites de stations de comptage.

La plaquette « Actions phares » est destinée à informer un large public d'élus et de techniciens des principaux résultats de l'année précédente. La dernière version a été imprimée et distribuée à 2 300 exemplaires. Elle a également été téléchargée à 268 reprises à partir du site internet.

Le site internet de LOGRAMI a été visité à 49 485 reprises par un total de 23 749 visiteurs dont 48 % de nouveaux. Depuis la mise en ligne complète du nouveau site en 2015, ces statistiques sont stables avec en moyenne 121 visiteurs par jour. Depuis l'adaptation du site internet aux supports mobiles (tablettes, téléphones), le support de visite le plus utilisé reste l'ordinateur avec 65% des visites malgré une montée en puissance du support « téléphone mobile » avec 30 % des visites en 2018. Les modes d'accès au site sont au nombre de quatre (moteurs de recherche, accès directs, liens externes et réseaux sociaux) avec une prédominance des moteurs de recherche. Les réseaux sociaux ont tendance à être de plus en plus utilisés via le partage par des pages de certains internautes. Les trois pages les plus vues sont celles des stations de comptage, la page d'accueil ainsi que la rubrique « sensibilisation ». Quant aux téléchargements, ils concernent en priorité les données, la rubrique « rapports » ainsi que la plaquette Actions phares.

Afin de répondre à une demande assez constante d'emprunts, l'exposition « Grands Migrateurs de Loire » est disponible sous la forme de deux ensembles de panneaux depuis 2013, pouvant ainsi être présentés de façon simultanée en deux lieux différents. En 2018, l'exposition « Grands Migrateurs de Loire » a été empruntée à 7 reprises, soit un peu moins que la moyenne observée au cours des huit années précédentes. En revanche, la durée d'exposition en 2018 a dépassé la durée moyenne sur la

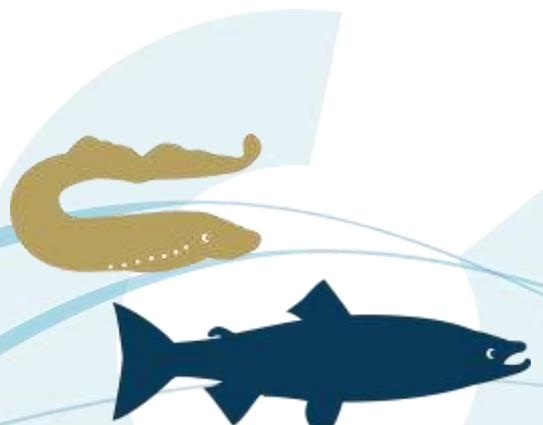


période 2010-2017 (soit 218 jours contre 197). Au cours de l'année, elle a été visible dans six départements différents, tous situés dans le bassin de la Loire. Les durées d'exposition au public ont varié de 1 à 91 jours. Trois emprunts de longue durée pour des expositions à thème ont mobilisé de façon très importante l'exposition, totalisant 202 jours de présentation au public sur un total de 218.

Chaque année, l'effort de communication des données scientifiques autant que de sensibilisation du public est un volet important du recueil des données biologiques sur les poissons migrateurs par LOGRAMI au travers du porter à connaissance des résultats des études. Ceci grâce aux supports permanents tels que le site internet, qui s'enrichit d'année en année, mais aussi à la représentation dans les instances de gestion et la communication des données, du niveau international au niveau local.

En 2018, des panneaux présentant les stations de comptage, leurs rôles et fonctionnement, les espèces amphihalines ainsi qu'un focus par station de comptage ont été réalisés. Imprimés sur bâches souples ou panneaux rigides afin d'être implantés en extérieur ou bien en intérieur selon le besoin, ils sont déclinés par station.

Les sentiers pédagogiques sont disposés le long des cours de la Vienne et de la Loire. Ils permettent aux promeneurs de prendre conscience du patrimoine aquatique présent et invite à la préservation des espèces et des milieux. La mise à disposition des fichiers sources permet aux communes qui le désirent d'implanter ce sentier à faible coût.



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. Synthèse du bassin Loire

Le bassin versant de la Loire offre aujourd'hui 24% des surfaces productives accessibles aux poissons migrateurs comparativement au 18^{ième} siècle. Force est de constater que la restauration engagée sur ces territoires en faveur des poissons migrateurs ne représente donc qu'à peine un quart de la capacité productive initiale.

Il existe sur le bassin de la Loire environ 23 700 ouvrages référencés (Sources ROE mai 2019) dont certains sont ruinés ou arasés. Certaines portions d'axes jalonnées d'ouvrages sont aujourd'hui complètement inaccessibles pour les poissons migrateurs. In fine, sur le réseau des grands axes ligériens actuellement accessibles pour les poissons grands migrateurs, 730 ouvrages sont suivis avec une attention particulière. Aujourd'hui l'assemblage de la connaissance des ouvrages et l'expertise de l'AFB ne permet pas de statuer sur leur niveau d'impact pour près d'un tiers. Pour un petit nombre (4%), il est possible de dire que la continuité écologique a été restaurée de façon suffisante avec un équipement et 1% par gestion. Parmi les ouvrages qui ne posent pas ou plus de problème de continuité, les plus nombreux sont ceux qui n'ont plus d'usage et qui sont devenus quasiment transparents pour les poissons migrateurs sous l'effet des crues, notamment pour le saumon et l'anguille (ruinés ou très détériorés). C'est le cas pour 1/4 des ouvrages recensés. Par ailleurs, il reste au moins un tiers des ouvrages qui nécessitent une intervention pour assurer la continuité (source AFB coordination de bassin Loire-Bretagne). En outre, il ne faut pas oublier qu'un seul dispositif mal conçu dimensionné ou entretenu est susceptible de condamner la colonisation d'un axe entier, il s'agit donc d'être vigilant sur la rugosité du parcours dans son ensemble et sur la situation de chaque ouvrage en termes d'enjeux de continuité et de niveaux d'exigences.

En 2018, aucune amélioration en faveur de la colonisation de l'axe Gartempe n'a été engagée. Il existe 15 centrales hydro-électriques en fonctionnement et seules trois d'entre elles sont équipées à la dévalaison. Les suivis des smolts réalisés sur ces dispositifs comparativement à deux ouvrages non équipés révèlent la marge de progression possible sur ce bassin. En effet, les temps de passage des smolts ayant franchi les ouvrages varient entre 25 et 41 min au niveau des ouvrages équipés et vont jusqu'à 2h36 sur un ouvrage non équipé. Un temps moyen de 25 min est cependant observé au niveau d'un ouvrage non équipé de système de dévalaison mais comportant des grilles à enfers supérieurs à 7 cm, grilles qui ne constituent pas une barrière comportementale pour le passage dans les turbines. Ajoutés à cette perte de temps, 31 % des smolts réalisent de nombreux allers-retours jusqu'à plus de 5 jours au droit d'une usine non équipée de système de dévalaison. Les chances de survies sont drastiquement différentes selon l'équipement ou non avec 62 à 73 % des passages par les turbines contre 14 à 19 % lorsqu'il y a des grilles fines et une goulotte. Un important travail d'équipement reste donc à réaliser sur cet axe.

Sur l'axe Loire-Allier dans son ensemble, 18 ouvrages jalonnent le parcours des poissons. Des aménagements ont été effectués ces dernières années avec le seuil de la Madeleine en 2016, le seuil de l'autoroute A89 en 2017. Aucun travail n'a été engagé en 2018. Le projet d'aménagement de l'ouvrage de Poutès est toujours en discussion. Le parcours est encore difficile à la montaison et tous les ouvrages ne sont pas équipés pour la dévalaison.

Sur la Sioule des avancées en matière de continuité sont à souligner en 2016 et 2017 (Usine de Moulin Breland, Usine du Moulin de la Ville, Usine de la Carmone, Usine du Moulin d'Entremiolles). Le seuil de



L'Usine de Neuval situé à environ 20 km en amont de l'Usine du Moulin d'Entremiolles a été aménagé en 2018. Deux nouveaux dispositifs de franchissement y ont été réalisés, soit une passe à bassins sur chaque rive. La mesure de la continuité sera donc engagée par LOGRAMI prochainement sur cet axe comparativement à l'année 2012 où un radio pistage a été effectué. Cette mesure pourrait comprendre la montaison et la dévalaison car un nombre conséquent de centrales hydro électriques jalonnent le parcours à la dévalaison.

Sur l'Alagnon, le parcours se complique dès les 30 premiers kilomètres en amont de la confluence avec l'Allier en raison d'une difficulté de franchissement de l'ouvrage de Chambezou ; ce dernier conditionne clairement l'avenir du saumon sur l'axe.

Ces accrocs sur le parcours des poissons migrateurs se traduisent par des taux de transfert faibles des saumons, de l'aval des axes vers l'amont. Les pertes en ligne sont insoutenables pour l'espèce puisqu'elles s'appliquent avant la reproduction. Ainsi, de la confluence de l'axe à l'amont, seulement :

- 2% +/-14 des saumons atteignent l'amont de la Gartempe (données depuis 2007),
- 34% +/-10 atteignent la Loire amont avec une répartition de 4%+/-3 sur la Loire en aval de Villerest et 30%+/-7 vers l'Arroux mais une perte de 66% des effectifs (données depuis 2012),
- 25%+/-7 des saumons atteignent la zone refuge de l'Allier à Langeac (données depuis 2004) et 12%+/-7 les meilleurs secteurs en amont de Poutès (données depuis 1998) mais cet axe offre des secteurs de reproduction notamment en aval et sur l'Alagnon.

Sur l'axe Allier, les retards moyens accumulés par le franchissement des ouvrages sont de 34 jours (radiopistage 2009) et engendrent une mortalité estivale plus importante des saumons restés sur les zones aval. La migration est alors essentiellement automnale en amont alors qu'elle devrait être à 90% printanière.

La problématique des ouvrages est renforcée par l'hydrologie difficile ces dernières années. En effet, il existe une relation forte entre l'indice hydrologique au printemps et à l'automne d'un côté et la répartition des frayères et la capacité de dévalaison des smolts de l'autre. Ainsi, depuis 2009 l'hydrologie défavorable à la migration anadrome entraîne une localisation basse des fronts de migration et des frayères parfois réalisées dans des conditions à la limite de tolérance du saumon.

La dévalaison a été favorisée en 2008, 2009, 2013 et 2018. Elle est en partie responsable des bons retours de saumons des années 2015 et 2016. A contrario, l'année 2011 montre un déficit marqué de l'hydrologie entraînant des remontées faibles en 2013 et 2014.

10.2. Connaissance par axe migratoire

10.2.1. La Loire Amont

La Loire amont est le secteur qui a été le plus amputé des potentialités d'accueil notamment avec le barrage de Villerest qui interdit l'accès aux zones de frayères historiques. Les habitats d'accueil du saumon y représentent aujourd'hui 3,5 % du bassin versant de la Loire. Cet axe migratoire ne bénéficie que de 1 % de migration de saumons et les effectifs maximum dénombrés sont de 40 en 1999 et 2015.

Le taux de transfert des saumons vers l'Arroux est de l'ordre de 30% +/- 7, soit 3 poissons, et 4%+/-3 soit un à deux poissons de temps en temps à Roanne en aval de Villerest. Ce qui signifie que 66% des saumons se perdent entre la confluence avec l'Allier et les zones de reproduction.

Les déversements sur cet axe représentent 8% des effectifs annuels.

Cet axe accueillait entre 12 000 et 15 000 aloses de 2004 à 2007 mais les effectifs se sont effondrés pour atteindre 400 en moyenne depuis lors. La part des aloses observées sur cet axe représentait alors 36% des effectifs du bassin mais celle-ci est tombée à moins de 20% cette dernière décade. La raréfaction



de l'espèce est également visualisée en deçà de Decize avec une désertion des frayères de référence ces dernières années.

Les lamproies marines, représentant 5 000 individus il y a une dizaine d'années (1998 à 2008), sont actuellement quasiment absentes.

10.2.2. Le bassin Vienne-Creuse

L'axe Gartempe représente 13,5% des potentialités d'accueil du saumon. Avec la Creuse aval, cette zone représente le seul axe restant sur le bassin Vienne pouvant accueillir du saumon. Les parties amont de la Vienne sont aujourd'hui inaccessibles mais représentaient 1/5^{ème} des potentialités historiques. En moyenne, 11% des saumons s'orientent vers l'axe Creuse représentant en moyenne 90 poissons sur la période 2007-2018. Nous constatons une progression sur cet axe avec 110 saumons depuis 2011 en moyenne.

Le parcours sur la Creuse-Gartempe est jalonné de 45 seuils assez difficilement franchissables sur les 119 existants ayant pour conséquence l'arrivée sur zone de frayères d'une dizaine d'individus seulement.

Ce sous bassin se particularise par la présence d'une population de poissons de 1 an de mer en complément des 2 et 3 ans de mer. Certains saumons, de l'ordre d'une dizaine à Châtellerault, se dirigent à la porte fermée de l'accès aux zones de frayères de la Vienne. Ils correspondent à des poissons erratiques souhaitant explorer ces zones amont aujourd'hui inaccessibles.

La recherche d'alevins natifs montre que la reproduction peut être effective mais reste encore marginale. La production native de la Gartempe est donc aujourd'hui très restreinte. Pour autant, les taux de survie de l'œuf à l'éclosion sur la Creuse (33%) et la Gartempe (40 à 46%) démontrent la capacité de réalisation d'une partie du cycle de vie sur cet axe. Les taux d'implantation des alevins déversés de 4,9% montrent les progrès à réaliser en termes d'accueil des alevins. Le secteur en aval de l'axe apparaît de moindre qualité pour la production de juvéniles. Ce taux d'implantation augmente entre la période 2008-2018 comparativement à 1999-2007 démontrant qu'il existe une marge de progression liée à la qualité des alevins déversés. Aujourd'hui, l'axe produit environ 3,9 individus pour 100 m² soit 12 600 tacons. Cependant, 1/3^e des habitats disponibles fait aujourd'hui l'objet d'accueil d'alevins déversés totalisant 130 000 alevins pour l'ensemble du programme (16% des alevins du programme de déversement). Le taux de retour des alevins nourris déversés est de 5 saumons pour 10 000 alevins.

A contrario, le taux de retour des smolts déversés y est plus élevé que sur l'axe Allier avec 9 saumons de retour pour 10 000 smolts déversés et ils représentent 1/3^e des remontées de géniteurs. L'étude de ce stade met en évidence que les chances de retour sont liés à l'hydrologie au moment de la dévalaison et l'évitement du passage par les turbines.

La Creuse accueille aujourd'hui une part croissante d'aloses par rapport au bassin versant passant de 60% à près de 70% des effectifs du bassin Loire ces dernières années. La Vienne à Châtellerault en dénombre en moyenne 15% supplémentaires. Dans un contexte de raréfaction de l'espèce, les effectifs concentrés sur ces zones représentent donc un enjeu majeur pour sa survie.

Ce constat est encore plus notable pour la lamproie marine qui est répartie sur la Creuse (55%) et la Vienne (45%) et a régressé drastiquement sur les zones en amont de la Loire. Ainsi depuis 2007, l'enjeu de sauvegarde de l'espèce est territorialisé sur le bassin de la Vienne.

L'axe se particularise par l'accueil d'une population d'anguille avec en moyenne près de 2 000 anguilles en montaison comptabilisées à Châtellerault. Celles-ci présentent des tailles centrées sur 30 cm montrant qu'elles sont en phase de colonisation.

De même, les mulots porcs semblent privilégier cet axe proche de la mer avec près de 600 individus à Descartes et 200 ces dernières années à Châtellerault.

10.2.3. La Sioule

L'axe Sioule représente 9% des habitats d'accueil du saumon aujourd'hui et bénéficie de 6 à 7% des effectifs de géniteurs en migration de montaison comptabilisant entre 35 et 55 saumons à l'usine de Moulin Breland en aval de l'axe et probablement autant ne sont pas comptabilisés. En effet, au-dessus de 40 m³/s, aucun poisson ne passe par l'usine où se trouve la station de comptage mais le passage se ferait par l'autre rive. En moyenne, 14+/- 7% des frayères de saumons sont annuellement comptabilisées sur la Sioule ce qui représente entre 10 et 130 frayères par an.

La zone en aval d'Ebreuil présente en général des températures estivales à la limite de tolérance du saumon et y sont comptabilisées des frayères lorsque l'année est caractérisée par un été relativement froid, comme en 2004 ou 2017. Certaines années, comme en 2018, des saumons dévalent la Sioule en période estivale afin d'espérer trouver des eaux plus fraîches sur l'Allier. En 2015, les températures étaient très élevées dans la zone aval et aucune frayère n'a alors été dénombrée.

Malgré tout, ce bassin présente des amplitudes thermiques moindres du fait des lâchures d'eaux par le fond du barrage de Queuille en été où la thermie est moindre. Cependant, le régime artificialisé de la Sioule liée à un système de type « éclusée » engendre la perte d'une partie conséquente de la production d'alevins certaines années. Ce processus est d'autant plus marqué que l'indice d'éclusée est important engendrant que 2 années sur 6 seulement la Sioule produit plus de 700 individus par frayère. L'implantation moyenne des alevins est de 26%, ce qui est perfectible.

L'installation de la nouvelle station de comptage depuis 2017 et l'année 2018 ont révélé que la Sioule était également fréquentée par l'aloise.

10.2.4. L'Allier

Ce bassin versant représente 68,3% de la capacité d'accueil du bassin Loire pour le saumon. Il bénéficie d'un apport de 82% en moyenne des géniteurs en migration anadrome soit 608+/-216 saumons. Depuis 2011, la moyenne est remontée à 727+/-182 saumons. L'effectif maximum dénombré à ce jour est de 1238 en 2003 et l'effectif minimum de 227 en 2010.

Cet axe migratoire n'est pratiquement pas fréquenté par les saumons de 1 an de mer. La population montre alors une proportion marquée de 2 et 3 ans de mer qui la distingue des autres populations de saumons français. Contrairement à la logique, les 3 ans de mer sont moins nombreux au printemps dans les zones en amont de Poutès révélant que ces gros poissons ont plus de difficulté à emprunter l'ascenseur que les plus jeunes de 2 ans. Ce phénomène est d'autant plus marqué qu'il n'y a pas de déversement au barrage et que le débit dans le vieil Allier est situé entre 0,5 et 2,5 m³/s.

Nous observons une intensification des remontées lorsque les eaux dépassent les 7°C et cela jusqu'à 17°C maximum, température qui stoppe la migration de montaison en arrêt estival. Les poissons reprennent alors leur migration aux premières crues d'automne.

Les effectifs de saumons sont alors plus modestes à l'entrée de la zone refuge avec en moyenne 147+/-58 saumons à Langeac et 54+/-35 à Poutès. Cette perte en ligne est liée à la rugosité du parcours avec près de 34 jours perdus à franchir les obstacles (radiopistage 2009), une mortalité estivale de 39% et une reproduction en aval plus marquée ces dernières années. Les saumons nécessitent 126 jours d'amplitude migratoire active (60 au printemps et 66 en automne) pour franchir Poutès ce qui laisse présager que la mesure de 91 jours de transparence prévue avec le nouvel aménagement, même idéalement située, ne couvrira que 72% de la migration actuelle.

10.2.4.1 Axe Allier

Concernant le saumon atlantique, l'axe Allier comptabilise 33,3% des habitats de l'ensemble du bassin de la Loire et 43 % des habitats du sous-bassin Allier. La description des secteurs aval S4 et S5 a permis



de mettre à jour que les bras secondaires interviennent dans la **capacité d'accueil**. Les surfaces ainsi remises à jour montrent une capacité productive intéressante sur ces secteurs malgré des pertes d'habitat par ennoisement par les cinq ouvrages.

L'axe Allier héberge **73% des frayères en moyenne**, soit 280, avec des maximales à 400 en 2012 et 350 en 2015. Le nombre de frayères est lié au nombre de géniteurs (révélant une relation stock/recrutement). De même, il existe une relation marquée entre le débit moyen journalier entre septembre et novembre et la localisation des frayères sur l'axe. Ces débits sont faibles depuis 2009 expliquant pour une grande part la répartition très en aval des frayères sur les secteurs S5 et S4. Le nombre moyen de frayères par secteur sur 11 années est de 123 sur les secteurs aval alevinés, 90 sur la portion de 30 km entre Langeac et Poutès et 70 frayères en amont de Poutès.

Le rapport nombre de frayères comparé aux géniteurs en migration est d'environ **0,53** sur l'Allier en général mais de **0,85** au-dessus de Poutès.

La survie sous graviers varie de 57 à 76% selon les secteurs avec de meilleurs taux en amont de Poutès. L'Allier reçoit aujourd'hui **76% des alevins du programme de déversement**. L'implantation globale des alevins déversés est estimée à 36% mais elle comprend la reproduction naturelle effectuée sur les mêmes secteurs. Si nous considérons la reproduction naturelle nulle sur le secteur S5 le plus aval, cette implantation équivaut à celle de la Sioule avec 24%.

Une relation entre les frayères et les tacons peut être établie avec en moyenne 800 individus 0+ par frayère. L'Allier produit **64% des tacons du bassin de l'Allier** dont 25% de natifs et 39% constitué d'un mixte déversés et natifs de la zone aval.

Concernant les autres espèces, l'axe Allier accueillait **3 % des aloses** mais cette proportion n'est plus que de **1 %** actuellement. Le maximum d'individus dénombrés à Vichy a été de 3064 aloses. Nous comptabilisons depuis 2011 environ 19+/-20 aloses par an.

De la même façon, très peu de lamproies sont comptabilisées depuis 2006. Le nombre maximum dénombré a été de 3230 en 2004 mais aucune lamproie n'a été vue depuis 2014.

Des mulets porcs ont été dénombrés à Vichy montrant que cette espèce est en capacité de remonter les fleuves jusqu'à 650 km de la mer.

10.2.4.2 La Dore

Premier affluent de l'Allier, cet axe est en capacité d'accueillir des saumons avec **7,8% des surfaces productives du bassin Loire**. Aucune station de comptage n'est disposée sur cet axe, nous ne connaissons pas le nombre de géniteurs le fréquentant. Cependant, le comptage de 1 à 11 frayères par an atteste de la reproduction naturelle sur cet axe. Les résultats du radiopistage de 2019 montrent qu'au moins un saumon sur la vingtaine marquée a cherché à remonter sur cet axe.

Les survies sous graviers de l'œuf à l'éclosion y sont excellentes (**76%**) de même que jusqu'à l'émergence (**24%**). Des alevins natifs ont été échantillonnés mais des problèmes de mortalité des alevins en été engendrent des résultats très décevants en termes de production de tacons.

L'axe est jalonné d'ouvrages dont le barrage de Sauviat qui semble faire la frontière en termes d'abondance des alevins. La présence d'hydro-électricité et le manque d'équipements à la dévalaison sont également des paramètres déterminants à traiter si nous souhaitons garantir une production de smolts sur cet axe.

10.2.4.3 L'Alagnon

Cet autre affluent de l'Allier totalise **10,1%** de la capacité d'accueil du saumon du bassin de la Loire. En absence de station de comptage sur cet axe nous ne savons pas quels sont les effectifs de saumons



en migration mais les résultats de radiopistage montrent qu'un quart des géniteurs suivis (6 sur 22 saumons) s'engagent sur cet axe. Les frayères observées représentent en moyenne 11,7% des frayères du bassin versant mais jusqu'à 21,5% en 2017. La colonisation est effectuée sur les 31 premiers kilomètres jusqu'à Massiac. Chaque année, les conditions hydrologiques au niveau du barrage de Chambezou conditionnent l'accès aux zones amont. Ainsi, la répartition des frayères est liée au débit d'automne avec un pourcentage en deçà de Chambezou proportionnel aux mesures de débit de septembre à novembre. Depuis 2011, 70% des frayères sont en deçà de l'ouvrage.

Les saumons dans l'incapacité de franchir l'ouvrage se replient sur le Béal de l'Alagnon où une cinquantaine de frayères sont comptées par an en moyenne.

Les survies sous graviers varient de 30 à 71% selon les années, chiffres dont les explications nécessitent encore des investigations. Le Béal de l'Alagnon (bras court-circuité de l'ouvrage de Chambezou) montre une survie deux fois moindre que l'axe Alagnon. Même s'il présente près de 12 000 m² de surface productive, l'ensemble des résultats souligne la piètre qualité d'habitat de ce bras.

Depuis 2017, cet axe n'accueille plus aucun alevin déversé. Parmi les 100 000 alevins natifs produits par le bassin de l'Allier, 13% seraient actuellement issus de l'Alagnon. Les remontées de géniteurs doivent donc être optimisées afin de permettre à cet axe de produire à sa juste valeur. Le nombre encourageant de frayères en 2017 a cependant été mis à mal par une crue hivernale qui a engendré une faible production d'alevins en 2018. Cet axe migratoire en gestion patrimoniale doit être suivi avec attention afin de garantir un accompagnement maximal vers l'autonomie de production. En ce sens, l'aménagement à la montaison et à la dévalaison des premiers ouvrages et de Chambezou sont susceptibles de modifier fondamentalement l'avenir de ce bassin.

10.2.4.4 Affluents de l'Allier

De nouvelles investigations sur les affluents (Chapeauroux, Couze(s), Sénouire, Desges) ont permis de mettre en lumière le rôle qu'ils sont en capacité de jouer au regard de la population de saumon. Ainsi, ils totalisent 17,1% des habitats potentiels d'accueil des saumons.

Les suivis de température montrent que ces affluents sont un repli potentiel en période estivale avec parfois jusqu'à 7°C d'écart de température avec l'axe Allier.

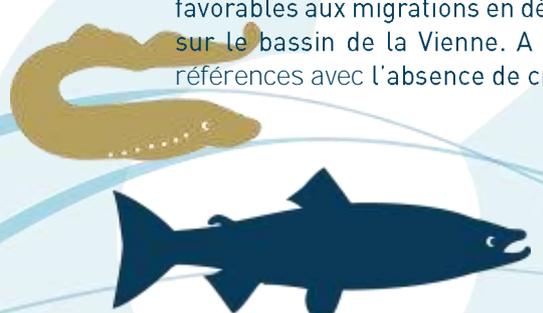
Certains d'entre eux accueillent régulièrement des frayères de saumons sur les premiers kilomètres accessibles et des tacons natifs ont été échantillonnés. Ces affluents sont donc en capacité de produire des individus mais le parcours à la montaison et en moindre mesure à la dévalaison n'est pas assuré.

Depuis peu, des alevinages ont été réalisés sur ces affluents en quantité faible. Les résultats 2018 montrent que les taux d'implantation de 34 à 79 % (entre les alevins déversés au printemps et les tacons d'automne) sont les meilleurs du bassin.

Ces affluents sont donc prometteurs non seulement pour un refuge estival mais également en complément de production de l'axe Allier.

10.3. Synthèse de l'année 2018

L'année 2018 se caractérise par un hiver pluvieux selon les chroniques hydrologiques de référence de janvier à mars avec 5 crues en janvier, février, mars et juin de l'ordre de 1660 à 3190 m³/s sur l'axe majeur Loire mais aucune crue en mars et juin sur le secteur de la Gartempe. Les débits d'étiage en juillet et août sont en dessous des références. L'axe Allier est moins touché en raison d'un soutien d'étiage de Naussac sur cette période. Globalement, l'année 2018 se particularise par des débits favorables aux migrations en début d'année mais une période d'étiage longue et marquée, en particulier sur le bassin de la Vienne. A l'automne, les débits moyens mensuels sont deux fois inférieurs aux références avec l'absence de crue automnale en faveur de la reprise migratoire des saumons. Un petit



coup d'eau intervient en fin d'année en décembre ayant pour seul avantage de nettoyer les fonds pour la reproduction du saumon mais trop tardif pour faciliter l'attrait vers les zones en amont.

Concernant les températures, l'amplitude maximale observée est de 1,7 à 28,4°C soit 26,7°C mais la Loire amont à Roanne et la Sioule montrent de plus faibles amplitudes en raison d'un lâcher par le fond des grands barrages où la température de l'eau est plus fraîche. L'axe Creuse à Descartes est le seul ayant montré des températures en limite de tolérance du saumon avec 25 jours à plus de 25°C. S'il n'y a pas de juvéniles dans le secteur, ces températures ont pu impacté la migration des saumons de « 1 an » de mer. Les températures en juillet, août et décembre sont au-dessus des références avec près de 3°C de plus en juillet sur l'Allier. La Dore échappe à ce constat en juillet avec des lâchures d'eau froide. A l'inverse, la Gartempe montre en novembre des températures plus froides de 2,1°C par rapport aux références.

L'ensemble des conditions climatiques exacerbant les difficultés de parcours, les résultats des suivis montrent une colonisation très aval des axes pour l'ensemble des espèces migratrices. Le réseau de stations souligne cependant en 2018 la présence de l'alose très en amont avec des individus comptés à Roanne sur la Loire et Moulin Breland sur la Sioule pour la première fois grâce à la mise en place de la nouvelle station. Sur le Cher, il n'y a pas eu de recherche spécifique concernant l'alose. Des nids de lamproie marine ont par contre été observés sur les premiers kilomètres aval. Les aloses ont montré également des amplitudes de migration supérieures aux années de suivis antérieurs avec 65 jours contre 48 en moyenne à Descartes par exemple ou 47 contre 27 à Decize. Le pic maximum d'individus en une journée a été de 120 individus et 25 à 30% des effectifs sont passés en moins de 10 jours.

Les lamproies marines suivent également cette tendance avec un allongement de l'amplitude migratoire de près de 7 à 10 jours. Le pic journalier maximum a été de 626 individus représentant 12% de l'effectif annuel. Les répartitions de l'alose et de la lamproie marine sont aujourd'hui essentiellement groupées sur le bassin Vienne qui condense donc tous les enjeux de conservation.

Les anguilles ont été en effectifs remarquables comparativement à la série chronologique disponible. Elles ont migré sur une cinquantaine de jour avec un pic journalier le 8 juin à 757 anguilles à Châtelleraut sur la Vienne.

Les migrations anadromes des mulots porcs ont été plus tardives de près d'un mois et ont migré sur une amplitude de 74 à 104 jours sur le bassin Vienne. La migration catadrome s'est étalée sur 74 jours d'août à octobre.

A contrario, l'amplitude migratoire du saumon a été moindre notamment en raison de l'absence des remontées automnales des saumons de 1 an de mer à Vichy. Cette remontée est la plus tardive jamais observée depuis les suivis de la station en 1997 avec près de 8 jours de retard. Ce décalage est encore plus marqué pour les saumons de 3 ans de mer qui accusent un retard de plus de 16 jours. Le nombre maximum de saumons par jour à Vichy a été de 18. La reproduction du saumon a eu lieu dans un laps de temps très court comparativement aux années antérieures puisque l'ensemble a été effectué en moins de 15 jours alors qu'elle s'étend en général sur un peu plus d'un mois. Cette année fait état de peu de frayères sur les secteurs ayant pu être suivis et avec une répartition très en aval en lien avec l'absence de crue automnale. Ces données laissent supposer une production de tacons modeste en septembre 2019 qui pourrait être démentie si les conditions climatiques permettent une meilleure survie en zone aval. Les échantillonnages permettront alors de statuer sur le devenir de cette cohorte.

En raison des difficultés de franchissement de l'ouvrage de Poutès, l'amont du bassin versant se voit amputer d'un recrutement de géniteurs de saumons de façon récurrente depuis plusieurs années. Cependant, les sites échantillonnés du secteur à l'amont de Poutès attestent de la présence de tacons natifs. Ces derniers représentent in fine en 2018, 25% de la production totale du bassin de l'Allier.

Malgré une année décevante en termes de production de tacons, la plupart des sites de reproduction naturelle présente des tacons sur la Sioule (63%), l'Alagnon (83%) et l'Allier en zone refuge (70%). Même si le secteur 30 km en aval de Poutès montre la plus grande densité, elle est pour l'année 2018



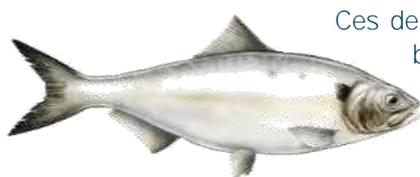
relativement faible. Pour autant, à la faveur de conditions estivales favorables, les densités d'alevins sur la zone la plus aval de l'Allier (secteurs S5 et S4) ont été supérieures aux années précédentes.

En termes de production, 233 405 tacons 0+ auraient été produits par les 7 cours d'eau alevinés du bassin de l'Allier en 2018 incluant l'ensemble des alevins des secteurs S4 et S5. Avec 129 475 tacons 0+ issus de déversement produits (55,5 %), l'Allier contribue fortement à cette production du bassin. La Sioule et la Senouire contribuent dans une moindre mesure à cette production avec respectivement 38 998 tacons (16,7 %) et 29 990 tacons (12,8 %). Enfin, la Dore et les 3 Couze (s) contribuent encore plus faiblement avec des parts comprises entre 2,2 et 5,6 %.

La production totale des « petits » affluents de l'Allier (Couze Chambon, Couze Pavin, Couze d'Ardes et Senouire), alevinés pour la première fois en 2018 est quasiment équivalente à celle du secteur S5 de l'Allier (Brioude La Bageasse – Cournon d'Auvergne) (51 853 contre 54 998).

La Gartempe a produit 12 558 tacons 0+ issus de déversement, ce qui représente 5 % de la production totale des cours d'eau alevinés du bassin. Le déversement sur la Gartempe ne représente que 132 267 alevins en 2018, soit environ 16 % des déversements, pour 400 000 m² de surfaces productives disponibles.

10.4. Résumé de l'état des populations



Ces dernières années viennent confirmer la raréfaction de l'alose sur le bassin de la Loire avec seulement 1320 géniteurs comptabilisés sur les stations situées en aval des axes en 2018. Depuis 2009, le nombre d'aloses reste faible même en prenant en compte les géniteurs estimés en aval des stations. Par exemple, en 2015, seulement 6431 géniteurs ont été comptés ou estimés (stations et suivi de la reproduction uniquement sur l'axe Vienne). Nous comptabilisons actuellement moins de 5% des effectifs de 2007 aux stations de comptage.

Depuis la mise en place des suivis, nous constatons une augmentation de l'importance de la migration sur l'axe Creuse (29,4% vs 58,6%) et une diminution de la proportion des aloses à Decize (Loire amont). Pour autant, cette orientation géographique est à nuancer avec une reproduction effective en aval de Decize qui peut, certaines années, être conséquente. 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 Châtelleraut (Vienne) semble concentrer aujourd'hui les géniteurs. Malgré cela, les populations d'aloses se dégradent d'année en année et les reproductions constatées en aval des stations de comptage permettent d'estimer à quelques milliers de géniteurs les effectifs actuels, loin des 30 000 aloses comptées historiquement aux stations de comptage. L'indice d'abondance des géniteurs d'aloses issu des suivis de la pêche professionnelle présente une tendance concordante à celle des stations de comptage (BOISNEAU, com. pers.).

Les géniteurs de lamproies marines sont observés presque exclusivement sur les bassins Vienne-Creuse depuis 2007. Ils sont généralement comptés par dizaines de milliers dans le bassin de la Vienne. Pourtant, leur effectif en 2018 (9 524 individus en migration) ne représente que 3% de la moyenne des 5 dernières années, et 1% du maximum observé 10 ans plus tôt. Le linéaire de cours d'eau colonisé varie d'année en année en fonction des aménagements des ouvrages mais également de l'hydrologie qui joue un rôle capital dans la dynamique migratoire. La population de bassin était de première importance à l'échelle européenne. Les effectifs sont cependant modestes ces



des
joue un
lamproie marine du



dernières années comparativement aux 90 000 individus comptabilisés en 2007. Le comptage des géniteurs de lamproies marines aux stations de comptage n'est pas exhaustif, les lamproies peuvent en effet frayer en aval des stations de comptage. Une étude menée en 2011 pour évaluer le nombre de géniteurs en aval des stations de comptage du bassin Vienne estime que 17,8% du contingent était resté en aval des stations de comptage cette année-là, soit entre 2700 et 2800 individus (1275 nids) pour 12 918 lamproies marines comptées aux stations de Descartes et Châtelleraut. L'étude a également mis en évidence une relation entre la densité de nids et la qualité des frayères (BACH et al., 2012). Malgré une présence avérée, les parties amont du bassin Loire sont très faiblement colonisées depuis 2007-2008.

Les suivis des juvéniles de lamproie marine (ammocètes) révèlent quatre ou cinq classes d'âges identifiées pour chaque année d'étude. L'absence de reproduction, et donc d'individus de l'année, constatée en 2017 est confirmée car aucune ammocète âgée de 1 an n'a en effet été retrouvée en 2018. Les ammocètes nées en 2014 et 2016 sont elles aussi peu nombreuses (moins de 6 % de l'échantillon annuel). Ces faibles effectifs se répercutent sur les classes d'âges supérieures lors des échantillonnages suivants ce qui nécessite une série chronologique pour aborder la dynamique de population. À l'inverse les résultats de la reproduction de 2015 semblent plutôt positifs (26 % de l'effectif de 2015, 49 % de celui de 2016).

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 a 20 ans. Ainsi, près de 80% des saumons sont comptabilisés sur l'axe Allier.

Mais l'ajout de la station de comptage (non exhaustive) de Saint Pourçain sur Sioule montre que les passages y cela représentent 7% des comptages. Le bassin Vienne totalise 11% des effectifs et le bassin Loire amont, 2%.

Sur l'Allier, la moyenne annuelle à Vichy est de 780 individus environ depuis 2011 alors qu'elle était historiquement (depuis 1997) de 600 saumons. Des fortes fluctuations annuelles sont observées avec un maximum observé en 2003 de 1238 saumons comptabilisés en migration de montaison et un minimum de 227 en 2010 à Vichy.



2 = la Loire moyenne est stratégique pour les passages en Loire amont, les situations d'étiage sévère compromettent la migration. En 2015, de nombreuses captures accidentelles ont été signalées sur cette section de la Loire témoignant des relations étroites entre la capturabilité, l'hydrologie, la température et les effectifs en migration. Ces témoignages révèlent la problématique importante des captures involontaires susceptibles de fragiliser les individus et de créer une mortalité avant la reproduction.

3 = Une perte de productivité est constatée dans les territoires amont de l'Allier et Alagnon par des difficultés d'accès aux zones de frayères par les géniteurs. Ces difficultés de migration de montaison se traduisent par des taux de transfert faibles des saumons, de l'aval des axes vers l'amont. Les pertes en ligne sont insoutenables pour l'espèce puisqu'elles s'appliquent avant la reproduction. Ainsi, seulement de la confluence de l'axe à l'amont entre 2 et 34% des saumons atteignent les zones apicales des secteurs de meilleure qualité de reproduction.

L'Alagnon ne possède pas de station de comptage mais il est très probable qu'un taux de transfert soit faible en raison des difficultés de franchissement de l'ouvrage de Chambezon révélé par un repli sur le Béal et une accumulation des frayères dans ce bras pourtant deux fois moins productif.

4 = Il existe un enjeu sur le territoire Creuse-Gartempe avec une progression constante du nombre de remontées sur ce secteur avec jusqu'à 20% des effectifs certaines années. Cependant, cet axe présente des difficultés majeures d'accès dès l'aval du bassin. Ce sous-bassin se particularise par l'accueil des saumons de 1 an de mer contrairement à la composante forte d'individus de 3 ans de mer sur l'axe Allier. La proximité de la mer et des températures estivales en amont très fraîches focalisent les enjeux sur ce bassin dans le contexte du changement climatique.

5 = Une restauration à engager en Loire historique avec moins de 2% des effectifs. La problématique réside surtout dans l'accès à des zones de frayères.

In fine pour le saumon, le taux de renouvellement de la population sauvage (d'adulte à adulte de la génération suivante) sur l'ensemble de la période (1980 à ce jour) est de 0,38. Cependant, il est en progression à 0,47 sur la période 2005-2010. Les suivis et les analyses montrent qu'il existe une marge de progression avec la dévalaison des smolts qui subit une mortalité de 27% par le passage dans les turbines. Actuellement, les 10 ouvrages les plus impactants pour le saumon dans le bassin de la Loire représentent 62% de la totalité des mortalités induites par les turbines lors de la dévalaison (Modèle DEVALPOMI, BRIAND et al., 2015). Avec l'arrêt des déversements et la suppression des mortalités par les turbines (11 ouvrages sur l'axe Loire-Allier), le taux de renouvellement serait presque assuré. Si nous ajoutons la suppression du blocage à la montaison (répartition idéale libre en fonction du homing et des habitats disponibles pour 20 ouvrages) alors le renouvellement naturel de la population est quasiment obtenu.

Le constat est que la production de smolts du bassin Loire-Bretagne représente actuellement moins d'un cinquième de ce qu'il pourrait produire en l'absence de seuils (libre circulation à la montaison). Aussi, le traitement des ouvrages en amont de Vichy permettrait d'atteindre le renouvellement naturel de la population avec une petite population. Pour augmenter les effectifs à l'horizon de 20 ans, la continuité doit être accompagnée de mesures sur :

- 🌀 Le braconnage (prise volontaire ≈ 10% en 2009)
- 🌀 Les prises accessoires (multiples prises sur 800 km avec affaiblissement même si les poissons sont remis à l'eau)
- 🌀 La prédation (problématique silure à la montaison et truite à la dévalaison sur goulotte)
- 🌀 Les habitats difficiles d'accès (Poutès) ou dégradés (aval Brioude)
- 🌀 Les habitats inaccessibles (surfaces productives accessibles = 24,1% de l'historique) (BRIAND et al., 2015)
- 🌀 Les possibilités de second retour car les ravalés n'ont aujourd'hui pas de solution de dévalaison.



Concernant l'anguille européenne, la population est actuellement très faible. Malgré un recrutement en 2013 avéré par la présence d'individus d'une taille inférieure à 150 mm visualisé en 2016 (>300mm), les abondances sont nettement inférieures aux niveaux mesurés en 2005 (début du réseau de suivi).

Nous constatons le vieillissement de la population d'anguilles jaunes. Mais en 2018, un comptage de 8 520 anguilles jaunes sur la Vienne à Châtelleraut a été enregistré, ce qui correspond à un record depuis le début du suivi malgré un comptage non exhaustif (eau turbide). Les conditions hydrologiques expliquent en partie ces résultats sur la migration.

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). Pour autant, nous observons un essoufflement rapide sur les affluents de la Loire, moins accessibles (impact du cumul des barrages).

Les annexes hydrauliques (bras morts) jouent un rôle important dans l'accueil des anguilles sur le bassin Loire. Les zones humides côtières représentent également un potentiel important encore peu accessible aujourd'hui.

10.5. Le silure

Les données fournies par les stations de comptage du bassin de la Loire permettent d'avoir une vision de l'évolution des effectifs ainsi que de la dynamique migratoire du silure glane. Les stations de comptage étant localisées au niveau du dernier bassin des passes à poissons, les silures situés en aval de l'ouvrage ou dans les bassins en aval restent exempts de tout comptage. Les mouvements des silures sont donc caractérisés au droit de la vitre de comptage et ne traduisent en rien le comportement des poissons au droit de l'ouvrage ou même encore à l'entrée de la passe à poissons. Depuis la mise en service des stations, aucun comportement de prédation sur les poissons migrateurs n'a été mis en évidence devant les caméras.

Les données étant enregistrées depuis 1997 à Vichy, elles nous permettent de savoir que le silure est apparu sur l'Allier à Vichy en 1998.

L'analyse de la chronologie des effectifs comptabilisés aux diverses stations montre que les comptages de silures se répartissent selon trois groupes sur le bassin de la Loire : La Loire amont avec Roanne ; l'Allier avec Vichy et le bassin de la Vienne avec Descartes et Châtelleraut. Les données semblent montrer une variabilité annuelle des effectifs sur l'ensemble des stations mais également une augmentation des effectifs à compter de 2012 sur certaines d'entre-elles (Châtelleraut, Decize, Gueugnon). Les plus forts effectifs annuels sont enregistrés à la station de Vichy avec les valeurs avoisinant les 500 individus (2009, 2014 et 2018). La présence du silure sur l'Arroux à Gueugnon à plus de 30 km de la confluence avec la Loire met en avant un besoin de colonisation de cette espèce. Des études de télémétrie montrent que ce poisson s'adapte facilement à tout type d'habitat pourvu que l'eau y soit assez chaude en période de reproduction et assez riche en nourriture (POULET et SANTOUL, 2015).

L'amplitude de migration du silure sur le bassin de la Loire est elle aussi variable d'une station à l'autre avec des passages centrés sur fin mai pour les stations du bassin de la Vienne et de Decize et plus tardives sur l'amont du bassin avec notamment une migration centrée sur début juillet pour les silures comptabilisés à Roanne. La fraie du silure ayant lieu de juin à août (KEITH et al. 2011), la fréquentation des passes aux mois de mai-juin peut être liée à des objectifs de reproduction et d'alimentation.

La taille moyenne des silures observés sur l'ensemble des stations de comptages est de 101 cm pour un poids moyen de 7 kg. Cette taille moyenne se situe en dessous de la taille limite pour laquelle a été observée de la prédation sur les poissons migrateurs qui est de 1,20 m (BOISNEAU, 2015). Toutefois, les plus grands individus observés sur le bassin de la Vienne à Descartes (moyenne 122 cm) pourraient avoir un impact direct par prédation sur les populations de poissons migrateurs. Lors d'une étude de radiopistage sur le saumon menée en 2011 sur le bassin Creuse-Gartempe, un émetteur d'un individu radio-marqué a été retrouvé sur un nid de silures pendant la période de fraie du silure.

Dans le bassin de la Loire, le silure fréquente les passes à poissons après le réchauffement des eaux au printemps avec un optimum de migration de entre 16 et 22 °C. Ces températures sont rencontrées en moyenne de mai à août. Le décalage temporel de migration observé pour les stations de Vichy, Gueugnon et Roanne semble lié à la thermie de l'eau. En effet, plus le silure est en amont sur le bassin de la Loire et plus l'optimum de température de migration arrive tardivement dans la saison (température plus « froide » car plus proche de la source). La température de la Loire à Roanne est également influencée par la retenue de Villerest située 4 km en amont de la station de comptage. La



profondeur importante de cette retenue implique une stratification thermique de la masse d'eau. Les débits rejetés étant largués par le fond de la retenue, la température y est plus froide aux mois de mai-juin. Ainsi, le seuil thermique de 20 °C est généralement atteint fin juin-début juillet sur cette partie de la Loire.

Concernant les débits, les valeurs du rapport « débit journalier/module » attribué pour chaque passage de silure montre une certaine constance avec une majorité des passages lors de faibles débits journaliers avec un rapport compris entre 25 et 50 % du module hormis pour la station de Descartes. Sur l'aval et la partie moyenne du bassin de la Loire, les crues sont majoritairement hivernales. Les données de débits montrent toutefois que des crues surviennent également au printemps (mai-juin). Les passages enregistrés lors des fortes crues printanières sont rencontrés à Descartes avec des valeurs oscillant entre 200 % et 500 % aux mois d'avril et mai. Ces observations semblent être liées à la particularité de la passe à poissons de Descartes qui reste attractive même avec de forts débits contrairement aux autres stations de comptages du bassin (Com. Pers., LOGRAMI).

Il a aussi été mis en évidence que le silure se trouve parfois dans les passes aux mêmes moments que certains migrateurs. La plus forte corrélation est observée pour la lamproie marine tant à l'échelle journalière (20 %) qu'à l'échelle horaire (97 %). En effet, tout comme pour la lamproie, les données horaires de passage de silures dans les passes à poissons montrent une nette tendance à l'activité nocturne et ce pendant toute l'année (71 % des passages entre 20h et 5h UTC).

Le spectre alimentaire du silure est large et sa ration alimentaire reflète en général l'éventail des espèces des habitats qu'il fréquente (STOLYAROV, 1985). La consommation de nourriture est la plus intensive durant le printemps (COPP, 2009 et CAROL et al., 2007). Les mouvements, notamment nocturnes, du silure peuvent être stimulés par la faim. Une étude menée sur plusieurs années (2004-2009) sur la Garonne aval et basée sur du suivi individuel par radiopistage a montré que les silures réalisaient des migrations locales lors de l'arrivée printanière des aloses et des lamproies marines (COUSTILLAS et CARRY, 2007). Ainsi, pour toutes ces raisons, il semble que la migration de la lamproie marine sur la Loire, et de l'aloise dans une moindre mesure, pourrait être impactée par la présence des silures au pied des ouvrages, dans les passes à poissons ou encore dans le court libre de la rivière (effarouchement, prédation).

Afin de mieux appréhender les impacts du silure sur les poissons migrateurs de Loire, il semble nécessaire de s'intéresser au comportement des individus en période de migration, à l'aval des ouvrages et au niveau des dispositifs de franchissement. Un suivi au niveau des passes avec la mise en place d'études de radiopistage pourrait apporter des informations supplémentaires (exemple : Etude du comportement du silure glane au droit du barrage de Golfech sur le bassin de la Garonne (82), MIGADO 2007).

10.6. Programme de soutien d'effectifs

La population de saumons du bassin de la Loire fait l'objet depuis de nombreuses années d'opérations de soutien d'effectifs. Pour cela, des géniteurs sont prélevés à la station de piégeage de Vichy (à la Bageasse avant 2009). En moyenne, depuis 1997, 38 individus (+/- 19) par an sont extraits de la rivière pour participer au programme de soutien d'effectifs. L'opération de piégeage des saumons est assurée par le CNSS depuis 2009. Depuis 2017, le nombre de captures annuelles autorisées est de 100 individus maximum sans excéder 15 % de remontées constatées à Vichy l'année N. En 2018, 47 saumons ont été prélevés. Cette opération n'est pas sans impact sur la dynamique migratoire des saumons. Elle occasionne des retards (en moyenne 25 minutes) voire des refus de passage des saumons (28% supplémentaires) au pont barrage de Vichy. Ces retards peuvent amoindrir significativement les chances de survie estivale de ces individus. En effet, 71,5 % des saumons marquant leur arrêt estival dans la zone Vichy-Pont du Château ne survivent pas pendant la période estivale. La température de l'eau y est généralement trop élevée (supérieure à 25°C, température létale pour le saumon (ELLIOTT J.M., 1991 ; ELLIOTT J.M. et ELLIOTT J.A., 2010).



Dans le cadre d'un programme mené par l'INRA de Rennes, des prélèvements de tissus (nageoires) sur les saumons capturés à Vichy permettent de déterminer leur origine (sauvage / pisciculture). Cette étude s'appuie sur l'utilisation des outils génétiques récents. Pour garantir la fiabilité de l'interprétation des analyses génétiques sur la population en migration, l'échantillon génétique prélevé chaque année à la station de piégeage de Vichy doit refléter au plus près la population en migration. En 2018, l'échantillon piégé par le CNSS représente de manière très satisfaisante le rythme de la migration de la population en migration à Vichy et s'approche significativement de sa composition en classes d'âge de mer. Les prélèvements 2018 permettent de compléter les échantillons thésaurisés par l'INRA afin d'obtenir une analyse pour la cohorte issue de la reproduction 2012 s'étalant sur des retours en 2016, 2017 et 2018. Les premiers résultats concernant les assignations parentales montrent, pour les cohortes dévalantes de 2009 et 2010, qu'une part importante (environ 50 %) des individus échantillonnés dans le bassin de l'Allier provient de la reproduction naturelle. En revanche, pour la cohorte dévalante de 2011, cette part de retour de géniteurs issus d'alevins natifs est très forte (environ 80 %), ce qui illustre une forte variation interannuelle.

Dans le cadre de ces opérations de soutien d'effectifs, des déversements au stade œufs, alevins et smolts sont réalisés sur le bassin de la Loire. En fonction des modes de déversements, des productivités ou des taux de retour peuvent être calculés.

Le stade œufs :

Des incubateurs de terrain ont été mis en service en 1995 sur la Cronce (affluent rive gauche de l'Allier, commune d'Aubazat - 43) et en 2002 sur l'Arçon (affluent rive droite de l'Allier, commune de Villeneuve d'Allier - 43). Ces deux dispositifs sont gérés par l'Association Protectrice du Saumon. Plus récemment en 2015, un incubateur à saumons a vu le jour sur le Renaison (Commune de Riorges - 43), un affluent en rive gauche de la Loire à l'aval du barrage de Villerest. Contrairement au bassin de l'Allier, ce cours d'eau est dépourvu de reproduction de saumon. Il est alors possible d'estimer la production de cet incubateur. En l'absence d'évènement hydrologique printanier défavorable, la production automnale de tacons 0+ du Renaison issus de l'incubateur de Riorges semble se maintenir aux alentours des 10 % de la mise en charge en œufs fécondés.

Le stade alevins :

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 0,006 %, soit 5 saumons pour 10 000 alevins déversés sur la Gartempe et 0,6 saumons pour 10 000 alevins déversés sur l'Arroux. Sur le bassin de l'Allier, en utilisant les données d'assignation génétique et 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, le taux moyen de retour des alevins entre 2009 et 2011 serait en moyenne de 0,06 %. La bibliographie fait état de retour « faible » pour des taux compris entre 0,05 à 0,1 % (RICHARD, Non daté). Ces taux laissent sous-entendre une efficacité « minimale » de ces programmes de déversement sur ces trois axes. La contribution de ces déversements sur le bassin de la Gartempe et l'Allier est toutefois 10 fois plus élevée que sur le bassin de l'Arroux.

Sur les bassins Creuse-Gartempe et Arroux 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 en aval des centrales semble être à privilégier afin d'espérer des retours de géniteurs plus conséquents et plus rapides.

Pour les déversements d'alevins, un taux d'implantation peut être calculé entre le moment des déversements en mai et les pêches électriques réalisées en août-septembre. Les références bibliographiques font état d'une « bonne » survie des alevins pour un taux d'implantation de 20 % (RICHARD, Non daté).

Concernant les déversements d'alevins réalisés en 2018 sur le bassin de la Gartempe, les stations échantillonnées mettent en avant une meilleure survie au regard des données antérieures (taux d'implantation 2018 = 5,7 % +/- 4 ; taux d'implantation 1999-2017 = 4,7 +/- 5,2). Comme les années précédentes, la mise à jour des données interannuelles indique que les secteurs amont de la Gartempe sont les plus productifs pour les juvéniles de saumon.

En 2018, sur le bassin de l'Allier, des déversements d'alevins ont été réalisés sur la Senouire, la Couze Chambon, la Couze Pavin et la Couze d'Ardes. Ces affluents enregistrent des taux d'implantation supérieurs à 30 % (minimum 34 % : Couze Chambon ; maximum 79 % : Couze Pavin).

A l'échelle des cours d'eau, les meilleurs taux d'implantation sont obtenus sur les cours d'eau où les densités moyennes déversées sont les plus faibles (les 3 Couzes : 0,4 alevin/m² et la Sénouire : 0,3 alevin/m²).

Pour gagner en efficacité, les densités d'alevins déversées doivent être adaptées aux surfaces d'Equivalents-Radier-Rapide ainsi qu'aux densités automnales maximales historiques observées qui représentent réellement les capacités productives des stations.

Le stade smolts :

Les taux calculés pour ce mode de déversement sur les trois sous-bassins (Creuse-Gartempe, Allier et Arroux) 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 28 % de l'effectif annuel alors que sur la Loire et l'Allier, il ne représente respectivement que 13 % 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 = 0,025 % +/- 0,01 ;
- 🌀 moyenne bassin Loire-Arroux depuis 2009 = 0,007 % +/- 0,008 ;
- 🌀 moyenne bassin Creuse-Gartempe depuis 2009 = 0,092 % +/- 0,072.

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 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. Ainsi, depuis 2017, aucun déversement de smolts n'a eu lieu sur l'Allier. Toutefois, les meilleurs résultats sur l'axe Creuse Gartempe malgré une importante fragmentation du milieu (nombreux ouvrages transversaux) mettent en évidence l'importante contribution de ce mode de déversement sur les retours de saumons.

Selon les modes de déversement, différentes dynamiques migratoires sont observées aux stations de comptage pour les géniteurs de retour. A Vichy, les données mettent en évidence un rythme migratoire similaire entre les saumons issus de la reproduction naturelle et ceux issus des déversements au stade alevins. Cependant, ces observations montrent également que les saumons issus des déversements au stade smolt auraient une dynamique migratoire bien plus tardive (10 à 15 jours) que les saumons issus



de reproduction naturelle. En 2018, ce constat se confirme à la station de Descartes et dans une moindre mesure à la station de Vichy.

Ces constats réalisés à la fois sur le bassin Creuse-Gartempe (smolts) et le bassin de l'Allier (alevins et smolts déversés), peuvent paraître minimales 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 celle des saumons issus d'autres origines. La date d'arrivée des individus aux stations de comptage est un facteur primordial pour optimiser la survie estivale des géniteurs et donc augmenter le pool d'individus participant au renouvellement de la population.

10.7. Restitution de l'information

Depuis quelques années, l'association LOGRAMI a développé des outils de communication et de vulgarisation des données recueillies et de sensibilisation sur les poissons migrateurs du bassin Loire. Ainsi, plusieurs types d'outils et de communications ont été déployés selon l'objectif et le public ciblé.

La valorisation des données sur les poissons migrateurs est réalisée tout d'abord aux niveaux international et national au travers des plans et rapportages. Cela a concerné, par exemple, la transmission de données auprès de l'Organisation de Conservation du Saumon de l'Atlantique Nord ainsi que le Plan de Gestion Français du Saumon. Par ailleurs, les données des stations de comptage sont utilisées dans le cadre d'une thèse en cours sur les périodes de migrations des populations de poissons migrateurs en France et leurs évolutions. Enfin, un groupe de travail réunit les Associations Migrateurs de France afin de développer des outils de bancarisation de la donnée, la réalisation et l'harmonisation des indicateurs qui permettent alors un travail de comparaison des résultats à l'échelle française.

La valorisation des données est également réalisée à l'échelle du bassin de la Loire et des sous-bassins auprès des gestionnaires et acteurs techniques locaux. Cette phase est essentielle puisqu'elle permet une retranscription et une prise en compte des résultats des études sur les poissons migrateurs dans le cadre des différents outils de gestion. Ceci est réalisé, souvent en flux tendu, au sein des différents groupes de travail (PLAGEPOMI, SAGE, Contrats territoriaux, études continuité, Natura 2000, etc). En 2018, outre les nombreuses réponses aux demandes de données ou d'avis, un total de 99 réunions en présentiel ont été assurées par les agents de LOGRAMI. Ces interventions ont également concerné des conférences publiques et des présentations techniques ciblées telles que les visites de stations de comptage.

La plaquette « Actions phares » est destinée à informer un large public d'élus et de techniciens des principaux résultats de l'année précédente. La dernière version a été imprimée et distribuée à 2 300 exemplaires. Elle a également été téléchargée à 268 reprises à partir du site internet.

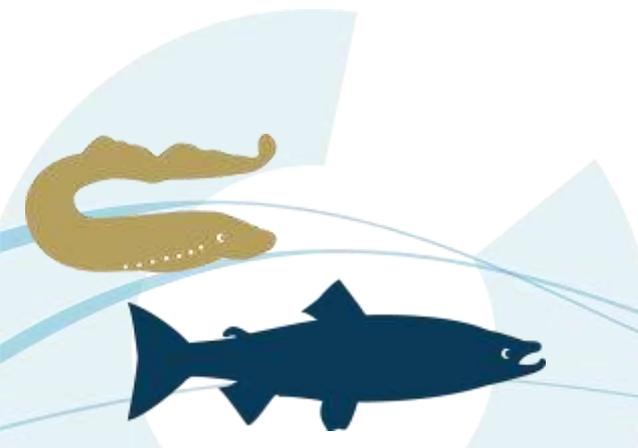
Le site internet de LOGRAMI a été visité à 49 485 reprises par un total de 23 749 visiteurs dont 48 % de nouveaux. Depuis la mise en ligne complète du nouveau site en 2015, ces statistiques sont stables avec en moyenne 121 visiteurs par jour. Depuis l'adaptation du site internet aux supports mobiles (tablettes, téléphones), le support de visite le plus utilisé reste l'ordinateur avec 65% des visites malgré une montée en puissance du support « téléphone mobile » avec 30 % des visites en 2018. Les modes d'accès au site sont au nombre de quatre (moteurs de recherche, accès directs, liens externes et réseaux sociaux) avec une prédominance des moteurs de recherche. Les réseaux sociaux ont tendance à être de plus en plus utilisés via le partage par des pages de certains internautes. Les trois pages les plus vues sont celles des stations de comptage, la page d'accueil ainsi que la rubrique « sensibilisation ». Quant aux téléchargements, ils concernent en priorité les données, la rubrique « rapports » ainsi que la plaquette Actions phares.

Afin de répondre à une demande assez constante d'emprunts, l'exposition « Grands Migrateurs de Loire » est disponible sous la forme de deux ensembles de panneaux depuis 2013, pouvant ainsi être présentés de façon simultanée en deux lieux différents. En 2018, l'exposition « Grands Migrateurs de Loire » a été empruntée à 7 reprises, soit un peu moins que la moyenne observée au cours des huit années précédentes. En revanche, la durée d'exposition en 2018 a dépassé la durée moyenne sur la période 2010-2017 (soit 218 jours contre 197). Au cours de l'année, elle a été visible dans six départements différents, tous situés dans le bassin de la Loire. Les durées d'exposition au public ont varié de 1 à 91 jours. Trois emprunts de longue durée pour des expositions à thème ont mobilisé de façon très importante l'exposition, totalisant 202 jours de présentation au public sur un total de 218.

Chaque année, l'effort de communication des données scientifiques autant que de sensibilisation du public est un volet important du recueil des données biologiques sur les poissons migrateurs par LOGRAMI au travers du porter à connaissance des résultats des études. Ceci grâce aux supports permanents tels que le site internet, qui s'enrichit d'année en année, mais aussi à la représentation dans les instances de gestion et la communication des données, du niveau international au niveau local.

En 2018, des panneaux présentant les stations de comptage, leurs rôles et fonctionnement, les espèces amphihalines ainsi qu'un focus par station de comptage ont été réalisés. Imprimés sur bâches souples ou panneaux rigides afin d'être implantés en extérieur ou bien en intérieur selon le besoin, ils sont déclinés par station.

Les sentiers pédagogiques sont disposés le long des cours de la Vienne et de la Loire. Ils permettent aux promeneurs de prendre conscience du patrimoine aquatique présent et invite à la préservation des espèces et des milieux. La mise à disposition des fichiers sources permet aux communes qui le désirent d'implanter ce sentier à faible coût.



11. Bibliographie

ASCONIT, 2012. **Assistance à maîtrise d'ouvrage portant étude de définition des potentialités d'accueil piscicoles de la Loire et de ses affluents.**- Communauté d'Agglomération du Grand Roanne, Pays de Charlieu et Commune de Perreux, 103 pages

BACCHI M., BERTON J.-P., 2001. Contribution à la connaissance du fonctionnement des grands fleuves Structure et dynamique des peuplements macrobenthiques de la Loire Analyse des facteurs de micro-distribution. Hydroécologie appliquée, 85-113

BACH J.M., PAROUTY T., LEON C., SENEAL A., CORNU V., PORTAFAIX P., JOUIN TREMEUR E., LELIEVRE M. et 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., SENEAL A., PORTAFAIX P., JOUIN TREMEUR E., MEYER R. et Aurore BAISEZ A., 2011 – Recueil de données biologiques 2010 sur les poissons migrateurs du bassin Loire. LOGRAMI, 285 pages

BACH J.M., PAROUTY T., LEON C., SENEAL A., PORTAFAIX P., FARGEIX S. et BAISEZ A., 2012 – Recueil de données biologiques 2011 sur les poissons migrateurs du bassin Loire. LOGRAMI, 312 pages.

BACH J.M., PAROUTY T., LEON C., SENEAL A., PORTAFAIX P., GUERIT A., LE PERU Y. et BAISEZ A., 2013 – Recueil de données biologiques 2012 sur les populations de poissons migrateurs du bassin de la Loire. LOGRAMI, 359 pages.

BACH J.M., PAROUTY T., LEON C., SENEAL A., PORTAFAIX P., RIVARD Q., BARAULT A. et 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., SENEAL 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., SENEAL 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., SENEAL A., PORTAFAIX P., BARAULT A., RAUTUREAU C., DUPERRAY A., RIMBERT L. et 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., SENEAL A., PORTAFAIX P., RIMBERT L., DUPERRAY A., TORTEROTOT J.B., et BAISEZ A., 2018. Volet scientifique : Suivis biologiques des populations de poissons grands migrateurs, 2017. **Rapport d'activité du PROGRAMME DE RECHERCHES APPLIQUEES EN FAVEUR DES POISSONS MIGRATEURS, Association LOGRAMI, 405 pages**

BACHELIER, R., 1964. L'histoire du saumon en Loire. In : Bulletin Français de Pisciculture. 1964. N° 212, p. 86-103.

BAGLINIERE J.L. et CHAMPIGNEULLE A., 1982. Densité des populations de truite commune (*Salmo trutta* L.) et de juvéniles de saumon atlantique (*Salmo salar* L.) sur le cours principal du Scorff (Bretagne) : préférences physiques et variations annuelles (1976-1980). Acta Oecologica. 3 : 241-256.

BARDONNET A. et 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.

BOISNEAU C., 2015. ALOSA 2012-2013 Suivi des aloses en Loire moyenne et Approche de la prédation par le silure. Université de Tours.

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. 3^e 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.

BRIAND C., LEGRAND M., CHAPON P.M., BEAULATON L., GERMIS G., ARAGO M.A., BESSE T., DE CANET L., STEINBACH P., 2015 – Mortalité cumulée des saumons et des anguilles dans les turbines du bassin Loire-Bretagne. 260 p.

CARLE F.L., STRUB M.R., 1978 - A new method for estimating population size from removal data. *Biométrie*, 34, p. 621–630

CARMIE H., 1997. Restauration du saumon sur le bassin de la Loire. Volet repeuplements. CSP Délégation Régionale Auvergne-Limousin, 8 p. + annexes.

CAROL J., ZAMORA L. and BARCIA BERTHOU E. , 2007. Preliminary telemetry data the patterns and habitat use of European catfish (*Silurus glanis*) in a reservoir of the River Ebro, Spain. *Ecology of Freshwater Fish*, 16: 450–456

COHENDET F.C.A., 1993 - Le Saumon de l'Allier : Son histoire, Sa vie, Son devenir. École nationale Vétérinaire de Toulouse. N°93 - TOU 3 - 4028

COPP G.H., BRIROTTON J.R., CUCHEROUSET J., BARCIA BERTHOU E., KIRK R., 2009. Voracious invader or benign feline ? A review of the environmental biology of European catfish *Silurus glanis* in its native and introduced ranges. *Fish*, 10: 252–282.

COSYNS A., SENECALE A., BAISEZ A., 2013 – **Etude actualisée des potentialités d'accueil de la Gartempe pour le saumon atlantique. Rapport définitif - LOGRAMI**, 78 pages.

COURRET D. et LARINIER M, 2008. **Guide pour la conception de prises d'eau « ichtyocompatibles » pour les petites centrales hydroélectriques.** Rapport GHAAPE RA.08.04. 60p + annexes.

COURRET D., RICHARD S. et SAGNES P., 2017. **Éléments de réponse vis-à-vis des réserves concernant la conception des prises d'eau ichtyocompatibles en France. Pôle d'études et de recherches en écohydraulique.** Agence Française pour la Biodiversité. Institut de Mécanique des Fluides de Toulouse. 17 p.

COUSTILLAS J., CARRY L., 2007. Etude du comportement du silure glane (*Silurus glanis* L.) au droit du barrage de Golfech. Rapport de stage Master 2 pro – Université Paul Sabatier / MIGADO. 35 p.

CRISP, 1993. The environmental requirements of salmon and trout in fresh water. *Freshwater Forum*, 3, 176-202

CROZE, O. et LARINIER, M., 1999. Étude du comportement de smolts de saumon atlantique (*Salmo salar* L.) au niveau de la prise d'eau de l'usine hydroélectrique de Pointis sur la Garonne et estimation de la dévalaison au niveau du barrage de Rodère. In : *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture*. 1999. n° 353-354, p. 141-156. OI 10.1051/kmae:1999010.

DATRY T., DONON E., 2011. Colmatage interstitiel des cours d'eau : développement d'un protocole de mesure standardisé sur les réseaux de contrôle de surveillance français. Cemagref Lyon.

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., MARTY S., 2006. A new method to evaluate egg-to-fry survival in salmonids, trials with Atlantic salmon, *Journal of Fish Biology*. 20 pages.

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.

EPL, 2018. Suivi de la reproduction de la lamproie marine sur le Cher aval. Année 2018. Marché n°2018BP02. Rapport ECOGEA – Novembre 2018. 56 p.

EPL, 2018. **Rapport d'exécution. Opérations temporaires de soutien d'effectif en saumons dans le bassin de la Loire du 1er novembre 2017 au 31 octobre 2018.** CNSS, 89 pages.

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 arctic 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.

GUEGUEN J., PROUZET P., 1993 – Le saumon atlantique, biologie et gestion de la ressource, IFREMER, 332p.

GUERRIN, F, et J. DUMAS. 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

HAWKINS A.D., SMITH G.W., 1986; Radiotracking observations on Atlantic Salmon ascending the Aberdeenshire Dee. *Scott. Fish. Res. Rep.*, 36, 24 p.

HEGGENES J. et 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. et 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. 29-46.

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 (cohorte 2010 et 2011).** INRA, 20 pages.

KEITH P., PERSAT H. , FEUNTEUN E., ALLARDI J., 2011. **Les poissons d'eau douce de France.** *Museum National d'Histoire Naturelle et Biotope.* Paris.

KEITH. P., ALLARDI J., (391ords.), 2001. Atlas des poissons d'eau douce de France. *Muséum national d'Histoire naturelle, Paris. Patrimoines naturels*, 47 :1-387.

LACHANCE et CARON, 2003 – Performance desensemencements de smolts pour le saumon atlantique. 21 pages

LACK D.L., 1968 – Ecological adaptations for breeding in birds

LAGARRIGUE, T., MENNESSIER, J.M et FREY, A., 2010. **Evaluation de l'efficacité du dispositif de dévalaison au niveau de l'aménagement hydroélectrique EDF de Tuilières (Dordogne) pour les smolts de saumon atlantique.** Tuilières. ECOGEA.

- LOUHI P., OVASKA M., MAKI-PETAYS A., ERKINARO J. and MUOTKA T., 2011. Does fine sediment constrain salmonid alevin development and survival ?
- MALAVOI J.R., 1999. Quantification des surfaces de production de tacons par le biais de faciès d'écoulement, MALAVOI, LOGRAMI, 11 pages, + figures.
- 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.
- 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.
- MC CORMICK S.D., HANSEN L.P., QUINN T.P. et 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.
- 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.
- MILLS D., 1989. Ecology and Management of Atlantic Salmon. Chapman and Hall, London, 351 p.
- MINSTER A.M. et BOMASSI P., 1999. Repérage et évaluation des surfaces potentielles de développement de juvéniles de saumon atlantique, Proposition d'un modèle de gestion des stocks sur le bassin de l'Allier et de l'Arroux, LOGRAMI, CSP DR 6, 44 pages.
- 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.
- PORTAFAIX P., SENECAI 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 2014-2015, Association LOGRAMI, Fondation LISEA Biodiversité, 27p.
- POULET N., SANTOUL F., 2015 Etudes des interactions du Silure glane (*Silurus glanis*) avec l'ichtyofaune métropolitaine. Onema – Ecolab
- PREVOST E. et BAGLINIERE J.L., 1993. Présentation et premiers éléments de mise au point d'une méthode simple d'évaluation en eau courante, du recrutement en juvéniles de saumon atlantique (*Salmo salar*) de l'année. Premier Forum Halieumétrique, Rennes, 29/06 au 01/07/1993. 39-48
- 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
- PREVOST E. et PORCHER J.P., 1996. **Méthodologie d'élaboration des Totaux Autorisés de Captures (TAC) pour le Saumon atlantique (*Salmo salar*) dans le Massif Armoricaïn.** Propositions et recommandations scientifiques. Documents du GRISAM. Evaluation et gestion des stocks de poissons migrateurs, Document scientifique et technique n°1.
- RENE A., 2018. **Elaboration d'une base de données géographiques sur les habitats pour le Saumon atlantique. Mémoire de Master 2 Sciences de l'Eau.** – Université de Lyon, Association LOGRAMI, 67 pages.
- 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
- 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 Associates. 527 p

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.*

STOLYAROV, I. A. (1985). "Dietary features of catfish, *Silurus glanis*, and pike-perch *Stizostedion lucioperca*, in Kyzlyarsk Bay, northern Caspian Sea." *J. Ichthyol.* 25(2) : 140-145.

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.

THIOULOUSE G., 1972. *Le comportement du saumon. Essai d'éthologie du saumon de l'Allier.* Plein Air service, Edit. Scient., Clermont-Ferrand, 279 p.

TOMANOVA, S., COURRET, D. et ALRIC, A., 2015. *Test d'efficacité des exutoires de dévalaison pour les smolts de saumon atlantique.* Centrale hydroélectrique d'Auterrive sur le Gave d'Oloron [64]. S.I. ONEMA.

TOMANOVA, S., COURRET, D., ALRIC, A., OLIVEIRA, E. De, LAGARRIGUE, T. et TETARD, S., 2018. *Étude d'efficacité des exutoires associés à des grilles inclinées ou orientées pour la dévalaison des smolts de saumon atlantique.* DOI 10.13140/rg.2.2.11387.21283.

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.

VISBECQ C., 2003. *Estimation des potentialités d'accueil en saumon atlantique (Salmo salar) des affluents de la Gartempe (Ardour, Brame, Couze, Semme, Vincou).* Mémoire de DESS Ingénierie des Hydrosystèmes Continentaux en Europe. - Université de Tours, CSP/LOGRAMI 78p + annexes.

VISSER, HOLLEMAN, 2001- *Warmer springs disrupt the synchrony of oak and winter moth phenology*

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.

