

OCTOBRE 2020



## PROGRAMME DE RECHERCHES APPLIQUEES EN FAVEUR DES POISSONS MIGRATEURS 2019

du 01/01/19 au 31/12/19

Recueil de données biologiques 2019  
sur les poissons migrateurs du bassin  
Loire



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

BAISEZ Aurore, DECLINIERE Olivier, LEON Cédric,  
MARCON Quentin, PAROUTY Timothé, PORTAFAIX  
Pierre, PRADEILLES Cédric, RENE Alexis, SENEAL  
Angéline, SENE-LACOMBE Paulin

Et la participation de :

Andrea CAMPAGNO

Remerciements pour leur contribution :  
Marion LEGRAND & Timothée BESSE



Agence de l'eau  
Loire-Bretagne



Centre-Val de Loire



RÉGION  
Nouvelle-  
Aquitaine



FÉDÉRATION NATIONALE  
PÊCHE

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.

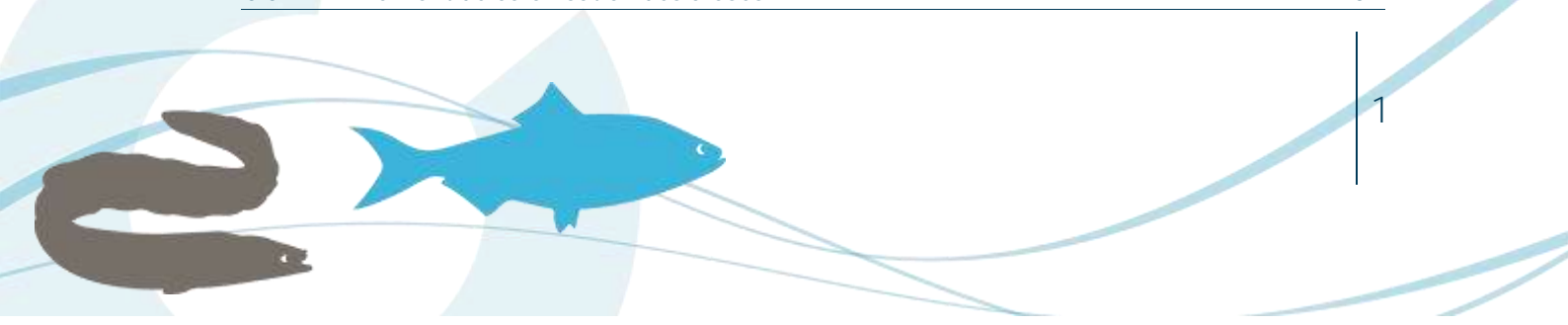
L'Europe s'engage dans le bassin de la Loire avec le Fonds européen de développement régional.

## Citation

Association LOGRAMI, 2020. PROGRAMME DE RECHERCHES APPLIQUEES EN FAVEUR DES POISSONS MIGRATEURS 2019. Recueil de données biologiques 2019 sur les poissons migrateurs du bassin Loire, 447 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	27
2.1.	Préambule	27
2.2.	Base de données « habitats »	28
2.2.1.	Contexte et objectifs	28
2.2.2.	Composition de la base	28
2.2.3.	Retour sur le travail réalisé en 2018	29
2.2.4.	Travail réalisé en 2019	32
2.2.5.	Perspectives	35
2.3.	Qualification des habitats potentiels actuels	35
2.3.1.	Suivi du colmatage des frayères de saumons sur le bassin de la Sioule en 2019-2020	35
2.3.2.	Capacité productive d'alevins natifs de saumon	39
2.4.	Conclusion	51
3.	<b>Les conditions environnementales et d'accessibilité des habitats</b>	52
3.1.	<b>Conditions environnementales de l'année 2019</b>	53
3.1.1.	Les débits	53
3.1.2.	Les températures de l'eau	63
3.1.3.	Conclusion	76
3.2.	Conditions de migration	78
3.2.1.	Continuité écologique sur le bassin de la Loire	78
3.2.2.	Améliorations de la continuité écologique enregistrées en 2019	78
3.3.	Fronts de migration des poissons migrateurs : habitats réels utilisés	82
3.3.1.	Le front de colonisation des aloses	82



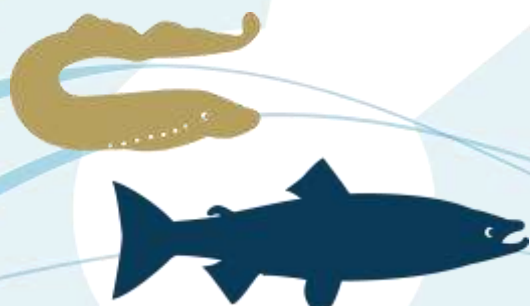
3.3.2.	Le front de colonisation de la lamproie marine	84
3.3.3.	Le front de colonisation du saumon atlantique	86
3.3.4.	<b>Le front de colonisation de l'anguille européenne</b>	96
3.3.5.	Le front de colonisation du mulot porc	96
<b>3.4.</b>	<b>Suivi de la migration de saumons entre Vichy et les zones de frayères</b>	<b>97</b>
3.4.1.	<b>Contexte de l'étude</b>	97
3.4.2.	Marquage des saumons	100
3.4.3.	<b>Effort d'échantillonnage</b>	102
3.4.4.	<b>Représentativité de l'échantillon</b>	103
3.4.5.	Etat sanitaire des saumons marqués	106
3.4.6.	Migration printanière des saumons	107
3.4.7.	Arrêt estival et mortalité des saumons	111
3.4.8.	Migration automnale des saumons	112
3.4.9.	Dévalaison après reproduction	118
3.4.10.	Conclusion	119
<b>3.5.</b>	<b>Etude de la dévalaison des smolts par radiopistage sur la Gartempe</b>	<b>120</b>
3.5.1.	Contexte	120
3.5.2.	Méthodologie	122
3.5.3.	Conditions environnementales	132
3.5.4.	Caractéristiques des smolts	133
3.5.5.	Résultats	135
3.5.6.	Conclusion	142
<b>3.6.</b>	<b>Conclusion sur les conditions environnementales et l'accessibilité</b>	<b>144</b>
<b>4.</b>	<b>Les migrations des poissons migrateurs amphihalins</b>	<b>147</b>
4.1.	<b>Contexte de l'étude des processus migratoires</b>	147
4.2.	<b>Généralités sur les stations de comptage</b>	148
4.2.1.	Fonctionnement des passes à poissons en 2019	150
4.2.2.	Fonctionnement des stations de comptage en 2019	156
4.3.	<b>Migration des aloses</b>	161
4.3.1.	Amplitude de la période de migration	161
4.3.2.	Dynamique migratoire	162
4.3.3.	Passages journaliers	163
4.3.4.	Rythme horaire de migration	165
4.4.	<b>Migration des lamproies marines</b>	166
4.4.1.	Amplitude migratoire	166
4.4.2.	Dynamique migratoire	166
4.4.3.	Passages journaliers	167



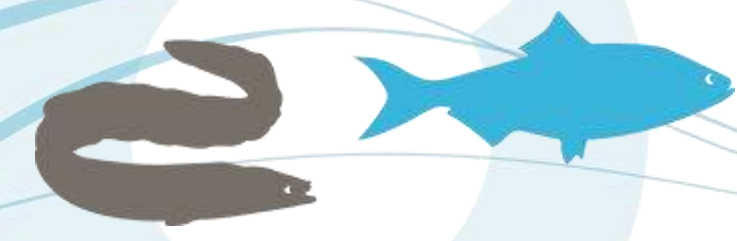
4.4.4.	Rythme horaire de migration	168
4.5.	Migration des géniteurs de saumons atlantiques	168
4.5.1.	Amplitude de migration	169
4.5.2.	Dynamique migratoire de montaison	171
4.5.3.	Passages journaliers de montaison	175
4.5.4.	Rythme horaire de migration	180
4.6.	Dévalaison des smolts de saumon atlantique	181
4.6.1.	Axe Sioule à Saint-Pourçain-sur-Sioule	181
4.6.2.	Axe Allier	182
4.6.3.	Rythme et horaire de migration	185
4.7.	Dévalaison des ravalés de saumon atlantique	185
4.8.	Migration des anguilles jaunes	186
4.8.1.	Amplitude et dynamique migratoire	186
4.8.2.	Passages journaliers	187
4.8.3.	Rythme horaire de migration	188
4.9.	Migration des anguilles argentées	188
4.9.1.	Amplitude et dynamique migratoire	189
4.9.2.	Rythme horaire de migration	189
4.10.	Migration des mulets porcs	190
4.10.1.	Amplitude et dynamique migratoire	190
4.10.2.	Passages journaliers	191
4.10.3.	Rythme horaire de migration	192
4.11.	Conclusion	193
5.	La dynamique de population	196
5.1.	Effectifs des migrateurs aux stations de comptages	197
5.1.1.	Les effectifs d'Aloses	197
5.1.2.	Les effectifs de lamproie marine	201
5.1.3.	Les effectifs de saumon atlantique	205
5.1.4.	Les effectifs de truite de mer	223
5.1.5.	Les effectifs d'anguille européenne	223
5.1.6.	Les effectifs de mulets porcs	228
5.2.	Suivi de la reproduction des aloses et relation avec les géniteurs potentiels comptabilisés aux stations de comptage sur la Loire et l'Allier	230
5.2.1.	Préambule	230
5.2.2.	Amplitude de la période de reproduction de l'alose	231
5.2.3.	Suivi de la reproduction des aloses sur le Cher à l'aval de Savonnières	232
5.2.4.	Suivi de la reproduction des aloses sur la Vienne à l'aval de Châtellerault	234



5.2.5.	Suivi de la reproduction des aloses sur la Loire en aval de Decize	235
5.2.6.	Suivi de la reproduction des aloses sur l'Allier en Aval de Vichy	236
5.3.	<b>Relation entre le nombre de nids et l'abondance et la distribution des juvéniles</b>	237
5.3.1.	Productivité des frayères de saumon de l'Alagnon	237
5.3.2.	Productivité des frayères de saumon de la Sioule	239
5.4.	<b>Abondance de juvéniles de saumons</b>	246
5.4.1.	Abondance de juvéniles de saumons sur la Gartempe	246
5.4.2.	Abondance de juvéniles de saumons sur le bassin de l'Allier	247
5.5.	<b>Conclusion</b>	259
6.	<b>Les traits de vie</b>	262
6.1.	<b>Structure en âge des saumons</b>	262
6.1.1.	Sur le bassin Creuse-Gartempe	262
6.1.2.	Sur le bassin de la Loire amont	264
6.1.3.	Sur le bassin de l'Allier	266
6.2.	Etat sanitaire des saumons en 2019 à Vichy	273
6.3.	Structure démographique des anguilles européennes sur la Vienne	273
6.4.	Structure en âge des juvéniles de lamproie marine sur le bassin de la Vienne	274
6.4.1.	Matériel et Méthodes	275
6.4.2.	Résultats	278
6.5.	<b>Conclusion</b>	287
7.	<b>Evolution de la colonisation du silure</b>	289
7.1.	<b>Effectifs des silures en migration aux stations de comptage</b>	290
7.1.1.	Bilan des effectifs de silures à l'échelle du bassin	290
7.1.2.	Evolutions des effectifs de silures par site	291
7.2.	<b>Amplitude de migration aux stations de comptage</b>	295
7.2.1.	Comportement nyctéméral de migration aux stations de comptage	297
7.2.2.	Analyse biométrique des individus aux stations de comptage	298
7.3.	<b>Influence des conditions environnementales sur les migrations aux stations de comptage</b>	299
7.3.1.	La température	299
7.3.2.	Les débits	300
7.4.	<b>Conclusion</b>	302
8.	<b>L'évaluation de l'efficacité des programmes de soutien d'effectifs (saumon atlantique)</b>	304
8.1.	<b>Contexte de l'étude</b>	304
8.2.	<b>Impact du piégeage sur le franchissement des saumons</b>	306
8.2.1.	Impact du piégeage sur les horaires de passages	306



8.2.2.	Impact du piégeage sur le comportement des saumons	308
8.2.3.	Impact du piégeage sur le retard de franchissement	310
<b>8.3.</b>	<b>Captures de géniteurs à Vichy pour la pisciculture</b>	<b>311</b>
8.3.1.	Historique des campagnes de piégeage	311
8.3.2.	Effort de piégeage 2019	314
8.3.3.	Captures hebdomadaires 2019	314
8.3.4.	Représentativité des captures 2019	315
<b>8.4.</b>	<b>Production de juvéniles à partir d'incubateur</b>	<b>320</b>
8.4.1.	Contexte	320
8.4.2.	Résultats 2019	321
<b>8.5.</b>	<b>Production des tacons d'automne à partir des déversements au stade alevin</b>	<b>323</b>
8.5.1.	Implantation des juvéniles déversés sur la Gartempe	324
8.5.2.	Implantation de juvéniles déversés sur le bassin de l'Allier	325
<b>8.6.</b>	<b>Taux de retours des saumons déversés</b>	<b>348</b>
8.6.1.	Taux de retour des individus déversés au stade pré-smolt	348
8.6.2.	Taux de retour des individus déversés au stade alevins	354
<b>8.7.</b>	<b>Dynamique migratoire génésique selon l'origine des saumons</b>	<b>358</b>
8.7.1.	Origine des saumons de retours sur le bassin Creuse-Gartempe	359
8.7.2.	Origine des saumons de retours sur l'Allier	362
8.7.3.	Dynamique migratoire des saumons issus des déversements au stade pré-smolt	365
<b>8.8.</b>	<b>Conclusion</b>	<b>369</b>
<b>9.</b>	<b>La valorisation des connaissances et sensibilisation des acteurs à la gestion des poissons migrateurs</b>	<b>373</b>
<b>9.1.</b>	<b>Stratégie de communication des informations du programme d'actions</b>	<b>373</b>
<b>9.2.</b>	<b>Valorisation vers les acteurs de l'eau</b>	<b>374</b>
9.2.1.	Valorisation dans les programmes nationaux et supranationaux	374
9.2.2.	Valorisation en cours de programme	378
9.2.3.	Participations aux réunions	378
9.2.4.	Plaquette actions phares	387
<b>9.3.</b>	<b>Valorisation des connaissances pour le grand public et accessibilité de la donnée</b>	<b>388</b>
9.3.1.	Emission de télévision	388
9.3.2.	Conférences Publiques	389
9.3.3.	Rencontres Migrateurs	390
9.3.4.	Page Facebook	413
9.3.5.	Exposition itinérante	416
9.3.6.	Prises de vue subaquatiques	422
<b>9.4.</b>	<b>Conclusion</b>	<b>423</b>



10. Conclusion	426
10.1. <b>Synthèse de l'année 2019</b>	426
10.2. Synthèse du bassin Loire	426
10.3. Connaissance par axe migratoire	427
10.3.1. La Loire en amont de la confluence Allier	427
10.3.2. Le bassin Vienne-Creuse	428
10.3.3. Le Cher	429
10.3.4. L'Allier	429
10.4. <b>Résumé de l'état des populations</b>	431
10.5. Le silure	435
10.6. <b>Programme de soutien d'effectifs</b>	436
10.6.1. Le stade œufs	437
10.6.2. Le stade alevins	437
10.6.3. Le stade smolts	438
10.7. <b>Restitution de l'information</b>	440
11. Bibliographie	442



# Table des illustrations

## Figures

Figure 1 : Dendrogramme des actions menées dans le cadre de l'orientation C1 : Dépendance aux habitats (Source LOGRAMI) .....	27
Figure 2 : Schéma conceptuel de la base « habitats » élaborée par LOGRAMI et rassemblant six tables en 2019 (PRADEILLES, 2019).....	29
Figure 3 : Localisation des études cartographiques recensées sur les poissons migrateurs du bassin de la Loire de 1991 à 2018 .....	30
Figure 4 : Localisation des études cartographiques dont les données ont été intégrées à la table « faciès » de la future base habitats.....	31
Figure 5 : Localisation des frayères d'aloses et/ou de lamproie marine réunies au sein de la table « frayères » de la base habitats.....	34
Figure 6 : Localisation des frayères artificielles (sites d'étude) sur le bassin de la Sioule .....	36
Figure 7 : Mise en place du piézomètre pour la mesure de la conductivité hydraulique dans une frayère artificielle de saumon atlantique (Source LOGRAMI) .....	37
Figure 8 : Débits et températures cumulées de la Sioule à St Pourçain sur Sioule et relation avec l'étude de conductivité hydraulique des frayères artificielles de saumon en 2019-2020 .....	39
Figure 9 : 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 2019.....	40
Figure 10 : Indices d'abondance de tacons natifs sur l'Allier en septembre 2019 .....	42
Figure 11 : Evolution de l'indice d'abondance tacons 0+ moyen sur le secteur S1 de l'Allier depuis 2009 .....	43
Figure 12 : Evolution de l'indice d'abondance tacons 0+ moyen sur le secteur S3 de l'Allier depuis 2009 .....	43
Figure 13 : Indices d'abondance de tacons natifs sur l'Alagnon en septembre 2019.....	44
Figure 14 : Evolution de l'indice d'abondance tacons 0+ moyen de l'Alagnon depuis 2017 (8 stations)....	45
Figure 15 : Indices d'abondance de tacons natifs sur la Sioule en septembre 2019 .....	46
Figure 16 : 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) .....	47
Figure 17 : Indices d'abondance de tacons natifs sur la Desges en septembre 2019 .....	48
Figure 18 : Evolution de l'indice d'abondance tacons 0+ moyen de la Desges depuis 2017 (4 stations) ...	48
Figure 19 : Répartition par cours d'eau de la production de tacons 0+ natifs sur le bassin de l'Allier en 2019.....	50
Figure 20 : Production de tacons 0+ natifs sur le bassin de l'Allier depuis 2017.....	51
Figure 21 : 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).....	52
Figure 22 : Dendrogramme des actions menées en 2019 par LOGRAMI dans le cadre de l'orientation C1 : dépendance aux habitats (Source : LOGRAMI).....	53
Figure 23 : Localisation des stations hydrométriques de référence sur le bassin de la Loire (Source : banque hydro : www.hydro.eaufrance.fr) .....	54
Figure 24 : Indices hydrologiques 1997-2018 et de l'année 2019 pendant la période hivernale et printanière sur les stations hydrométriques de référence du bassin de la Loire (Données hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE.....	55





Figure 25 : Indices hydrologiques historiques et de l'année 2019 pendant la période estivale sur les stations hydrométriques de référence du bassin de la Loire (Données hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)	57
Figure 26 : Débits de l'Allier à Naussac, Prades, Vieille Brioude, Coudes et Saint-Yorre du 4 au 9 août 2019 (Données hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)	58
Figure 27 : Indices hydrologiques historiques et sur l'année 2019 pendant la période automnale sur les stations hydrométriques de référence du bassin de la Loire (Données hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)	59
Figure 28 : Pics de crue journaliers enregistrés sur les différentes stations hydrologiques références du bassin de la Loire durant l'automne 2019 (Données hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)	60
Figure 29 : Débits journaliers et mensuels sur les différentes stations hydrologiques de référence en 2019 (Données hydro : DREAL Pays de Loire / Hydro – MEDD/DE)	62
Figure 30 : Localisation des sondes températures suivies par LOGRAMI sur le bassin de la Loire	64
Figure 31 : Amplitude des températures sur les différentes stations de mesure utilisées par LOGRAMI sur le bassin de la Loire en 2019	66
Figure 32 : Températures horaires de la Sioule à Châteauneuf les Bains fin août (Source : LOGRAMI)	67
Figure 33 : Ecart de températures (°C) entre les valeurs moyennes mensuelles 2019 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)	68
Figure 34 : Ecart de températures (°C) entre les valeurs moyennes mensuelles 2019 et les valeurs de référence par saison sur les stations de mesures du réseau suivi par LOGRAMI sur le bassin de la Loire (Sources LOGRAMI)	69
Figure 35 : Comparaison de l'amplitude des préférendums thermiques pour la migration du saumon atlantique entre 2019 et les données antérieures sur les différentes stations de comptage du bassin de la Loire	70
Figure 36 : Regroupement de 10 saumons au niveau d'un rejet de station d'épuration à l'aval du barrage de Vichy le 27 juin 2019	72
Figure 37 : Comparaison de l'amplitude des préférendums thermiques pour la migration de l'aloise entre 2019 et les données antérieures sur les différentes stations de comptage du bassin de la Loire	74
Figure 38 : Comparaison de l'amplitude des préférendums thermiques pour la migration de la lamproie marine entre 2019 et les données antérieures sur les différentes stations de comptage du bassin de la Loire	75
Figure 39 : Passage busé de la carrière alluvionnaire situé sur le cours de l'Allier entre Langogne et Luc avant et pendant son arasement en 2019 (Sources : James BOUVIER)	79
Figure 40 : Seuil de Rogleton situé sur le cours de l'Allier en amont de Laveyrune avant et après sa destruction par le passage de la crue de novembre 2019 (Sources : James BOUVIER)	80
Figure 41 : Localisation des deux obstacles à l'écoulement arasés/détruits en 2019 sur le cours amont de l'Allier	81
Figure 42 : Cours d'eau du bassin de la Loire colonisés par les aloises en 2019	83
Figure 43 : Cours d'eau du bassin de la Loire colonisés par la lamproie marine en 2019	85
Figure 44 : Saumon mâle de 3 étés de mer observé le 08/11/2019 à Langogne (Source : James BOUVIER)	87
Figure 45 : Frayères de saumon atlantique observées le 13/11/2019 à Langogne (Source LOGRAMI)	87
Figure 46 : Frayère de salmonidés potentiellement attribuable au saumon atlantique observée dans le Béal de l'Alagnon à Lempdes sur Alagnon le 21/11/2019 (Source LOGRAMI)	88
Figure 47 : Saumon mâle de 3 étés de mer retrouvé mort dans la Desges à Chanteuges le 14/11/2019 (Source LOGRAMI)	89
Figure 48 : Relation entre la part des frayères comptabilisées sur le secteur S5 et le débit journalier moyen maximum calculé sur 5 jours de l'Allier à Vieille-Brioude sur la période septembre novembre de l'année du comptage (Données hydro : DREAL Auvergne / HYDRO-MEDD/DE)	90
Figure 49 : Répartition moyenne des frayères de saumon atlantique sur les 5 secteurs de l'Allier sur 5 grandes périodes significatives (continuité migratoire et gestion) depuis 1938	91
Figure 50 : Relation entre la part des frayères comptabilisées sur le secteur S5 et le débit journalier moyen maximum calculé sur 5 jours de l'Allier à Vieille-Brioude sur la période septembre novembre de l'année du comptage (Données hydro : DREAL Auvergne / HYDRO-MEDD/DE)	94

Figure 51 : Cours d'eau du bassin de la Loire colonisés par le saumon atlantique sur le bassin de la Loire en 2019.....	95
Figure 52 : Densité d'anguille européenne sur les cours d'eau du bassin de la Loire d'après les données du modèle EDA (d'après BRIAND et al., 2018) .....	96
Figure 53 : Cours d'eau du bassin de la Loire colonisés par le mulot porc sur le bassin de la Loire en 2019 .....	97
Figure 54 : Secteurs d'étude de SCIMABIO Interface et de LOGRAMI lors du suivi de la migration des saumons adultes par radiopistage sur l'Allier en 2019 .....	99
Figure 55 : Cage-piège en place à la sortie de la passe à poissons située en rive droite du pont barrage de Vichy sur l'Allier .....	100
Figure 56 : Introduction d'un émetteur radio dans la bouche d'un saumon dans un bain anesthésiant	101
Figure 57 : Période de piégeage des saumons sur l'Allier en 2019 basée sur la dynamique migratoire moyenne à Vichy pour la période 1997 – 2018.....	103
Figure 58 : Comparaison du rythme migratoire des saumons à Vichy avec les captures pour l'opération de suivi par radiopistage sur l'Allier en 2019 (Données : SCIMABIO Interface pour les captures) .....	103
Figure 59 : Droite de régression des captures de saumons pour le suivi par radiopistage sur l'Allier/migration des saumons à Vichy en 2019 (Données : SCIMABIO Interface pour les captures).....	104
Figure 60 : Comparaison de la répartition des classes de tailles des saumons migrants observés à Vichy en 2019 (avec et sans estimation) avec celle des individus marqués (Données : SCIMABIO Interface pour piégeage 2019).....	105
Figure 61 : Etat sanitaire des saumons capturés et marqués lors des suivis par radiopistage sur l'Allier en 2006, 2009 et 2019 (Données : SCIMABIO Interface pour 2019) .....	106
Figure 62 : Comparaison de l'état sanitaire des saumons capturés et marqués lors du suivi par radiopistage sur l'Allier en avril et mai 2019 (Données : SCIMABIO Interface) .....	107
Figure 63 : Temps de franchissement des saumons suivis par radiopistage sur l'Allier en 2019 durant la migration printanière pour chaque ouvrage équipé d'un récepteur. Les numéros des émetteurs des poissons sont précisés pour les valeurs extrêmes (Données : SCIMABIO Interface pour Joze, A89 et les Madeleines, LOGRAMI pour les autres).....	108
Figure 64 : Temps de franchissement de la retenue de Vichy au printemps par les saumons suivis par radiopistage sur l'Allier en 2019 (n=23) (Données : SCIMABIO pour le récepteur amont) .....	109
Figure 65 : Vitesse de migration au printemps des saumons suivis par radiopistage sur l'Allier en 2019 (n=13) .....	110
Figure 66 : Mortalité estivale des saumons suivis par radiopistage sur l'Allier en 2019 et comparaison avec la mortalité estivale observée en 2009 (Sources LOGRAMI).....	111
Figure 67 : Temps de franchissement des saumons suivis par radiopistage sur l'Allier en 2019 durant la migration automnale pour chaque ouvrage équipé d'un récepteur .....	113
Figure 68 : Vitesse de migration à l'automne des saumons suivis par radiopistage sur l'Allier en 2019 (n=7) .....	114
Figure 69 : Localisation en période de reproduction des saumons suivis par radiopistage sur l'Allier en 2019.....	117
Figure 70 : Linéaires fréquentés par le saumon atlantique avant la fin du XIX <sup>ème</sup> siècle, au XIX <sup>ème</sup> siècle et zones de reproduction devenues inaccessibles sur le bassin de la Loire.....	120
Figure 71 : Passages de saumons à la station de comptage de Descartes sur la Creuse et de la Roche-Etrangleloup sur la Gartempe depuis 2007 (compteur à résistivité de 2001 à 2011 puis scanner à infrarouge à partir de 2013).....	121
Figure 72 : Zone de déversement des alevins sur la Gartempe et linéaire de suivi de la dévalaison des smolts en 2019 .....	123
Figure 73 : Répartition des zones favorables aux tacons 0+ et 1+ et surface de production totale (SP) de la Gartempe limousine en fonction des tronçons et des secteurs de production, d'aval en amont (COSYNS et al., 2013).....	124
Figure 74 : Eléments composant un poste de suivi fixe par radiopistage : antenne boucle, câble coaxial, récepteur et batterie d'alimentation (Sources : LOGRAMI).....	125
Figure 75 : Localisation du linéaire d'étude et des récepteurs fixes de radiopistage positionnés le long de l'axe lors de l'étude du suivi de la dévalaison des smolts sur la Gartempe en 2019.....	126



Figure 76 : Suivis radio télémétriques mobiles en canoë, à pied, dans le cours d'eau et en voiture (Sources : LOGRAMI).....	127
Figure 77: Pourcentages cumulés des effectifs de smolts dévalant piégés sur la Gartempe entre 1994 et 1998 (n = 975 ; Données : CSP) et période de suivi des smolts en 2019 .....	128
Figure 78 : Emetteur Advanced Telemetry System ® F1710 (Source : LOGRAMI) .....	128
Figure 79 : De haut en bas et de gauche à droite : préparation du matériel de marquage, biométrie d'un smolt, marquage d'un smolt par voie intra-gastrique et libération des smolts marqués dans la Gartempe (Sources : LOGRAMI).....	129
Figure 80 : Localisation des stations hydrologiques et des sondes température utilisées lors de l'étude du suivi de la dévalaison des smolts sur la Gartempe en 2019.....	131
Figure 81 : Températures moyennes journalières de la Gartempe à Châteauponsac et à Bussière-Poitevine en avril 2019 et températures de référence sur la période 2011-2018 à Châteauponsac .....	132
Figure 82 : Débits moyens journaliers et mensuels de la Gartempe en avril 2019 et débits moyens mensuels d'avril sur les périodes de référence aux stations hydrologiques de Folles et Saint-Bonnet-de-Bellac (Source : DREAL Limousin/HYDRO-MEDDE/DE).....	133
Figure 83 : Box-plot des masses des smolts marqués avec un émetteur radio selon le lieu de lâcher lors du suivi de la dévalaison sur la Gartempe en 2019 .....	134
Figure 84 : Devenir par catégories des smolts suivis en dévalaison sur la Gartempe en 2019 .....	136
Figure 85 : Smolt retrouvé mort en aval d'une usine hydroélectrique après avoir été détecté dans le canal de fuite lors du suivi par radiopistage sur la Gartempe en 2019 .....	137
Figure 86 : Pertes globale en pourcentage de smolts sur l'axe et par tronçons lors du suivi de la dévalaison des smolts sur la Gartempe en 2019 .....	138
Figure 87 : Pertes globales et devenir des smolts par catégorie, par tronçon de cours d'eau étudié, lors du suivi de la dévalaison sur la Gartempe en 2019.....	139
Figure 88 : Temps de passages en heures des smolts enregistrés par neuf récepteurs fixes (de l'amont vers l'aval) lors du suivi de la dévalaison sur la Gartempe en 2019 .....	140
Figure 89 : Vitesses de dévalaison par tronçon entre deux récepteurs fixes des smolts suivis sur la Gartempe en 2019 (n = 137) .....	142
Figure 90 : Dendrogramme des actions menées dans le cadre de l'orientation C2 : Dynamique de population (Source LOGRAMI) .....	148
Figure 91 : Répartition des stations de comptage des poissons sur le bassin de la Loire en 2019.....	148
Figure 92 : Chronologie de la création des stations de comptage sur le bassin de la Loire (Source : LOGRAMI) .....	149
Figure 93 : 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) .....	151
Figure 94 : Périodes de fermeture de la passe à poissons du barrage de Descartes en 2019 .....	151
Figure 95 : Périodes de fermeture des passes à poissons rive droite et rive gauche du barrage de Vichy en 2019.....	153
Figure 96 : Périodes de fermeture de la passe à poissons de l'usine de Langeac en 2019 .....	153
Figure 97 : Vanne de fond du barrage de Poutès le 1er octobre 2019 (Source : LOGRAMI).....	154
Figure 98 : Périodes de fermeture de l'ascenseur à poissons de Poutès en 2019 .....	155
Figure 99 : Périodes de fermeture de la passe à poissons du barrage de Decize en 2019 .....	156
Figure 100 : Fonctionnement de la station de comptage de Châtellerault en 2019 .....	157
Figure 101 : Fonctionnement de la station de comptage de Langeac au niveau de l'usine hydroélectrique en 2019.....	158
Figure 102 : Inondation du local de vidéo-comptage situé au niveau de l'usine hydroélectrique de Langeac le 29 novembre 2019 avec photographie de l'accès au local entièrement inondé et matériel submergé dans le local constaté après la vidange du local (Source LOGRAMI).....	159
Figure 103 : Fonctionnement de la station de comptage de Langeac au niveau du barrage en 2019 .....	160
Figure 104 : Fonctionnement de la station de comptage de Decize en 2019 .....	161
Figure 105 : Fonctionnement de la station de comptage de Gueugnon en 2019 .....	161
Figure 106 : Comparaison des amplitudes de migration des aloses aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire en 2019 et en moyenne depuis le début des suivis .....	162
Figure 107 : Comparaison des périodes de passages des aloses en 2019 aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire avec les périodes observées depuis la mise en place des stations.....	163

Figure 108 : Comparaison des rythmes de migration des aloses en 2019 aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire .....	163
Figure 109 : Passages journaliers d'aloses à Descartes en relation avec la température de l'eau et les débits de la Creuse à Leugny en 2019 (n=169) (Source hydro : SPCVCA – Centre de Poitiers / Hydro – MEDD/DE) .....	164
Figure 110 : Passages journaliers d'aloses à Châtellerauld en relation avec les débits de la Vienne à Ingrandes-sur-Vienne en 2019 (n=171) (Source hydro : SPCVCA – Centre de Poitiers / Hydro – MEDD/DE) .....	164
Figure 111 : Passages journaliers d'aloses à Decize en relation avec les débits de la Loire amont à Nevers en 2019 (Source hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE) .....	165
Figure 112 : 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 2019 (Source hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE) .....	165
Figure 113 : Passages horaires des aloses aux stations de comptage du bassin de la Loire en effectif cumulé depuis 1997 (n= 124 838) .....	166
Figure 114 : Comparaison des amplitudes de migration des lamproies marines aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire en 2019 et en moyenne depuis le début des suivis .....	166
Figure 115 : Comparaison des périodes de passages des lamproies marines aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire depuis la mise en place des stations .....	167
Figure 116 : Passages journaliers de lamproies marines à Descartes en relation avec la température de l'eau et les débits de la Creuse à Leugny en 2019 (n=14) (Source hydro : SPCVCA – Centre de Poitiers / Hydro – MEDD/DE) .....	167
Figure 117 : Passages journaliers de lamproies marines à Châtellerauld en relation avec les débits de la Vienne à Ingrandes-sur-Vienne en 2019 (n=6) (Source hydro : SPCVCA – Centre de Poitiers / Hydro – MEDD/DE) .....	168
Figure 118 : Passages horaires des lamproies marines aux stations de comptage du bassin de la Loire en effectif cumulé depuis 1997 (n=531 714) .....	168
Figure 119 : Comparaison des amplitudes de migration des saumons aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire en 2019 et en moyenne depuis le début des suivis .....	169
Figure 120 : Répartition annuelle des passages de saumons ayant franchi le barrage de Descartes depuis 2007 selon leur classe d'âge (n=1 108) .....	170
Figure 121 : Répartition annuelle des passages de saumons ayant franchi le barrage de Vichy depuis 1997 selon leur classe d'âge (n=13 989) .....	171
Figure 122 : Répartition annuelle des passages de saumons ayant franchi le barrage de Poutès depuis 1986 selon leur classe d'âge (n=1 767) .....	171
Figure 123 : Comparaison des périodes de passages des saumons en 2019 aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire avec les périodes observées depuis la mise en place des stations .....	172
Figure 124 : Comparaison des rythmes de migration de saumons en 2019 aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire (ascenseur de Poutès non fonctionnel avant le 9 octobre) .....	173
Figure 125 : Comparaison des rythmes de migration des saumons par classe d'âge à la station de Descartes entre 2019 et les données de la période 2007-2018 .....	173
Figure 126 : Comparaison des rythmes de migration des saumons par classe d'âge à la station de Vichy entre 2019 et les données antécédentes .....	174
Figure 127 : Comparaison des rythmes de migration des saumons par classe d'âge à la station de Poutès entre 2019 et les données antécédentes .....	175
Figure 128 : Passages journaliers de saumons à Descartes en relation avec la température de l'eau et des débits de la Creuse à Leugny en 2019 (n=39) (Source hydro : SPCVCA – Centre de Poitiers / Hydro – MEDD/DE) .....	175
Figure 129 : 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 2019 (Source hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE) .....	176
Figure 130 : Passages journaliers de saumons à St Pourçain sur Sioule en relation avec les débits de la Sioule à St Pourçain sur Sioule en 2019 (Source hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE) .....	176
Figure 131 : Occurrence des passages journaliers de saumons et des débits de la Sioule à la station de comptage de St Pourçain sur Sioule en 2019 (Source hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE) .....	177



Figure 132 : 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 2019 (Source hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)..... 178

Figure 133 : Passages journaliers de saumons à Langeac en relation avec la température de l'eau à Langeac et les débits de l'Allier à Langeac en 2019 (Source hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE) ..... 179

Figure 134 : 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 2019 (Source hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE) ..... 180

Figure 135 : Passages horaires des saumons aux stations de comptage du bassin de la Loire en effectif cumulé depuis 1997 (n=16 296) ..... 181

Figure 136 : Comparaison des amplitudes de migration des smolts à la station de Saint Pourçain sur Sioule depuis 2017 ..... 181

Figure 137 : Passages journaliers de smolts à St Pourçain sur Sioule en relation les débits de la Sioule à St Pourçain sur Sioule en 2019 (Source hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE) ..... 182

Figure 138 : Comparaison des amplitudes de migration des smolts à la station de comptage de Vichy depuis 1997 ..... 183

Figure 139 : Passages journaliers de smolts à Vichy en relation avec la température de l'eau à Vichy et les débits de l'Allier à St Yorre en 2019 ..... 184

Figure 140 : Comparaison des amplitudes de migration des smolts au niveau du barrage de Poutès de 1999 à 2018 avec les années à échappement nul (en beige) ..... 184

Figure 141 : Passages horaires des smolts à la glissière de dévalaison au barrage de Poutès et aux stations de comptage de Vichy et St Pourçain sur Sioule..... 185

Figure 142 : Répartition des effectifs des ravalés par mois observés aux stations de Poutès, Vichy et St Pourçain sur Sioule sur le bassin de l'Allier depuis le début des suivis aux stations (N = année de reproduction)..... 186

Figure 143 : Comparaison de la période de migration des anguilles à Châtellerault sur la Vienne en 2019 par rapport aux années antérieures ..... 186

Figure 144 : Comparaison du rythme de migration des anguilles à Châtellerault de 2019 par rapport aux années antérieures ..... 187

Figure 145 : Période de migration des anguilles montantes à Poutès depuis 1986 (n=817)..... 187

Figure 146 : Passages journaliers d'anguilles à Châtellerault en relation avec les débits de la Vienne à Ingrandes-sur-Vienne en 2019 (n=2 415) (Source hydro : SPCVCA – Centre de Poitiers / Hydro – MEDD/DE) ..... 188

Figure 147 : Passages horaires des anguilles à la station de comptage de Châtellerault en effectif cumulé depuis 2004 (n=38 285)..... 188

Figure 148 : Période de migration des anguilles argentées à Roanne depuis 2012 (n=266)..... 189

Figure 149 : Passages horaires des anguilles argentées à la station de comptage de Roanne en effectif cumulé depuis 2012 (n=266) ..... 189

Figure 150 : Comparaison des périodes de passages des mulets porcs en 2019 aux stations de comptage du bassin de la Vienne avec les périodes observées depuis la mise en place des stations..... 190

Figure 151 : Passages journaliers de mulets porcs à Descartes en relation avec la température de l'eau et des débits de la Creuse à Leugny en 2019 (n=61) (Source hydro : SPCVCA – Centre de Poitiers / Hydro – MEDD/DE) ..... 191

Figure 152 : Passages journaliers de mulets porcs à Châtellerault en relation avec la température de l'eau et des débits de la Vienne à Ingrandes-sur-Vienne en 2019 (n=168) (Source hydro : SPCVCA – Centre de Poitiers / Hydro – MEDD/DE)..... 191

Figure 153 : Passages horaires des mulets porcs aux stations de comptage du bassin de la Vienne (n=4 318) ..... 192

Figure 154 : Dendrogramme des actions menées dans le cadre de l'orientation C2 : Dynamique de population (Source LOGRAMI)..... 196

Figure 155 : Répartition des effectifs d'aloses aux stations de comptage du bassin de la Loire en 2019 ..... 197

Figure 156 : Répartition des effectifs d'aloses aux stations de comptage du bassin de la Loire en moyenne sur la période 2007-2018 ..... 198

Figure 157 : Bilan des passages d'aloses à la station de comptage de Descartes depuis 2007..... 198

Figure 158 : Bilan des passages d'aloses à la station de comptage de Châtellerault de puis 2004 ..... 199

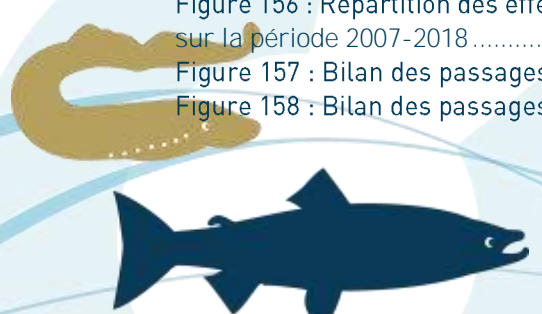


Figure 159 : Bilan des passages d'aloses à la station de comptage de Decize depuis 1998.....	199
Figure 160 : Bilan des passages d'aloses à la station de comptage de Gueugnon depuis 2006.....	200
Figure 161 : Bilan des passages d'aloses à la station de comptage de Vichy depuis 1997.....	200
Figure 162 : Répartition des effectifs de lamproies marines aux stations de comptage du bassin de la Loire en 2019.....	201
Figure 163 : Répartition des effectifs de lamproies marines aux stations de comptage du bassin de la Loire en moyenne sur la période 2007-2018.....	201
Figure 164 : Bilan des passages de lamproies marines à la station de comptage de Descartes depuis 2007.....	202
Figure 165 : Bilan des passages de lamproies marines à la station de comptage de Châtelleraut depuis 2004.....	202
Figure 166 : Bilan des passages de lamproies marines à la station de comptage de Decize depuis 1998.....	203
Figure 167 : Bilan des passages de lamproies marines à la station de comptage de Gueugnon depuis 2006.....	204
Figure 168 : Bilan des passages de lamproies marines à la station de comptage de Vichy depuis 1997.....	204
Figure 169 : Répartition des effectifs de saumons aux stations de comptage du bassin de la Loire en 2019.....	205
Figure 170 : Répartition des effectifs de saumons aux stations de comptage du bassin de la Loire entre 2007 et 2018.....	205
Figure 171 : Bilan des passages de saumons à la station de comptage de Descartes depuis 2007.....	206
Figure 172 : Bilan des passages de saumons à la station de comptage de Châtelleraut depuis 2005.....	206
Figure 173 : Bilan des passages de saumons à la station de comptage de Decize depuis 1998.....	207
Figure 174 : Bilan des passages de saumons à la station de comptage de Gueugnon depuis 2006.....	208
Figure 175 : Bilan des observations de saumons à la station de comptage de Roanne depuis 2012.....	208
Figure 176 : Bilan des passages de saumons à la station de comptage de St Pourçain-sur-Sioule depuis 2017.....	208
Figure 177 : Bilan des passages de saumons à la station de comptage de Vichy depuis 1997.....	209
Figure 178 : 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) depuis 1997.....	210
Figure 179 : Bilan des passages de saumons à la station de comptage de Langeac depuis 2004 (Sources LOGRAMI et CNSS).....	210
Figure 180 : Bilan des passages de saumons à la station de comptage de Poutès depuis 1986.....	211
Figure 181 : Réseau de stations de comptage géré par LOGRAMI sur le bassin de la Loire et leur espacement sur le bassin de l'Allier (Source LOGRAMI).....	212
Figure 182 : Bilan des taux de transfert de saumons atlantiques entre les stations de comptage Vichy, Langeac et Poutès depuis 1998 (à droite : taux moyens interannuels).....	213
Figure 183: Droite de régression du taux de transfert de saumons atlantiques entre Vichy et Langeac selon le débit moyen annuel d'avril à novembre à Langeac sans juillet et août et sans les années 2008 et 2018.....	214
Figure 184 : Réseau de stations de comptage géré par LOGRAMI sur le bassin de la Loire et leur espacement sur le bassin Loire amont-Arroux (Source LOGRAMI).....	215
Figure 185: Bilan des taux de transfert de saumons atlantiques entre les stations de comptage Decize et Gueugnon sur l'axe Loire-Arroux depuis 2006.....	216
Figure 186 : Répartition des saumons comptabilisés à la station de Decize sur la Loire depuis 2012 aux stations de comptage situées en amont.....	217
Figure 187 : Bilan des passages des smolts à la station de comptage de Decize depuis 2009.....	218
Figure 188 : Bilan des passages de smolts à la station de comptage de St Pourçain sur Sioule depuis 2017.....	218
Figure 189 : Bilan des passages des smolts à la station de comptage de Vichy depuis 1997.....	219
Figure 190 : Bilan des passages des smolts dans la glissière de dévalaison du barrage de Poutès de 1999 à 2018 (possibilité d'échappement sous les vannes : 0 = nulle ; 1 = faible ; 2 = moyenne ; 3 = forte).....	219
Figure 191 : Saumons ravalés en dévalaison observés en amont de l'usine hydroélectrique de Vieille Brioude sur le bassin de l'Allier (décembre 2009) (Source : LOGRAMI).....	220



Figure 192 : Saumons ravalés en dévalaison observés à la station de comptage rive droite de Vichy (à gauche) et à l'entrée de la glissière de dévalaison de Poutès (à droite) .....	221
Figure 193 : Pourcentages de saumons ravalés par année de montaison observés aux stations de Poutès, Vichy et St Pourçain sur Sioule sur le bassin de l'Allier.....	221
Figure 194 : Pourcentage des effectifs de géniteurs en montaison et de ravalés en fonction des classes d'âge à la station de comptage de Vichy sur l'Allier entre 2009 et 2019 .....	222
Figure 195 : Pourcentage des effectifs de géniteurs en montaison et de ravalés en fonction des classes d'âge à la station de comptage de St Pourçain sur Sioule sur l'Allier entre 2017 et 2019.....	222
Figure 196 : Bilan des passages de truites de mer aux stations de comptage du bassin de la Loire depuis 2019.....	223
Figure 197 : Bilan des passages d'anguilles en montaison à la station de comptage de Châtellerault depuis 2004.....	224
Figure 198 : Bilan des passages d'anguilles à la station de comptage de Decize depuis 2009 .....	225
Figure 199 : Bilan des passages d'anguilles à la station de comptage de Gueugnon depuis 2006 .....	225
Figure 200 : Bilan des passages d'anguilles à la station de comptage de Roanne depuis 2012.....	226
Figure 201 : Bilan des passages d'anguilles à la station de comptage de Saint-Pourçain-sur-Sioule depuis 2017 .....	226
Figure 202 : Bilan des passages d'anguilles à la station de comptage de Vichy depuis 1997.....	227
Figure 203 : Bilan des passages d'anguilles à la station de comptage de Poutès depuis 1986.....	228
Figure 204 : Bilan des passages de mulets à la station de comptage de Descartes de 2007 à 2019 .....	229
Figure 205 : Bilan des passages de mulets à la station de comptage de Châtellerault de 2004 à 2019 .....	229
Figure 206 : Localisation des frayères références d'aloses sur le bassin de la Loire .....	231
Figure 207 : Dates estimées de début de la reproduction de l'alose sur les frayères à l'aval de Châtellerault, Decize et Vichy sur le bassin de la Loire de 2010 à 2019.....	232
Figure 208 : Capture d'alose par un pêcheur amateur sur le Cher (à gauche) et d'un banc d'alose observé à l'aval du barrage de Savonnières (à droite) (Sources : A. Domain et LOGRAMI) .....	233
Figure 209 : Localisation des frayères d'aloses suivies en 2019 sur le Cher à l'aval de Savonnières (Données : EPL).....	233
Figure 210 : Répartition du nombre de bulls par quart d'heure dans la nuit du 17 juin 2019 sur les frayères à l'aval de Savonnières sur le Cher .....	234
Figure 211 : Nombre de bulls d'aloses par nuit suivie de chaque année d'étude sur la frayère du centre-ville de Châtellerault mis en relation avec les effectifs de la station de comptage de Châtellerault sur la Vienne .....	235
Figure 212 : Température de la Loire à Decize et débit de la Loire à Nevers durant le suivi de la reproduction de l'alose sur le secteur « aval Decize » en 2019 (Sources LOGRAMI et DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE) .....	236
Figure 213 : Température et débit de l'Allier à Moulins pendant le suivi reproduction de l'alose sur le secteur « aval Vichy » en 2019 (Sources LOGRAMI et DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE).....	237
Figure 214 : Productivités moyennes des frayères de saumon atlantique des différents secteurs de l'Alagnon en 2019.....	238
Figure 215 : Productivité moyenne des frayères de saumon atlantique de l'Alagnon en 2018 et 2019 .....	239
Figure 216 : Débit moyen journalier de l'Alagnon à Lempdes sur Alagnon en 2018-2019 durant la période de développement des juvéniles de saumons entre la fécondation et le stade tacon d'automne échantillonné en septembre (Données hydro : DREAL Auvergne-Rhône Alpes / HYDRO-MEDD/DE) ...	239
Figure 217 : Productivité des frayères de saumon atlantique de la Sioule en amont des thermes de Châteauneuf les Bains et indice de perturbation hydrologique correspondant depuis 2012.....	240
Figure 218 : Schéma récapitulatif des étapes de la méthode de sélection des éclusées et de classement de la perturbation hydrologique (COURRET, 2014).....	242
Figure 219 : Productivités des frayères du secteur de la Sioule situé entre les Thermes de Châteauneuf les Bains et le barrage EDF de Queuille depuis 2012 en fonction du débit à l'émergence .....	243
Figure 220 : Productivités des frayères du secteur de la Sioule situé entre les Thermes de Châteauneuf les Bains et le barrage EDF de Queuille depuis 2012 en fonction du débit maximum (à gauche) et du débit moyen (à droite) durant la phase de vulnérabilités des juvéniles de saumon .....	244
Figure 221 : Productivité des frayères de saumon atlantique de la Sioule en amont des thermes de Châteauneuf les Bains et indice de perturbation hydrologique correspondant depuis 2012.....	246

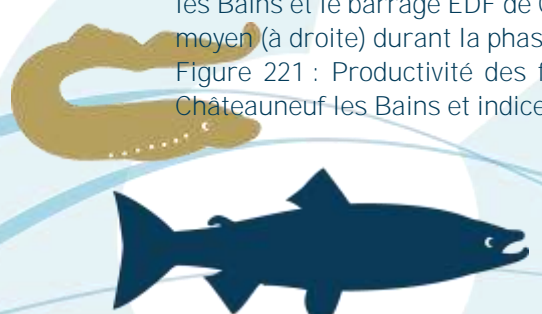


Figure 222 : Débits moyens journaliers et débits de référence de la Gartempe à la station de Folles (Bessines) en 2019 pendant la période usuelle d'échantillonnage des juvéniles de saumon (en vert) (Source : DREAL LIMOUSIN/HYDRO-MEDD/DE).....	246
Figure 223 : Débits moyens journaliers et débits de référence de la Gartempe à la station de Saint-Victor-en-Marche en 2019 pendant la période usuelle d'échantillonnage des juvéniles de saumon (en vert) (Source : DREAL LIMOUSIN/HYDRO-MEDD/DE).....	247
Figure 224 : Evolution du nombre de stations échantillonnées par pêche à l'électricité selon le protocole des indices d'abondance saumon sur les différents cours d'eau du bassin de l'Allier depuis 2000.....	249
Figure 225 : Localisation des stations d'échantillonnage de suivi d'abondance de juvéniles de saumon atlantique sur le bassin de l'Allier en 2019 .....	250
Figure 226 : Indices d'abondance tacons 0+ sur les cours d'eau du bassin de l'Allier en 2019 (91 stations) .....	252
Figure 227 : Production de tacons 0+ d'automne des différents cours d'eau du bassin de l'Allier en 2019 .....	255
Figure 228 : Evolution de la production de tacons 0+ d'automne du bassin de l'Allier depuis 2010 .....	256
Figure 229 : Part minimale de tacons 0+ natifs dans la production globale estimée du bassin de l'Allier depuis 2010.....	257
Figure 230 : Répartition de la production de tacons 0+ d'automne natifs du bassin de l'Allier en 2019 (sans les secteurs mixte natifs-déversés de l'Allier S4 et S5) .....	257
Figure 231 : Répartition des tacons 0+ d'automne natifs produits sur les différents cours d'eau du bassin de l'Allier depuis 2017 .....	258
Figure 232 : Dendrogramme des actions menées dans le cadre de l'orientation C2 : Dynamique de population, traits de vie (Source LOGRAMI) .....	262
Figure 233 : Distribution en classes de taille des effectifs de saumon atlantique comptabilisés dans la passe à poissons de Descartes sur la Creuse en 2019 (n=39) .....	263
Figure 234 : Evolution de la répartition des classes d'âges de saumons à la station de comptage Descartes depuis 2007.....	263
Figure 235 : Effectifs des retours de saumons par classe d'âge suivant leur année de dévalaison à Descartes (n=1 057) .....	264
Figure 236 : Répartition des classes de taille de saumons à la station de comptage de Decize en 2019 (n=12) .....	265
Figure 237 : Evolution de la répartition des classes d'âges de saumons à la station de comptage de Decize depuis 2009.....	265
Figure 238 : Effectifs des retours de saumons par classe d'âge suivant leur année de dévalaison à Decize depuis 2008.....	266
Figure 239 : Evolution de la répartition des classes d'âges de saumons à la station de comptage de Gueugnon depuis 2006.....	266
Figure 240 : Répartition des classes de taille de saumons à la station de comptage de St Pourçain sur Sioule en 2019 (n=13).....	267
Figure 241 : Evolution de la répartition des classes d'âges de saumons à la station de comptage de St Pourçain sur Sioule depuis 2017.....	268
Figure 242 : Répartition des classes de taille de saumons à la station de comptage de Vichy en 2019 (n=374) .....	268
Figure 243 : Evolution de la répartition des classes d'âges de saumons à la station de comptage de Vichy depuis 1997.....	269
Figure 244 : Effectifs de retours de saumons par classe d'âge suivant leur année de dévalaison à Vichy depuis 1995.....	269
Figure 245 : Distribution en classes de taille des effectifs de saumon atlantique comptabilisés dans les passes à poissons de Langeac sur l'Allier en 2019 (n=123) .....	270
Figure 246 : Evolution de la répartition des classes d'âges de saumons à la station de comptage de Langeac depuis 2004.....	270
Figure 247 : Effectifs de retours de saumons par classe d'âge suivant leur année de dévalaison à Langeac depuis 2002.....	271

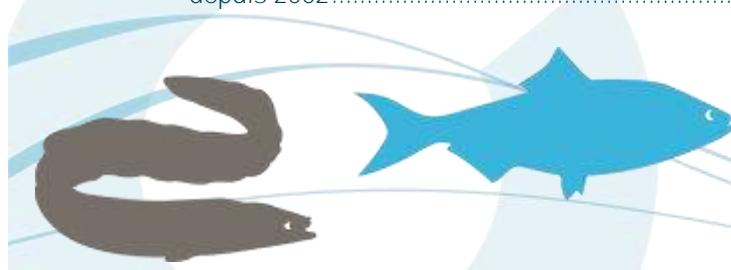




Figure 248 : Distribution en classes de taille des effectifs de saumon atlantique comptabilisés dans l'ascenseur de Poutès sur l'Allier en 2019 (n=21).....	271
Figure 249 : Evolution de la répartition des classes d'âges de saumons à la station de comptage de Poutès depuis 1986.....	272
Figure 250 : Effectifs de retours de saumons par classe d'âge suivant leur année de dévalaison à Poutès depuis 1985.....	272
Figure 251 : Distribution en classes de taille (en cm) des anguilles à Châtellerault depuis 2004 (n=31 326).....	274
Figure 252 : Classification des habitats larvaires selon SLADE et al. (2003) (TAVERNY et al., 2005).....	275
Figure 253 : Classification des méso-habitats (TAVERNY et al., 2005).....	276
Figure 254 : Illustrations d'une pêche électrique d'échantillonnage des juvéniles de lamproie marine sur la Vienne.....	276
Figure 255 : Critères d'identification des genres <i>Petromyzon</i> (à Gauche) et <i>Lampetra</i> (à Droite) (illustration : Keith Mutch, GARDINER, 2003).....	277
Figure 256 : Répartition des habitats à juvéniles de lamproie marine échantillonnés en 2019 par rapport aux zones potentielles de fraie du bassin de la Vienne.....	278
Figure 257 : Répartition des habitats à juvéniles de lamproie marine échantillonnés en 2019 sur le bassin de la Vienne.....	279
Figure 258 : Illustration de la différenciation <i>Lampetra</i> (haut) et <i>Petromyzon</i> (bas) par la pigmentation de la caudale.....	280
Figure 259 : Localisation des densités d'ammocètes échantillonnées en 2019 sur le bassin de la Vienne.....	281
Figure 260 : Distribution par classes de taille des larves de lamproies marines échantillonnées en 2019 (n=212).....	282
Figure 261 : Décomposition de la distribution de classes de tailles des ammocètes échantillonnées en 2019 sur le bassin de la Vienne suivant la méthode de BHATTACHARYA (1967) (n=212) (Sources : LOGRAMI et FiSATII).....	283
Figure 262 : Evolution de l'effort d'échantillonnage et de la densité d'ammocètes sur le bassin de la Vienne depuis 2014.....	284
Figure 263 : Effectifs d'ammocètes de 2014 à 2019 par année d'échantillonnage sur le bassin de la Vienne (estimation par la méthode de BHATTACHARYA (1967)).....	284
Figure 264 : Distribution des tailles d'ammocètes échantillonnées de 2016 à 2019 sur le bassin de la Vienne (n=1 497).....	285
Figure 265 : Carte de localisation des ammocètes 0+ échantillonnées en 2019 et de 2016 à 2018 sur le bassin de la Vienne.....	286
Figure 266 : 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).....	289
Figure 267 : Stations de comptage du bassin de la Loire permettant le comptage des passages de silures (Sources LOGRAMI).....	290
Figure 268 : Effectifs de silures cumulés sur l'ensemble des stations de comptage du bassin de la Loire depuis 2012.....	290
Figure 269 : Répartition des effectifs moyens de silures aux stations de comptage du bassin de la Loire entre 2012 et 2017.....	291
Figure 270 : Répartition des effectifs de silures aux stations de comptage du bassin de la Loire en 2019.....	291
Figure 271 : Bilan des passages de silures à la station de comptage de Descartes depuis 2007.....	292
Figure 272 : Bilan des passages de silures à la station de comptage de Châtellerault depuis 2004.....	292
Figure 273 : Bilan des passages de silures à la station de comptage de Decize depuis 1998.....	293
Figure 274 : Bilan des passages de silures à la station de comptage de Gueugnon depuis 2006.....	294
Figure 275 : Bilan des passages de silures à la station de comptage de Vichy depuis 1997.....	294
Figure 276 : Bilan des passages de silures à la station de comptage de Roanne depuis 2012.....	295
Figure 277 : 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.....	296
Figure 278 : Comparaison des rythmes de migration des silures aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire en 2019.....	297

Figure 279 : Passages horaires des silures aux stations de comptage du bassin de la Loire (n=7977) ..	298
Figure 280 : 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 .....	299
Figure 281 : Comparaison des poids estimés des silures aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire en moyenne sur chaque site depuis la mise en place des stations .....	299
Figure 282 : Occurrence des températures de l'eau pour les passages des silures pour l'ensemble des stations de comptage du bassin de la Loire historiquement observés (n=9818) et en 2019 (n=639) .....	300
Figure 283 : Occurrence des débits (rapport QJM/module) pour les passages des silures pour l'ensemble des stations de comptage du bassin de la Loire historiquement observés (n=7378) et en 2019 (n=825)	301
Figure 284 : Dendrogramme des actions menées dans le cadre de l'orientation C4 : Soutien d'effectif (Source LOGRAMI).....	305
Figure 285 : Répartition des passages de saumons par classe horaire devant la vitre de comptage de Vichy (Allier) les jours avec et sans piégeage sur la période 2019-2013.....	306
Figure 286 : Répartition des passages de saumons par classe horaire devant la vitre de comptage de Vichy (Allier) les jours avec et sans piégeage sur la période 2014-2019.....	307
Figure 287 : Répartition des saumons par classe horaire de leur passage devant la vitre de comptage de Vichy (Allier) les jours avec et sans piégeage en 2019.....	307
Figure 288 : Comportement des saumons après leur première visualisation à la station de comptage rive droite de Vichy sur l'Allier en fonction de la mise en œuvre ou non du piège sur la période 2009-2019	309
Figure 289 : Comportement des saumons après leur première visualisation à la station de comptage rive droite de Vichy sur l'Allier en 2019 en fonction du piégeage.....	310
Figure 290 : Retard moyen du franchissement des saumons occasionné par le piégeage à Vichy sur l'Allier au regard du temps moyen journalier de piégeage.....	311
Figure 291 : Part de la population échantillonnée de saumons atlantiques en fonction du nombre d'heures de piégeage annuel à Vichy sur l'Allier depuis 2009 (Source LOGRAMI) .....	313
Figure 292 : CPUE pour chaque compagne de piégeage de saumons atlantiques du CNSS à Vichy sur l'Allier depuis 2009.....	314
Figure 293 : Répartition par semaine des captures de saumons réalisées par le CNSS à Vichy sur l'Allier en 2019 (Sources CNSS) .....	315
Figure 294 : Proportion de saumons capturés à Vichy (Allier) par le CNSS après 14h depuis 2017 (Sources CNSS).....	315
Figure 295 : Effectifs de saumons piégés et migrants sur la période de migration (début mars à fin juin) observés dans la passe à poissons RD Vichy (Allier) en 2019 (Source LOGRAMI) .....	316
Figure 296 : Comparaison du rythme migratoire et des captures de saumons atlantiques à Vichy sur l'Allier en 2019 (Source LOGRAMI) .....	317
Figure 297 : Droite de régression captures /migration des saumons par semaine à Vichy sur l'Allier en 2019 (Source LOGRAMI).....	318
Figure 298 : Comparaison de la répartition des classes de tailles des saumons migrants observés à Vichy (Allier) en 2019 avec celles des individus piégés (Source LOGRAMI) .....	318
Figure 299 : Etat sanitaire des saumons capturés au printemps sur l'Allier depuis 2006 (Sources CNSS) .....	319
Figure 300 : Localisation des 4 stations de pêche d'échantillonnage de juvéniles de saumon sur le Renaison en 2019 .....	320
Figure 301 : Schéma de principe du calcul de la production automnale de tacons 0+ de l'incubateur implanté sur le Renaison à Riorges (42) ( <i>ERR : Equivalent Radier-Rapide = surface favorable au développement des juvéniles de saumons ; IA : Indice d'abondance (tacons 0+ capturés en 5 minutes) ; 0,592/100 : coefficient conversion IA-densité du « bassin Allier »</i> (Données habitats : Roannais Agglomération – ASCONIT, 2012).....	321
Figure 302 : Répartition des alevins de saumon issus de pisciculture sur les différents cours d'eau du bassin de l'Allier en 2019. <i>A gauche uniquement les alevins déversés. A droite avec prise en compte des alevins issus des incubateurs sur les affluents de l'Allier entre Brioude et Langeac</i> (EPL, non publié)	325
Figure 303 : Répartition des quantités et des densités d'alevins de saumon de pisciculture déversés sur les différents cours d'eau du bassin de l'Allier en 2019.....	328



Figure 304 : Répartition des tacons 0+ issus de déversements d'alevins de pisciculture sur les différents cours d'eau du bassin de l'Allier en 2019 et taux d'implantation moyens correspondants .....	331
Figure 305 : Taux d'implantation moyens des juvéniles de saumon déversés sur le secteur S5 de l'Allier depuis 2010 .....	332
Figure 306 : Répartition des tacons 0+ issus de déversements d'alevins de pisciculture sur le secteur S5 de l'Allier en 2019 et taux d'implantation moyen correspondant .....	333
Figure 307 : Répartition des tacons 0+ issus de déversements d'alevins de pisciculture sur le secteur S4 de l'Allier en 2019 et taux d'implantation moyen correspondant .....	335
Figure 308 : Taux d'implantation moyens des juvéniles de saumon déversés sur le secteur S4 de l'Allier depuis 2010 .....	336
Figure 309 : Répartition des tacons 0+ issus de déversements d'alevins de pisciculture sur le secteur S4 de l'Allier en 2019 et taux d'implantation moyen correspondant .....	337
Figure 310 : Taux d'implantation moyens des juvéniles de saumon déversés sur le secteur S2 de l'Allier sur la période 2001-2007 et en 2019 .....	338
Figure 311 : Répartition des tacons 0+ issus de déversements d'alevins de pisciculture sur les différents secteurs de la Dore en 2019 et taux d'implantation moyens correspondants .....	339
Figure 312 : Taux d'implantation moyens des juvéniles de saumon déversés sur la Dore depuis 2010 .....	340
Figure 313 : Taux d'implantation moyens des juvéniles de saumon déversés sur les deux secteurs alevinés de la Dore en 2018 et 2019 .....	341
Figure 314 : Répartition des tacons 0+ issus de déversements d'alevins de pisciculture sur la Sioule en 2019 et taux d'implantation moyen correspondant .....	342
Figure 315 : Taux d'implantation moyens des juvéniles de saumon déversés sur la Sioule depuis 2010 .....	343
Figure 316 : Taux d'implantation moyens des juvéniles de saumon déversés sur la Couze d'Ardes en 2018 et 2019 .....	343
Figure 317 : Répartition des tacons 0+ issus de déversements d'alevins de pisciculture sur la Couze d'Ardes en 2019 et taux d'implantation moyen correspondant .....	344
Figure 318 : Répartition des tacons 0+ issus de déversements d'alevins de pisciculture sur la Couze Pavin en 2019 et taux d'implantation moyen correspondant .....	345
Figure 319 : Taux d'implantation moyens des juvéniles de saumon déversés sur la Couze Pavin en 2018 et 2019 .....	346
Figure 320 : Répartition des tacons 0+ issus de déversements d'alevins de pisciculture sur la Senouire en 2019 et taux d'implantation moyen correspondant .....	347
Figure 321 : Taux d'implantation moyens des juvéniles de saumon déversés sur la Senouire en 2018 et 2019 .....	348
Figure 322 : Différence des profils de saumons au vidéo-comptage en fonction de la présence (à gauche) ou de l'absence (à droite) de nageoire adipeuse (Sources LOGRAMI) .....	348
Figure 323 : Evolution des déversements de smolts marqués sur la Gartempe depuis 2009 (Données : EPL / CNSS) .....	350
Figure 324 : Indice hydrologique durant la période de dévalaison des smolts à Montmorillon sur la Gartempe mis en relation avec les taux de retour des smolts (Données hydro : SPC VCA- Centre de Poitiers/Hydro - MEDD/DE) .....	351
Figure 325 : Evolution des déversements de smolts marqués sur le bassin de l'Allier de 2003 à 2019 (Données : EPL/CNSS) .....	352
Figure 326 : Indices hydrologiques durant la période de dévalaison des smolts à Prades sur l'Allier mis en relation avec les taux de retour des smolts (Données hydro : SPC VCA- Centre de Poitiers/Hydro - MEDD/DE) .....	353
Figure 327 : Comparaison des taux de retours de smolts entre sous-bassins du bassin de la Loire pour les dévalaisons de 2009 à 2016 .....	354
Figure 328 : Evolution des déversements d'alevins de saumon nourris sur la Gartempe depuis 2006 (Données : EPL / CNSS) .....	355
Figure 329 : Comparaison des taux de retours des saumons déversés aux stades pré-smolts et alevins sur la Gartempe .....	356
Figure 330 : Bilan des déversements d'alevins de saumon sur le bassin de l'Arroux depuis 1998 (Données : EPL / CNSS) .....	357

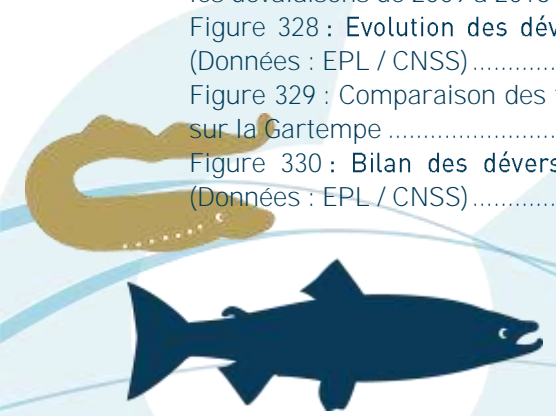


Figure 331 : Comparaison des taux de retours des saumons déversés aux stades pré-smolts et alevins sur l'Arroux de 2009 à 2016 .....	358
Figure 332 : Origines des saumons comptabilisés aux stations de comtage du le bassin de la Loire en 2019.....	359
Figure 333 : Evolution de la composition de la population de saumons atlantiques (avec adipeuse/sans adipeuse) à la station de comptage de Descartes sur la Creuse depuis 2012 .....	360
Figure 334 : Retours de saumons à Descartes sur la Creuse suivant leurs années de dévalaison sur la période 2006-2017.....	360
Figure 335 : Proportion des saumons sans adipeuse de retour à Descartes sur la Creuse en fonction des années de dévalaison au regard des quantités déversés de smolts par année de 2009 à 2016 .....	361
Figure 336 : Evolution de la composition de la population de saumons atlantiques (avec adipeuse/sans adipeuse) à la station de comptage de Vichy depuis 2005.....	362
Figure 337 : Proportion de saumons sans adipeuse aux stations de comptage de Vichy et Langeac sur l'Allier depuis 2004.....	363
Figure 338 : Proportion par classe d'âge des saumons comptabilisés en 2019 à Vichy sur l'Allier en fonction de leurs origines (issus des déversements au stade smolt ou autres).....	363
Figure 339 : Proportion des saumons sans adipeuse de retour à Vichy en fonction des années de dévalaison au regard des quantités déversés de smolts par année.....	364
Figure 340 : Retours de saumons à Vichy sur l'Allier suivant leurs années de dévalaison sur la période 2003-2016 .....	365
Figure 341 : Comparaison des rythmes de migration à la station de comptage de Descartes sur la Creuse entre les saumons de 3 ans de mer issus des déversements au stade pré-smolt (sans adipeuse) et ceux d'une origine différente (avec adipeuse) en 2019.....	366
Figure 342 : Comparaison des rythmes de migration à la station de comptage de Descartes sur la Creuse entre les saumons issus des déversements au stade pré-smolt (sans adipeuse) et ceux d'une origine différente (avec adipeuse) depuis 2007.....	366
Figure 343 : Comparaison des rythmes de migration à la station de comptage de Vichy sur l'Allier entre les saumons issus des déversements au stade smolt (sans adipeuse) et ceux d'une origine différente (avec adipeuse) en 2019.....	367
Figure 344 : Comparaison des rythmes de migration à la station de comptage de Vichy sur l'Allier entre les saumons issus des déversements au stade smolt (sans adipeuse) et ceux d'une origine différente (avec adipeuse) pour la période 2005-2019 (2 ans de mer) / 2006-2019 (3 ans de mer) .....	368
Figure 345 : Comparaison des rythmes de migration à la station de comptage de Langeac entre les saumons issus des déversements au stade smolt (sans adipeuse) et ceux d'une origine différente (avec adipeuse) pour la période 2005-2019 (2 ans de mer) / 2006-2019 (3 ans de mer) .....	368
Figure 346 : Dendrogramme des actions menées dans le cadre de l'orientation G3 : Transfert des connaissances .....	373
Figure 347 : Répartition et logos des Associations Migrateurs de France.....	374
Figure 348 : Tendances des effectifs d'aloses aux stations de vidéo-comptage de France en 2019 et comparaison au maximum connu sur la station (camembert) (Source : groupe de travail DATAPOMI des Associations Migrateurs).....	375
Figure 349 : Tendances des effectifs de lamproies marines aux stations de vidéo-comptage de France en 2019 et comparaison au maximum connu sur la station (camembert) (Source : groupe de travail DATAPOMI des Associations Migrateurs).....	376
Figure 350 : Tendances des effectifs de saumons aux stations de vidéo-comptage de France en 2019 et comparaison au maximum connu sur la station (camembert) (Source : groupe de travail DATAPOMI des Associations Migrateurs).....	377
Figure 351 : Nombre de réunions 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 2019 .....	379
Figure 352 : Nombre 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 de 2015 à 2019.....	379

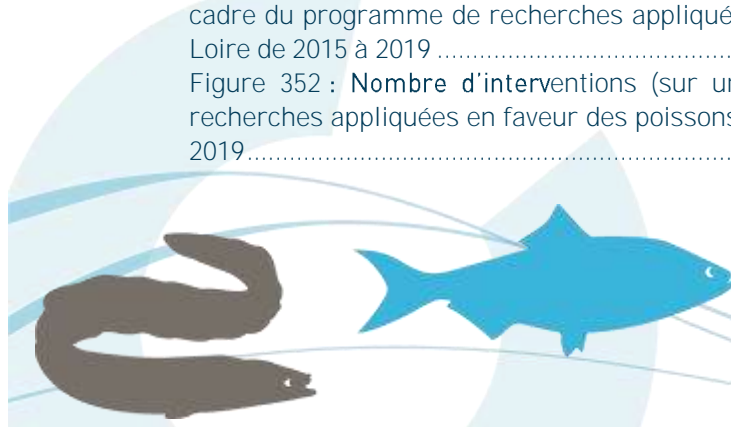


Figure 353 : Nombre de restitutions d'un ou plusieurs jours concernant les informations diffusées dans le cadre du programme de recherches appliquées en faveur des poissons migrateurs sur le bassin de la Loire par mois de 2015 à 2019.....	380
Figure 354 : Proportions des publics concernés par les informations 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 2019.....	381
Figure 355 : Nombre de réunions par département 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 2019.....	382
Figure 356 : Répartition par types des réunions auxquelles ont participé les agents de LOGRAMI avec les acteurs de bassin de 2015 à 2019.....	383
Figure 357 : Organismes présents aux restitutions de LOGRAMI organisées à Lathus-Saint-Rémy et Bayet en décembre 2019.....	384
Figure 358 : Proportion de participants provenant du département d'accueil des journées de restitutions organisées par LOGRAMI en 2017, 2018 et 2019.....	385
Figure 359 : Origine géographique des participants (siège structure) aux restitutions organisées par LOGRAMI en 2019.....	385
Figure 360 : Programme de la restitution des actions de LOGRAMI organisée à Bayet en 2019.....	386
Figure 361 : Restitution de LOGRAMI organisée à Bayet en 2019 (Sources : LOGRAMI).....	386
Figure 362 : Programme de la restitution des actions de LOGRAMI organisée à Lathus-Saint-Rémy en 2019.....	387
Figure 363 : Restitution de LOGRAMI organisée à Lathus-Saint-Rémy en 2019 (Sources : LOGRAMI) ..	387
Figure 364 : Visuel de la plaquette Actions phares 2018 réalisée et publiée en 2019 (Source : LOGRAMI).....	388
Figure 365 : Captures d'écran de l'émission « Ensemble c'est mieux » sur France 3 Région Centre Val-de-Loire du 5 juin 2019.....	389
Figure 366 : Affiches des conférences données pour le grand public et auxquelles LOGRAMI a participé en 2019.....	390
Figure 367 : Dates et lieux des Rencontres Migrateurs de Loire (Source : LOGRAMI).....	391
Figure 368 : Programme des Rencontres Migrateurs de Loire de 2019 à Nantes (Source : LOGRAMI).....	392
Figure 369 : Nombre de participants par année des Rencontres Migrateurs, les éditions 2003 et 2005 étant ciblées sur l'anguille et depuis 2008 sur l'ensemble des poissons migrateurs.....	392
Figure 370 : Participants aux 9 <sup>èmes</sup> Rencontres Migrateurs en 2019 à Nantes (Source : LOGRAMI).....	393
Figure 371 : Session de forum avec les intervenants de la session des 9 <sup>èmes</sup> Rencontres Migrateurs en 2019 à Nantes (Source : LOGRAMI).....	393
Figure 372 : Nombre de participants par jour et par année des Rencontres Migrateurs depuis 2008.....	394
Figure 373 : Proportion de participants sur 1 et 2 jours des Rencontres Migrateurs de 2008 à 2019.....	394
Figure 374 : Répartition par origine des participants aux Rencontres Migrateurs, les éditions 2003 et 2005 étant ciblées sur l'anguille et depuis 2008 sur l'ensemble des poissons migrateurs.....	395
Figure 375 : Proportion de participants du département de la ville d'accueil aux Rencontres Migrateurs de 2003, 2005, 2008, 2012, 2014, 2016 et 2019.....	396
Figure 376 : Proportion des catégories d'acteurs présents aux Rencontres Migrateurs 2003, 2005, 2008, 2012, 2014, 2016 et 2019.....	397
Figure 377 : Nombre de participants par catégorie d'acteurs lors des Rencontres Migrateurs de 2019.....	398
Figure 378 : Interlude assuré par la Ligne d'Improvisation de Nantes aux Rencontres Migrateurs de 2019 (Source : LOGRAMI).....	399
Figure 379 : Résultats de l'enquête de satisfaction des Rencontres Migrateurs 2019 (Source LOGRAMI).....	399
Figure 380 : Satisfaction globale par type d'acteurs suite à l'enquête de satisfaction des Rencontres Migrateurs 2019 (Source LOGRAMI).....	400
Figure 381 : Statistiques du nombre de visites du site internet de LOGRAMI de 2009 à 2018.....	401
Figure 382 : Nombre moyen d'utilisateurs actifs du site internet de LOGRAMI par jour de 2015 à 2019.....	401
Figure 383 : Statistiques du pourcentage de visites mensuelles du site internet de LOGRAMI de 2015 à 2019.....	402

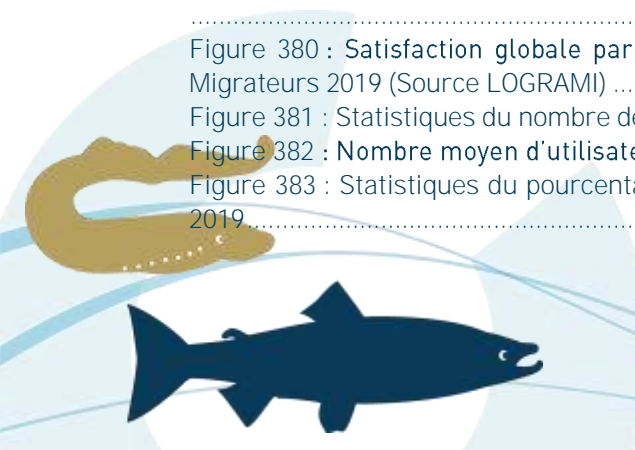
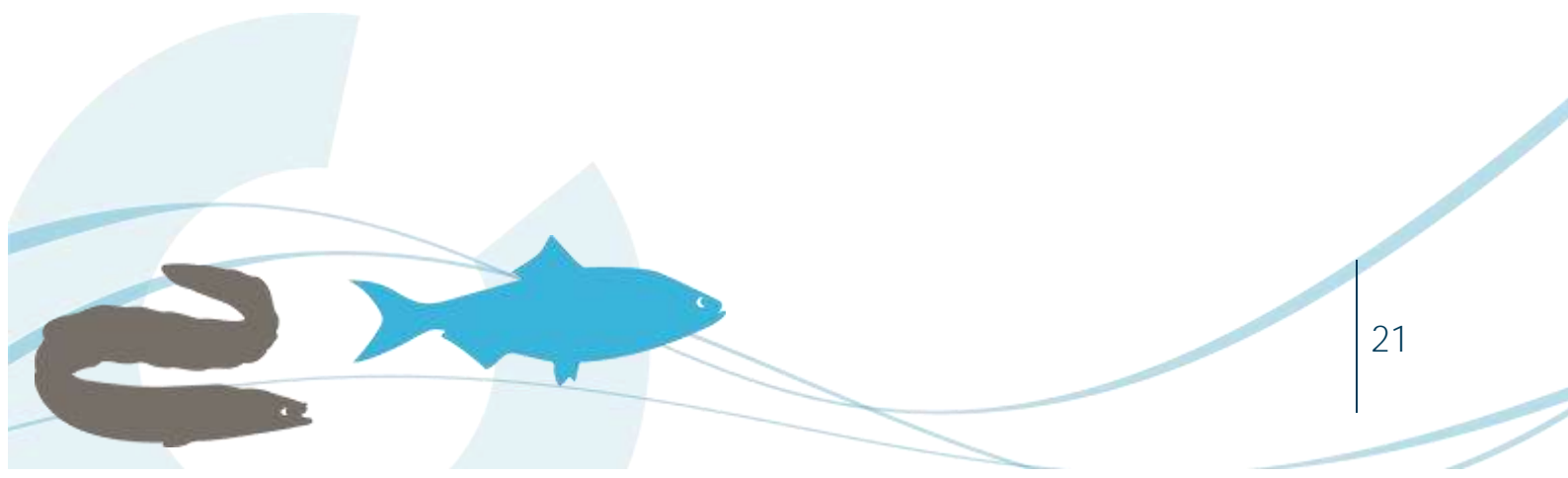


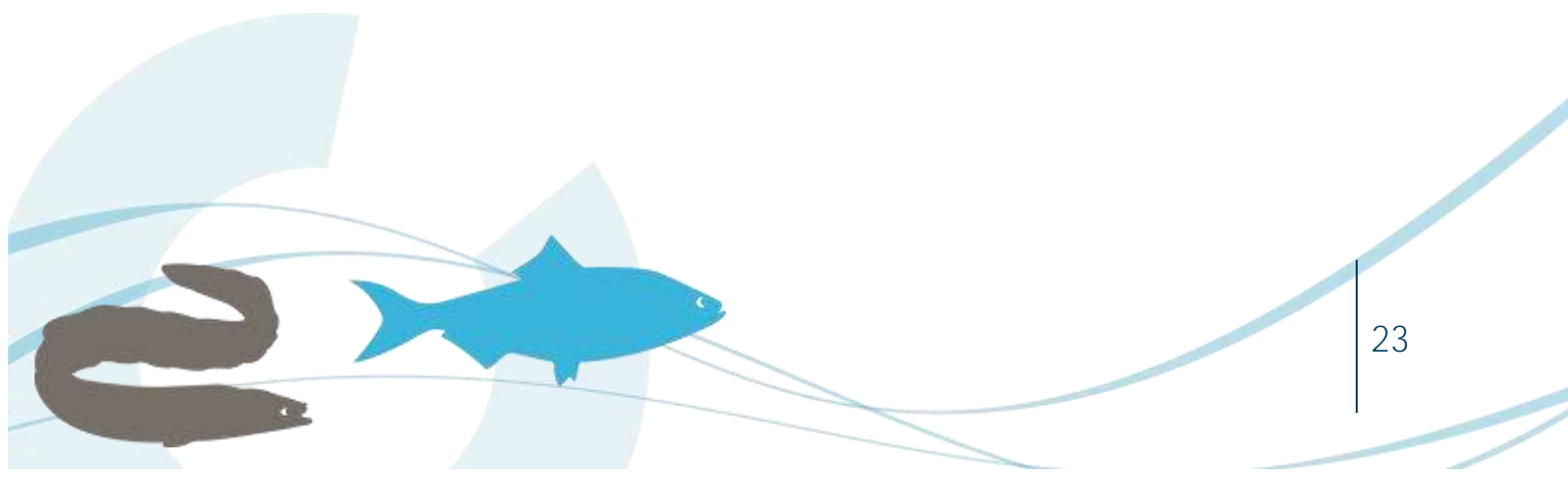
Figure 384 : Statistiques du nombre d'utilisateurs journaliers du site internet de LOGRAMI en 2019...	402
Figure 385 : Proportions des supports de visites du site internet de LOGRAMI de 2015 à 2019.....	403
Figure 386 : Proportions des modes d'accès des visites du site internet de LOGRAMI de 2015 à 2019..	404
Figure 387 : Proportions des modes d'accès par liens des visites du site internet de LOGRAMI de 2017 à 2019.....	405
Figure 388 : Mots clés d'accès au site web de LOGRAMI de 2017 à 2019 .....	405
Figure 389 : Origines géographiques par régions des visiteurs du site web de LOGRAMI de 2015 à 2019 .....	406
Figure 390 : Pourcentages de pages vues par rubriques du site internet de LOGRAMI de 2015 à 2019.	407
Figure 391 : 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) .....	408
Figure 392 : Graphiques et données présentés sur la page « station de comptage de Châtelleraut » du site internet de LOGRAMI (Source : LOGRAMI) .....	409
Figure 393 : Proportion de chaque sous rubrique station de comptages dans le nombre de pages vues de la rubrique station de comptage du site internet de LOGRAMI de 2015 à 2019 .....	410
Figure 394 : Nombre de téléchargements par rubrique du site internet de LOGRAMI de 2015 à 2019 ..	410
Figure 395 : Nombre d'actualités postées sur le site internet de LOGRAMI de 2016 à 2019 .....	411
Figure 396 : Nombre de newsletters LOGRAMI Actu' envoyées par mois aux destinataires abonnés en 2019.....	412
Figure 397 : Pourcentages de courriers LOGRAMI Actu ouverts par année sur le site internet de LOGRAMI de 2015 à 2019.....	412
Figure 398 : Présentation de la page Facebook de LOGRAMI ouverte en mars 2019 (Source : LOGRAMI) .....	413
Figure 399 : Nombre de « like » de la page Facebook de LOGRAMI depuis la création de la page en 2019 .....	414
Figure 400 : Répartition par sexe et classes d'âge des visiteurs de la page Facebook de LOGRAMI en 2019 .....	415
Figure 401 : Couverture des pages par grand thème des pages publiées sur Facebook de LOGRAMI ..	415
Figure 402 : Aperçu panoramique des 14 visuels de l'exposition « Grands Migrateurs de Loire » .....	416
Figure 403 : Nombre de jours d'emprunt et d'exposition au public des deux jeux d'exposition « Grands Migrateurs de Loire » en 2019 .....	417
Figure 404 : Durée d'exposition au public et nombre d'emprunts de « Grands Migrateurs de Loire » de 2010 à 2019 (deux jeux d'exposition à partir de 2013).....	418
Figure 405 : Localisation des lieux et départements de l'exposition « Grands Migrateurs de Loire » de 2010 à 2019 .....	419
Figure 406 : Répartition des durées d'exposition « Grands Migrateurs de Loire » en 2019, en nombre d'emprunts (à gauche) et en nombre de jours d'exposition au public (à droite).....	420
Figure 407 : Evolution de la répartition des emprunts de l'exposition « Grands Migrateurs de Loire » par classe de durée de 2010 à 2019 .....	420
Figure 408 : Types de manifestations pour lesquelles l'exposition « Grands Migrateurs de Loire » a été empruntée en 2019, en nombre de manifestations (à gauche) et en nombre de jours d'exposition au public (à droite).....	421
Figure 409 : Exposition « Grands Migrateurs de Loire » aux 9 <sup>èmes</sup> Rencontres Migrateurs de Loire à Nantes .....	422
Figure 410 : Drone subaquatique Powervision PowerRay acquis par LOGRAMI en 2019 .....	422



# Tableaux

Tableau 1 : Structuration du programme de recherches appliquées porté par LOGRAMI selon les orientations du PLAGEPOMI.....	26
Tableau 2 : Approche par code couleur des taux d'infiltration permettant la mesure de la conductivité hydraulique au niveau des frayères étudiées (Source : MIGADO).....	38
Tableau 3 : Résultat des mesures de la conductivité hydraulique et des taux d'infiltration au moment de la réalisation des frayères artificielles de saumon atlantique sur la Sioule en 2019 (Sources LOGRAMI).....	38
Tableau 4 : 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 2019.....	41
Tableau 5 : Stations hydrologiques de référence et secteurs associés utilisées pour la caractérisation des débits sur le bassin de la Loire en 2019.....	54
Tableau 6 : Fonctionnement du réseau d'enregistreurs thermiques suivi par LOGRAMI sur le bassin de la Loire en 2019.....	65
Tableau 7 : Localisation des sondes de suivi des températures de Roanne sur la Loire, Châteauneuf les Bains sur la Sioule, Monistrol d'Allier sur l'Allier et Riorges sur le Renaison par rapport aux barrages situés en amont.....	67
Tableau 8 : Préféremdum de températures pour la migration du saumon atlantique (AEAG, 2018).....	70
Tableau 9 : Nombre de jours supérieurs à 25 et 27,5 °C pour les stations de mesure de la température sur le bassin de l'Allier pendant l'été 2019.....	72
Tableau 10 : Nombre de jours supérieurs à 25 et 27,5 °C pour les stations de mesure de la température sur l'axe Creuse-Gartempe pendant l'été 2019.....	73
Tableau 11 : Préféremdum de températures pour la migration de l'aloise (AEAG, 2018).....	73
Tableau 12 : Préféremdum de températures pour la migration de la lamproie marine (AEAG, 2018).....	75
Tableau 13 : Comparaison des effectifs des saumons migrants observés à Vichy en 2019 par classes de tailles avec les individus piégés (Données : SCIMABIO Interface pour piégeage 2019).....	104
Tableau 14 : Comparaison des effectifs par classes d'âge des saumons sans adipeuse observés à Vichy en 2019 avec les individus piégés (Données : SCIMABIO Interface pour piégeage 2019).....	105
Tableau 15 : Taux de transfert de la population de saumons atlantiques contrôlée à Vichy et de l'échantillon radio marqué entre Vichy et Langeac sur l'Allier au printemps 2019.....	111
Tableau 16 : Extrapolation du nombre de saumons de l'échantillon marqué ayant survécu dans les différents secteurs de l'Allier à la population de saumons de l'Allier en 2019.....	112
Tableau 17 : Taux de transfert de la population de saumons atlantiques contrôlée à Vichy et de l'échantillon radiomarké entre Vichy et Langeac/Poutès sur l'Allier en 2019.....	115
Tableau 18 : Distances et vitesses de dévalaison post reproduction jusqu'à Vichy des saumons suivis par radiopistage sur l'Allier en 2019.....	118
Tableau 19 : Extrapolation du nombre de saumons ravalés de l'échantillon marqué au nombre de saumons qui se seraient présentés à Vichy après la reproduction de 2019.....	118
Tableau 20 : Caractéristiques techniques des émetteurs F1710 de marque ATS utilisés lors de l'étude de dévalaison des smolts sur la Gartempe en 2019.....	129
Tableau 21 : Résultats du test de Mann-Whitney de comparaison des deux lots des smolts marqués (masses et tailles) lors du suivi de la dévalaison sur la Gartempe en 2019.....	134
Tableau 22 : Récapitulatif des périodes de mise en eau des passes à poissons du bassin de la Loire en 2019 (Sources : LOGRAMI).....	150
Tableau 23 : Récapitulatif des périodes de fonctionnement des stations de comptage du bassin de la Loire en 2019 (Sources : LOGRAMI).....	156
Tableau 24 : Qualification du niveau de perturbation hydrologique associée à chaque classe (COURRET, 2014).....	243
Tableau 25 : Périodes de vulnérabilités des juvéniles de saumon atlantique et durées correspondantes définies pour le calcul de l'indice de perturbation hydrologique de la Sioule à Châteauneuf les Bains depuis 2012.....	243

Tableau 26 : Tableau synthétique des différentes variables hydrologiques durant la période de vulnérabilité des juvéniles de saumons et productivités des frayères du secteur de la Sioule situé entre les Thermes de Châteauneuf les Bains et le barrage EDF de Queuille depuis 2012.....	245
Tableau 27 : Secteurs de l'Allier et nombre de stations d'échantillonnage de suivi d'abondance de juvéniles de saumon atlantique imparties en 2019.....	251
Tableau 28 : Conditions hydrologiques lors des échantillonnages « Indice d'abondance tacons » sur le bassin de l'Allier en 2019 (source : <a href="http://www.hydro.eaufrance.fr">http://www.hydro.eaufrance.fr</a> ).....	251
Tableau 29 : Indices d'abondance tacons 0+moyens et médians des cours d'eau échantillonnés en 2019 sur le bassin de l'Allier.....	252
Tableau 30 : Bilan de l'estimation de la production de tacons 0+ d'automne des différents cours d'eau du bassin de l'Allier en 2019.....	254
Tableau 31 : Etat sanitaire des saumons capturés à Vichy en 2019 par le CNSS et SCIMABIO.....	273
Tableau 32 : Récapitulatif des résultats d'échantillonnage de juvéniles de lamproie marine par rivière et type d'habitats en 2019 sur le bassin de la Vienne (Sources : LOGRAMI).....	282
Tableau 33 : Retard moyen des saumons au droit de la vitre de comptage rive droite de Vichy sur l'Allier depuis 2009 les jours avec et sans piégeage.....	310
Tableau 34 : Effort d'échantillonnage des campagnes de piégeage de saumons adultes à Vichy sur l'Allier pour la pisciculture de Chanteuges depuis 2009 (Sources : CNSS).....	312
Tableau 35 : Comparaison des effectifs des classes de tailles des saumons migrants observés à Vichy (Allier) en 2019 avec les individus piégés (Source LOGRAMI et CNSS)Erreur ! Liaison incorrecte.Si nous comparons la répartition annuelle par classe d'âge de mer, nous observons une légère sur-représentation des saumons de 2 étés de mer et une sous-représentation des saumons de 3 étés de mer dans l'échantillon des captures (Figure 298). Il n'est pas surprenant de ne pas avoir capturé de saumon de 1 été de mer, étant donné que sur l'axe Loire-Allier, les proportions de ces individus y sont très faibles (1% en moyenne sur la période historique entre 1997 et 2018 (N=129))......	318
Tableau 35 : Comparaison des effectifs par classes de tailles des saumons sans adipeuse (AD-) observés à Vichy (Allier) en 2019 avec les individus piégés (Source LOGRAMI, CNSS et SCIMABIO).....	319
Tableau 37 : Indices d'abondances en juvéniles de saumon printaniers et automnaux sur le Renaison depuis 2015.....	321
Tableau 38 : Production automnale de tacons 0+ de l'incubateur du Renaison depuis 2015.....	322
Tableau 39 : Bilan de répartition des quantités et des densités d'alevins de saumon de pisciculture déversés sur les différents cours d'eau du bassin de l'Allier en 2019.....	327
Tableau 40 : Production de tacons 0+ d'automne des secteurs alevinés et taux d'implantation correspondants sur le bassin de l'Allier en 2019.....	330
Tableau 41 : Taux de retour des smolts déversés sur le bassin Creuse – Gartempe de 2009 à 2016 (Sources : LOGRAMI).....	350
Tableau 42 : Taux de retour des smolts déversés sur l'Allier de 2005 à 2016 (Sources : LOGRAMI).....	352
Tableau 43 : Taux de retour des alevins de saumon déversés sur le bassin Creuse – Gartempe de 2009 à 2016.....	355
Tableau 44 : Taux de retour des alevins de saumon déversés sur le bassin de l'Arroux de 2009 à 2016 (Sources : LOGRAMI).....	357
Tableau 45 : Taux de retour des alevins de saumon déversés sur le bassin de l'Allier de 2009 à 2011 (Sources : LOGRAMI et données génétiques INRA).....	358





# 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 ambitionne 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 terrains.

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 : Base de données « habitats »
		Qualification des habitats potentiels actuels
	Continuité écologique et accessibilité	Conditions environnementales de l'année 2019
		Conditions de migration
		Suivi de la migration de saumons entre Vichy et les zones de frayères
		Fronts de migration des poissons migrateurs : habitats réels utilisés
		Etude de la dévalaison des smolts par radiopistage sur la Gartempe
Orientation C2 : Dynamique de population	Processus de Migrations	Les migrations des poissons migrateurs amphihalins Effectifs des migrateurs aux stations de comptages
	Géniteurs potentiels/ reproducteurs	Relation entre le nombre de géniteurs en migration et les comptages d'actes de reproduction
	Abondances des alevins	Relation entre le nombre de nids et l'abondance et la distribution des juvéniles
		Abondance de juvéniles de saumons
	Traits de vie	Structure en âge des saumons
		Etat sanitaires des saumons en 2019 à Vichy
		Structure démographique des anguilles européennes sur la Vienne
	Structure en âge des juvéniles de lamproie marine sur le bassin de la Vienne	
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 : Soutien d'effectifs	Evaluation de l'efficacité (saumon atlantique)	Impact du piégeage sur le franchissement des saumons
		Production de juvéniles à partir d'incubateur
		Identification de l'origine des géniteurs de saumons atlantique
		Taux de retour des individus déversés au stade pré-smolt
		Taux de retour des individus déversés au stade alevins
Dynamique migratoire génésique selon l'origine des saumons		
Transfert de connaissance G3	Restitutions des informations	Valorisation 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.

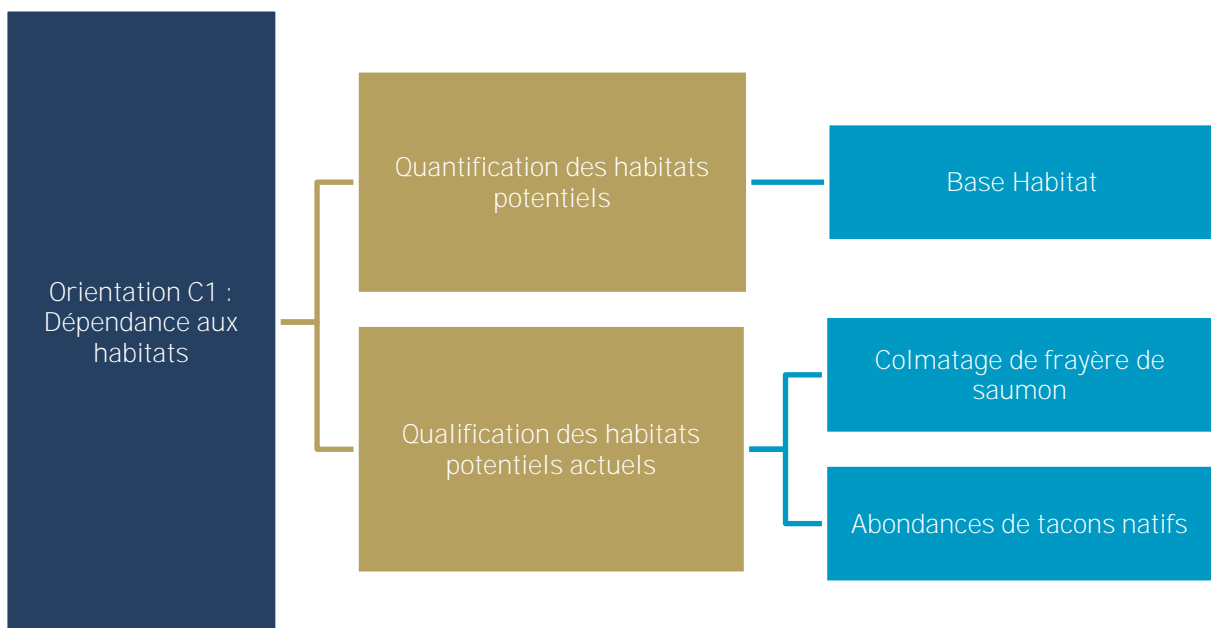


Figure 1 : Dendrogramme des actions menées dans le **cadre de l'orientation C1 : Dépendance aux habitats** (Source LOGRAMI)

## 2.2. Base de données « habitats »

### 2.2.1. 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.

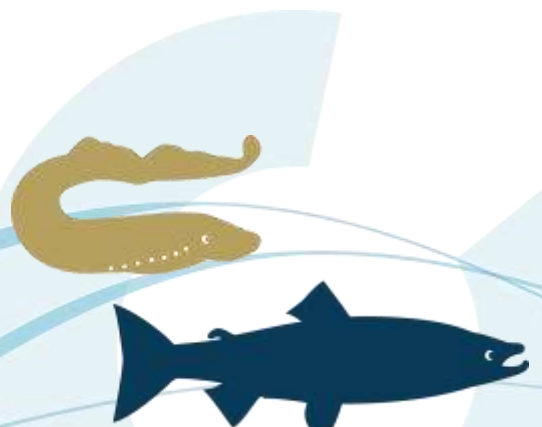
Pour exemples, il est nécessaire de pouvoir localiser l'ensemble des frayères potentielles d'aloses du bassin ou bien d'afficher les zones du bassin les plus productives pour le saumon atlantique ou encore de comparer les zones de reproduction occupées par une espèce aux zones potentielles disponibles.

Afin d'obtenir un outil fonctionnel, son élaboration a nécessité un important travail de réflexion sur la structure de la base, de recueil et d'harmonisation des données, de construction des différentes tables et enfin d'alimentation de ces tables à partir des fichiers sources.

### 2.2.2. Composition de la base

Cette base est composée, en 2019, de six tables 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 et leurs caractéristiques ;
- Une table de jointure entre la table faciès et la table frayères, la plupart des zones de fraie potentielles étant décrites par leurs faciès ;
- Une table « activité » regroupant les suivis de l'activité de reproduction sur les zones de fraie.



Ainsi, la structure de la base peut être schématisée comme suit :

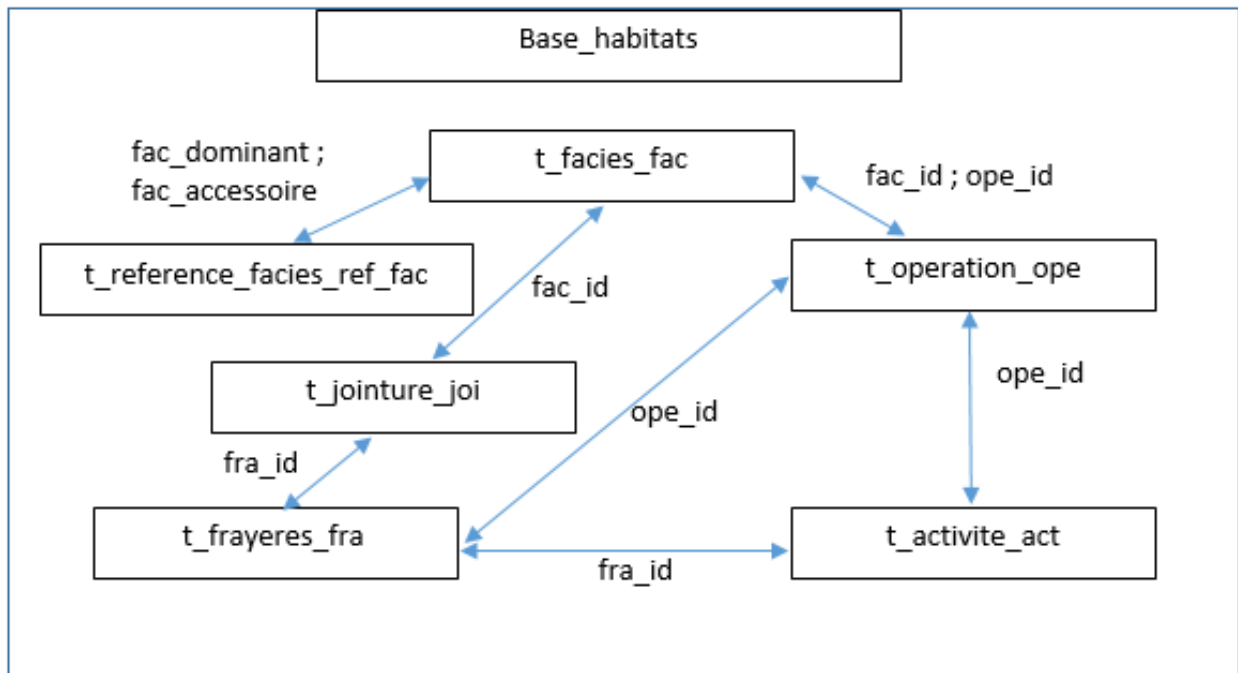


Figure 2 : Schéma conceptuel de la base « habitats » élaborée par LOGRAMI et rassemblant six tables en 2019 (PRADEILLES, 2019)

### 2.2.3. Retour sur le travail réalisé en 2018

L'année 2018 a été consacrée à la réalisation des deux premières 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 13 structures différentes (CSP/ONEMA, EP Loire, EPTB Vienne, FDPPMA 07, FDPPMA 43, FDPPMA 48, FDPPMA 49, FDPPMA 58, FDPPMA 86, LOGRAMI, Mise 36, Réserve Naturelle du Val de Loire, SIGAL), 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 3). 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 un total de 17 champs (Association LOGRAMI, 2019).



Localisation des études cartographiques recensées sur les poissons migrateurs du bassin de la Loire de 1991 à 2018

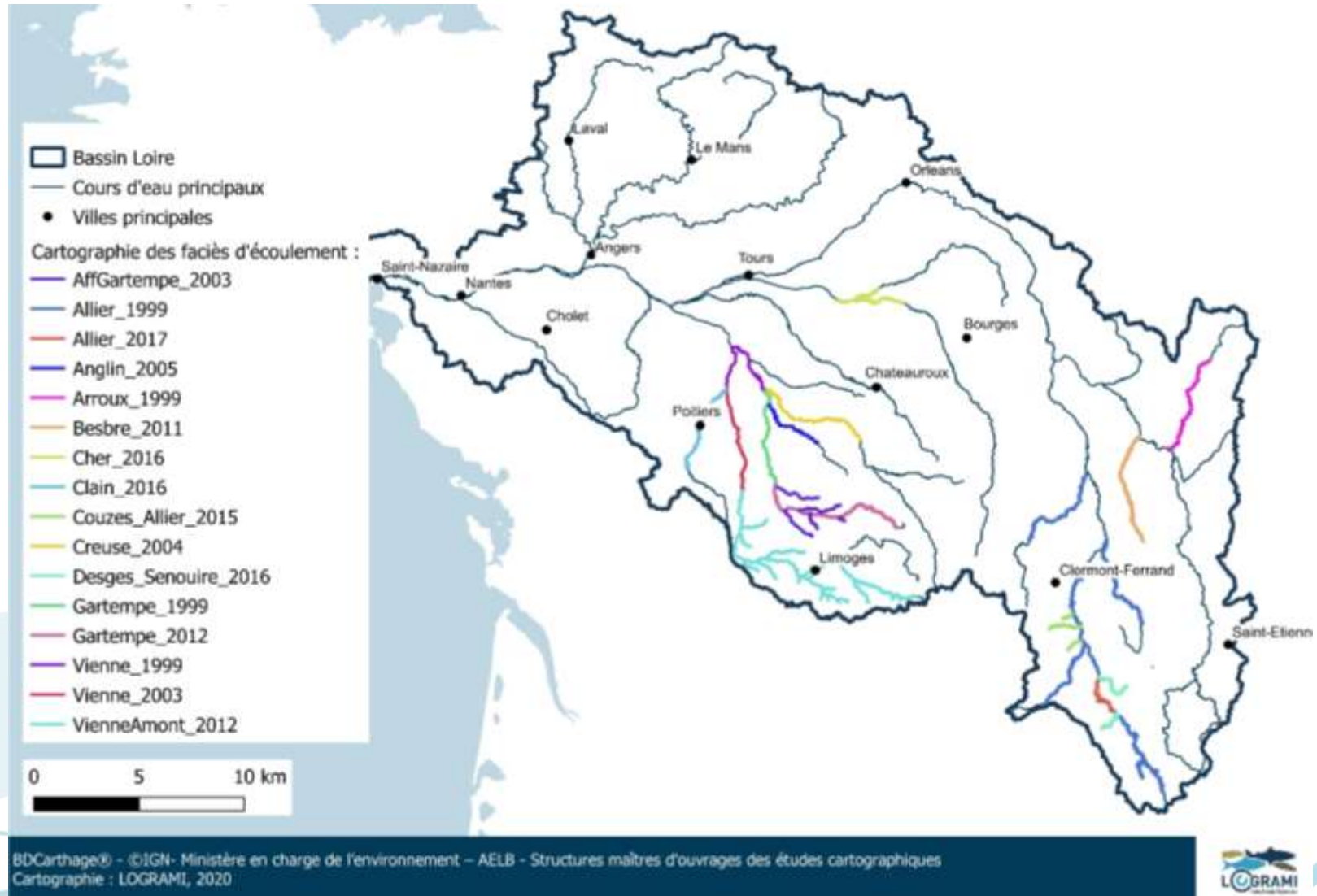


Figure 4 : Localisation des études cartographiques dont les données ont été intégrées à la table « faciès » de la future base habitats



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 4). 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 ».

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 (BAUDAIS, 2003 ; DONEGA, 2004 ; DER MIKAELIAN, 1999 ; PROVOST, 1999) réalisées sur format papier ont dû 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. Ces études concernent les cartographies des habitats de la Creuse, la Vienne aval et la Gartempe aval réalisées dans les années qui suivirent l'effacement du barrage de Maisons-Rouges afin de connaître les potentialités de ces cours d'eau et de suivre leur recolonisation.

## 2.2.4. Travail réalisé en 2019

En 2019, le travail a porté sur la **réalisation de la table « frayères »** et de la **table de jointure « faciès-frayères »** (PRADEILLES, 2019).

Dans un premier temps, il a été nécessaire de **trier les études cartographiques** dont l'entrée principale était la description des zones de fraie potentielles pour les aloses et la lamproie marine. En effet, pour différentes raisons, ces études sont très diverses, tant dans les protocoles utilisés que dans les données restituées. Elles ont été **regroupées selon deux catégories** :

- ❶ **Les études au format géométrique « point »**. Dans ces études, les zones de frayères potentielles sont représentées par des points auxquels sont attribuées différentes caractéristiques (longueur, largeur,...) mais les faciès d'écoulement composant les frayères ne sont pas décrits ou pas géo référencés. Ces études n'avaient fait l'objet d'aucune bancarisation.
- ❷ **Les études aux formats géométriques « polyligne » et « polygone »**. Dans celles-ci, les polygones et polygones représentent un ou plusieurs faciès d'écoulement formant une frayère potentielle. Concernant ces études, seuls les faciès composant les frayères ont été bancarisés dans la table « faciès » en 2018.

Après l'étude fine de toutes les cartographies, un second temps a été consacré à la création de la table « frayères » en tenant compte à la fois des informations contenues dans ces études et des besoins identifiés. *In fine*, la table frayères se compose de 15 champs :

- ❶ fra\_id : numéro unique de chaque zone de fraie ;
- ❷ fra\_ope\_id : numéro unique de chaque étude cartographique en fonction du cours d'eau étudié, fait le lien avec la table « opérations » ;
- ❸ fra\_esp : permet d'associer la zone de fraie à une espèce (LPM/ALO) ;
- ❹ fra\_code : permet le dialogue entre la table « frayères » et les tables d'origines ;
- ❺ fra\_localisation : description de la localisation, utile pour les prospections terrains ;
- ❻ fra\_ce : nom du cours d'eau associé ;
- ❼ fra\_surface : surface de la zone en m<sup>2</sup> ;
- ❽ fra\_drain\_id : permet le dialogue avec les drains du RHT ;

- 🕒 fra\_remarque : informations propres à la zone issues de la bancarisation (exemple: manque description en faciès) ;
- 🕒 fra\_date : date de la description de la zone ;
- 🕒 fra\_qualité\_observée : qualité de la zone de fraie donnée à dire d'expert in situ (3/2/1) ;
- 🕒 fra\_qualité\_estimée : qualité de la zone donnée à posteriori (3/2/1) ;
- 🕒 fra\_type : type de protocole d'identification (terrain/photo-interprétation) ;
- 🕒 fra\_sit\_id : pour les frayères aloses uniquement, identifiant donné à la zone dans l'ancienne table frayères aloses de LOGRAMI ;
- 🕒 fra\_sit\_nom : pour les frayères aloses uniquement, nom donné à la zone dans l'ancienne table frayères aloses de LOGRAMI.

A ceux-ci s'ajoutent 8 champs décrivant également les frayères mais contenus dans la table faciès (largeur, longueur, faciès, granulométries,...).

Enfin, la bancarisation de toutes ces données dans la table frayères a été le travail le plus important.

Les études au format « point » ont été uniformisées et bancarisées dans la table « frayères ». Puis les études aux formats « polyligne » et « polygone » ont également été intégrées à la table « frayères » sous forme de points correspondant à des zones potentielles de fraie.

Pour toutes ces données de frayères, il a fallu attribuer les faciès correspondant aux différentes frayères et vice-versa. Une table de jointure a donc été créée. Il est fréquent qu'un même faciès corresponde à tout ou partie de deux zones de fraie : l'une de lamproies marines et l'autre d'aloses. De même, une zone de fraie se compose fréquemment (toujours pour l'alose) d'un ensemble de faciès. Cette particularité implique que le lien entre les deux tables ne peut pas se faire par une simple jointure sur les clefs primaires (identifiant de la table frère/identifiant de la table faciès). Il était nécessaire de réaliser une table de jointure afin de créer une relation deux à deux. Cette table associe à un même identifiant faciès plusieurs identifiants frères et à un même identifiant frère plusieurs identifiants faciès (PRADEILLES, 2019).

Ce travail a conduit à **la simplification et l'harmonisation des champs et attributs utilisés pour caractériser les zones de fraie, passant de 74 champs différents à seulement 23** (15 champs dans la table « frayères » et 8 champs de la table « faciès »).

Au total, **18 études ont été intégrées à la table « frayères »**. Le résultat représente une bancarisation de 2 200 zones de frayères potentielles sur le bassin de la Loire dont 1 585 frayères de lamproie marine et 622 frayères d'aloses, une partie d'entre elles étant commune aux deux espèces (Figure 5).

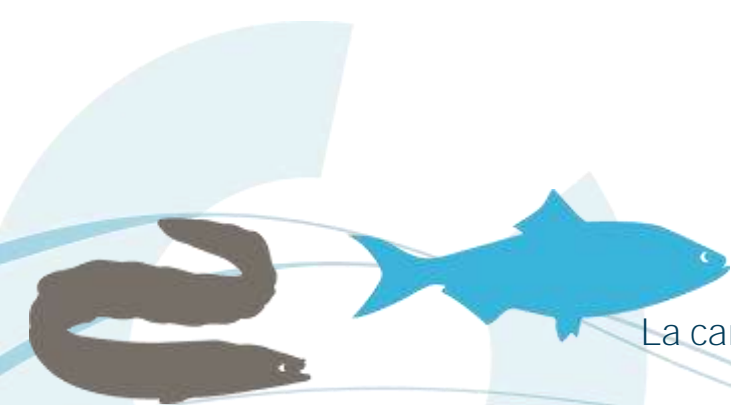




Figure 5 : Localisation des frayères d'aloses et/ou de lamproie marine réunies au sein de la table « frayères » de la base habitats

## 2.2.5. Perspectives

Avec la construction de la base et la réalisation des quatre premières tables désormais opérationnelles (« opérations », « faciès », « frayères » et jointure « faciès-frayères »), le plus important travail a été accompli. Il reste à intégrer à la table « frayères », réalisée en 2019, les zones de reproduction du saumon atlantique.

La dernière étape conséquente est la réalisation de la table « activité ». Celle-ci regroupera les suivis d'activité de reproduction effectués sur les zones de frayères potentielles d'aloses, de lamproie marine et de saumon atlantique. L'exploitation de la base en sera d'autant plus intéressante avec le croisement entre zones potentielles de frayères et zones actuellement utilisées, comme, par exemple, le comptage annuel des frayères actives de saumon sur les parties amont du bassin Loire (Sioule, Alagnon, Dore et Allier).

Afin que les données de la base puissent être utilisées par des structures extérieures (demandes de données pour des usages de gestion, de dossiers de mises aux normes, etc.), la table « référence » permettant la traduction des codes utilisés dans la base habitats en codes SANDRE et vice-versa devra être finalisée.

Enfin, avant l'exploitation poussée de la base, il est nécessaire de réaliser des tests de requêtes dont les résultats seront confrontés aux données des études sources afin de valider les données intégrées à la base.

Après ces dernières étapes, la table sera complètement exploitable et permettra la réalisation de requêtes et d'analyses utiles aux décisions de gestion des populations de poissons migrateurs du bassin de la Loire.

## 2.3. Qualification des habitats potentiels actuels

### 2.3.1. Suivi du colmatage des frayères de saumons sur le bassin de la Sioule en 2019-2020

Le bassin de la Sioule présente un fort potentiel d'accueil pour la reproduction du saumon atlantique. En 2012-2013 et 2015-2016, des études d'évaluation de la survie sous graviers des œufs de saumons ont été réalisées sur cet axe. Elles ont permis d'obtenir des éléments de connaissances sur l'existence de différences de fonctionnalité des secteurs. Cependant, la méthode permettant de qualifier l'oxygénation de l'eau interstitielle utilisée depuis 2009 (Stick Hypoxie ; MARMONIER et al., 2004) n'explique pas, dans certains cas, des différences de survie entre les frayères (BACH et al., 2015).

Depuis 2016, des nouvelles opérations ont été réalisées sur le bassin de l'Alagnon afin d'acquérir des données physiques qualificatives de l'habitat des frayères pour tenter d'expliquer des différences de survies entre les sites d'incubation.

En décembre 2019, une étude du colmatage des sites de fraie du saumon sur le bassin de la Sioule a été effectuée par l'intermédiaire de la conductivité hydraulique (DATRY et DONON, 2011). Pour cela cinq frayères artificielles ont été réalisées et plusieurs campagnes de mesure de conductivité ont été effectuées au cours du temps afin de suivre l'évolution de colmatage des sédiments.

#### 2.3.1.1 Localisation de l'étude

Au total, cinq frayères artificielles ont été réalisées sur la Sioule (19 km +/-3,8 entre chaque site) (Figure 6). Elles se répartissent sur l'intégralité du cours d'eau accessible en aval du barrage de Queuille (barrage infranchissable) qui constitue le front de migration de l'axe (soit 86,8 km de cours d'eau).

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

Le protocole de réalisation d'une frayère artificielle est identique à celui appliqué en 2009 (BACH et al, 2010).

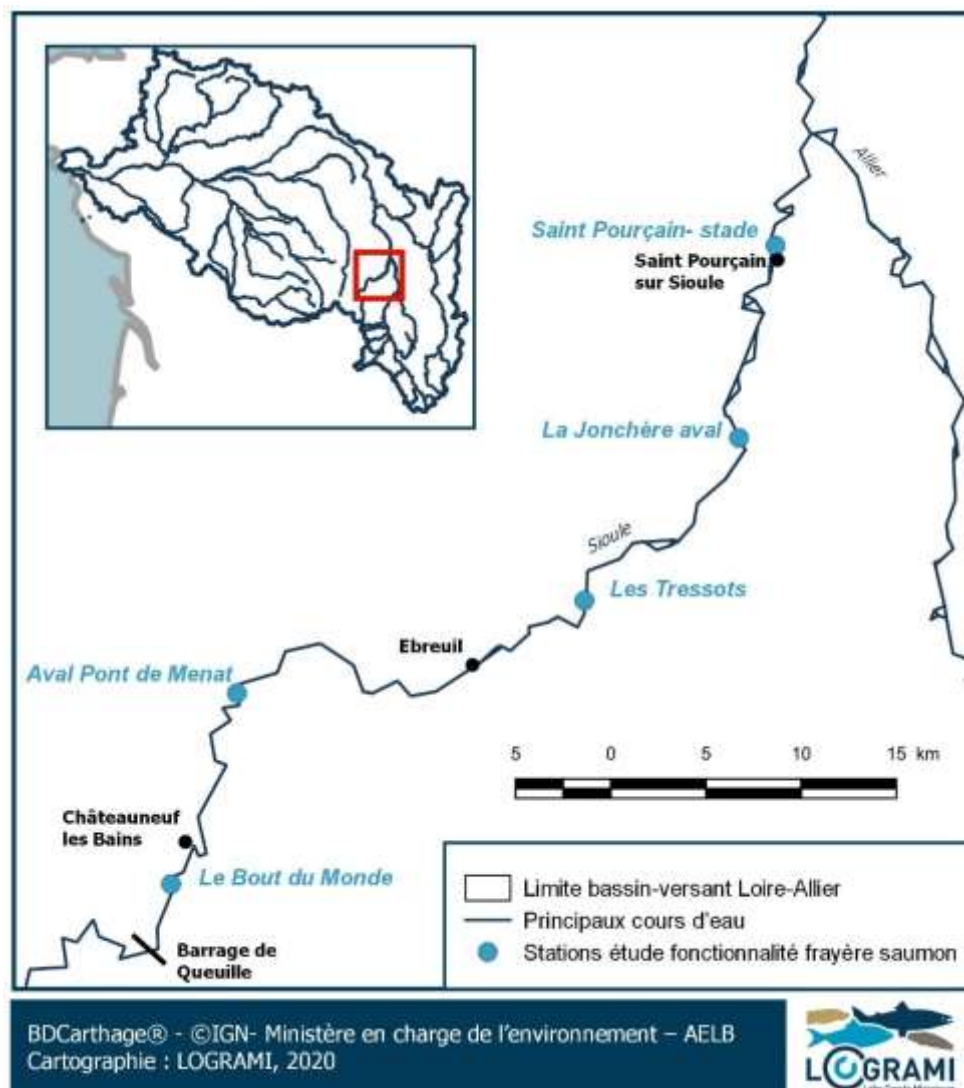


Figure 6 : Localisation des frayères artificielles (sites d'étude) sur le bassin de la Sioule

### 2.3.1.2 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 sont effectués dans chaque frayère (BACH et al., 2017). Pour chacun d'entre eux, un piézomètre est enfoncé dans les vingt premiers centimètres du substrat et la hauteur d'eau initiale dans l'appareil est mesurée à l'aide d'une sonde piézométrique. Enfin, un litre d'eau est introduit au centre du piézomètre via un entonnoir relié à une vanne (Figure 7).



Figure 7 : Mise en place du piézomètre pour la mesure de la conductivité hydraulique dans une frayère artificielle de saumon atlantique (Source LOGRAMI)

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

$$K = ((0.2501 * D) / (Dt)) * \ln(H_0/H)) * 3600$$

Avec :

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

Trois sessions de mesures sont prévues sur chaque site d'étude : l'une à la création de la frayère artificielle et les deux autres lors de l'éclosion des œufs et de l'émergence des alevins. Les différents stades de développement de l'embryon étant caractérisés par un cumul de degrés-jours (somme des moyennes journalières), des sondes température installés sur la Sioule permettent 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). 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).

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 2 ont été attribuées selon les catégories de colmatage.

Tableau 2 : Approche par code couleur des taux d'infiltration permettant la mesure de la conductivité hydraulique au niveau des frayères étudiées (Source : MIGADO)

Classe	Taux d'Infiltration (%)
1	0 % < proportion < 10 %
2	10 % < proportion < 25 %
3	25 % < proportion < 35 %
4	proportion > 35 %

### 2.3.1.3 Résultats des différentes campagnes de mesure

Les frayères artificielles ont été préparées les 27 et 28 novembre 2019.

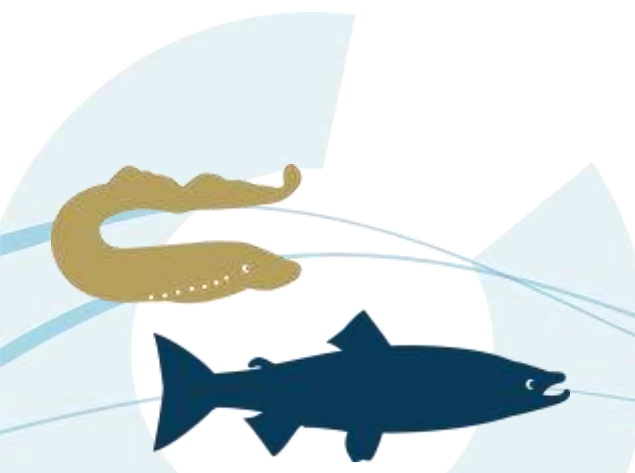
Au moment de la réalisation des frayères, ces dernières sont globalement bien décolmatées avec une moyenne de conductivité égale à 17 cm/h+/- 7 (Tableau 3). La plus forte perméabilité du substrat est enregistrée sur la frayère du Bout de monde avec une valeur de 27,2 cm/h. Aucune différence significative de conductivité hydraulique est constatée entre les différents sites de la Sioule (Mann Whitney : p-value 0,328 ; alpha 0,05). Sur l'ensemble des frayères, les taux d'infiltration sont égaux de 100 %.

Tableau 3 : **Résultat des mesures de la conductivité hydraulique et des taux d'infiltration au moment de la réalisation des frayères artificielles de saumon atlantique sur la Sioule en 2019 (Sources LOGRAMI)**

	Conductivité hydraulique (cm/h)	Taux d'infiltration (%)
La Bout du Monde	27,3	4
Aval Pont de Menat	10,2	4
Les Tressots	12,2	4
Aval la Jonchère	16,7	4
St Pourçain sur Sioule	17,4	4

Les débits soutenus de la Sioule au mois de février 2020 n'ont pas permis de procéder à la réalisation des mesures piézométriques au stade « éclosion » (Figure 8). En raison du contexte sanitaire lié à l'épidémie du coronavirus, la campagne de mesure au stade « émergence » a été annulée.

**Le suivi de l'évolution du colmatage des frayères sur le bassin de la Sioule n'a donc pas pu être effectué.**



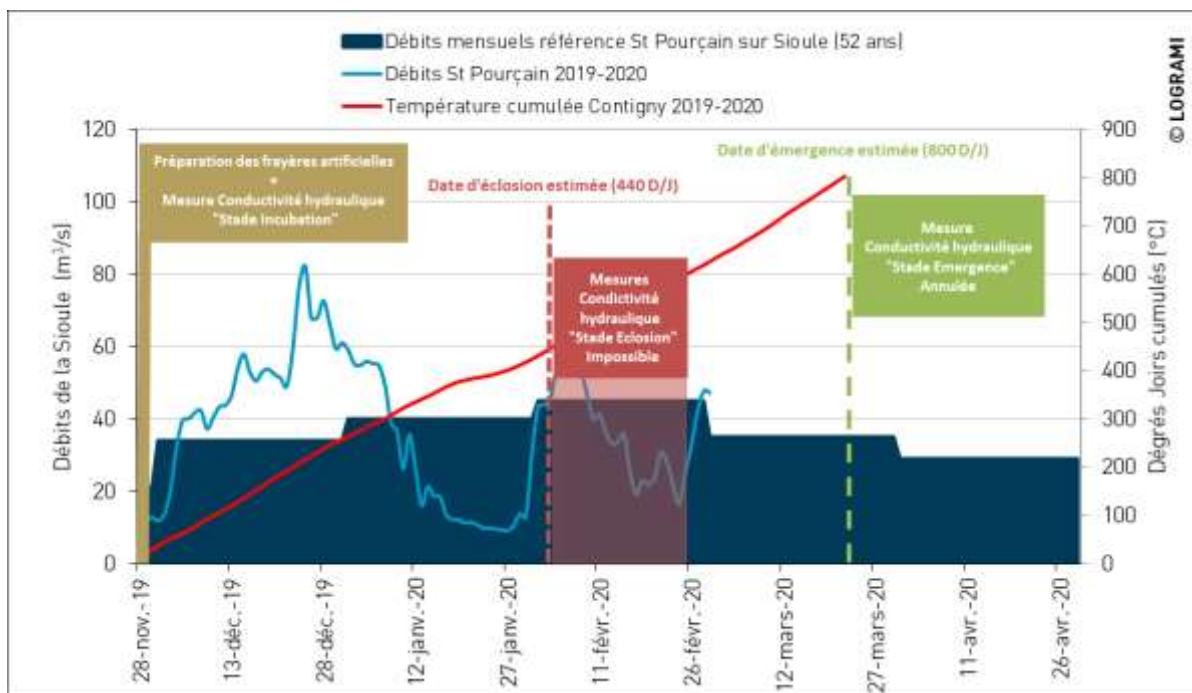


Figure 8 : Débits et températures cumulées de la Sioule à St Pourçain sur Sioule et relation avec l'étude de conductivité hydraulique des frayères artificielles de saumon en 2019-2020

## 2.3.2. Capacité productive d'alevins natifs 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).

### 2.3.2.1 Recrutement de juvéniles natifs de saumon sur le bassin de l'Allier

#### Secteurs étudiés

Sur le bassin de l'Allier, la campagne d'échantillonnage 2019 évalue la production de juvéniles issue de la reproduction naturelle de 2018, année où 342 géniteurs potentiels ont été contrôlés à Vichy (389 – 47 géniteurs capturés par le Conservatoire National du Saumon Sauvage) dont 102 franchissent le barrage de Langeac (légère sous-estimation probable) et entre 31 et 41 celui de Poutès (Association LOGRAMI, 2019).

En 2019, 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 natifs grâce à l'échantillonnage de 41 stations (Figure 9 et Tableau 4) :

- Sur l'Allier, en raison du déversement de 174 588 alevins sur le secteur S2 (St Etienne du Vigan-Alleyras ; 43) après 11 années de suspension de cette pratique, seuls les secteurs S1 et S3 sont concernés par cette analyse ;
- L'Alagnon sur l'ensemble de son cours n'a pas été aleviné en 2019 suite à une demande des acteurs locaux. Ainsi, pour la troisième année consécutive, les échantillonnages automnaux de



2019 permettent l'évaluation de la production naturelle de cette rivière qui présente un fort potentiel pour le saumon ;

- 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 de Jenzat (jusqu'à la confluence avec l'Allier) n'a pas été aleviné et peut être considéré comme exempt d'influence d'alevinage ;
- Pour la troisième 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.

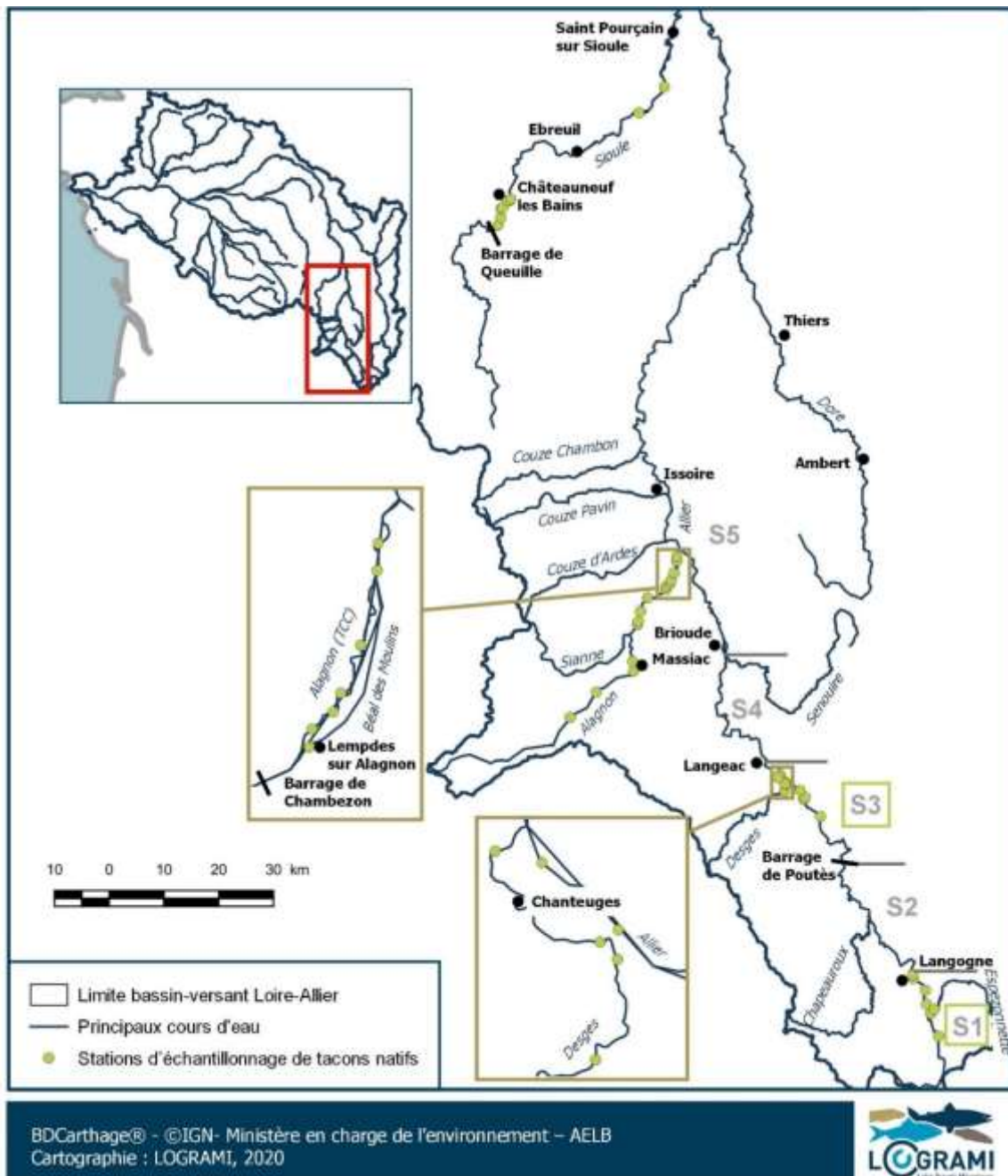


Figure 9 : Localisation des stations d'échantillonnage par pêche à l'électricité de suivi d'abondance de juvéniles natifs de saumon atlantique sur le bassin de l'Allier en 2019

Tableau 4 : 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 2019

	Nb stations
Alagnon	15
Allier	13 (7+6)
Sioule	9 (7+2)
Desges	4

### Résultats sur l'Allier

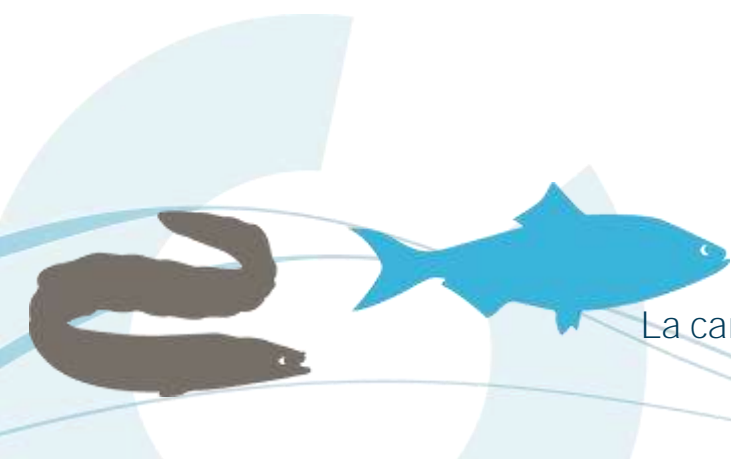
Des tacons 0+ ont été capturés sur 8 des 13 stations échantillonnées en septembre 2019 sur les secteurs S1 et S3 de l'Allier (Figure 10).

Les 5 stations ne présentant pas de juvénile de l'année sont toutes localisées sur le secteur S1 situé en amont du barrage de Poutès. La seule station présentant des tacons en abondance jugée très faible sur ce secteur S1 est celle échantillonnée le plus en amont de l'axe Allier (Luc, 48). **La production de tacons 0+ natifs sur le secteur S1 de l'Allier peut être considérée comme très réduite en 2019.** Avec un indice d'abondance moyen de 1,3 tacons 0+/5 min +/- 3,6, cette production 2019 est inférieure à la moyenne 2009-2018 (8,2 tacons 0+/5 min +/- 15,7), calculée pour 6 stations historiques (Figure 11). Elle constitue le 4<sup>e</sup> moins bon niveau d'abondance observé depuis 2009. Ce résultat est principalement lié à la très faible exploitation potentielle de ce secteur par les géniteurs en 2018 puisque seulement 19 saumons avaient été comptabilisés au barrage de Poutès (entre 31 et 41 estimés).

Sur le secteur situé en aval du barrage de Poutès (S3), des tacons 0+ ont été capturés sur toutes les stations échantillonnées. **Avec des indices d'abondance plutôt hétérogènes (très faibles à très élevés) mais avec une majorité d'indices moyens, la production naturelle peut être considérée comme moyenne sur ce secteur en 2019.** Avec un indice d'abondance moyen de 62,8 tacons 0+/5 min +/- 58,9 cette production 2019 est, quant à elle, très légèrement inférieure à la moyenne 2009-2018 (67,6 tacons 0+/5 min +/- 54,4), calculée pour 6 stations historiques (Figure 12). Elle est néanmoins plus élevée qu'en 2018 pour un nombre de géniteurs potentiels sur le secteur (SAT Langeac – SAT Poutès) sensiblement identiques (entre 61 et 71 en 2018 contre 75 en 2017).

Du point de vue des conditions environnementales, les températures de l'Allier sur ce secteur pendant la période de croissance des juvéniles de saumons apparaissent identiques durant ces deux années. Le caractère humide du printemps 2018 par rapport à celui de 2019 et notamment une crue observée début mai 2018 pourrait expliquer le différentiel d'abondance de juvéniles sur ces 2 années présentant à priori un nombre de géniteurs approximativement identiques. Par ailleurs, la probable sous-estimation du comptage de saumons à Langeac en 2018 (notamment début et fin octobre) (Association LOGRAMI, 2019) pourrait aussi expliquer une partie de ce différentiel. Aussi, la possibilité que des individus issus des déversements en S2 puissent avoir dévalé par la vanne de fond du barrage de Poutès et être par la suite capturés en S3 ne peut être exclue.

Enfin, il est plutôt rassurant de constater une telle abondance de juvéniles de saumons sur ce secteur situé immédiatement à l'aval du barrage de Poutès dont la vidange, opérée dans le cadre de sa reconfiguration, aurait pu faire craindre une dégradation de la qualité de l'eau rédhibitoire pour le développement et la survie des tacons.



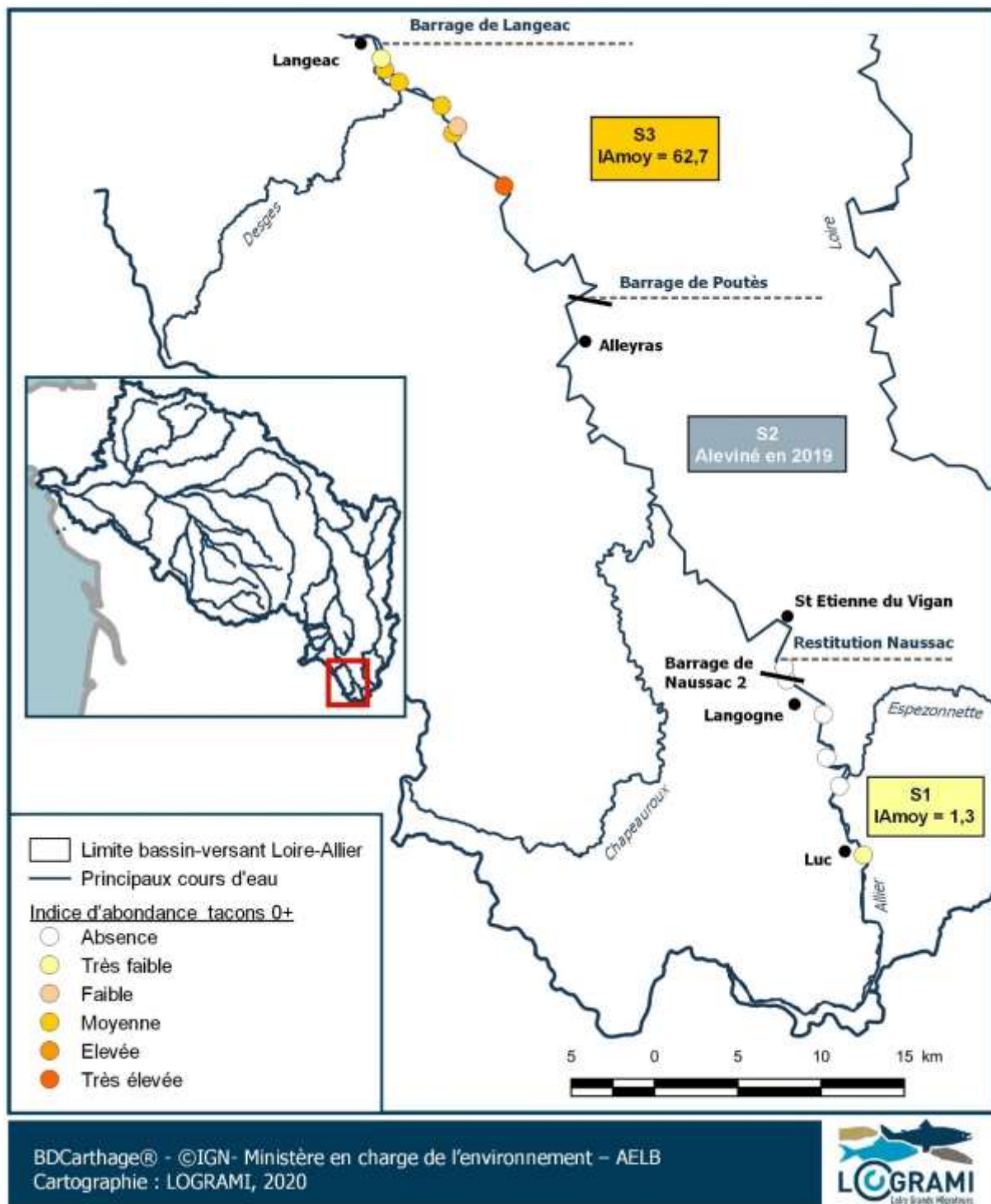
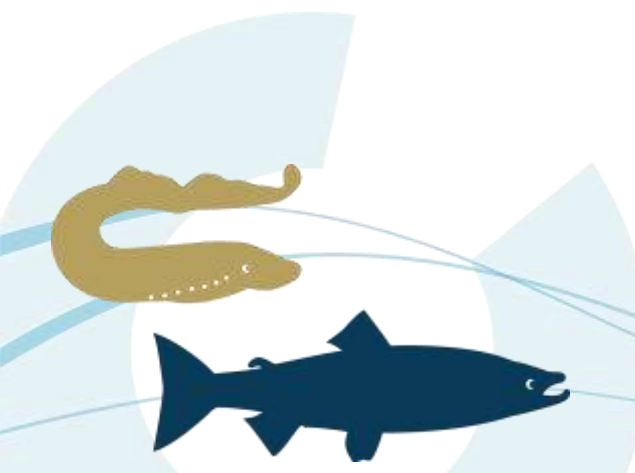


Figure 10 : Indices d'abondance de tacons natifs sur l'Allier en septembre 2019



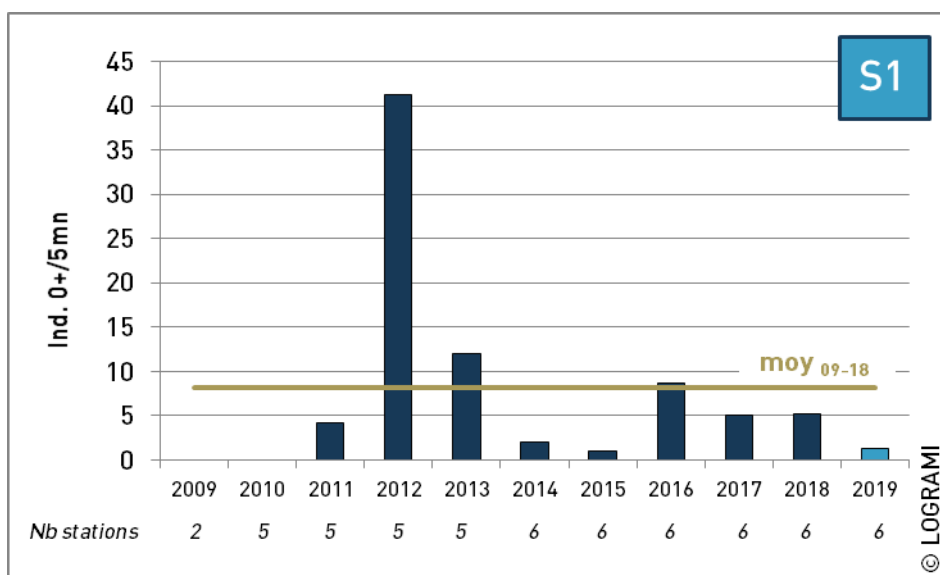


Figure 11 : Evolution de l'indice d'abondance tacons 0+ moyen sur le secteur S1 de l'Allier depuis 2009

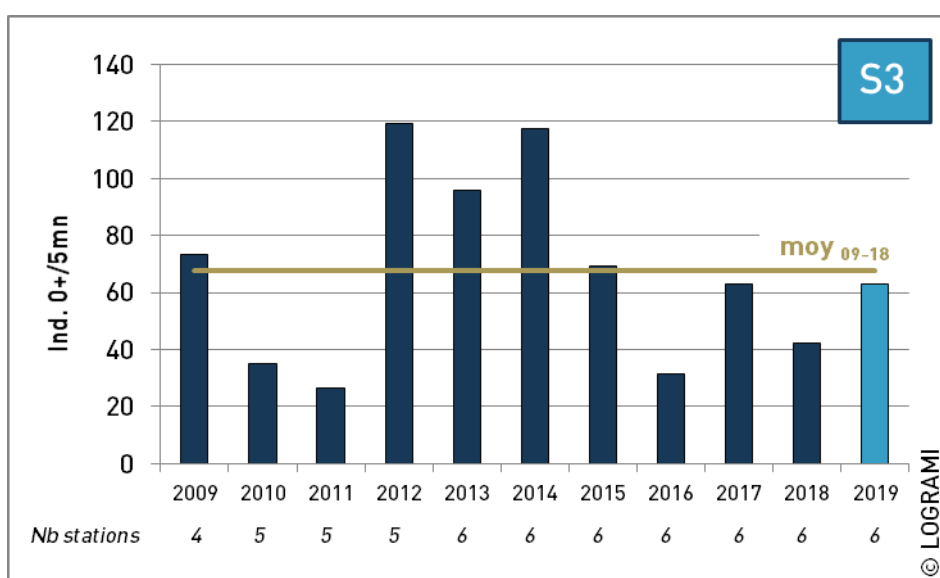


Figure 12 : Evolution de l'indice d'abondance tacons 0+ moyen sur le secteur S3 de l'Allier depuis 2009

La différence d'abondance de tacons natifs 0+ 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 rencontrées par les géniteurs de saumons pour accéder à l'amont du barrage de Poutès. Les travaux engagés et les mesures de transparence envisagées dans le cadre de la reconfiguration du barrage devraient améliorer cette situation qui est très difficilement soutenable pour la population de saumon de l'Allier.

### Résultats sur l'Alagnon

En septembre 2019, des tacons 0+ natifs ont été capturés sur 13 des 15 stations échantillonnées sur l'Alagnon et sur le Béal de l'Alagnon dont certains jusqu'à Ferrières Saint-Mary (15) à 50 kilomètres de la confluence avec l'Allier (Figure 13). Ces captures de tacons natifs sont les plus apicales jamais réalisées depuis l'arrêt des déversements en 2017.

Aucun tacon n'a été capturé sur les 2 stations « Peyreneyre » et « Gymnase Massiac » qui bornent la limite des secteurs S1 et S2 (Moulin Grand sur la commune de Massiac).

Les indices d'abondance varient de « nul » à « moyen » pour une valeur moyenne inter-station de 26,7 tacons 0+/5 min, +/- 21,2. **L'abondance globale de tacons 0+ natifs sur l'Alagnon est considérée comme faible en 2019** mais elle constitue cependant le meilleur résultat des 3 dernières années sans déversement (Figure 14).

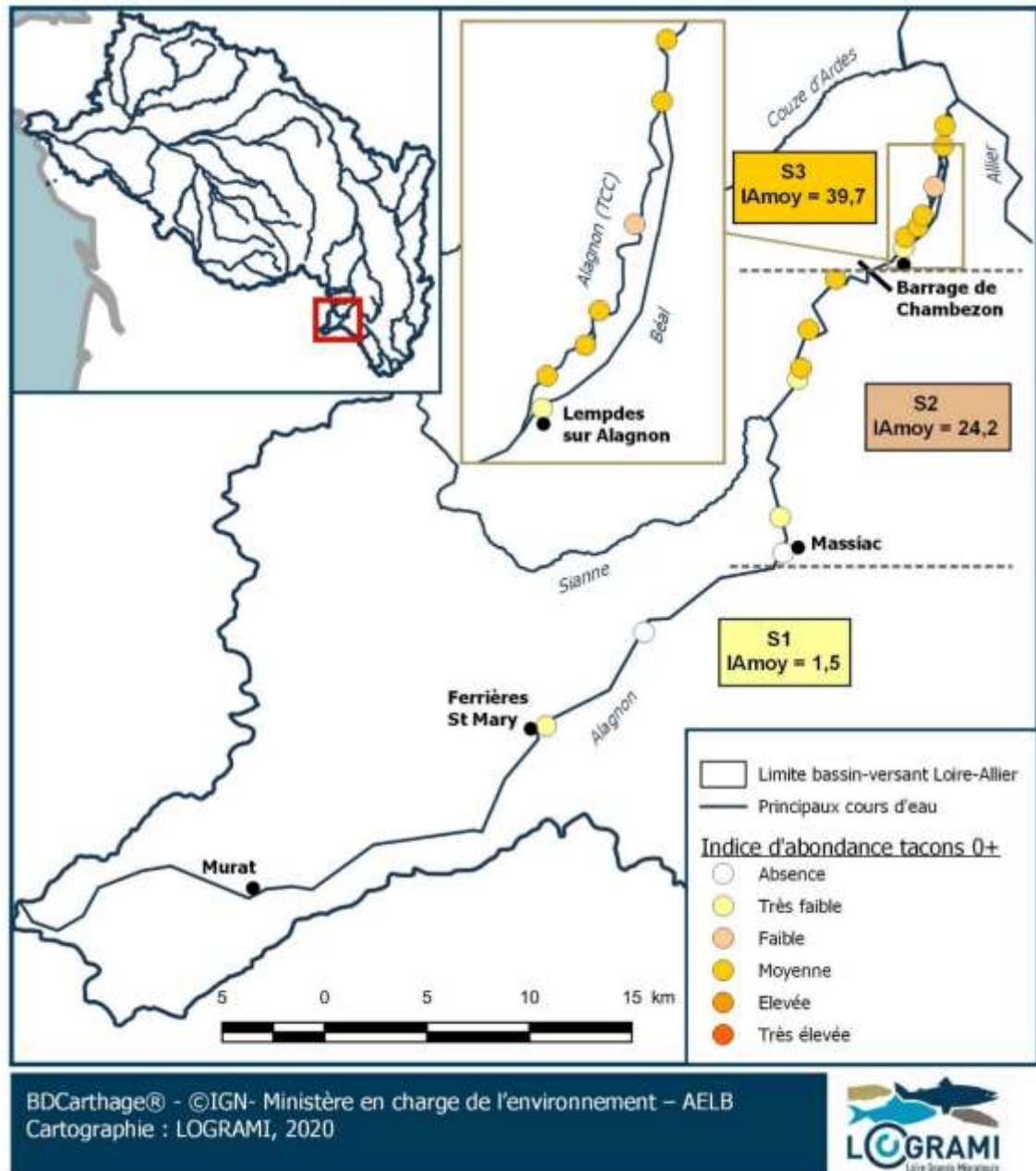


Figure 13 : Indices d'abondance de tacons natifs sur l'Alagnon en septembre 2019

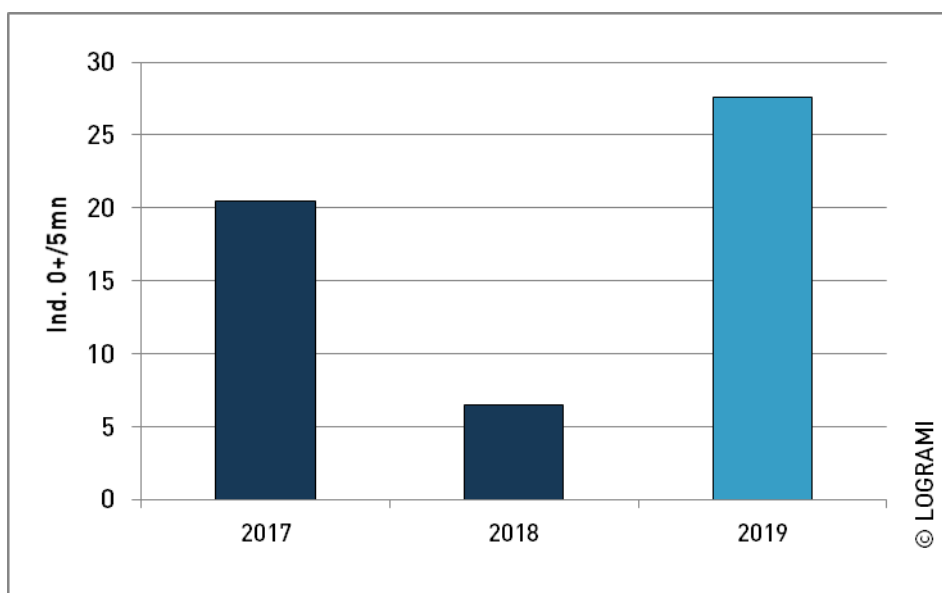


Figure 14 : Evolution de l'indice d'abondance tacons 0+ moyen de l'Alagnon depuis 2017 (8 stations)

Pour la troisième année consécutive sans alevinage sur l'Alagnon, les résultats du suivi de l'abondance de juvéniles 2019 révèlent l'exploitation par les géniteurs de saumon atlantique pour leur reproduction à minima sur les 50 premiers kilomètres de l'Alagnon, jusqu'à Ferrières Saint-Mary.

Hormis sur le secteur S1 (amont de Massiac) sur lequel des tacons ont été capturés alors qu'aucune frayère n'avait été observée (Ferrières Saint-Mary = limite amont du suivi aérien et visibilité limitée entre Ferrières Saint-Mary et Molompize), la répartition des juvéniles natifs sur l'axe Alagnon correspond à celle des frayères observées en décembre 2018 qui était intimement liée à la présence du barrage de Chambezon (§ 5.3.1).

Au regard du faible nombre de frayères comptabilisées en décembre 2018, l'abondance moyenne de juvéniles 0+ natifs en 2019, est un résultat très satisfaisant qui contraste avec le résultat 2018 (indice moyen faible pour un record du nombre de frayères à cause d'une crue). Il confirme les capacités productives de l'Alagnon et donc la pertinence du choix d'une gestion patrimoniale de l'espèce sur ce cours d'eau. Le traitement du barrage de « Chambezon » qui constitue toujours un problème majeur pour les saumons (montaison et dévalaison) permettrait d'augmenter la production de juvéniles de cet axe.

### Résultats sur la Sioule

En septembre 2019, des tacons 0+ natifs ont été capturés sur les 9 stations échantillonnées dans les deux secteurs non alevinés de la Sioule (amont des Thermes de Châteauneuf les Bains et aval Ebreuil) (Figure 15). Pour la première fois depuis 2011, un tacon 0+ a été capturé sur la station « les Plateaux », station la plus apicale sur le linéaire colonisable par les géniteurs située 1300 m en aval du barrage de Queuille.

Les indices d'abondance varient de « très faible » à « faible » pour une valeur moyenne inter-station de 7,3 tacons 0+/5 min, +/- 8,7. L'abondance globale de tacons natifs 0+ sur la Sioule peut être considérée comme très faible en 2019.



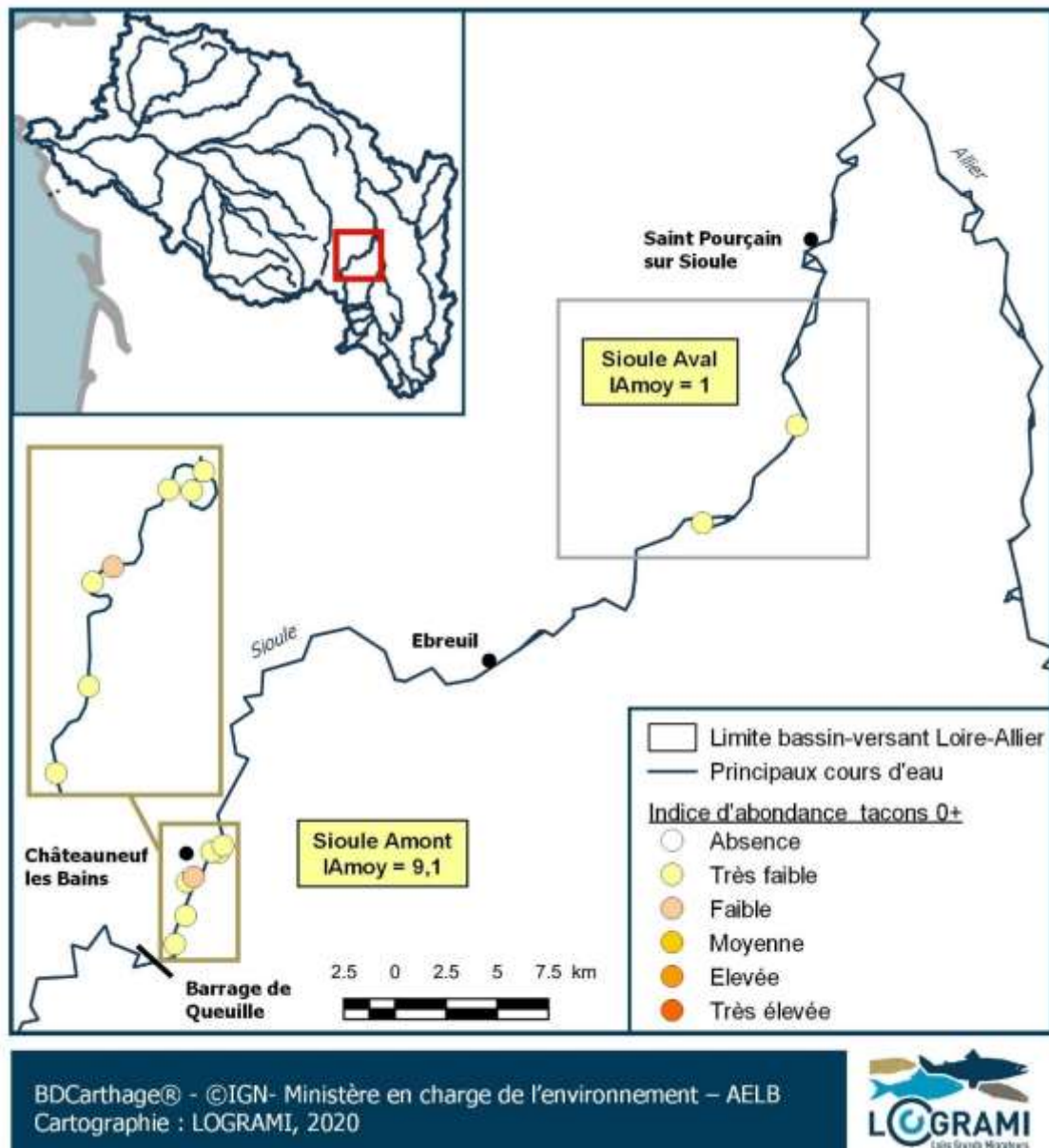


Figure 15 : Indices d'abondance de tacons natifs sur la Sioule en septembre 2019

#### Zone Sioule amont

Avec un indice d'abondance moyen de 10 tacons 0+/5 min +/- 11 (calculé pour 5 stations historiques), la production de tacons natifs de la zone amont de la Sioule en 2019 est inférieure à la moyenne 2011-2018 (17,9 tacons 0+ en 5 minutes +/- 29,4) (Figure 16).

Depuis 2011, les indices d'abondances moyens annuels sont très variables sur ce secteur. Les meilleurs recrutements en juvéniles semblent liés à l'hydrologie durant la période de vulnérabilité des juvéniles (après l'émergence ; Association LOGRAMI, 2019). Une analyse présentée dans le chapitre 5.3.2.2 de ce rapport met en évidence un lien existant entre la productivité des frayères (nombre de tacons d'automne produit par frayère comptabilisée) et l'indice de perturbation hydrologique dit indice « éclusée » (méthode de COURRET, 2014) sur ce secteur de la Sioule, au régime hydrologique sensiblement artificialisé par la centrale hydro-électrique EDF de Queuille.

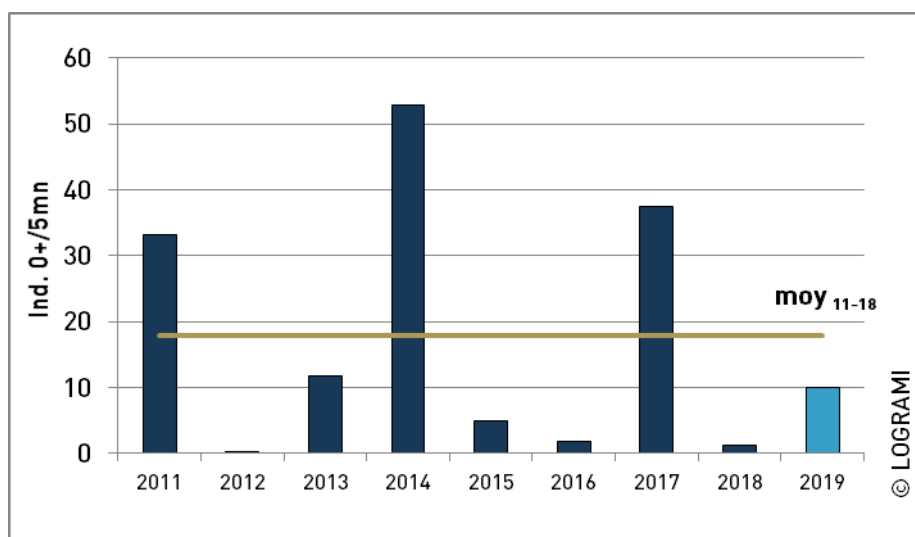


Figure 16 : Evolution de l'indice d'abondance tacons 0+ moyen de la Sioule en amont des Thermes de Châteauneuf les Bains (63) depuis 2011 (5 stations)

Comme constaté en 2012, 2013, 2015, 2016 et 2018, 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 2019 est plutôt réduite. Les capacités productives potentielles de ce secteur sont indéniablement amoindries par un facteur artificiel de manière récurrente.

#### Zone Sioule aval

Avec un indice d'abondance moyen de 1 tacon 0+/5 mn +/- 1 (calculé pour 4 stations), la production de tacons natifs de la zone aval de la Sioule en 2019 est très restreinte. Ce résultat n'est en rien surprenant car les frayères les plus proches étaient situées respectivement à 7 km et 15 km en amont des 2 stations échantillonnées. Par ailleurs, cette zone étant située plus aval, ses capacités productives de juvéniles sont naturellement moins importantes (thermie limitante, compétition interspécifique...).

#### Résultats sur la Desges

Pour la 3<sup>e</sup> année consécutive, 4 stations de la Desges, affluent alti-ligérien rive gauche de l'Allier (confluence à Chanteuges dans la zone refuge exempté de déversement d'alevins de pisciculture) ont été échantillonnées selon le protocole des indices d'abondance tacons 0+ en septembre 2019.

Comme en 2017, des tacons 0+ ont été capturés sur les 2 stations les plus en aval (Figure 17). La production de juvéniles natifs de la Desges en 2019 est très réduite et limitée au secteur situé en aval du seuil de la Cambuse. Elle s'apparente à celle observée en 2017 (Figure 18). Ce résultat semble concorder avec l'observation de 4 frayères sur ce secteur en décembre 2018. Cependant les abondances observées laissent supposer que, soit les capacités productives de ce secteur de la Desges sont limitées, soit le nombre de frayères a été surestimé en 2018. Par ailleurs, le seuil de la Cambuse apparaît comme un élément expliquant la réparation des juvéniles de saumon sur ce secteur. La franchissabilité de ce seuil par les géniteurs de saumons s'avèrerait donc plutôt faible.



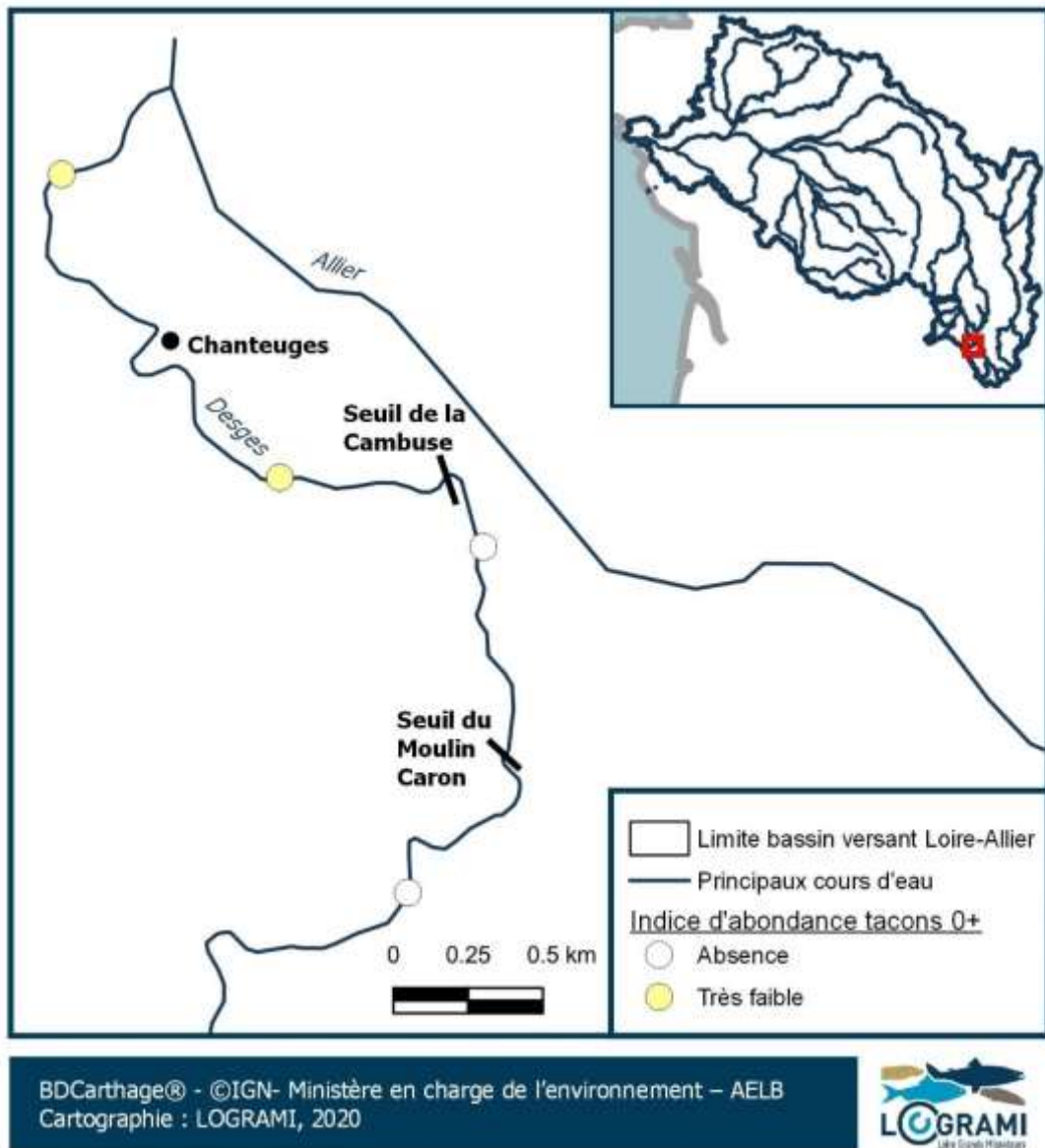


Figure 17 : Indices d'abondance de tacons natifs sur la Desges en septembre 2019

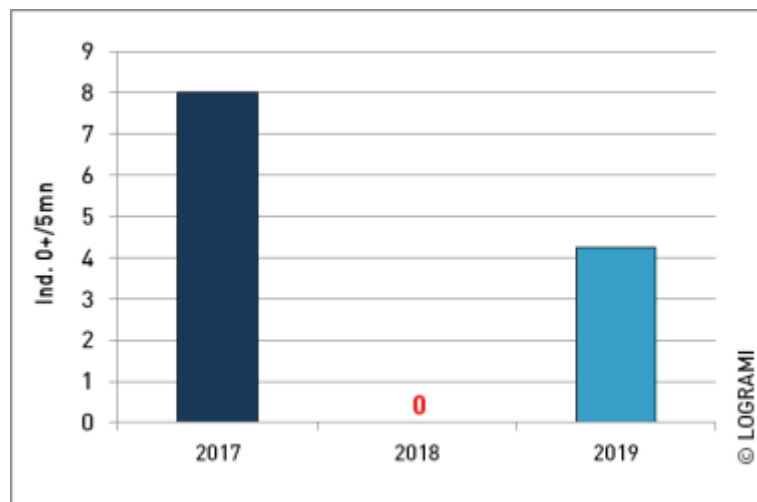


Figure 18 : Evolution de l'indice d'abondance tacons 0+ moyen de la Desges depuis 2017 (4 stations)

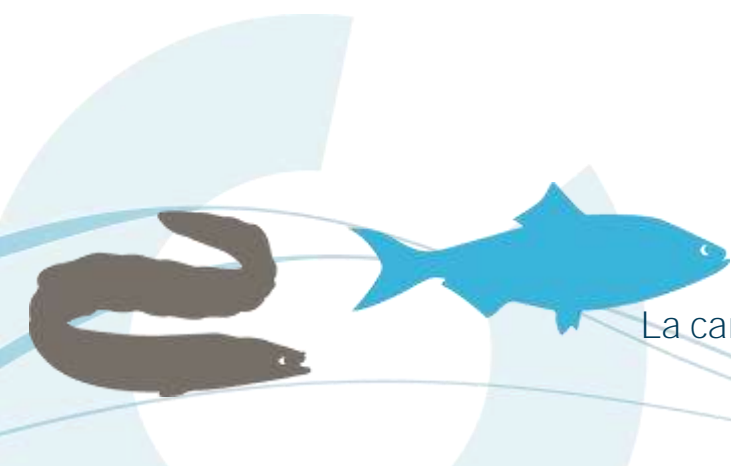
### 2.3.2.2 Estimation du recrutement de juvéniles natifs de saumon atlantique sur le bassin de l'Allier dans les secteurs sans déversement

La production de juvéniles natifs d'automne de chaque cours d'eau 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'Equivalents Radier-Rapide connues. Pour l'Allier et la Sioule **cette estimation doit être considérée comme un minimum** puisque seules les stations des secteurs « non alevinés » sont sélectionnées or, comme l'ont démontré des échantillonnages printaniers avant alevinage (BACH et al., 2016 et BACH et al., 2017), des alevins natifs peuvent aussi être produits sur les secteurs « alevinés » (notamment S4 sur l'Allier et dans une moindre mesure les secteurs Châteauneuf les Bains- Ebreuil sur la Sioule, S5 sur l'Allier). Face à l'incapacité de distinguer, sur ces secteurs, les individus natifs de ceux de pisciculture, ces individus sont comptabilisés comme d'origine mixte (§ 5.4.2.5). Par ailleurs, d'autres affluents tels que le Chapeauroux (BACH et al., 2016), la Dore et la Senouire (BACH et al., 2018), pour ne citer qu'eux, peuvent produire des tacons 0+ natifs.

Ainsi, en septembre 2019, 153 703 juvéniles natifs ont été produits sur le bassin de l'Allier (Figure 19 et Figure 20). Avec respectivement 101 309 tacons 0+ (65,9 %) et 49 278 (32,1%) l'Allier et l'Alagnon sont les principaux secteurs productifs (98 %).

La production de juvéniles natifs de 2019 est supérieure à celle de 2018 mais inférieure à celle de 2017 (Figure 20). Depuis 2017, l'Alagnon et l'Allier sont les principaux secteurs productifs du bassin de l'Allier. La Sioule, la Desges et la Sénouire participent à cette production de manière marginale.

**Cette estimation rendue possible depuis 2017 avec l'arrêt des alevinages sur le bassin de l'Alagnon met en évidence la part non négligeable de ce dernier dans la production de juvéniles natifs totale du bassin de l'Allier (entre 13 % et 32 %).**



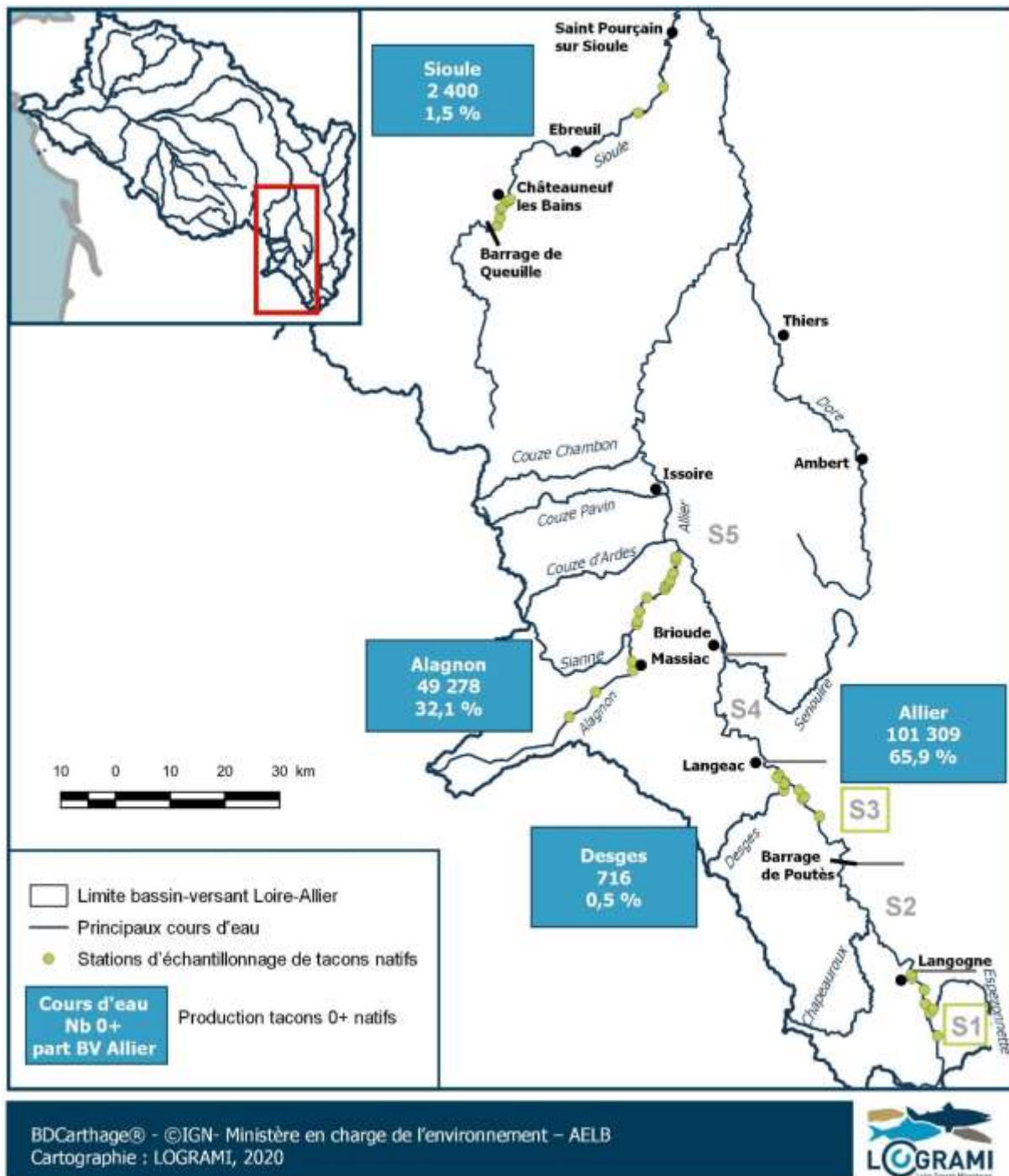
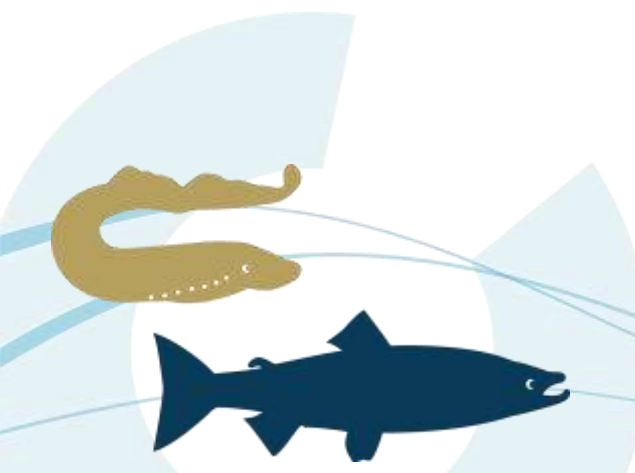


Figure 19 : Répartition par cours d'eau de la production de tacons 0+ natifs sur le bassin de l'Allier en 2019



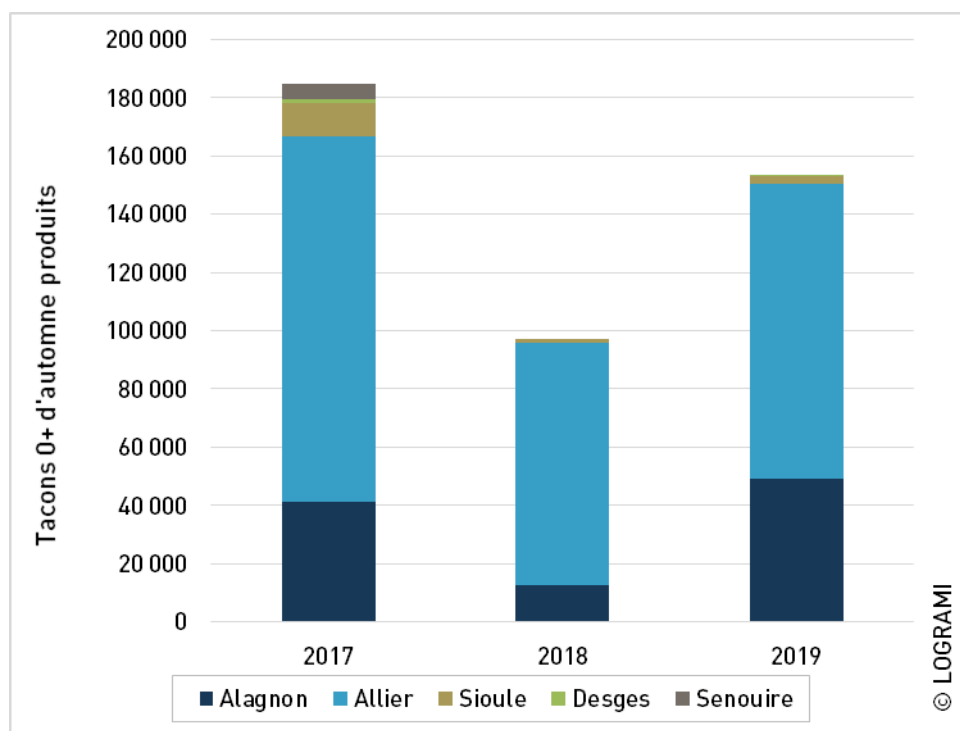


Figure 20 : Production de tacons 0+ natifs sur le bassin de l'Allier depuis 2017

## 2.4. Conclusion

L'élaboration d'une base « habitats » permettant, à terme, de réunir l'ensemble des données d'habitats (faciès d'écoulement, frayères potentielles) issues des études cartographiques réalisées sur le bassin de la Loire jusqu'à aujourd'hui, ainsi que les données des études à venir, a débuté en 2018. Ainsi, l'harmonisation des données de faciès d'écoulement issues de 16 études cartographiques réunies dans une table « faciès » avait été réalisée en 2018. En 2019, une autre étape importante a été franchie avec l'intégration dans une table « frayères » de l'ensemble des zones potentielles de reproduction d'aloses et de lamproie marine cartographiées sur le bassin. Désormais bien structurée et composée de six tables dont quatre sont abouties, la finalisation de cette base en 2020 permettra son exploitation au travers d'analyses précieuses pour les besoins de gestion des populations de poissons migrateurs.

L'étude du colmatage des sites de fraie du saumon sur le bassin de la Sioule 2019-2020 qui devait être effectuée par l'intermédiaire de plusieurs campagnes de mesures de la conductivité hydraulique dans 5 frayères artificielles élaborées en décembre 2020 n'a pu être réalisée en raison de forts débits de la Sioule au moment de l'éclosion et en raison des mesures de confinements prises dans le cadre de l'épidémie de coronavirus qui a sévi au printemps 2020.

Les échantillonnages automnaux réalisés en 2019 sur le bassin de l'Allier ont mis en évidence des productions de juvéniles natifs réduites par rapport aux capacités de production historiquement avérées sur l'Allier et la Sioule. Ces productions ont été limitées principalement par sous-exploitation par les géniteurs. Néanmoins et malgré la faible exploitation par géniteurs constatée en décembre 2018, la production de juvéniles natifs de l'Alagnon est très satisfaisante en 2019. Elle contribue notamment à 32% des 153 703 juvéniles natifs produits sur le bassin de l'Allier en 2019. Ce résultat confirme les capacités productives de l'Alagnon et donc la pertinence du choix d'une gestion patrimoniale de l'espèce sur ce cours d'eau.



### 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 21). 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.

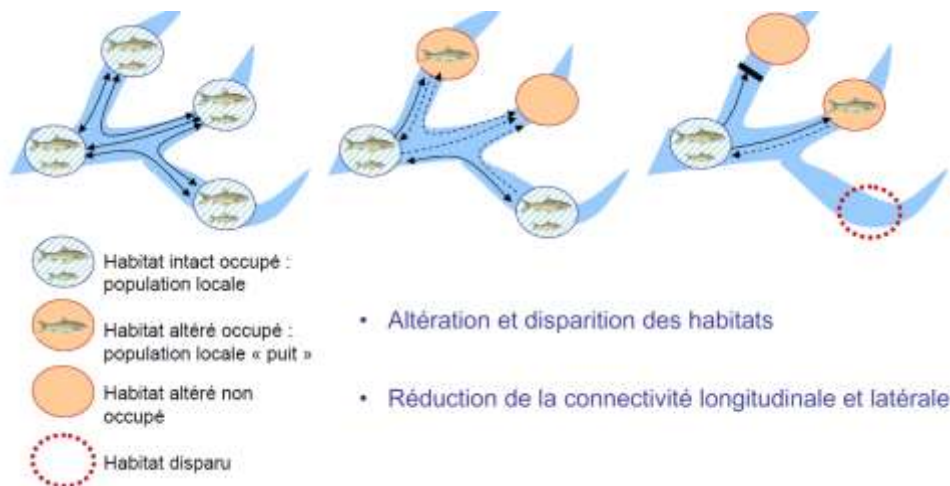


Figure 21 : Schéma d'altération, de disparition des habitats et de réduction de la connectivité longitudinale et latérale des cours d'eau (Sources : C. Le Pichon, G. Gorges, J. Baudry, T. Faure et H. Boussard, 2006)

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.

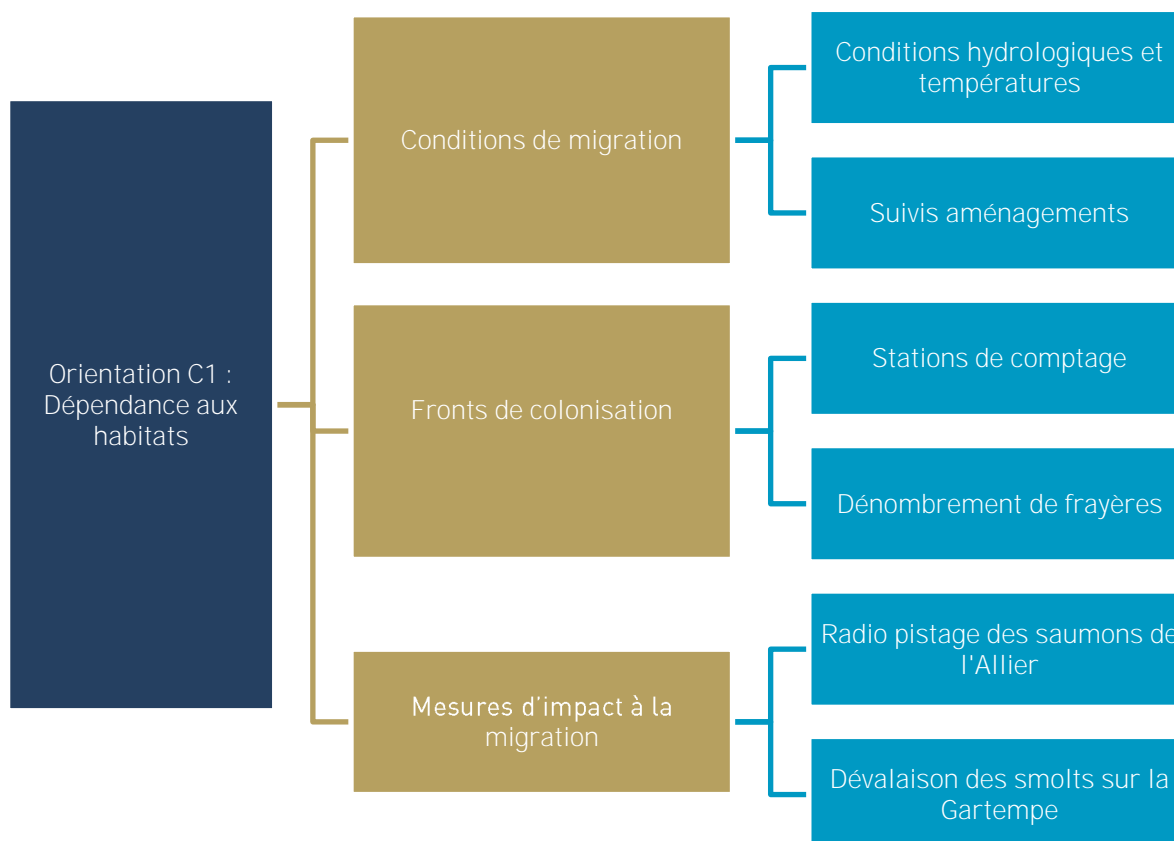


Figure 22 : Dendrogramme des actions menées en 2019 par LOGRAMI dans le cadre de l'orientation C1 : dépendance aux habitats (Source : LOGRAMI)

### 3.1. Conditions environnementales de l'année 2019

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](http://www.hydro.eaufrance.fr)). Ainsi, l'exploitation de ces données nous permet de connaître l'évolution hydrologique annuelle du bassin de la Loire et de ses principaux affluents (Allier, Vienne...).



Au moment de la rédaction du présent rapport, les débits 2019, mesurés aux différentes stations hydrologiques (Figure 1 et Tableau 5), n'ont pas tous été validés par les différents producteurs de données. **Les valeurs décrites ci-après sont donc susceptibles d'évoluer.**

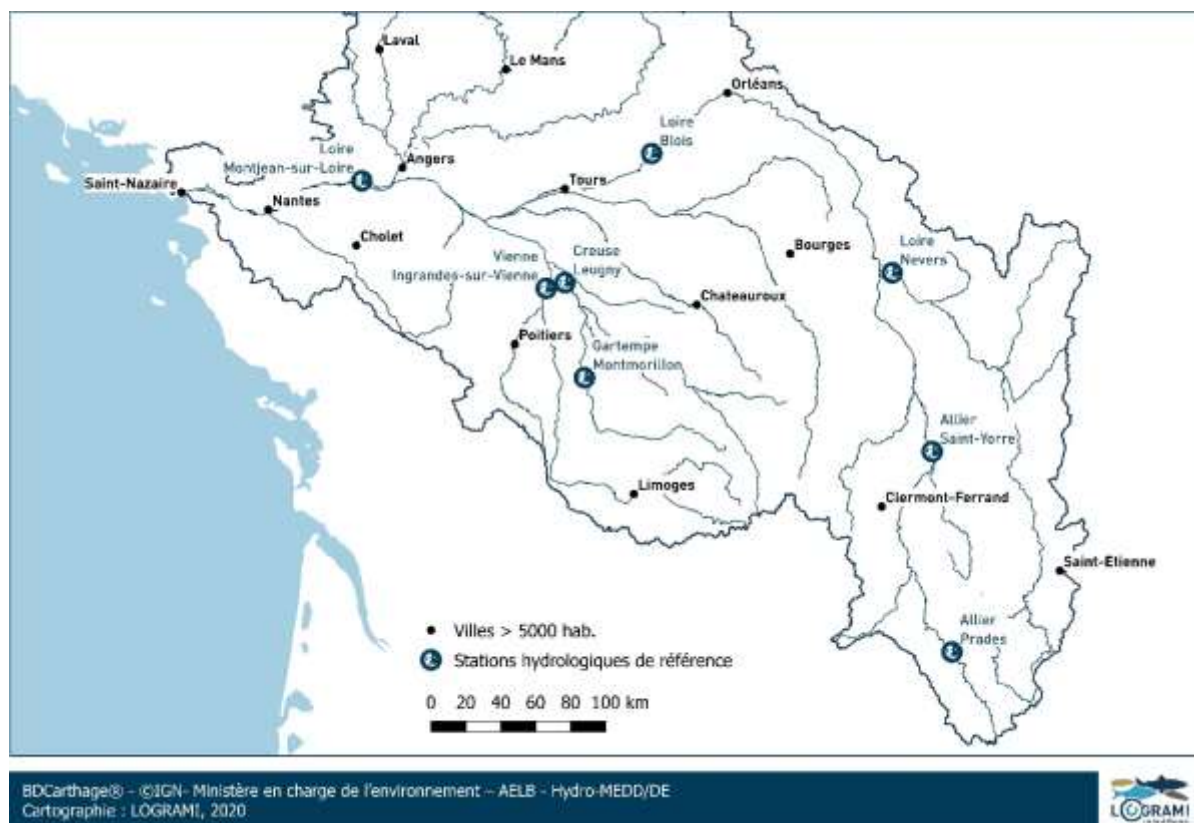


Figure 23 : Localisation des stations hydrométriques de référence sur le bassin de la Loire (Source : banque hydro : [www.hydro.eaufrance.fr](http://www.hydro.eaufrance.fr))

Tableau 5 : Stations hydrologiques de référence et secteurs associés utilisées pour la caractérisation des débits sur le bassin de la Loire en 2019

Secteur	Station hydrologique de référence	Distance à l'estuaire (km)
Loire aval	Montjean sur Loire (1863-2019)	100
Loire moyenne	Blois (1863-2019)	275
Loire amont	Nevers (1955-2019)	546
Vienne	Ingrandes sur Vienne (1918-2019)	260
Creuse	Leugny (1964-2019)	270
Gartempe	Montmorillon (1955-2019)	340
Allier aval	St Yorre (1967-2019)	675
Allier amont	Prades (1968-2019)	859

Pour caractériser les conditions hydrologiques rencontrées par les poissons migrateurs pendant leurs différentes périodes de migration en rivière, des **indices hydrologiques annuels (débit moyen de la période / débits moyens de référence)** ont été calculés pour chaque station de référence. Ces données ont été calculées en regard des périodes de migration des poissons définies à partir des comptages enregistrés sur les différentes stations de comptage du bassin de la Loire.

### 3.1.1.1 Conditions hydrologiques pendant la période hivernale et printanière

Les conditions hydrologiques rencontrées pendant les six premiers mois de l'année permettent de caractériser la migration de montaison des saumons, aloses, lamproies marines et anguilles jaunes ainsi que la dévalaison des smolts et ravalés.

En 2019, les indices hydrologiques calculés pendant cette période sont tous déficitaires de l'ordre de 1,7 fois inférieurs en moyenne (Figure 24) par rapport aux moyennes de référence. Ils oscillent entre 0,6 sur la Loire amont et 0,3 sur l'Allier amont.

Le plus fort écart est enregistré sur la station de Nevers. En moyenne, l'indice hydrologique calculé sur le bassin de la Loire au niveau de Nevers est égale à 0,9 (+/- 0,2) contre seulement 0,4 en 2019.

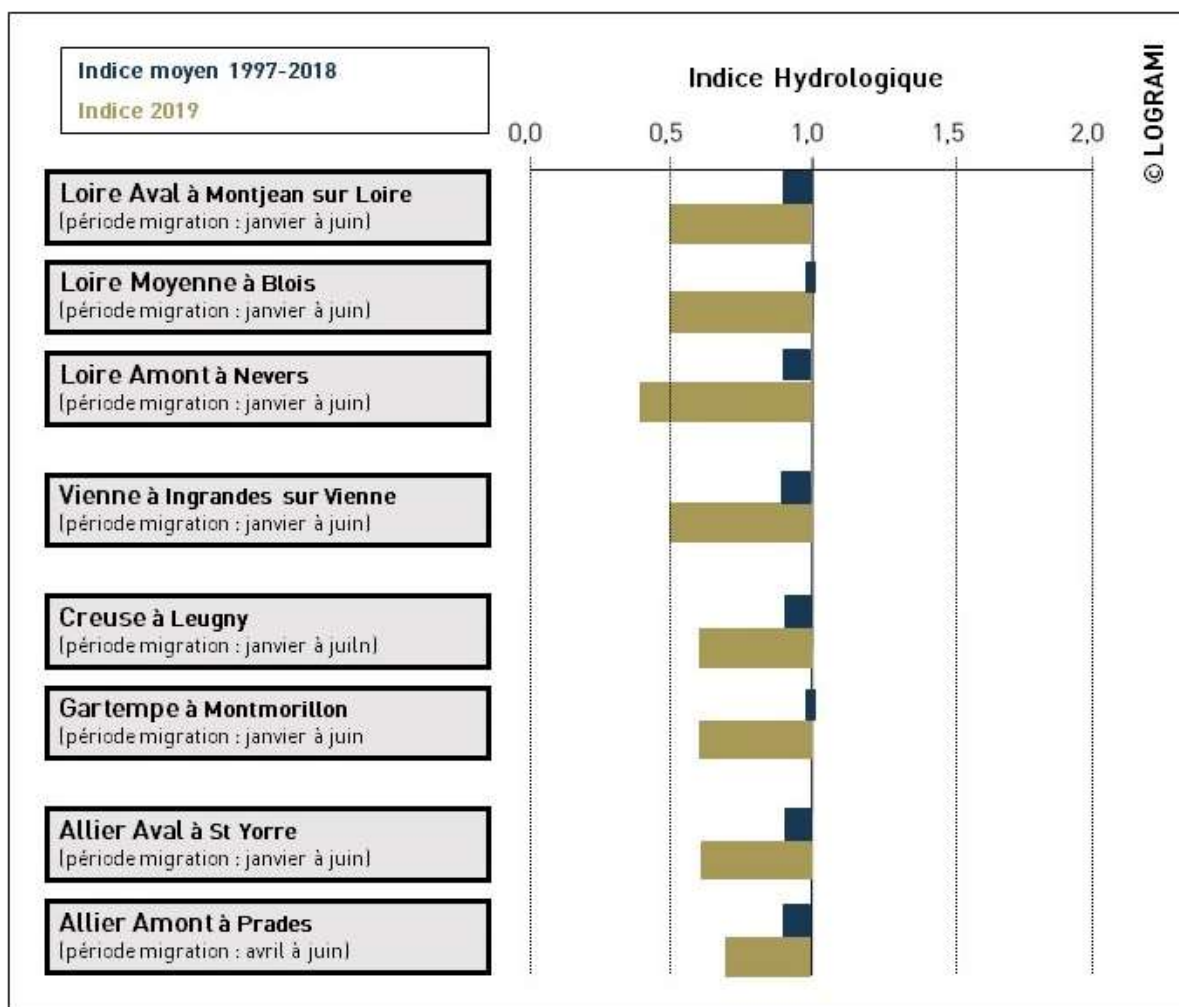


Figure 24 : Indices hydrologiques 1977-2018 et de l'année 2019 pendant la période hivernale et printanière sur les stations hydrométriques de référence du bassin de la Loire (Données hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

Ainsi, les conditions de débits rencontrées pendant les 6 premiers mois de l'année sur l'ensemble des stations de référence du bassin de la Loire ont été « défavorables » à la circulation des poissons migrateurs.

Le manque d'eau généralisé de la première moitié de l'année sur le bassin de la Loire a fortement limité la progression des géniteurs et probablement la dévalaison des smolts et des ravalés.



**Le début d'année est caractérisé par une absence de crue hivernale et printanière.** Sur l'ensemble des stations hydrologiques du bassin, les débits moyens mensuels sont très inférieurs aux débits de référence (2 fois moins importants).

**Sur la Gartempe**, durant la période de migration des poissons (janvier à juin), trois coups d'eau sont au-dessus des moyennes mensuelles de référence à Montmorillon : le 6 juin avec 54 m<sup>3</sup>/s, le 13 juin avec 20 m<sup>3</sup>/s et le 23 juin avec 27 m<sup>3</sup>/s.

**Sur l'Allier à Saint-Yorre**, un seul pic printanier est observé le 27 avril avec 159 m<sup>3</sup>/s. La situation hydrologique de l'Allier à Prades est différente de celle de l'Allier aval (Saint-Yorre). En effet, les débits moyens mensuels de l'Allier à Prades sont également inférieurs aux débits moyens mensuels de référence pendant les 6 premiers mois de l'année mais dans une moindre mesure par rapport à Saint-Yorre. Le débit du mois de janvier 2019 est tout de même 3 fois inférieur à celui de référence (9 m<sup>3</sup>/s comparé aux 24 m<sup>3</sup>/s). Concernant les débits de février à juin, la différence est moins marquée. Durant cette période, un seul pic de crue est constaté fin avril avec 104 m<sup>3</sup>/s équivalent à 5 fois le module.

### 3.1.1.2 Conditions hydrologiques pendant la période estivale

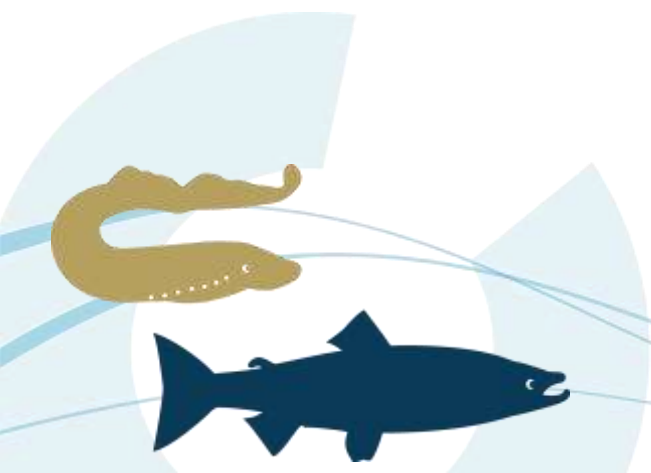
Les conditions hydrologiques rencontrées pendant l'été (juillet à septembre) permettent de caractériser les conditions de survie estivale des géniteurs de saumons et la dévalaison des alosons.

En 2019, les indices hydrologiques calculés pendant cette période sont tous déficitaires excepté à la station de Prades sur l'Allier amont. Les indices oscillent entre 0,4 et 0,5 et sont en moyenne 2 fois inférieurs aux moyennes de référence (Figure 25).

Le plus fort écart est enregistré sur les stations de Nevers et Saint-Yorre. En moyenne, l'indice hydrologique calculé sur le bassin de la Loire amont et de l'Allier aval est égal à 0,9 (+/- 0,2) contre seulement 0,5 en 2019.

La station de Prades enregistre un indice de 1,2. Le soutien d'étiage opéré par le barrage de Naussac a permis de maintenir un débit moyen journalier stable et élevé pendant la période de juillet à septembre.

**Les conditions de débits rencontrés pendant la période estivale ont été « défavorables » à la survie des saumons sur la partie aval du bassin de l'Allier et de la Gartempe et ont pu limiter la dévalaison des alosons sur la Loire. Le soutien d'étiage occasionné par le barrage de Naussac sur l'Allier a maintenu des conditions « favorables » pour la survie des géniteurs de saumons sur la partie amont de l'Allier.**



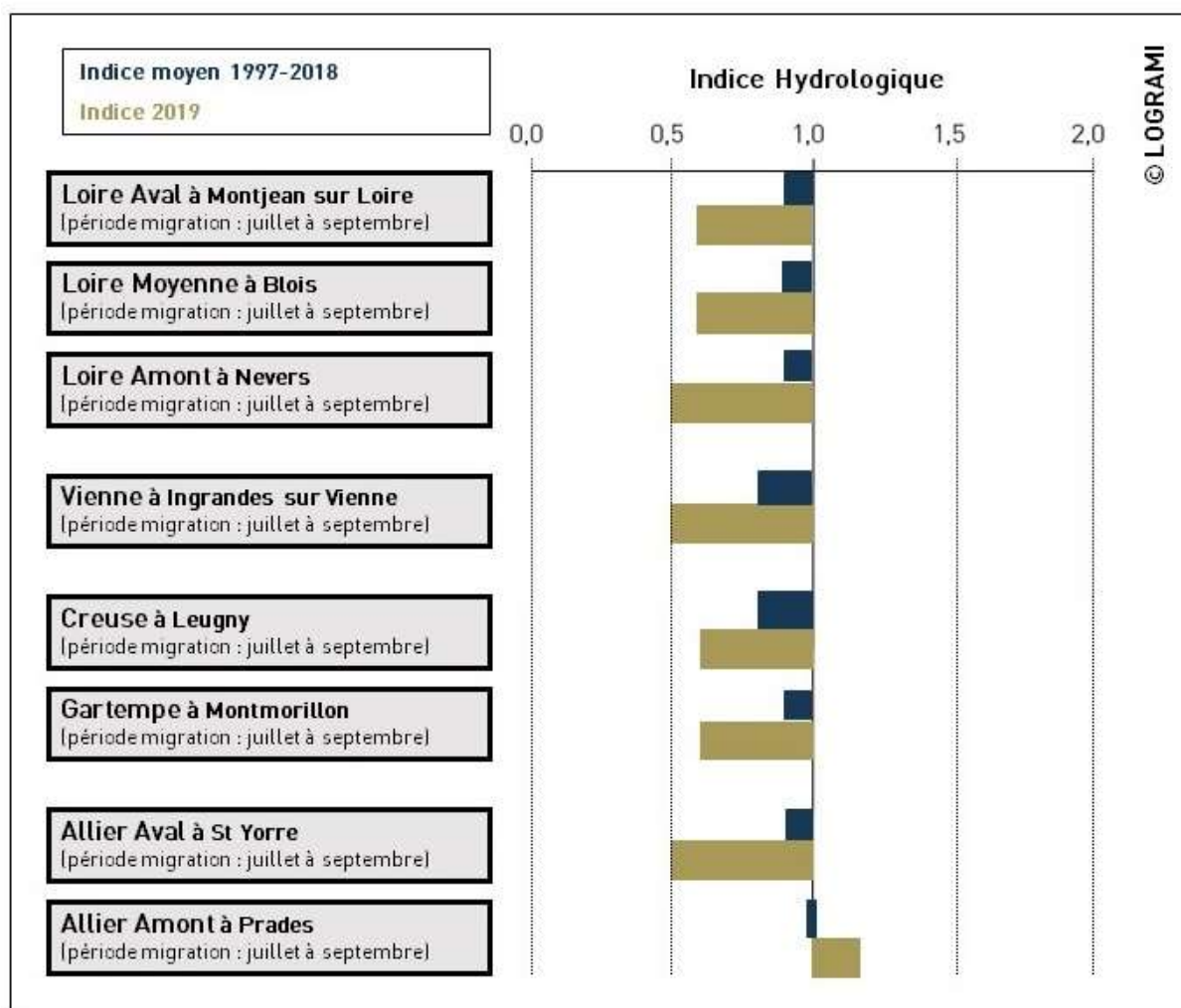


Figure 25 : Indices hydrologiques historiques et de l'année 2019 pendant la période estivale sur les stations hydrométriques de référence du bassin de la Loire (Données hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

Le déficit en pluviométrie du début d'année a engendré l'apparition d'un étiage précoce (fin juin) qui a duré jusqu'à fin octobre. Les débits moyens pour ces 4 mois sont en-dessous des valeurs moyennes de références pour toutes les stations du bassin de la Loire.

**L'axe Creuse** est très marqué par ce déficit hydrologique. A Leugny, le débit journalier moyen le plus faible est observé les 4, 5, 6, 7 et 8 septembre avec une valeur de 5 m<sup>3</sup>/s. Sur 30 jours consécutifs, le débit minimal (VCN30) est de 7 m<sup>3</sup>/s entre le 11 août et le 9 septembre. Cette période est considérée, par rapport à l'historique de la station, comme **vicennale sèche**.

**Sur la Gartempe**, le même déficit est observé à Montmorillon avec le 3 septembre une valeur de 0,7 m<sup>3</sup>/s. Le débit minimal calculé sur 30 jours consécutifs (VCN30) est de 1,0 m<sup>3</sup>/s entre le 8 août et le 6 septembre 2019. Cette période est considérée, par rapport à l'historique de la station (60 ans) comme plus que **quinquennale sèche**.

**Sur l'axe Allier**, la période d'étiage (juillet-août) est marquée par une très faible hydrologie. Les débits moyens pour ces deux mois sont 2 fois inférieurs aux valeurs moyennes de références calculées sur 53 ans. En 2019, les débits moyens des mois de juillet et d'août sont respectivement de 17 et 18 m<sup>3</sup>/s à Saint-Yorre. Le débit minimal calculé sur 10 jours consécutifs (VCN10) est de 13,7 m<sup>3</sup>/s entre le 17 et 26 juillet 2019. Cette période est considérée, par rapport à l'historique de la station (60 ans), comme plus que **quinquennale sèche**.

Pendant la période estivale, l'essentiel du débit de l'Allier sur la zone amont est assuré par le barrage de Naussac. Hormis une interruption de quelques heures suite à un incident technique, le soutien d'étiage opéré par le barrage de Naussac sur l'axe Allier a permis de maintenir un débit moyen journalier stable pendant la période de juillet, août et septembre. Les débits mensuels sur cette période sont globalement similaires à ceux des valeurs de référence.

En effet et pour exemple le 3 août 2019, sur les 10,8 m<sup>3</sup>/s mesurés en moyenne journalière au niveau de la station hydrologique de Naussac, seul 1,02 m<sup>3</sup>/s proviennent de l'Allier (débit mesuré à Langogne). Dans la nuit du 4 au 5 août, le barrage de Naussac a connu une importante panne générale sur les vannes de restitution du débit. À minuit, cette panne a entraîné une interruption totale du soutien. Le débit de l'Allier mesuré à Naussac a chuté brutalement pour atteindre un minimum de 0,99 m<sup>3</sup>/s à 4h qui correspondait alors au débit naturel de l'Allier soit 11 fois moins que le débit de la veille. À 12h, le débit était revenu à la normale avec environ 11 m<sup>3</sup>/s. Cet événement a pu avoir un impact sur la vie de la rivière et notamment sur les juvéniles de saumon atlantique. Le phénomène s'est propagé dans le temps sur les différentes stations à l'aval de Naussac.

Même estompé par la distance et l'apport des différents affluents, il s'est ressenti jusqu'à Saint-Yorre 3 jours plus tard (Figure 26). La légère montée des eaux constatée le 8 août vers 12h à Saint-Yorre est due à des précipitations importantes dans la région de Brioude la veille.

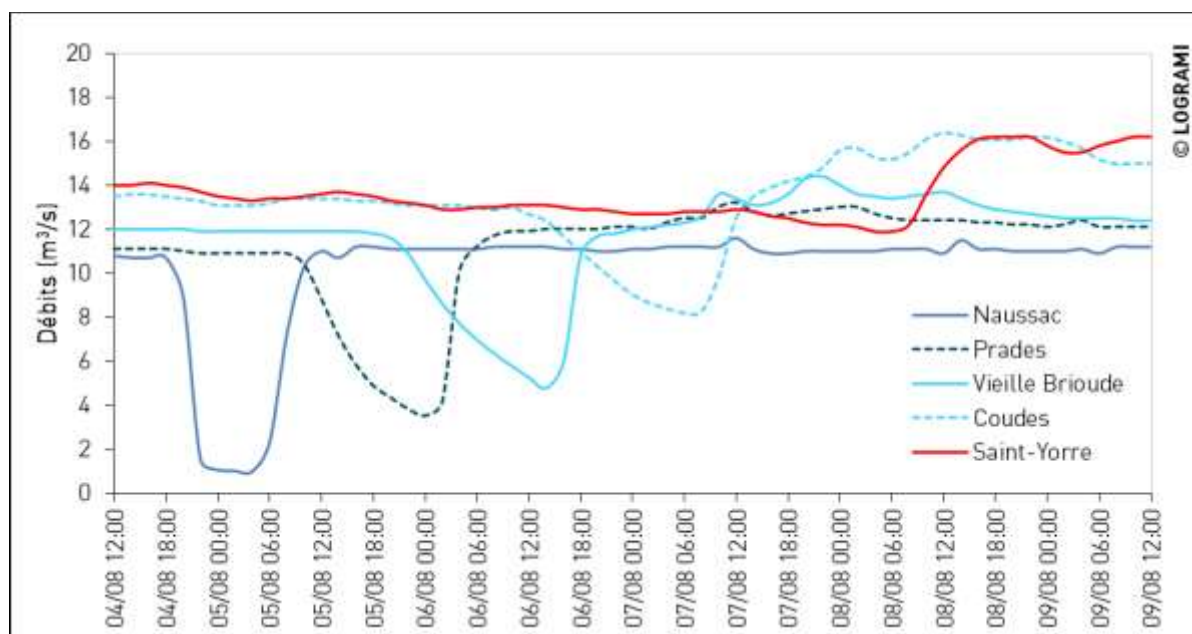


Figure 26 : Débits de l'Allier à Naussac, Prades, Vieille Brioude, Coudes et Saint-Yorre du 4 au 9 août 2019 (Données hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

### 3.1.1.3 Conditions hydrologiques pendant la période automnale

Les conditions hydrologiques rencontrées pendant l'automne (octobre à décembre) permettent de caractériser la reprise de migration automnale des saumons et la dévalaison des anguilles.

En 2019, les indices hydrologiques calculés pendant cette période sont tous excédentaires. Ils oscillent entre 1,2 sur la Loire moyenne et 1,7 sur l'Allier amont, la Vienne et la Gartempe. Comparativement aux données antérieures sur les différents sites de références, les indices hydrologiques de 2019 sont en moyenne 1,7 fois supérieurs (Figure 27).

Le plus fort écart est enregistré sur les stations d'Ingrandes-sur-Vienne et Montmorillon. Les indices hydrologiques calculés sur le bassin de la Vienne et de la Gartempe sont de 1,7 en 2019 contre 0,8 en moyenne.

Les conditions de débits rencontrés pendant la période automnale sur l'ensemble des stations de références du bassin de la Loire ont été « favorables » à la migration des saumons et à la dévalaison des anguilles.

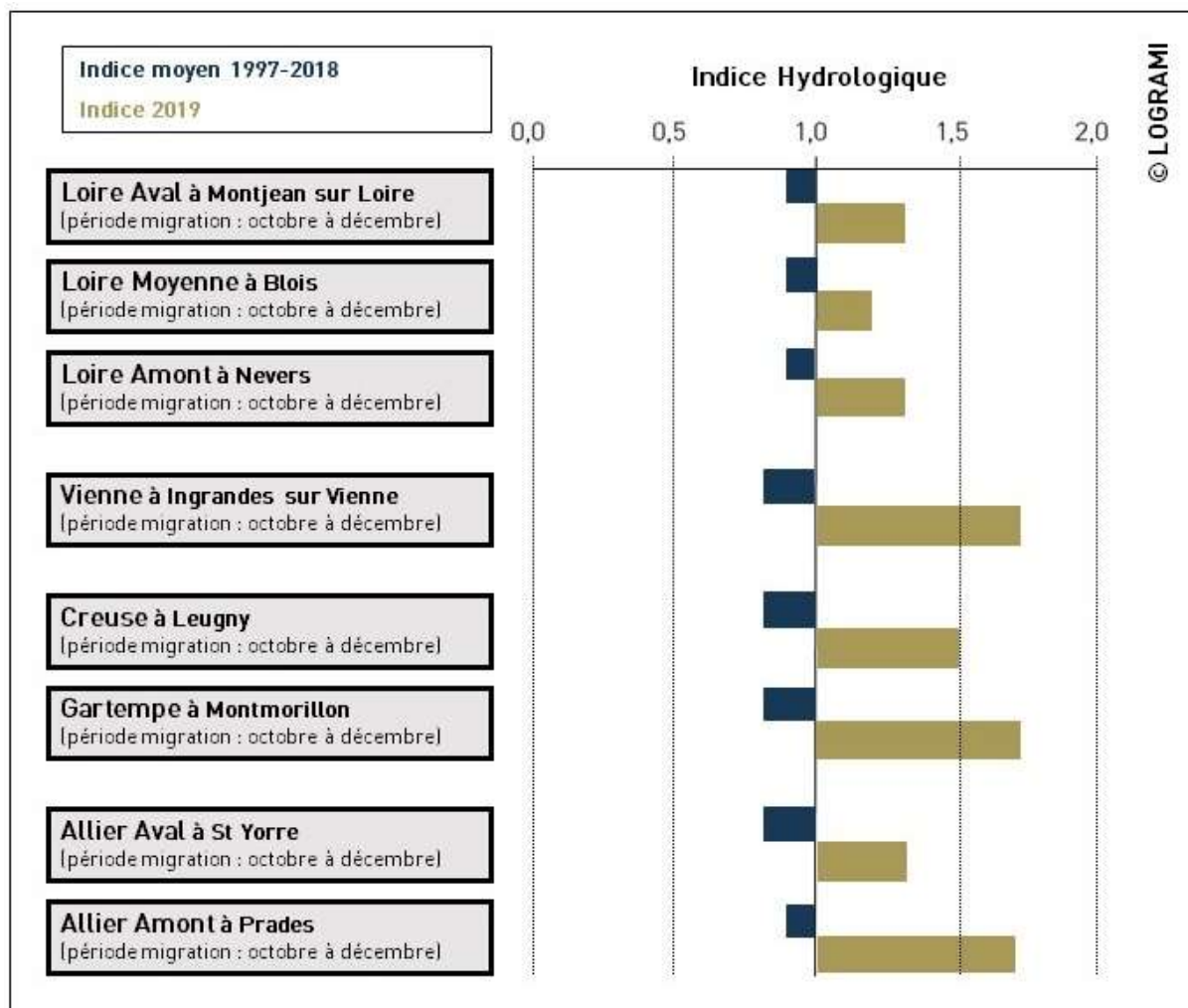


Figure 27 : Indices hydrologiques historiques et sur l'année 2019 pendant la période automnale sur les stations hydrométriques de référence du bassin de la Loire (Données hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

La période automnale peut être décomposée en deux temps :

- 🌀 Au mois d'octobre, aucun pic de crue n'est constaté sur l'ensemble des axes migratoires. Le débit moyen mensuel est environ 2 fois inférieur aux valeurs mensuelles de références pour l'ensemble des stations.

Ainsi, à Ingrandes-sur-Vienne, le débit journalier moyen le plus faible est observé le 7 octobre avec une valeur de (17 m<sup>3</sup>/s).

Sur le bassin de l'allier amont, une augmentation des débits est toutefois observée à Prades le 24 octobre (90 m<sup>3</sup>/s) mais elle n'est pas d'ampleur suffisante pour être ressentie à Saint-Yorre sur le même axe. Cet évènement n'est pas constaté sur les autres axes Vienne ou Loire.

- 🌀 À l'inverse, durant les 2 derniers mois de l'année 2019, le débit moyen mensuel est supérieur au débit moyen mensuel de référence sur toutes les stations de références et montre une fin

d'automne humide et pluvieuse. Plusieurs pics de crues sont constatés sur l'ensemble des axes du bassin de la Loire (Figure 28 et Figure 29).

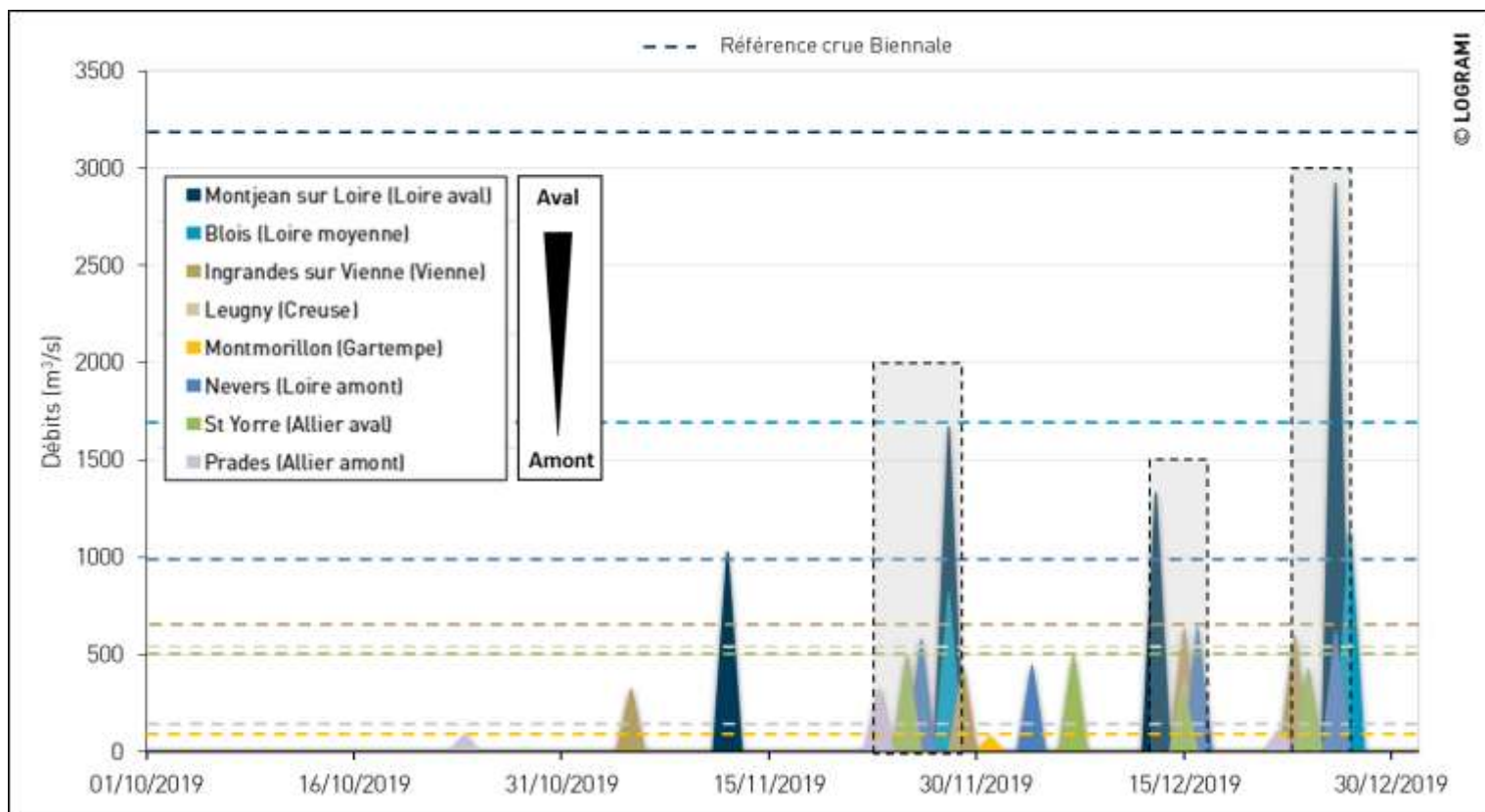


Figure 28 : Pics de crue journaliers enregistrés sur les différentes stations hydrologiques références du bassin de la Loire durant l'automne 2019 (Données hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

Les crues automnales mesurées sur l'ensemble du bassin Loire sont ainsi réellement apparues en trois périodes dont les dates diffèrent de quelques jours selon les localisations des sites de référence :

- entre le 24 et le 28 novembre :

**Sur l'Allier aval à Saint-Yorre**, la crue atteignant  $495 \text{ m}^3/\text{s}$  le 25 novembre est principalement due aux fortes pluies sur la tête de bassin de l'Allier (épisode cévenol). Les affluents ont peu participé à cette forte et rapide augmentation de débit (Dore :  $26 \text{ m}^3/\text{s}$  et Alagnon :  $44 \text{ m}^3/\text{s}$ ). Cette crue est la plus intense de l'année avec une valeur proche de la crue biennale ( $530 \text{ m}^3/\text{s}$ )

**Sur l'Allier amont**, un pic de crue est enregistré le 23 novembre avec  $331 \text{ m}^3/\text{s}$  à la station de Prades. Cette augmentation de forte intensité correspond à une **crue quinquennale**. Cette crue est intervenue pendant la période de reproduction des saumons avec plus de  $220 \text{ m}^3/\text{s}$  atteints le 23 novembre à Langogne. Cette dernière a donc pu avoir un impact direct sur le succès de la reproduction.

Sur la Loire amont, un premier pic de crue de faible intensité est enregistré le 26 novembre avec  $579 \text{ m}^3/\text{s}$  à Nevers (crue biennale =  $1\,000 \text{ m}^3/\text{s}$ ).

Sur le bassin de la Vienne, un pic de crue modéré est observé le 29 novembre avec  $430 \text{ m}^3/\text{s}$  à Ingrandes-sur-Vienne (crue biennale =  $710 \text{ m}^3/\text{s}$ ). Elle n'apparaît pas sur la Creuse.

- entre le 13 et le 16 décembre :

Sur le sous bassin de la Vienne, durant cette période, les débits enregistrés sont les plus élevés de la saison.

**Sur l'axe Vienne**, les débits mensuels de décembre sont supérieurs au module ( $119 \text{ m}^3/\text{s}$ ) et aux débits mensuels de référence. Sur cette période, 2 crues avoisinent les  $600 \text{ m}^3/\text{s}$  dont la plus forte est observée le 15 décembre avec  $633 \text{ m}^3/\text{s}$  à la station d'Ingrandes-sur-Vienne. L'intensité de cette crue est toutefois plus faible qu'une crue biennale ( $720 \text{ m}^3/\text{s}$ ).

**Sur la Creuse**, les débits moyens mensuels du mois de décembre sont supérieurs à ceux de référence (calculés sur 56 ans). Le pic de crue le plus élevé de l'année est observé le 15 décembre avec  $377 \text{ m}^3/\text{s}$  à la station de Leugny. L'intensité de cette crue est plus faible qu'une crue biennale ( $580 \text{ m}^3/\text{s}$ ).

**Sur la Gartempe**, une crue notable est relevée le 15 décembre avec  $132 \text{ m}^3/\text{s}$  à Montmorillon (crue biennale :  $197 \text{ m}^3/\text{s}$ ).

La crue est également visible à Saint-Yorre ( $315 \text{ m}^3/\text{s}$ ) mais en moindre mesure et absente sur la partie amont de l'axe Allier à Prades.

- entre le 22 et le 27 décembre :

**Sur la Loire aval et moyenne**, pour le mois de décembre, le débit moyen mensuel est près de 2 fois supérieur au débit de référence. Un pic de crue a lieu fin décembre à Montjean sur Loire avec une valeur proche de la crue biennale ( $3100 \text{ m}^3/\text{s}$ ). Le débit a commencé à augmenter le 13 décembre avec  $1330 \text{ m}^3/\text{s}$  pour atteindre un pic de  $2920 \text{ m}^3/\text{s}$  le 26 décembre.

Quelques pics de crue ont également eu lieu en dehors de ces 3 périodes :

- Deux pics sont observés en partie aval à Ingrandes-sur-Vienne et Montjean sur Loire respectivement les 4 novembre ( $324 \text{ m}^3/\text{s}$ ) et 12 novembre ( $1030 \text{ m}^3/\text{s}$ ) alors que ce dernier n'est pas observé en partie amont des axes ;
- Des pics de moindre importance sont observés à Montmorillon, Saint-Yorre et Nevers entre le 1<sup>er</sup> et le 7 décembre.



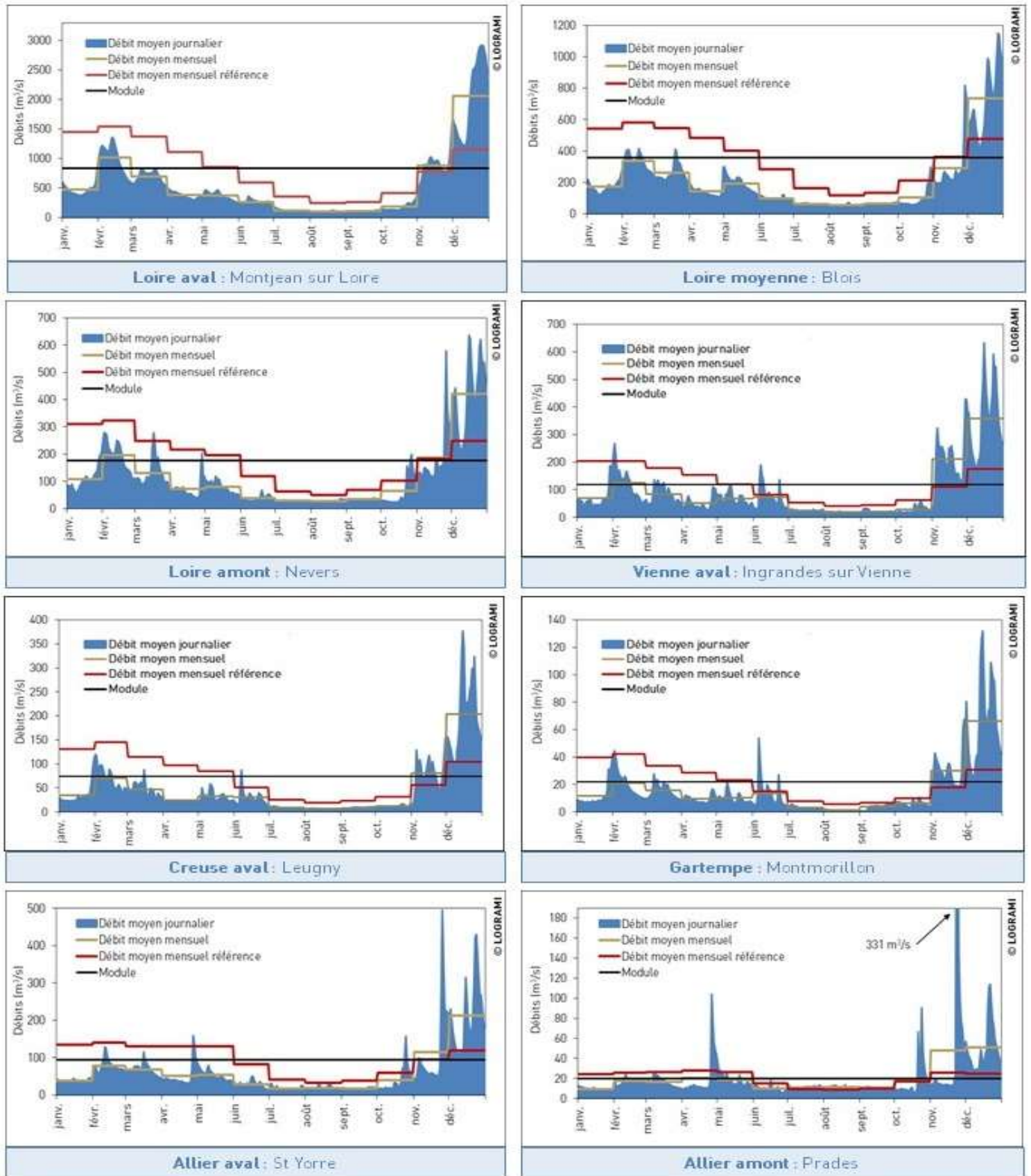


Figure 29 : Débits journaliers et mensuels sur les différentes stations hydrologiques de référence en 2019 (Données DREAL Pays de Loire / Hydro - MEDD/DE)



## 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 les principaux axes ainsi que sur des affluents ne comportant pas de stations de comptages (Dore, Alagnon, Renaison, Clain, Ardour).

### 3.1.2.1 Matériel et méthodes

#### Récolte des données et outils d'analyses

La température de l'eau est enregistrée toutes les heures à différents endroits du bassin grâce au réseau d'enregistreurs thermiques LOGRAMI (Hobo® Pendant UA-001). Certains enregistreurs sont étudiés particulièrement de par leur caractère de référence (Figure 30). 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, accessibilité...).

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. Si la période de manque de données est inférieure à 15 jours, les valeurs de températures sont extrapolées en utilisant les données d'une sonde avoisinante par application d'un coefficient de correction.

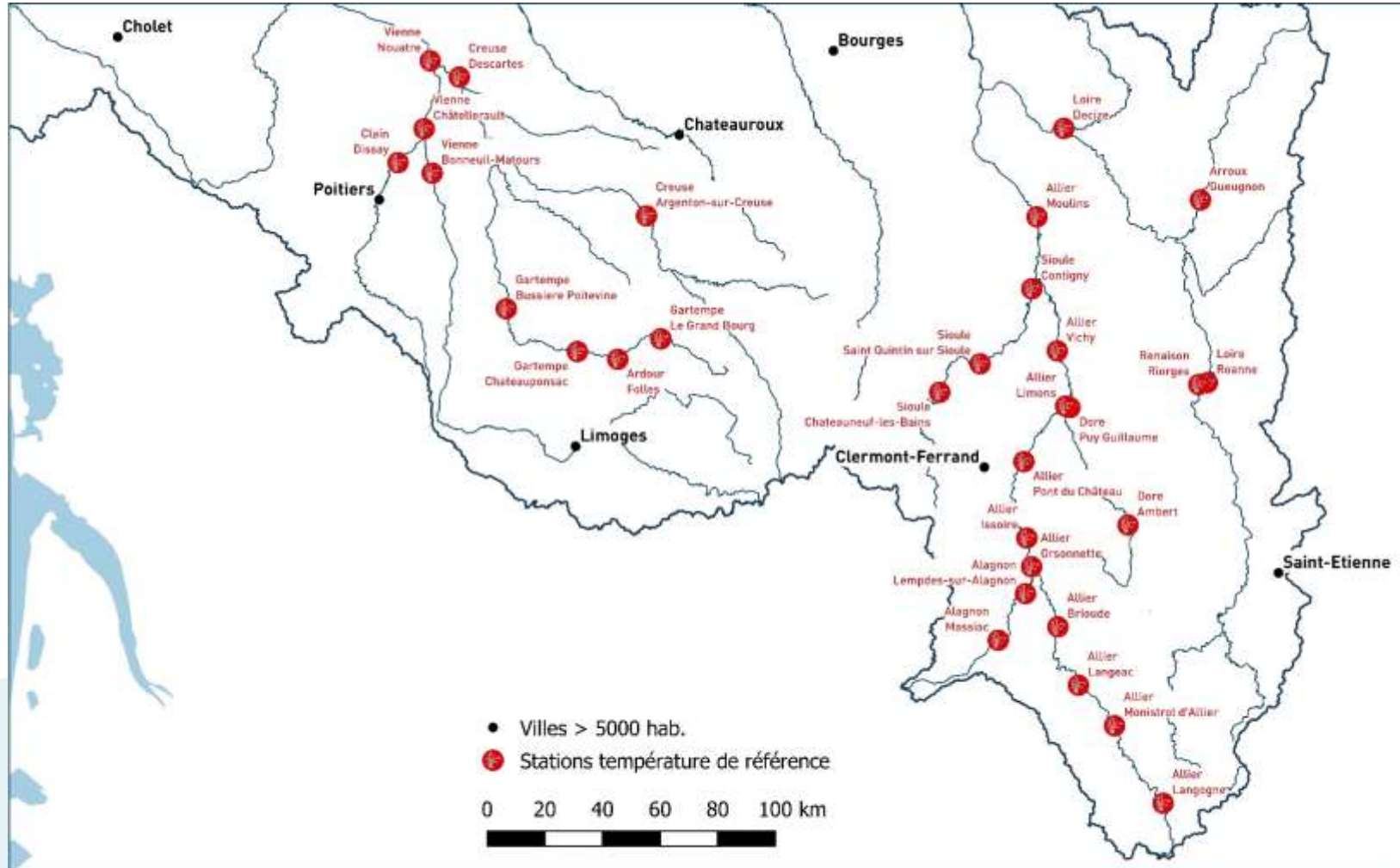
### 3.1.2.2 Qualification de l'année 2019

#### Contexte et analyses

L'objectif de cette partie est d'avoir une vision globale des températures 2019 et du fonctionnement des enregistreurs thermiques équipant le bassin de la Loire. Il s'agit également de qualifier l'année 2019 au regard des années antérieures.







BDCarthage® - ©IGN- Ministère en charge de l'environnement – AELB - LOGRAMI  
 Cartographie : LOGRAMI, 2020



Figure 30 : Localisation des sondes températures suivies par LOGRAMI sur le bassin de la Loire



## Fonctionnement du réseau

Au total, 31 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. Le réseau de sondes s'est étendu cette année avec l'installation de quatre nouvelles sondes sur l'Allier (Limons, Pont du Château, Orsonnette et Monistrol d'Allier).

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 2020 sur l'ensemble du bassin de la Loire ont permis d'effectuer la relève de la 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 6).

**Tableau 6 : Fonctionnement du réseau d'enregistreurs thermiques suivi par LOGRAMI sur le bassin de la Loire en 2019**

Rivière	Localisation	Distance à l'estuaire (km)	Date d'installation	Période de défaillance	Défaillance (%)
Loire	Decize	576	1998	28/01/2019 au 24/07/2019	51 %
	Roanne	721	2012	RAS	0 %
Arroux	Gueugnon	650	2006	RAS	0 %
Renaison	Riorges	725	2016	RAS	0 %
Allier	Moulins	599	2011	RAS	0 %
	Vichy	623	1997	RAS	0 %
	Limons	689	26/03/2019	RAS	20 %
	Pont du Château	721	26/03/2019	RAS	20 %
	Issoire - Orbeil	765	2016	06/08/2019 au 31/12/2019	59 %
	Orsonnette	779	20/03/2019	20/03/2019 au 02/09/2019	33 %
	Brioude - La Bageasse	809	2016	RAS	0 %
	Langeac	895	2016	RAS	0 %
	Monistrol d'Allier (TCC Barrage Poutès)	918	26/02/2019	RAS	16 %
	Langogne	626	2011	22/03/2019 au 05/09/2019	46 %
Sioule	Contigny	633	2011	01/01/2019 au 17/08/2019	54 %
	St Quintin sur Sioule	679	2013	RAS	0 %
	Châteauneuf les Bains	709	2011	RAS	0 %
Dore	Puy Guillaume	691	2011	13/08/2019 au 31/12/2019	39 %
	Ambert	762	2011	RAS	0 %
Alagnon	Lempdes sur Alagnon	792	2011	RAS	0 %
	Massiac	815	2011	RAS	0 %
Creuse	Descartes	260	2007	RAS	0 %
	Argenton-Sur-Creuse	370	2012	18/03/2019 AU 02/10/2019	55 %
Vienne	Nouatre	240	2011	RAS	0 %
	Châtelleraut	270	2004	01/02/2019 au 12/07/2019	44 %
	Bonneuil Matours	290	2011	31/07/2019 au 31/12/2019	42 %
Clain	Dissay	270	2016	RAS	0 %
Gartempe	Bussière Poitevine	360	2011	01/01/2019 au 24/01/2019	6 %
	Châteauponsac	400	2009	RAS	0 %
	Le Grand Bourg	450	2001	03/10/2019 au 31/12/2019	25 %
Ardour	Folles	420	2002	20/05/2019 au 03/10/2019	38 %

Sur l'ensemble des sondes installées et téléchargées début 2019, 11 sondes ont fait l'objet d'un dysfonctionnement (Decize, Issoire, Orsonnette, Langogne, Contigny, Puy Guillaume, Argenton-Sur-Creuse, Châtelleraut, Boneuil-Matours, Buissière-Poitevine, Le Grand Bourg et Folles) et une sonde a disparu (Issoire). Les pertes de données sont dues à des piles défectueuses ou à un problème de téléchargement avec la navette de transfert. Suite à l'arrachage de son support, la sonde située à Boneuil Matours a été retrouvée en dehors de l'eau. Les valeurs étant très proches de celles de la sonde située à Châtelleraut (écart moyen de 0,2 °C +/- 0,3), elle n'a pas été remise en place et a donc été retirée du réseau.

## Amplitude thermique

Une étude des maxima et minima journaliers de l'année 2019 permet de qualifier l'amplitude des températures de chaque station. Seules les sondes températures principales et avec une défaillance de moins de 20 % du temps de l'année sont prises en compte dans l'analyse. Ces résultats sont représentés dans un graphique de type minimum-maximum (Figure 31).

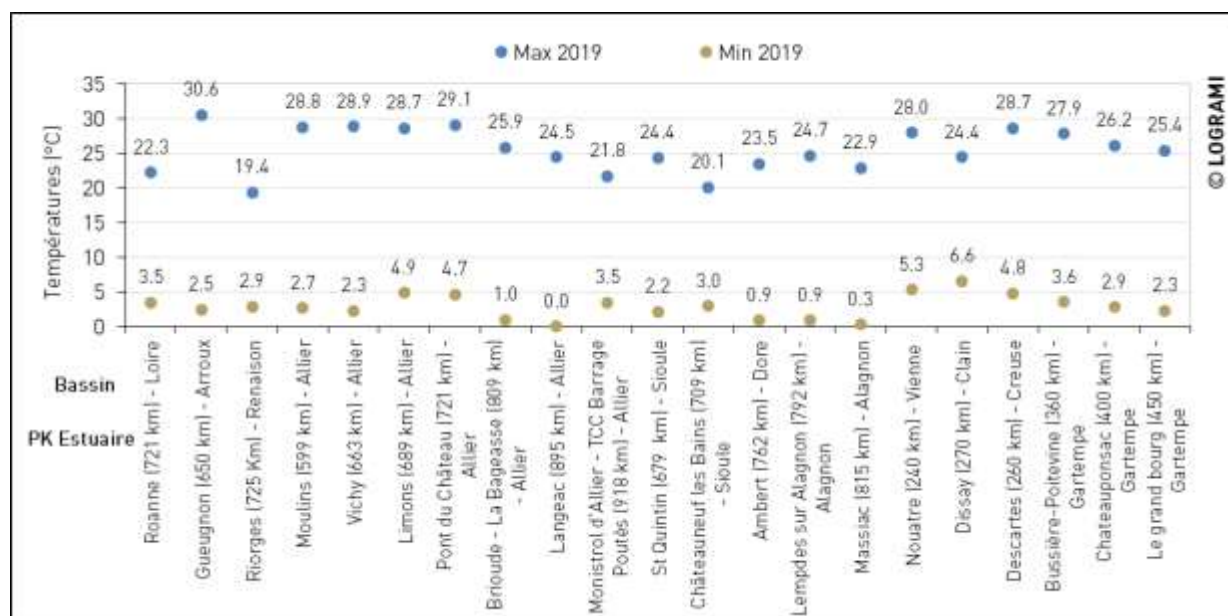


Figure 31 : Amplitude des températures sur les différentes stations de mesure utilisées par LOGRAMI sur le bassin de la Loire en 2019

Les températures journalières mesurées sur les différentes stations du bassin ont des amplitudes variables. La station de Gueugnon enregistre l'amplitude thermique maximale de 2019 avec un écart de 28,1 °C entre le maximum enregistré (30,6 °C) et le minimum (2,5 °C).

A l'inverse, les stations de Roanne sur la Loire, de Riorges sur le Renaison, de Monistrol d'Allier sur l'Allier et de Châteauneuf les Bains sur la Sioule, toutes les quatre soumises à des eaux de grands barrages, ont enregistré des faibles amplitudes thermiques (respectivement de 18,8 °C, 17,1 °C, 18,3 °C et 16,5 °C). Les faibles températures estivales de l'eau de la Loire à Roanne, du Renaison à Riorges, de l'Allier à Monistrol et de la Sioule à Châteauneuf les Bains peuvent s'expliquer en partie par la présence des barrages de Villerest, Tache/Rouchain (complexe), Poutès et Queuille juste en amont des stations (Tableau 7). 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 quatre sites incluent cet « effet barrage ». Les températures enregistrées habituellement par la sonde d'Argenton-Sur-Creuse, située à 4 km du complexe d'Eguzon, mettent aussi en avant ce phénomène.

Tableau 7 : Localisation des sondes de suivi des températures de Roanne sur la Loire, Châteauneuf les Bains sur la Sioule, Monistrol d'Allier sur l'Allier 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 (Roanne)
Sioule	Barrage de Queuille	5 (Châteauneuf les Bains)
Allier	Barrage de Poutès	7 (Monistrol d'Allier)
Renaison	Complexe Tache/Rouchain	15 (Riorges)
Creuse	Complexe d'Eguzon	4 (Argenton-sur-Creuse)

A la lecture des températures horaires de la Sioule à Châteauneuf les Bains en 2019, nous avons constaté une forte chute de 11,5 °C (de 21,3 °C à 9,8 °C) en 16 h dans la nuit du 26 au 27 août (Figure 32). Ces valeurs "anormalement" fraîches, observées durant 2 jours et demi, sont probablement dues à une intervention d'EDF sur le barrage de Queuille qui a nécessité une restitution du débit réservé par la vanne de fond. Cet évènement de courte durée a sûrement provoqué un ralentissement de l'activité des poissons et de leur croissance, mais son impact sur le cycle de vie des poissons n'a pas été étudié.

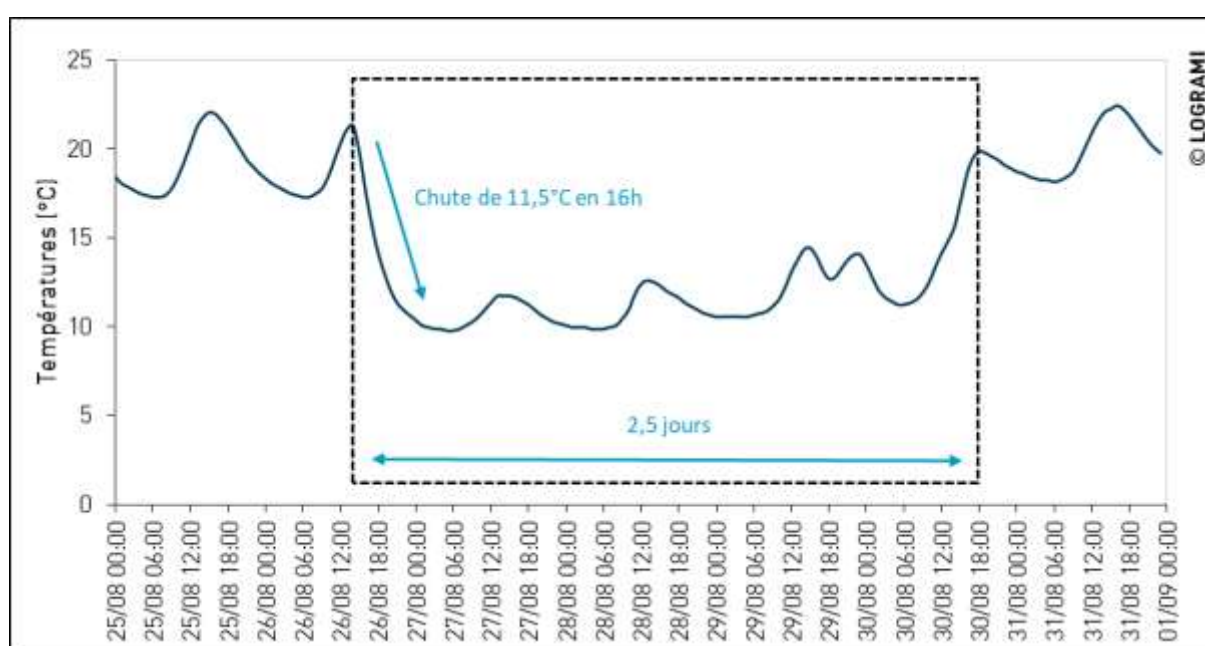


Figure 32 : Températures horaires de la Sioule à Châteauneuf les Bains fin août (Source : LOGRAMI)

### Comparaison des moyennes mensuelles

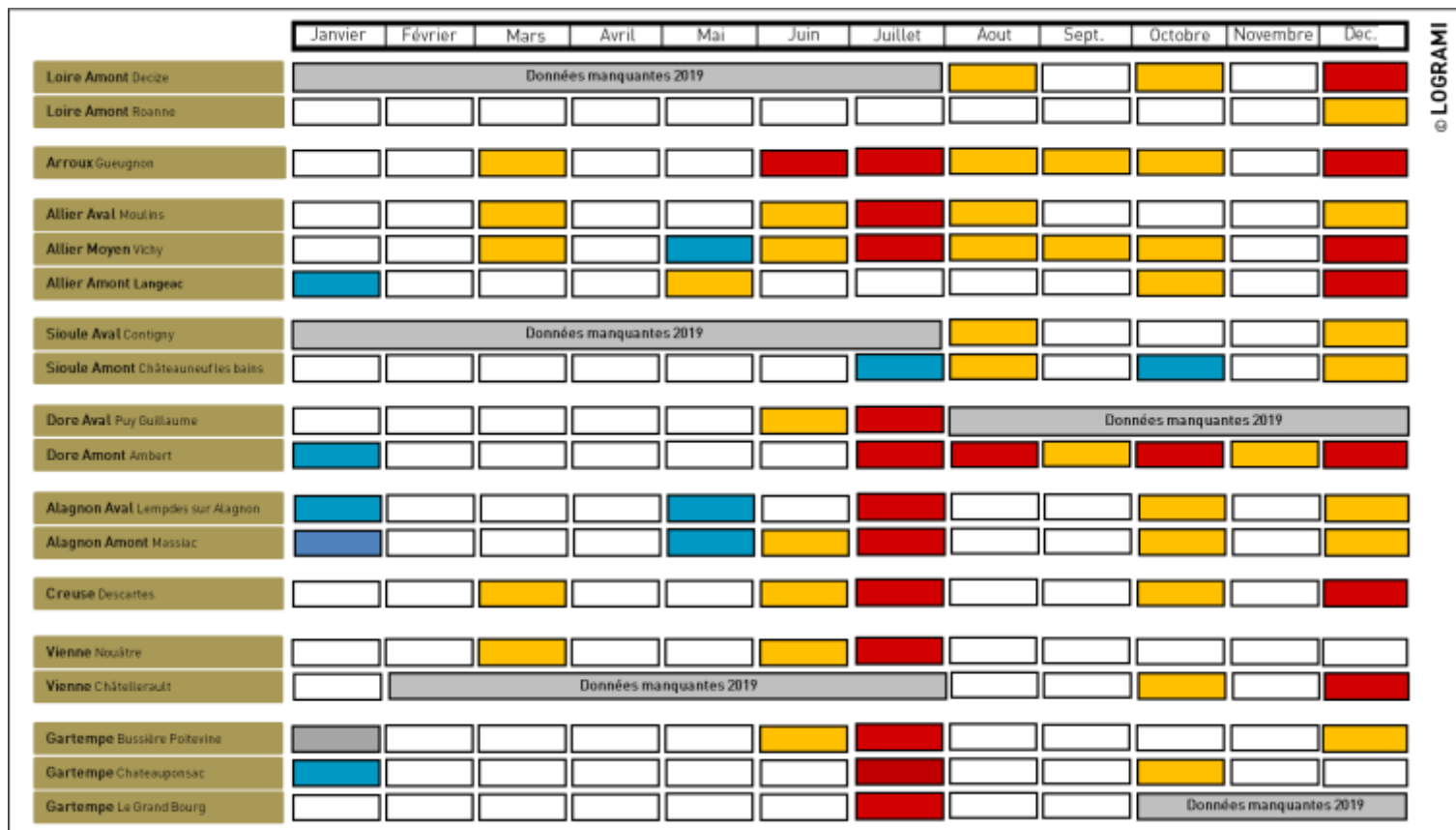
Une comparaison des moyennes mensuelles 2019 aux moyennes mensuelles des années antérieures permet de mieux caractériser l'année 2019. Il s'agit aussi de préciser l'information en mettant en évidence les tendances thermiques au cours de la saison, des différences inter-stations et des dissemblances interannuelles.

Les écarts entre les moyennes mensuelles 2019 et les valeurs de référence sont présentés dans la Figure 33.

Pour les cinq premiers mois de l'année, les températures sont globalement similaires aux valeurs de références. Toutefois, le plus fort écart négatif enregistré est de -2,2 °C à Massiac sur l'Alagnon en janvier.

Nous observons que pour les mois de juillet et décembre sur l'ensemble des axes étudiés, les températures sont bien au-dessus des valeurs de référence :

- Le mois de juillet est particulièrement chaud avec des températures supérieures de 2,3 °C (+ou- 1,6) par rapport aux valeurs de référence en moyenne sur l'ensemble des stations. Le plus fort écart positif enregistré durant cette période est de + 3,9 °C à la station de Puy Guillaume sur la Dore aval.
- Le mois de décembre est également très chaud avec des températures supérieures de 1,7 °C (+ou- 0,7) en moyenne par rapport aux valeurs de référence. Seules les températures de la Vienne à Nouâtre et de la Gartempe à Châteauponsac sont proches des moyennes antérieures. Le plus fort écart positif enregistré est de + 2,6 °C à la station d'Ambert sur la Dore amont.



<-2	Blue	Température nettement inférieure
-2< $\Delta$ t<-1	Light Blue	Température inférieure
<-1< $\Delta$ t<1	White	Température similaire
<1< $\Delta$ t<2	Orange	Température supérieure
$\Delta$ t>2	Red	Température nettement supérieure

Figure 33 : Ecart de températures (°C) entre les valeurs moyennes mensuelles 2019 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)

En 2019, le réseau de sondes température a permis de mettre en évidence **une précocité du réchauffement de la température des cours d'eau engendrée par une canicule dès le mois de juin** sur l'ensemble des axes migratoires notamment dans leur partie aval.

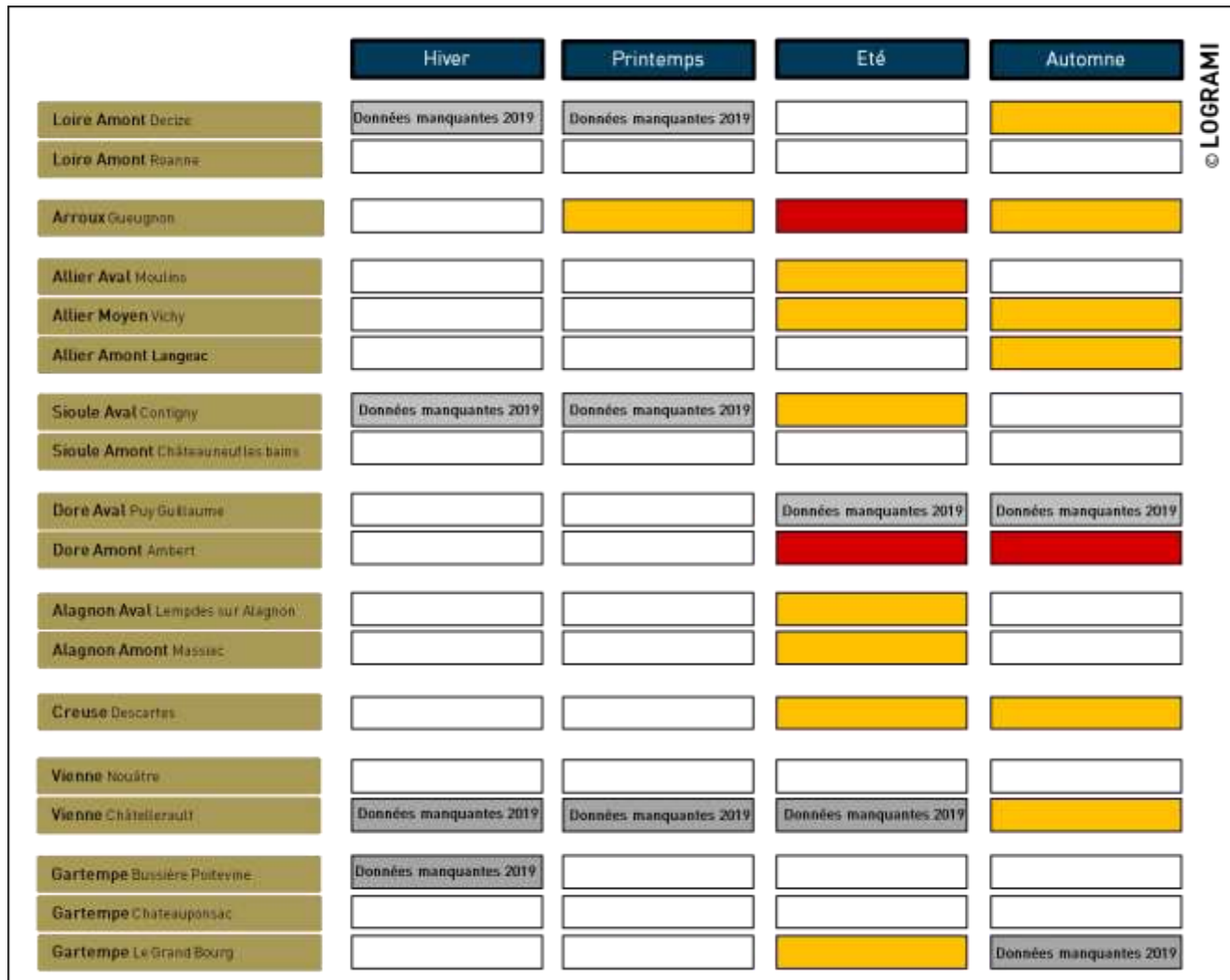
Les écarts entre les moyennes mensuelles 2019 et les valeurs de référence par saison sont présentés dans la Figure 34.

En 2019, il en ressort que **l'été et l'automne sont les deux saisons qui enregistrent les plus forts écarts positifs avec les valeurs références**. Seules les sondes de Nouâtre, Châteauponsac, Roanne et Châteauneuf les Bains ont une température d'eau similaire aux valeurs de référence toute l'année.

Les barrages de Villerest (Loire) et Queuille (Sioule) quelques kilomètres en amont des sondes de Roanne et de Châteauneuf les Bains temporisent les écarts thermiques tout au long de la saison.

Le plus fort écart positif enregistré pendant l'été est de + 2,4 °C à la station de Gueugnon sur le bassin de l'Arroux.

Le plus fort écart positif enregistré pendant l'automne est de + 2,4 °C à la station d'Ambert sur la Dore amont.



<-2		Température nettement inférieure
-2< $\Delta t$ <-1		Température inférieure
<-1< $\Delta t$ <1		Température similaire
<1< $\Delta t$ <2		Température supérieure
$\Delta t$ >2		Température nettement supérieure

Figure 34 : Ecart de températures (°C) entre les valeurs moyennes mensuelles 2019 et les valeurs de référence par saison sur les stations de mesures du réseau suivi par LOGRAMI sur le bassin de la Loire (Sources LOGRAMI)

### Influence de la thermie de l'eau sur la migration des saumons atlantiques

Les températures extrêmes peuvent influencer les mouvements de montaison des saumons (Tableau 8). Autour de 3-10 °C et 20-25 °C, les mouvements du saumon sont limités. Le mouvement de

montaison est stoppé à des températures en dessous de 3 °C (GUEGUEN et PROUZET, 1994 ; CRISP, 1993). L'optimum de migration se situe entre 10 et 20 °C (Agence de l'eau Adour Garonne, 2018).

Tableau 8 : Préférendum de températures pour la migration du saumon atlantique (AEAG, 2018)

	Classes de température
Pas d'activité migratoire	$T^{\circ} < 3$
Migration limitée	$3 < T^{\circ} < 10$
Préférendum migration	$10 < T^{\circ} < 20$
Migration limitée	$20 < T^{\circ} < 25$
Risque mortalité	$T^{\circ} > 25$

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 telle que la survie estivale. Le risque de mortalité pour les géniteurs intervient à partir de 25 °C. (COHENDET, 1993 ; CRISP, 1993 ; MILLS, 1991).

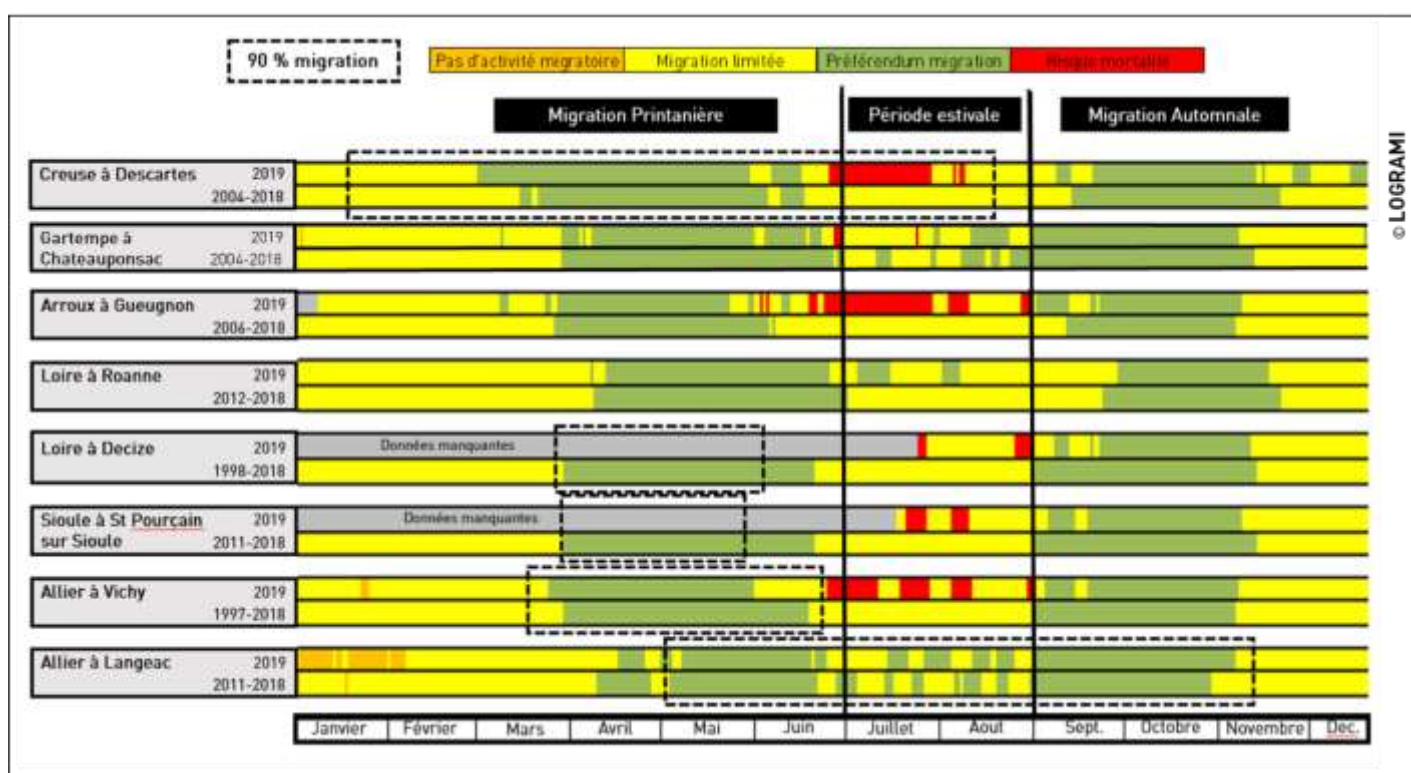


Figure 35 : Comparaison de l'amplitude des préférendums thermiques pour la migration du saumon atlantique entre 2019 et les données antérieures sur les différentes stations de comptage du bassin de la Loire

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 sur les parties amont des bassins (Langeac sur l'Allier).

Durant la migration printanière, l'amplitude du préférendum thermique ( $10 < T^{\circ} < 20$ ) pour la migration du saumon s'élève en moyenne depuis le début des mesures à 80 jours à Descartes, 72 jours à Gueugnon, 84 jours à Roanne, 83 jours à Decize, 83 jours à Saint-Pourçain-sur-Sioule, 81 jours à Vichy et 70 jours à Langeac (Figure 35).

Si on considère 90 % de l'amplitude migratoire des saumons, ces températures favorables à la migration mesurées depuis le début de la mise en place des sondes thermiques couvrent:

- 51 % de la période de migration à Descartes,
- 89 % de la période de migration à Decize,
- 100 % de la période de migration à Saint-Pourçain-sur-Sioule,
- 83 % de la période de migration à Vichy,
- 70 % de la période de migration à Langeac (printemps/automne).

En 2019, les amplitudes printanières du préférendum thermique pour la migration du saumon ont été globalement plus courtes que les années précédentes à l'exception de Descartes (101 jours d'amplitude contre 88 jours historiquement).

L'atteinte du seuil thermique de préférenda migratoire de 10 °C est plus précoce de quelques jours par rapport aux moyennes historiques avec l'atteinte du seuil le plus précoce à la station de Descartes (14 jours soit le 16 mars). Ce seuil est également dépassé à des dates très proches pour les stations de Gueugnon (27 mars), Decize (30 mars), Saint-Pourçain-sur-Sioule (30 mars) et Vichy (31 mars). A contrario, il est plus tardif pour la station de Roanne (9 avril) qui est soumise aux eaux plus fraîches provenant du barrage de Villerest.

En 2019, le seuil des 25 °C est atteint très précocement à la station de Gueugnon les 3 et 5 juin. Il est également atteint rapidement entre le 26 et le 30 juin aux stations de Descartes, Vichy et Châteauponsac.

**De même, l'aval de la Creuse (Descartes), l'Arroux (Gueugnon), la Loire amont (Decize), la Sioule aval (Saint-Pourçain-sur-Sioule) et l'aval de l'Allier (Vichy) présentent des températures estivales (juillet-août) « défavorables » à la survie des saumons.** La température de l'eau a dépassé les 25 °C à 31 reprises à Descartes, 40 reprises à Gueugnon et 26 reprises à Vichy. Ces secteurs ne possèdent pas de zones favorables pour la production de juvéniles de saumons mais sont susceptibles d'accueillir des géniteurs en migration durant cette période estivale. **En particulier à Descartes sur la Creuse,** où les températures élevées pouvant générer des mortalités interviennent durant la période couvrant 90 % de la migration. Sur les parties amont du bassin, seule la température de la Gartempe à Châteauponsac a dépassé les 25 °C (durant 4 jours).

Cependant, les géniteurs possèdent un comportement migratoire spécifique à l'arrivée des chaleurs estivales. Ces derniers se regroupent préférentiellement dans des endroits frais qui correspondent à des faciès profonds communément appelés « pools » où ils peuvent rester plusieurs mois (HAWKINS et SMITH, 1986 ; THIOULOUSE, 1972). Ces sites se trouvent généralement à l'aval des lieux de 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.

Le seuil létal pour les géniteurs des saumons est de 27,5 °C. (CRISP, 1993). Sur l'axe Allier en 2019, aucune journée dépassant le seuil des 25 et 27,5 °C n'est observée à Langeac (Tableau 9). Les saumons ayant atteint ce niveau de l'axe avant la période estivale ont donc toutes les chances de survivre pendant l'été. A contrario, la survie des saumons pendant l'étiage est très compromise en aval de Pont du Château.

Pour les juvéniles de saumons, la température létale est de 27,5 °C (ELLIOTT, 1991). **En 2019, le secteur en amont de Brioude a été favorable à la survie des alevins** (Tableau 9).



Tableau 9 : Nombre de jours supérieurs à 25 et 27,5 °C pour les stations de mesure de la température sur le bassin de l'Allier pendant l'été 2019

Localisation sonde température bassin de l'Allier	Distance à l'estuaire (km)	Nombre de jours > 25 °C	Nombre de jours > 27,5 °C
Moulins	599	26	8
Vichy	663	25	8
Limons	689	25	6
Pont du Château	721	32	6
Brioude - La Bageasse	809	3	0
Langeac	895	0	0
Monistrol d'Allier - TCC Barrage Poutès	918	0	0

Le 29 juin 2019, la température horaire de l'Allier à Vichy a atteint un maximum de 29 °C avec une moyenne journalière de 28,6 °C. A cette même période, un regroupement d'une dizaine de saumons agonisants a été observé pendant plusieurs jours à l'aval immédiat du rejet de la station d'épuration de Vichy quelques kilomètres en aval de la station de comptage. Ces derniers n'ont jamais été comptabilisés par la suite. Cette observation atteste de la présence de nombreux géniteurs ayant succombé aux températures trop élevées avant d'arriver sur les zones de reproduction (Figure 36).

La précocité de la canicule en 2019 (fin juin) a donc causé une grave mortalité estivale notamment des géniteurs des saumons.



Figure 36 : Regroupement de 10 saumons au niveau d'un rejet de station d'épuration à l'aval du barrage de Vichy le 27 juin 2019

Sur l'axe Creuse-Gartempe en 2019, le seuil des 25 °C a été dépassé à plusieurs reprises sur l'ensemble des secteurs suivis (Tableau 10). Le nombre de jours dépassant ce seuil est cependant très limité sur les parties amont de l'axe. Le seuil légal de 27,5 °C a été dépassé cinq fois à Descartes et une seule fois à Bussière-Poitevine. Les saumons qui ont migré, avant l'été, en amont de Bussière-Poitevine ont donc eu plus de chance de survivre que ceux restés à l'aval. Ils ont cependant pu être affaiblis par les températures élevées constatées sur l'ensemble de l'axe.

Tableau 10 : Nombre de jours supérieurs à 25 et 27,5 °C pour les stations de mesure de la température sur l'axe Creuse-Gartempe pendant l'été 2019

Localisation sonde température bassin Creuse - Gartempe	Distance à l'estuaire (km)	Nombre de jours > 25 °C	Nombre de jours > 27,5 °C
Descartes	260	24	5
Bussière-Poitevine	360	12	1
Chateauponsac	400	4	0
Le Grand Bourg	450	1	0

Durant la migration automnale, la fenêtre optimale de migration est atteinte plus précocement sur l'Allier, la Sioule, la Gartempe et la Loire. Elle débute aux alentours du premier septembre pour les stations de Langeac, Vichy, Saint-Pourçain-sur-Sioule, Châteauponsac et Decize contre le 14 septembre pour les stations de Gueugnon et Descartes. Pour la station de Roanne, le début de la fenêtre est constaté encore plus tardivement (24 septembre).

L'amplitude du préférendum thermique ( $10 < T^{\circ} < 20$ ) pour la migration automnale des saumons s'élève en moyenne depuis le début des mesures à 69 jours à Descartes, 71 jours à Châteauponsac, 56 jours à Gueugnon, 59 jours à Roanne, 73 jours à Decize, 73 jours à Saint-Pourçain-sur-Sioule, 67 jours à Vichy et 60 jours à Langeac. **En 2019, l'atteinte du préférendum pour la migration automnale est plus précoce de quelques jours (5 jours+/- 2) sur l'ensemble des stations du bassin de la Loire (Figure 35).**

### Influence de la thermie sur la migration des aloses

Il a été démontré que la migration des aloses est corrélée linéairement de manière significative avec la température (CASSOUS-LEINS, 1981). L'entrée de géniteurs en rivière s'effectue généralement dans une eau comprise en 7 °C et 15 °C. La migration en rivière est effective entre 7 °C et 26 °C (Tableau 11). L'optimum de migration se situe entre 10 et 20 °C. Le risque de mortalité pour les géniteurs est de 30 °C (Agence de l'eau Adour Garonne, 2018).

Tableau 11 : Préférendum de températures pour la migration de l'aloise (AEAG, 2018)

	Classes de température
Pas d'activité migratoire	$T^{\circ} < 7$
Migration limitée	$7 < T^{\circ} < 10$
Préférendum migration	$10 < T^{\circ} < 20$
Migration limitée	$20 < T^{\circ} < 25$
Pas d'activité migratoire	$25 < T^{\circ} < 30$
Risque mortalité	$T^{\circ} > 30$

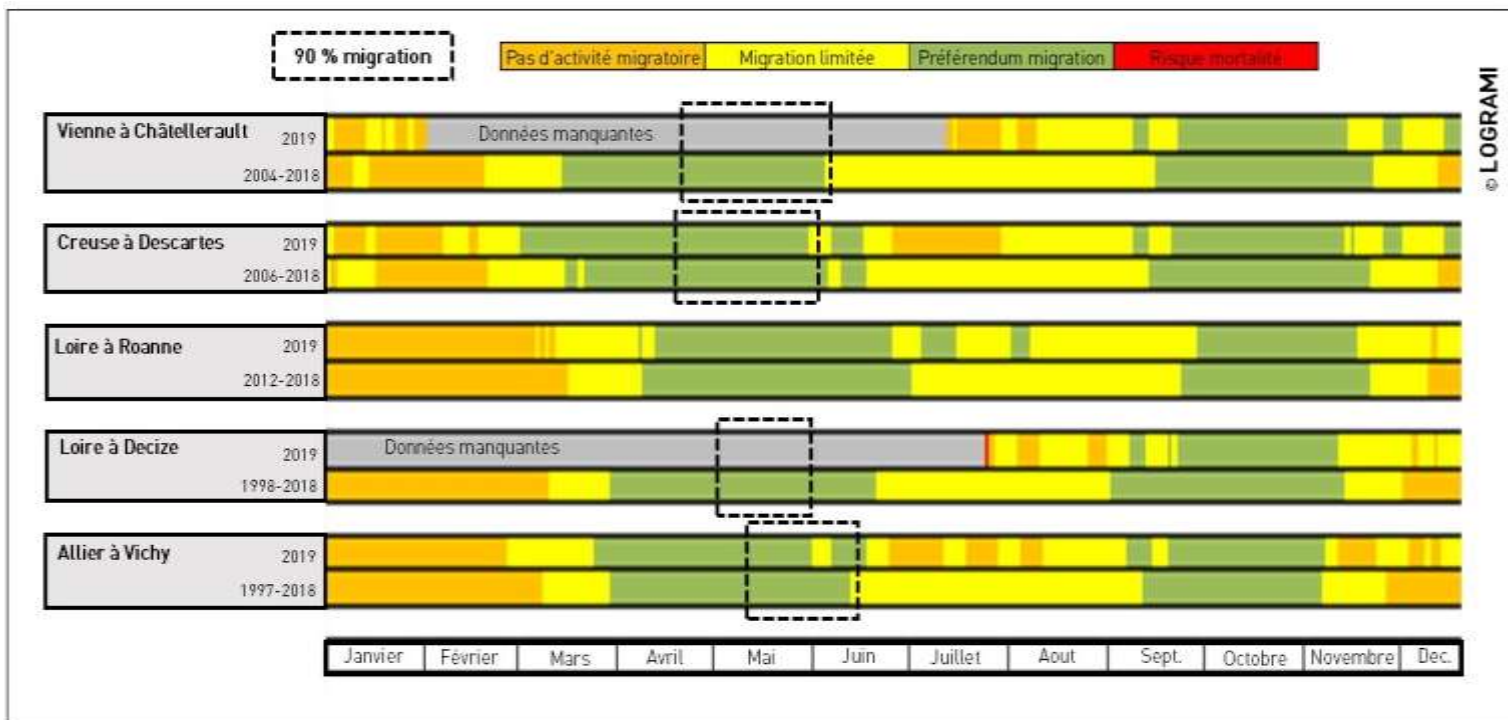


Figure 37 : Comparaison de l'amplitude des préférendums thermiques pour la migration de l'alose entre 2019 et les données antérieures sur les différentes stations de comptage du bassin de la Loire

Durant les 7 premiers mois de l'année, l'amplitude du préférendum thermique ( $10 < T^{\circ} < 20$ ) pour la migration de l'alose s'élève en moyenne depuis le début des mesures à 82 jours à Châtelleraut, 88 jours à Descartes, 84 jours à Roanne, 83 jours à Decize et 75 jours à Vichy (Figure 37).

Au regard de l'ensemble de la période migratoire, ces températures favorables à la migration mesurées depuis le début de la mise en place des sondes thermiques couvrent :

- 🔄 71 % de l'ensemble de la période migratoire des aloses à Châtelleraut,
- 🔄 81 % de l'ensemble de la période migratoire des aloses à Descartes,
- 🔄 100 % de l'ensemble de la période migratoire des aloses à Decize,
- 🔄 66 % de l'ensemble de la période migratoire des aloses à Vichy.

En 2019, les amplitudes du préférendum thermique pour la migration de l'alose ont été globalement plus longues à Descartes (100 jours contre 88 jours en moyenne) et Vichy (79 jours contre 75 jours en moyenne).

L'atteinte du seuil de 10 °C est plus précoce de 14 jours à Descartes (2 mars) et 5 jours à Vichy (25 mars). Elle est plus tardive de 4 jours pour la station de Roanne (13 avril) qui est soumise à « l'effet barrage » de Villerest. Pour rappel, cet ouvrage situé 5 km en amont de Roanne constitue le verrou migratoire du bassin Loire amont.

Même si des températures parfois élevées de 25 à 30 °C sont observées en période estivale à 22 reprises à Châtelleraut, à 34 reprises à Descartes, à 15 reprises à Decize et 34 reprises à Vichy, le seuil de létalité a été atteint une seule fois à Decize le 25 juillet.

Concernant les alosons, la plage de température pour laquelle la survie est supérieure à 90 % est comprise entre 13,5 et 25 °C (JATTEAU et CHARLES, 2010). En 2019, sur la période d'avril à août (amplitude de période de reproduction maximale (CASSOUS-LEINS, 1981)) la température de l'eau a été favorable à la survie des alosons :

- 🔄 54 % du temps sur l'Allier à Vichy (85 % en moyenne historiquement),

- 73 % du temps sur la Creuse à Descartes (91 % en moyenne historiquement),
- 68 % du temps sur la Loire à Roanne (75 % en moyenne historiquement).

Comparativement aux années antécédentes, en 2019 sur l'ensemble du bassin de la Loire, la fenêtre de température favorable à la survie des alosons est plus réduite.

### Influence de la thermie sur la migration des lamproies marines

La température joue un rôle dans la capacité migratrice de la lamproie marine (Tableau 12). La migration en rivière est effective entre 4 °C et 24 °C (Agence de l'eau Adour Garonne, 2018). Néanmoins, une température de l'eau comprise entre 10 et 19 °C semble être optimale pour l'activité de migration (MNHN, 2015). Comme pour l'alse, le risque de mortalité pour les géniteurs de lamproie est de 30 °C.

Tableau 12 : Préférendum de températures pour la migration de la lamproie marine (AEAG, 2018)

	Classes de température
Pas d'activité migratoire	$T^{\circ} < 4$
Migration limitée	$4 < T^{\circ} < 10$
Préférendum migration	$10 < T^{\circ} < 19$
Migration limitée	$19 < T^{\circ} < 24$
Pas d'activité migratoire	$24 < T^{\circ} < 30$
Risque mortalité	$T^{\circ} > 30$

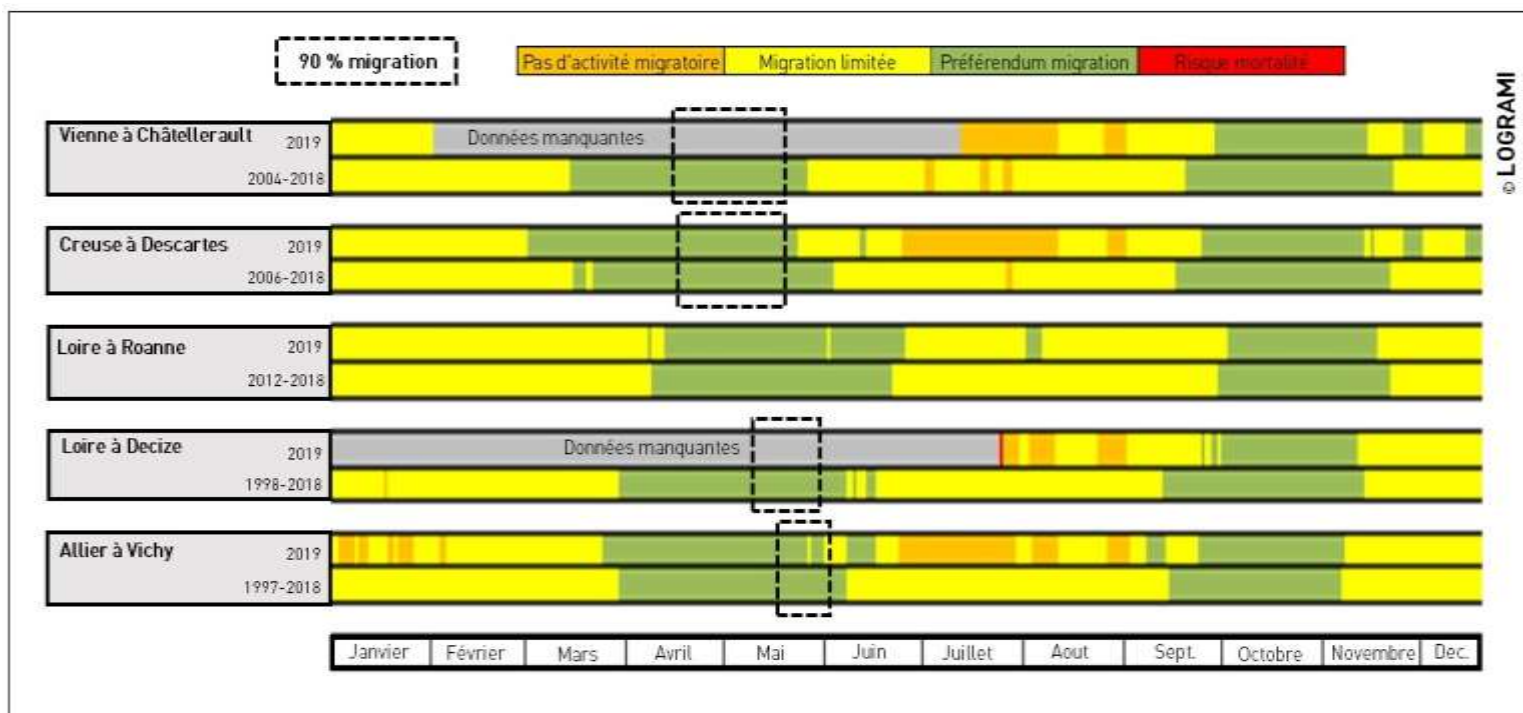


Figure 38 : Comparaison de l'amplitude des préférendums thermiques pour la migration de la lamproie marine entre 2019 et les données antérieures sur les différentes stations de comptage du bassin de la Loire

Durant les 7 premiers mois de l'année, l'amplitude du préférendum thermique ( $10 < T^{\circ} < 20$ ) pour la migration de la lamproie marine s'élève en moyenne depuis le début des mesures à 73 jours à Châtelleraut, 78 jours à Descartes, 74 jours à Roanne, 74 jours à Decize et 70 jours à Vichy (Figure 38).

Ces températures favorables à la migration couvrent au minimum 90 % de la période migratoire des lamproies et n'apparaissent donc pas comme un facteur limitant dans la progression des individus en migration de montaison. Pour autant, en 2019, en fin de migration les températures relevées à Vichy apparaissent moins favorables.

L'atteinte du seuil de 10 °C est plus précoce aux stations de Châtellerault (15 mars) et Descartes (16 mars). Cette dernière est identique pour les stations de Decize et Vichy (30 mars). Elle est plus tardive pour la station de Roanne (8 avril).

Tout comme pour l'alose, en 2019, les amplitudes du préférendum thermique pour la migration de la lamproie marine ont été globalement plus longues à Descartes (83 jours contre 78 jours en moyenne) et Vichy (76 jours contre 70 jours en moyenne). L'atteinte du seuil de 10 °C est plus précoce de 14 jours à la station de Descartes et 5 jours à la station de Vichy.

En 2019, même si des températures parfois élevées de 24 à 30 °C sont observées en période estivale à 37 reprises à Châtellerault, à 91 reprises à Descartes, 25 reprises à Decize et 51 reprises à Vichy, le seuil de létalité a été atteint une seule fois à Decize le 25 juillet.

Chez les larves de lamproie marine (ammocètes), le seuil de létalité est également de 30 °C. Toutefois l'activité des ammocètes est dégradée lorsque la température de l'eau dépasse 26 °C (AEAG, 2018). En 2019, ces températures sont atteintes durant l'été à 6 reprises à Châtellerault, 20 reprises à Descartes, 6 reprises à Decize et 27 reprises à Vichy.

### Influence de la thermie sur la migration des anguilles

La température est un stimulus important chez la civelle et l'anguille jaune. Elles ne s'activent qu'au-dessus de 10 - 13 °C (ELIE, 1994). Lorsque les températures de l'eau sont inférieures à 8-10 °C ou supérieures à 26-30 °C, les anguilles cessent toute activité et ont tendance à s'enfouir dans la vase. Pour des températures supérieures à 25 °C, une léthargie des individus est constatée. Le comportement et la thermo-tolérance de cette espèce lui permettent de coloniser l'ensemble du bassin versant de la Loire et de mieux résister aux conditions extrêmes de température.

## 3.1.3. Conclusion

L'activité migratoire des poissons est notamment conditionnée par les débits et la température de l'eau. Le réseau de mesures de débits sur le bassin de la Loire montre que l'année 2019 a présenté un profil hydrologique « très sec ». Le début d'année est caractérisé par une absence de crue hivernale et printanière. Sur l'ensemble des stations hydrologiques du bassin, les débits moyens mensuels sont très inférieurs aux débits de référence. Ainsi, cette hydrologie particulièrement faible a été défavorable et limitante pour la migration de l'ensemble des espèces amphihalines.

La fin d'année 2019 est caractérisée par de forts débits sur l'ensemble du bassin de la Loire. Elle est marquée notamment par une crue biennale de l'Allier et de la Loire à la fin des mois de novembre et décembre. Cette crue de forte intensité, en lien avec les épisodes cévenols sur le haut du bassin de l'Allier, est intervenue pendant la période de reproduction des saumons avec plus de 220 m<sup>3</sup>/s atteint le 23 novembre à Langogne. Cette dernière a donc pu avoir un impact direct sur le succès de la reproduction.

En 2019, le réseau de sondes température mis en œuvre par LOGRAMI sur le bassin de la Loire a permis de mettre en évidence une précocité du réchauffement de la température des cours d'eau engendrée par une canicule dès la fin du mois de juin. Le réchauffement rapide et continu de l'eau au printemps a avancé les « fenêtres optimales » pour la migration des géniteurs. Ces dernières ont été écourtées pour les saumons et étendues pour les aloses et les lamproies. Sur l'ensemble des axes étudiés, les températures ont été particulièrement élevées pour le mois de juillet (en moyenne + 2,3 °C) et décembre (en moyenne + 1,7 °C). La précocité de la canicule semble avoir causé une grave mortalité estivale des géniteurs de saumons.



Cependant, un différentiel de température est constaté sur les tronçons de cours d'eau influencés par des lâchures de grands barrages (Loire, Renaison, Allier et Sioule) modifiant les évolutions thermiques estivales avec des apports d'eau fraîche.



## 3.2. Conditions de migration

### 3.2.1. Continuité écologique sur le bassin de la Loire

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 migrants.**

A la dévalaison, le ROE renseigne sur les obstacles à l'écoulement utilisés pour la production hydroélectrique et qui, de ce fait, sont des obstacles à la dévalaison des juvéniles de saumon atlantique, aloses et lamproies ainsi que des anguilles argentées qui dévalent pour se reproduire en mer.

Actuellement, **221 ouvrages du bassin Loire sont recensés comme ayant un usage lié à la production hydroélectrique (source : ROE)**. Seuls **34 sont équipés de systèmes de dévalaison**, soit seulement 15 %. Parmi ceux-ci, certains ne sont pas récents, ne répondent pas aux exigences minimales de performance nécessaires pour la dévalaison des différentes espèces et ne doivent donc pas être pris en compte dans les ouvrages réellement équipés pour la dévalaison. Par exemple, 50 % des équipements à la dévalaison indiqués dans le ROE pour les usines hydroélectriques du bassin de la Vienne, soit 4 sur 8, sont obsolètes. Il est donc raisonnable de penser que **moins de 10 % des ouvrages hydroélectriques implantés sur les cours d'eau à migrants du bassin de la Loire sont équipés de systèmes de dévalaison** répondant aux exigences minimales actuelles.

### 3.2.2. Améliorations de la continuité écologique enregistrées en 2019

Ce paragraphe concerne les modifications réalisées en 2019 sur les seuils des principaux axes à migrants 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 de ce rapport est de retracer les modifications en termes de continuité écologique ayant eu lieu en 2019 afin, le cas échéant, de faire le lien avec les suivis des populations de poissons migrants présentés ensuite.

#### 3.2.2.1 Bassin Vienne-Creuse

Comme en 2017 et 2018, malgré des études réalisées sur les principaux axes à migrants du bassin Vienne-Creuse, **aucune amélioration en faveur de la franchissabilité à la montaison n'a eu lieu sur ces cours d'eau en 2019** (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 2019**.



### 3.2.2.2 Bassin Loire amont – Allier

Concernant le bassin Loire amont – Allier, deux ouvrages ont été détruits sur l'Allier :

- 🔄 le passage busé de la carrière alluvionnaire (Ancienne carrière CHAZAL MARTIN) situé entre Langogne et Luc et constituant une chute de 0,22 m a été arasé (ROE 76314, Figure 39) ;
- 🔄 le seuil de Rogleton constituant une chute de 1,49 m a été détruit par la crue de novembre (ROE 34123, Figure 40).



Figure 39 : Passage busé de la carrière alluvionnaire situé sur le cours de l'Allier entre Langogne et Luc avant et pendant son arasement en 2019 (Sources : James BOUVIER)





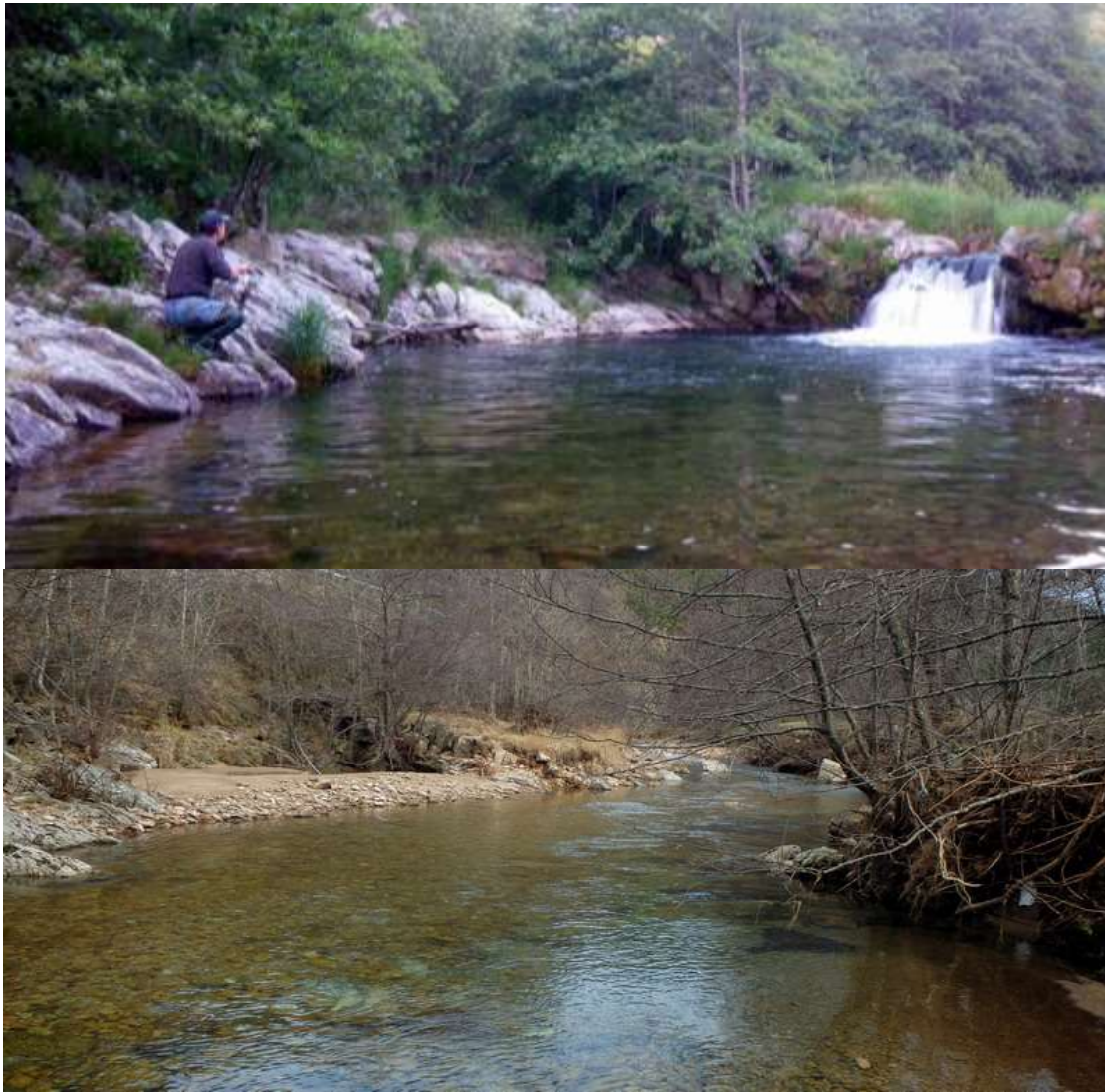
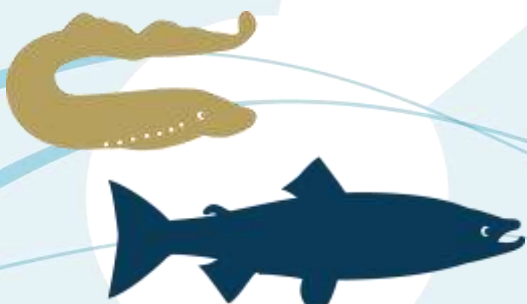


Figure 40 : Seuil de Rogleton situé sur le cours de l'Allier en amont de Laveyrune avant et après sa destruction par le passage de la crue de novembre 2019 (Sources : James BOUVIER)

Bien que très importantes pour les populations pisciaires holobiotiques, ces améliorations de la continuité écologique concernent les 30 km amont du cours de l'Allier et auront peu d'impacts sur la circulation des migrateurs et du saumon atlantique en particulier (Figure 41).

Aucune autre amélioration n'a eu lieu au cours de l'année 2019 sur les principaux cours d'eau du bassin Loire amont-Allier.



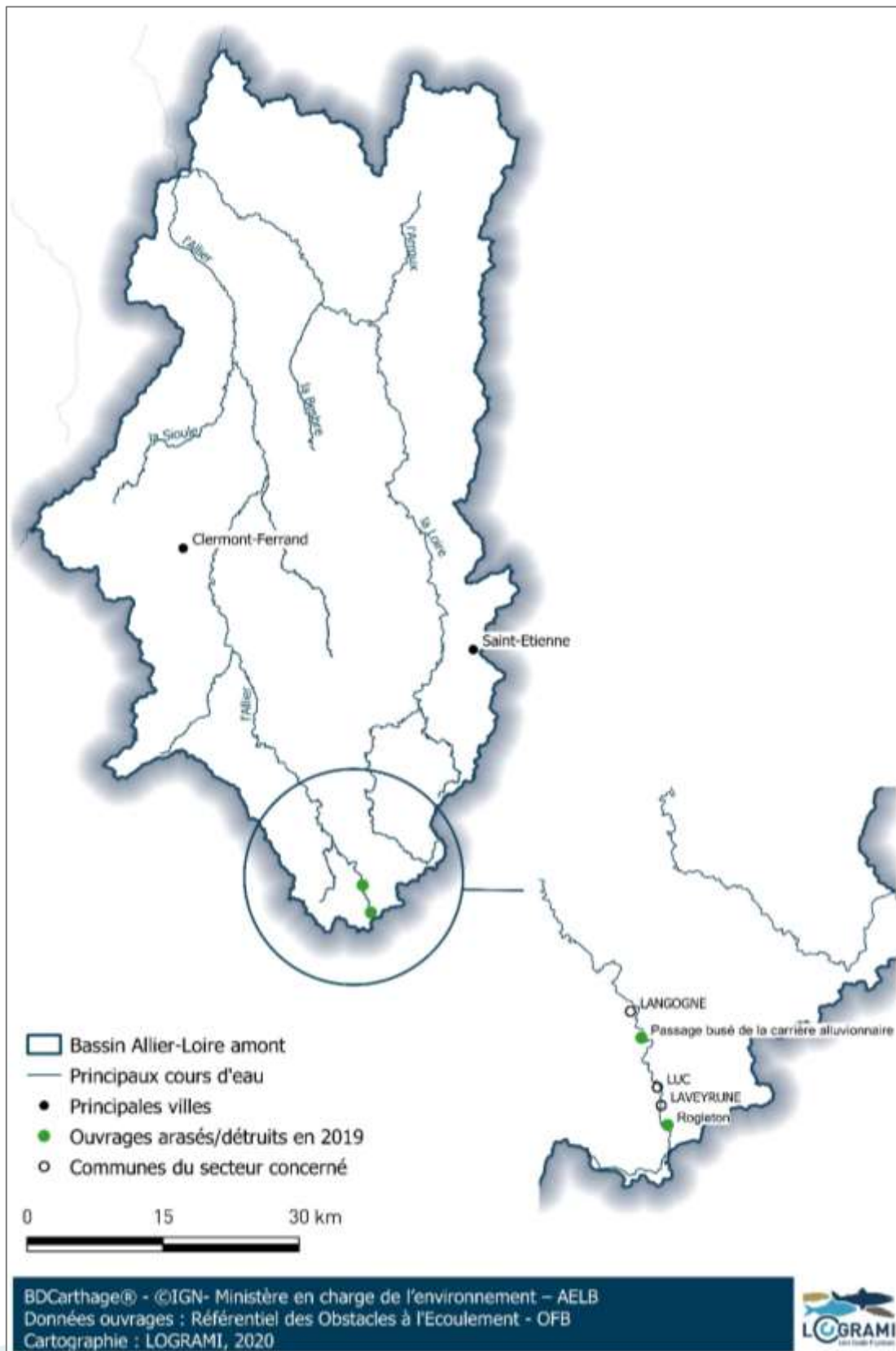


Figure 41 : Localisation des deux obstacles à l'écoulement arasés/détruits en 2019 sur le cours amont de l'Allier

## 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 2019, aucune prospection n'a été menée pour la recherche précise du front de colonisation des aloses. Toutefois, les effectifs aux stations de comptage et des observations ponctuelles sur certains affluents apportent des indications sur les limites de colonisation.

**Ainsi sur la Loire, le front de colonisation se situe entre Decize (176 aloses comptabilisées) et Roanne (0 alose), soit à au moins 600 km de l'estuaire (Figure 42).**

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 (169 aloses) et de Châtelleraut sur la Vienne (171 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, aucune étude spécifique n'a été menée sur cette espèce. Cependant, lors d'une vidange de la rivière de contournement de l'île de Balzac, réalisée le 22 mars par Tours Métropole, une alose a été observée et remise en amont du barrage (information Fédération pour la pêche et la protection du milieu aquatique d'Indre-et-Loire) (à environ 260 km de l'estuaire).
- Sur l'Allier, seulement 4 aloses ont franchi le barrage de Vichy. Ce faible effectif est révélateur d'une limite de colonisation sur l'axe à cet endroit (à environ 700 km de l'estuaire) ;

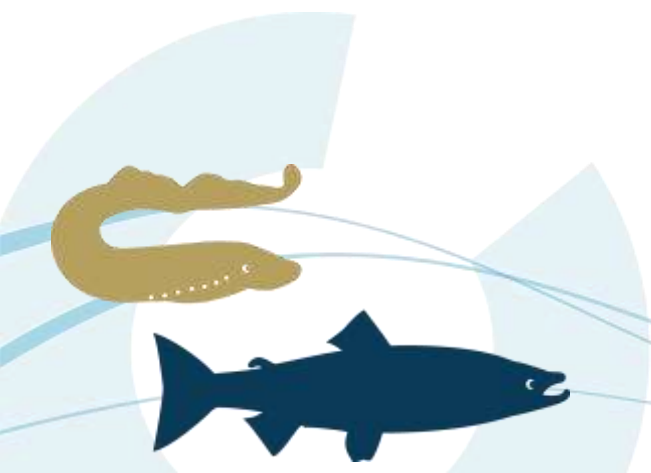




Figure 42 : Cours d'eau du bassin de la Loire colonisés par les aloses en 2019



### 3.3.2. Le front de colonisation de la lamproie marine

En 2019, les effectifs de lamproies ont été très faibles sur l'ensemble du bassin de la Loire (20 lamproies marines comptées seulement sur le bassin de la Vienne). En conséquence, peu de nids étaient observables. Des prospections ont malgré tout été réalisées sur certains affluents de la Loire :

- Sur le Cher, l'ensemble des frayères connues à l'aval de Tours ont été prospectées par l'association LOGRAMI, le 16 mai. Aucun nid n'a été identifié. Il est donc probable que très peu de lamproies marines aient colonisé le Cher et qu'aucune d'entre elles n'ait réussi à s'y reproduire.
- Sur le bassin de la Vienne, compte tenu des très faibles effectifs observés aux stations de comptage, les fronts de colonisation ont été arrêtés à Châtellerault sur la Vienne (à 270 km de l'estuaire) et à Descartes sur la Creuse (260 km de l'estuaire).

Certains affluents de la Loire, tels que la Cisse ou le Beuvron, sont régulièrement colonisés par la lamproie marine. En 2019, aucun indice n'a permis de montrer la colonisation de l'espèce sur ces affluents. **Le front de colonisation sur la Loire ne peut donc être établi avec certitude que jusqu'à la confluence avec la Vienne** (à 200 km de l'estuaire). (Figure 43). A noter que peu de prospections ont été menées sur les affluents de la Loire aval, ainsi que sur le bassin de la Maine. Certains cours d'eau n'apparaissant pas sur la carte ont donc, malgré tout, pu être colonisés par la lamproie marine.

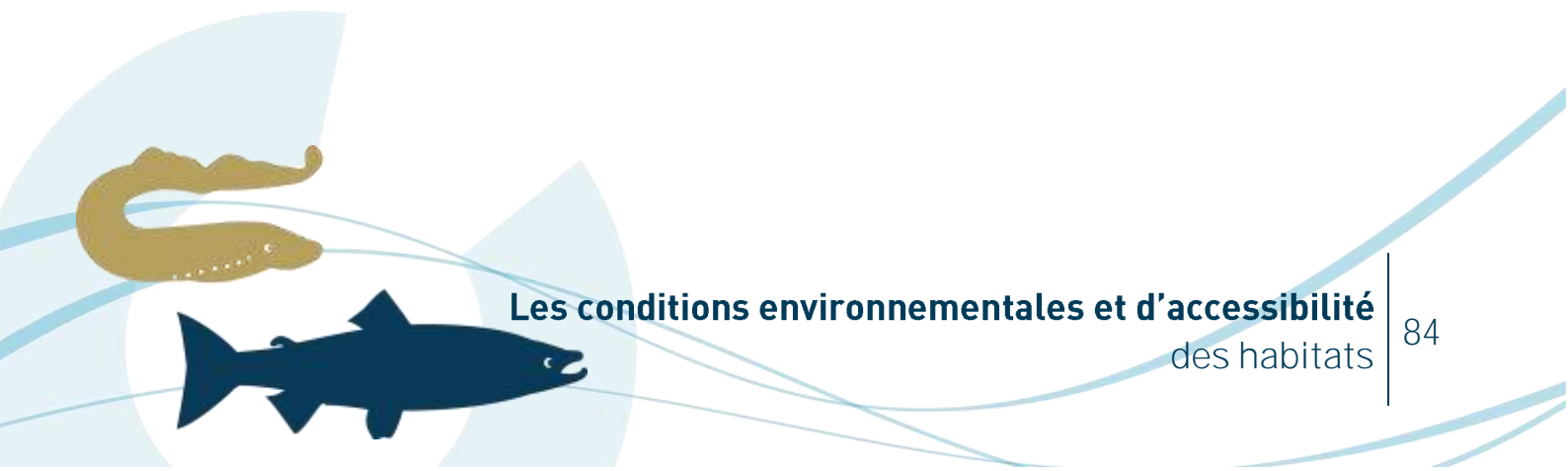




Figure 43 : Cours d'eau du bassin de la Loire colonisés par la lamproie marine en 2019

### 3.3.3. Le front de colonisation du saumon atlantique

En complément des données obtenues grâce aux stations de comptages les plus apicales sur les axes suivis qui ne s'avèrent pas suffisantes pour définir précisément le front de colonisation du saumon atlantique en migration génésique sur l'ensemble des cours d'eau potentiellement colonisés, **un suivi de la reproduction naturelle est effectué**. Celui-ci consiste principalement en des opérations de comptage et de repérage des frayères de saumon atlantique. Ces comptages permettent d'obtenir un **indicateur de la répartition géographique des géniteurs au moment de la reproduction**.

Par ailleurs, lors d'opération ponctuelle de suivi radio-téléométrique tel que celui réalisé sur des géniteurs de saumons atlantiques à partir de Vichy en 2019, des données précieuses concernant la localisation des individus lors de la reproduction peuvent être collectées. Ces dernières peuvent également permettre de préciser des fronts de migration.

#### 3.3.3.1 Sur le bassin Creuse-Gartempe

En 2019, seulement 39 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. **Aucun d'entre eux n'a été comptabilisé à la station de comptage de la Roche Etrangleloup situé plus en amont sur la moyenne Gartempe.**

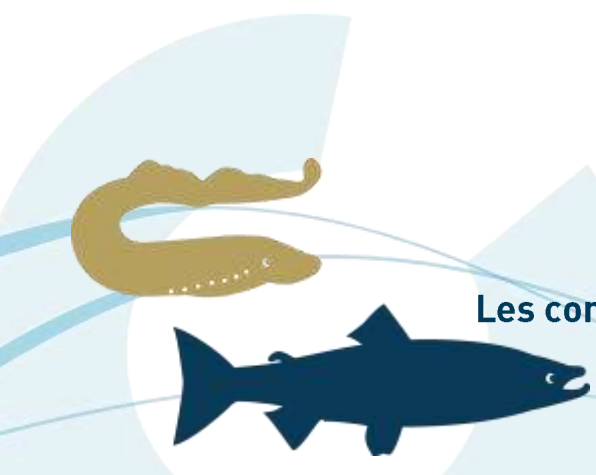
Compte tenu des conditions environnementales et de la présence de nombreux seuils problématiques sur les axes Creuse et Gartempe, **la très grande majorité des saumons comptés à Descartes n'a probablement pas pu rejoindre les zones de frayères**. Contrairement aux autres années, **aucune mortalité n'a été signalée**, et ce malgré des températures estivales très élevées (respectivement 12 et 4 jours > 25 °C à Bussière-Poitevine et Châteauponsac, cf. § 3.1.2.2).

**Les forts débits enregistrés en novembre et décembre n'ont pas permis de réaliser le suivi de la reproduction.** Aucun nid n'a donc pu être observé en 2019 sur la Creuse et sur la Gartempe.

#### 3.3.3.2 Sur le bassin Loire-Allier amont

Cinq prospections ponctuelles à pieds ont été réalisées sur l'Allier entre Langeac et Langogne entre le 05/11/2019 et le 26/11/2019.

Les premières observations de frayères de saumons sur l'Allier nous ont été rapportées le 06/11/2019 par la FDAAPPMA de l'Ardèche (PEYRONNET comm. pers.). Ce jour-ci et les jours suivants, 2 géniteurs de 3 ans de mer, ont été observés sur frayère à Langogne (48) (Figure 44). Ces frayères ont pu être observées par LOGRAMI le 13/11/2019 lors d'un suivi radio-téléométrique de saumons (Figure 45). D'autres frayères ont ensuite été observées ponctuellement entre Langeac et Poutès (43) le 21/11/2019.



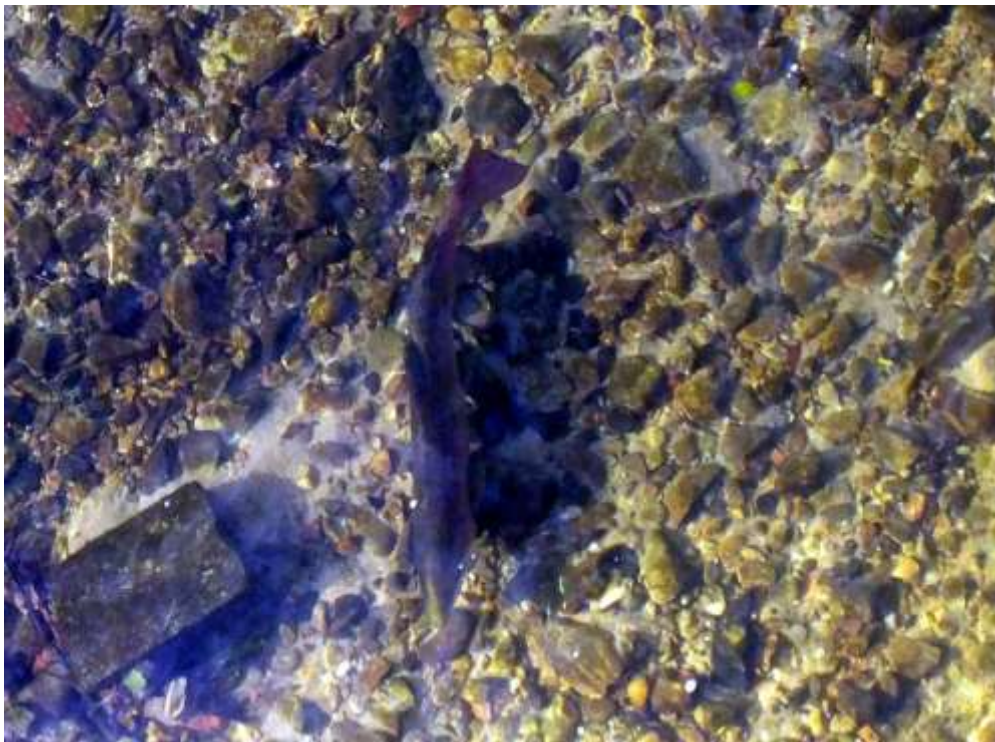


Figure 44 : Saumon mâle de 3 étés de mer observé le 08/11/2019 à Langogne (Source : James BOUVIER)



Figure 45 : Frayères de saumon atlantique observées le 13/11/2019 à Langogne (Source LOGRAMI)

Pour la 8<sup>ème</sup> année consécutive, le Béal dans la traversée de Lempdes sur Alagnon a fait l'objet d'un suivi régulier à pieds entre le 5/11/2019 et le 10/12/2019 (6 prospections). Une hypothétique frayère de saumon a été observée le 21/11/2019 (Figure 46). La localisation et les caractéristiques de cette dernière ne correspondant pas avec celles couramment observées sur le Béal, il est délicat d'affirmer qu'il s'agisse d'une frayère de saumon. Les échantillonnages à l'électricité de septembre 2020 permettront peut-être de statuer sur l'attribution d'une espèce à cette frayère.





Figure 46 : Frayère de salmonidés potentiellement attribuable au saumon atlantique observée dans le Béal de l'Alagnon à Lempdes sur Alagnon le 21/11/2019 (Source LOGRAMI)

Des frayères attribuables aux saumons ont également été observées à pieds sur la Sioule à Châteauneuf les Bains (63) le 27/11/2019.

Malheureusement, ces observations sont les seules qui ont été réalisées en 2019 par LOGRAMI sur l'ensemble du bassin de l'Allier. En effet, par la suite, les conditions hydrologiques sont devenues incompatibles avec la réalisation d'un comptage des frayères par survol (cf. § 3.1.1.3). Ainsi les survols programmés de l'Alagnon, l'Allier, la Dore et la Sioule ont été annulés.

Des informations complémentaires ont malgré tout été apportées par l'étude de radiopistage de géniteurs de saumon sur l'Allier en amont de Vichy 2019 (cf. § 3.4.8.4 et Figure 69) :

- ❶ 1 saumon a frayé sur la partie aval de l'Alagnon lequel, hormis au moment de la reproduction, s'est avéré hydrologiquement défavorable à la migration des saumons en 2019 ;
- ❷ 6 saumons ont frayé sur l'Allier entre Villeneuve d'Allier et Cellier du Luc (confluence Espezonnette) ;
- ❸ 1 saumon marqué (ablation d'adipeuse à la pisciculture, déversé au stade smolt) s'est potentiellement reproduit sur la Desges. Son émetteur a été retrouvé le 14/11/2019 en sous-berge à l'entrée d'un terrier d'un mammifère prédateur indéterminé (LEMARCHAND Comm. pers.) en amont du bourg de Chanteuges et en aval du seuil de la Cambuse. Un autre saumon mort, non marqué par émetteur radio, a également été retrouvé par la même occasion à 5 m de l'émetteur.

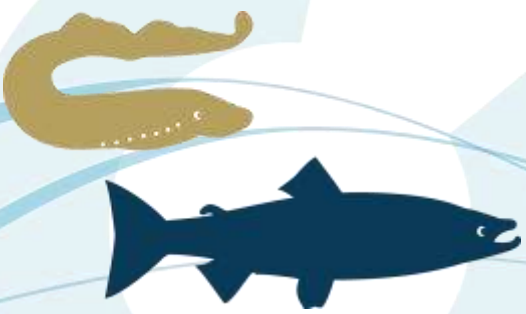




Figure 47 : Saumon mâle de 3 étés de mer retrouvé mort dans la Desges à Chanteuges le 14/11/2019 (Source LOGRAMI)

Ces localisations (Figure 69) de l'échantillon suivi extrapolées à la population révéleraient qu'en 2019 sur le bassin de l'Allier, la majorité des saumons se sont reproduits en amont de Brioude sur l'Allier et qu'un très faible nombre a exploité l'Alagnon.

Au regard des débits observés à l'automne 2019 et de la relation entre les débits et la répartition des frayères de saumons sur l'Allier mise en évidence en 2017 (BACH et al, 2018), cette répartition semble tout à fait cohérente. En effet, en 2019, avec un débit journalier moyen maximum sur 5 jours à Vieille – Brioude sur la période septembre-novembre qui s'élève à 7,7 fois le module, la proportion de frayères en aval de Vieille-Brioude prédite est inférieure à 5% (Figure 48).

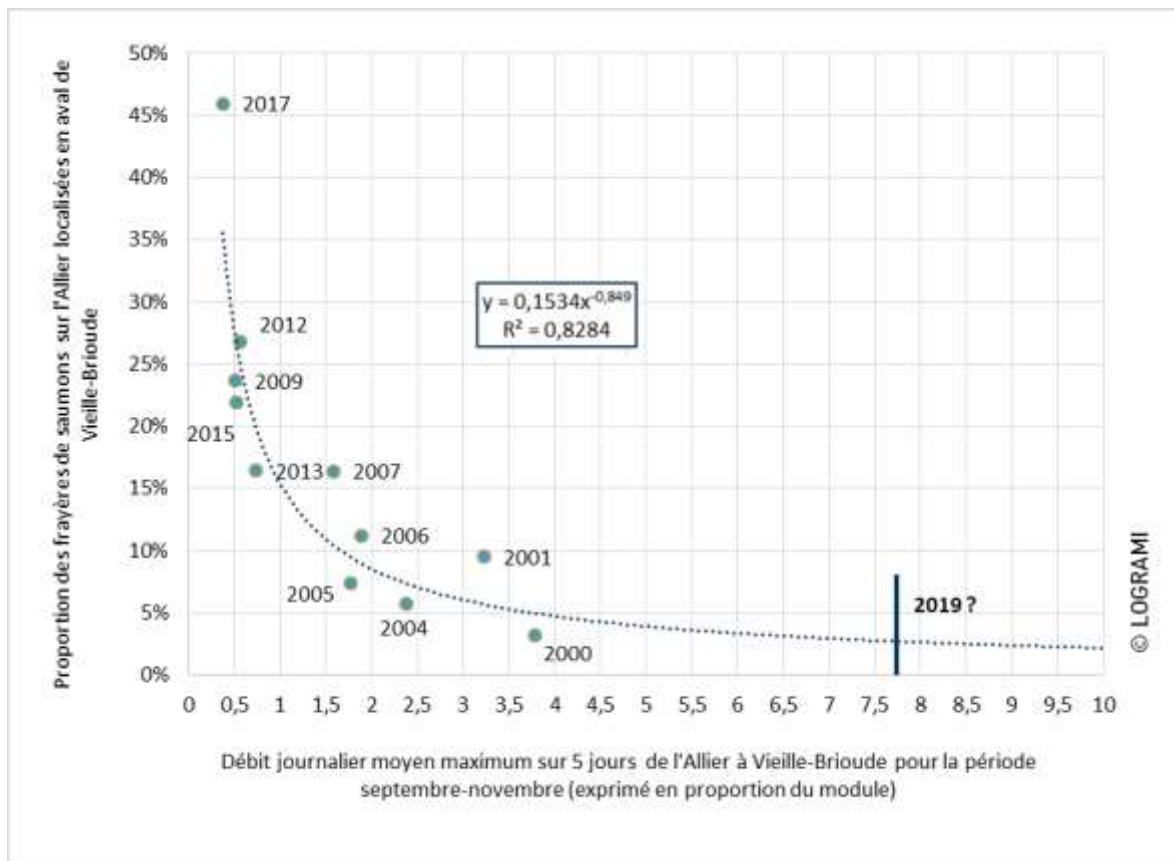
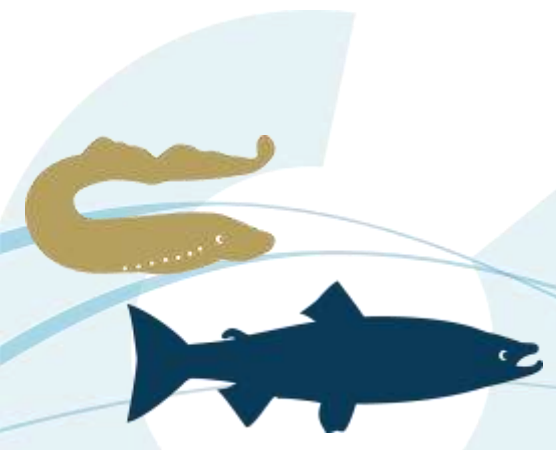
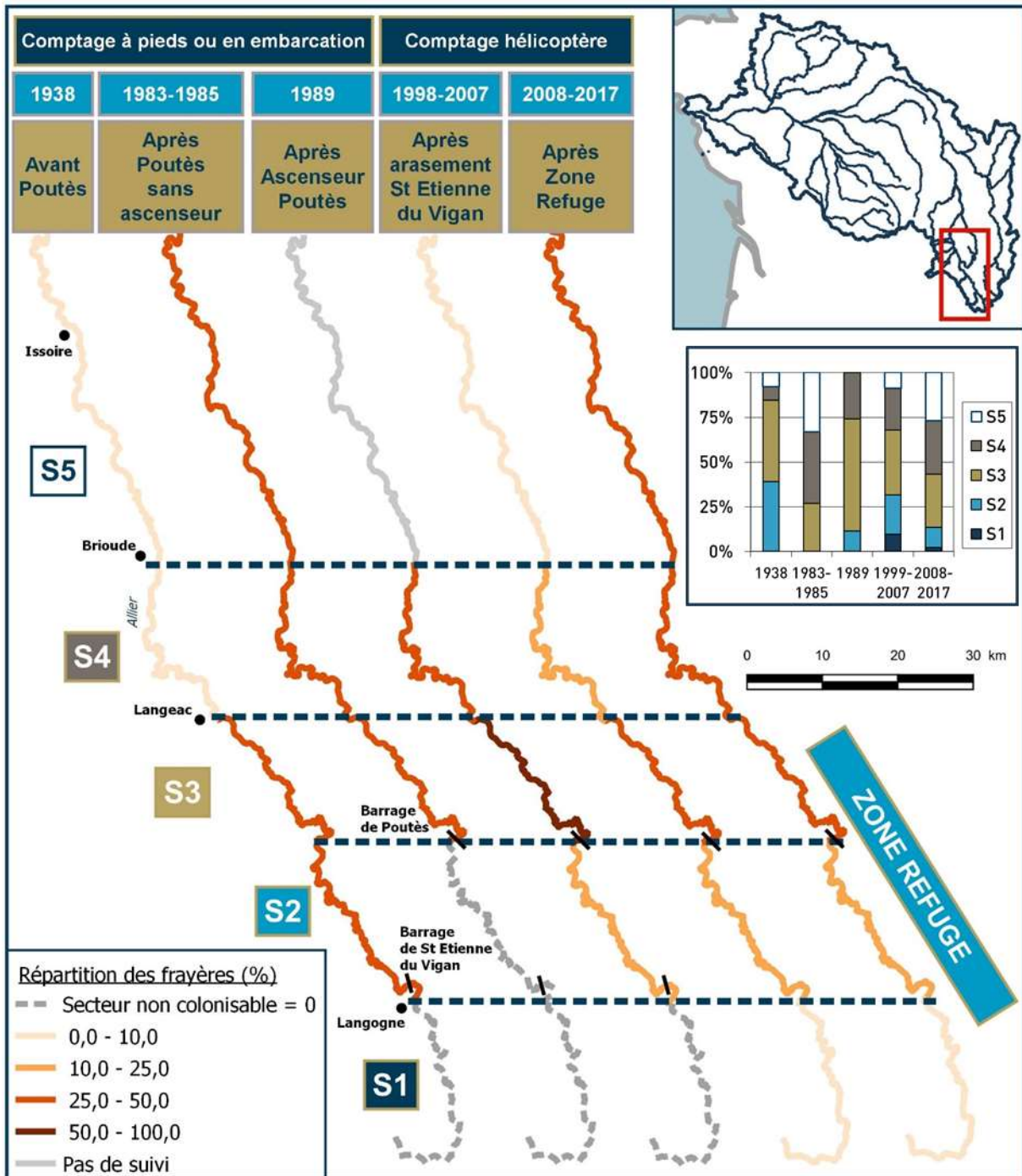


Figure 48 : Relation entre la part des frayères comptabilisées sur le secteur S5 et le débit journalier moyen maximum calculé sur 5 jours de l'Allier à Vieille-Brioude sur la période septembre novembre de l'année du comptage (Données hydro : DREAL Auvergne / HYDRO-MEDD/DE)

### 3.3.3.3 Evolution historique du front de colonisation du saumon sur l'Allier

Une analyse de la répartition des frayères de saumon atlantique sur les 5 secteurs de l'Allier et sur 5 grandes périodes significatives (continuité migratoire et gestion) depuis 1938 a été réalisée à partir de l'ensemble des données « frayères saumons » mobilisables et exploitables (comptages à tendance exhaustive) (Figure 49).





BDCarthage® - ©IGN- Ministère en charge de l'environnement - AELB - Eau et Forêt - Conseil Supérieur de la Pêche - LOGRAMI  
Cartographie : LOGRAMI, 2020



Figure 49 : Répartition moyenne des frayères de saumon atlantique sur les 5 secteurs de l'Allier sur 5 grandes périodes significatives (continuité migratoire et gestion) depuis 1938

Cinq grandes périodes ont été définies selon l'évolution de la continuité migratoire de l'axe Allier ainsi que de celle de la stratégie d'alevinage :

- ➊ Avant 1941 et la construction du barrage de Poutès ;
- ➋ Entre 1941 et 1985, avant la construction et la mise en service de l'ascenseur à poissons du barrage de Poutès en 1986 ;
- ➌ Entre 1986 et 1997, après la mise en service de l'ascenseur de Poutès mais avant le démantèlement du barrage de Saint Etienne du Vigan en 1998 ;
- ➍ Entre 1998 et 2007, après le démantèlement du barrage de Saint Etienne du Vigan et période durant laquelle 66 % des alevinages sont réalisés en amont de Langeac ;
- ➎ Après 2008 et l'instauration de la « Zone Refuge » en amont de Langeac (secteurs S3, S2 et S1) sur laquelle les déversements d'alevins de pisciculture jusqu'alors pratiqués ont été proscrits.

La difficulté de l'exercice repose sur la rareté des comptages suffisamment exhaustifs afin d'en disposer d'au moins un pour une année de chaque période définie. Aussi quand plusieurs années de comptage sont disponibles, une moyenne interannuelle de la part de chaque secteur a alors été calculée.

Ainsi pour ces 5 grandes périodes, les comptages suivants ont été sélectionnés :

- ➊ Avant 1941 = « comptage- enquête » des EAUX ET FORETS de 1938 et repris dans COHENDET (1993) ;
- ➋ Entre 1941 et 1985 = moyenne des comptages du CONSEIL SUPERIEUR DE LA PECHE 1983 et 1985 ;
- ➌ Entre 1986 et 1997, = comptage du CONSEIL SUPERIEUR DE LA PECHE 1989, le seul comptage exhaustif de la période sur les secteurs S2, S3 et S4 mais malheureusement pas de suivi sur le secteur S5 ;
- ➍ Entre 1998 et 2007 = moyenne par secteur calculée à partir des premiers comptages par hélicoptère réalisés par le CSP et LOGRAMI (1999-2001-2004-2005-2006-2007) ;
- ➎ Après 2008 = moyenne par secteur calculée à partir des comptages par hélicoptère réalisés par LOGRAMI et l'ONEMA (2009-2012-2013-2015-2017).

L'analyse de la répartition des frayères de saumon atlantique sur les 5 secteurs de l'Allier et sur 5 grandes périodes significatives révèle que :

- ➊ Avant 1941 et la construction du barrage de Poutès, l'enquête des EAUX ET FORETS de 1938 localise l'intégralité des frayères de saumons de l'Allier entre l'aval du barrage infranchissable de Saint Etienne du Vigan (amont du secteur S2), construit en 1898, et la limite départementale Haute-Loire/ Puy de Dôme (Milieu du secteur S5 = Brassac les Mines) mais que la grande majorité de ces dernières était située sur les secteurs S3 et S2.
- ➋ Entre 1941 et 1985, après la construction du barrage de Poutès et avant la construction et la mise en service de son ascenseur à poissons en 1986, les frayères étaient logiquement cantonnées à l'aval de cet ouvrage sur les secteurs S5, S4 et S3. Les contributions des secteurs aval S5 et S4 sont en augmentation par rapport à la période précédente. L'hydrologie très faible des automnes 1983 et 1985 durant lesquels les comptages caractérisant cette période ont été réalisés sont très probablement à l'origine de cette importante contribution des secteurs aval S4 et S5.



- ❶ **Entre 1986 et 1997**, après la mise en service de l'ascenseur de Poutès mais avant le démantèlement du barrage de Saint Etienne du Vigan en 1998, le secteur S2 retrouve des frayères de saumons. Cependant, les deux secteurs en aval de l'ouvrage mais surtout celui immédiatement en aval (S3) présentent la majorité des frayères. L'absence de comptage en S5 pourrait toutefois augmenter artificiellement les contributions de ces deux secteurs.
- ❷ **Entre 1998 et 2007**, après le démantèlement du barrage de Saint Etienne du Vigan, des frayères de saumons sont observées en amont de Langogne (Secteur S1) après 100 ans d'absence ! Durant cette période, comme durant la précédente, le secteur S3 représente toujours la part la plus importante des frayères comptées. L'impact du barrage de Poutès sur l'accès à l'amont de l'axe Allier est indéniable malgré la construction de l'ascenseur. La reproduction des saumons semble se répartir graduellement autour du secteur S3 puisque les contributions des secteurs S2 et S4 apparaissent comme secondaires et celles de S1 et S5 marginales.
- ❸ **Enfin, après 2008** et l'instauration de la « Zone Refuge » en amont de Langeac qui proscrit les déversements d'alevins de pisciculture en amont de Langeac au profit des secteurs plus aval S4 et S5, les contributions des secteurs aval S4 et S5 augmentent.

Comme le reflète la progression vers l'amont de leur front de colonisation depuis 34 ans, les saumons ont réagi positivement à toutes les mesures d'amélioration de la continuité migratoire de l'axe Allier entreprises à partir de 1986. L'ascenseur aménagé à Poutès en 1986 a montré qu'il était insuffisant pour garantir une colonisation conséquente vers l'amont. Aussi, l'aménagement de l'ouvrage de Poutès à venir se traduisant notamment par une ouverture de 91 jours de l'ouvrage est susceptible de modifier la répartition des frayères vers l'amont par ce processus de colonisation naturelle déjà constaté.

Nous pourrions hâtivement penser que le changement dans la stratégie de gestion des déversements opérée en 2008 pourrait être à l'origine d'une plus ample exploitation, par les géniteurs de retour, des secteurs S4 et S5 au détriment des secteurs S3, S2 et S1 par effet de homing mais il semblerait que ce soit plutôt lié à des conditions hydrologiques annuelles plus pénalisantes pour la migration des géniteurs lors de ces années de comptage sur cette période par rapport à celles observées sur la période 1998-2007 (Figure 50). Cette relation « débit automnal/localisation des frayères » n'est pas un phénomène récent puisque lors des automnes secs de 1983 et 1985, 25 et 23 ans avant la définition de la « Zone Refuge », d'importantes proportions de frayères étaient déjà constatées sur le secteur S5.

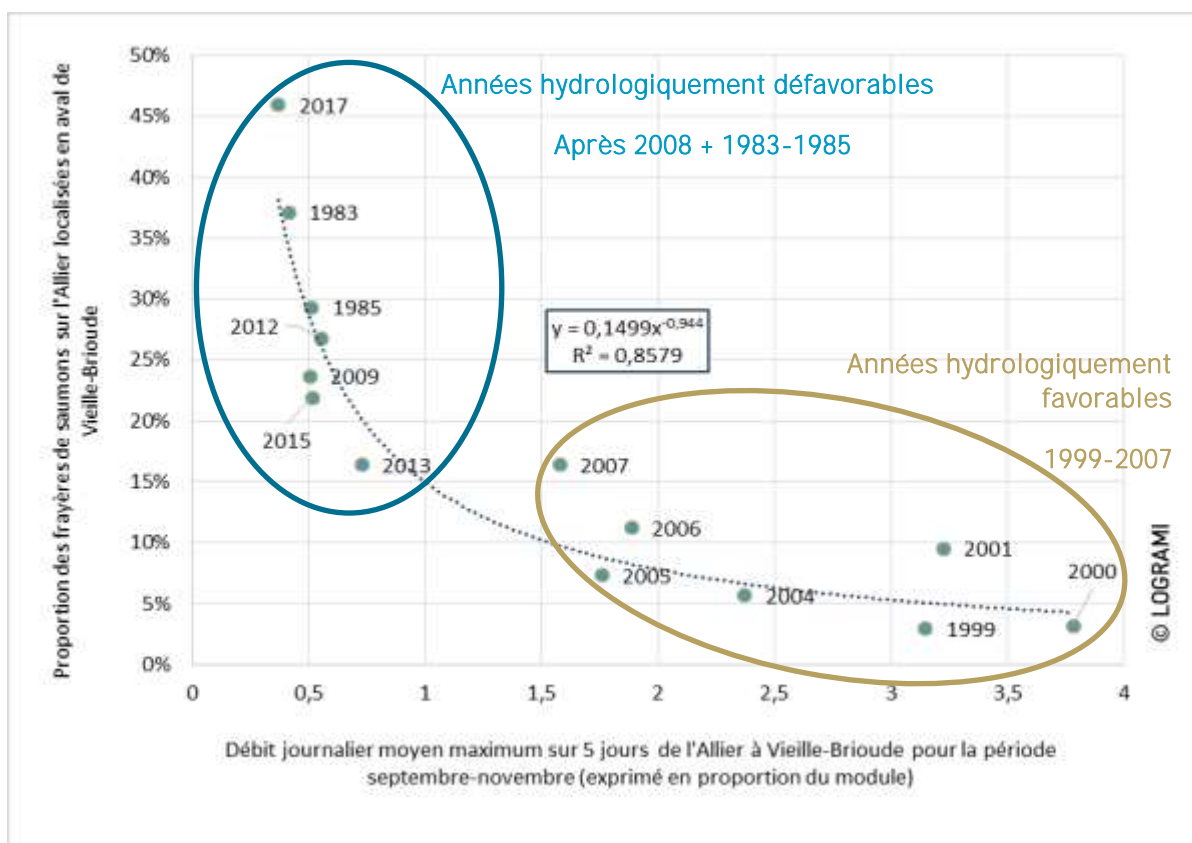


Figure 50 : Relation entre la part des frayères comptabilisées sur le secteur S5 et le débit journalier moyen maximum calculé sur 5 jours de l'Allier à Vieille-Brioude sur la période septembre novembre de l'année du comptage (Données hydro : DREAL Auvergne / HYDRO-MEDD/DE)

### 3.3.3.4 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 2019 (Figure 51). 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 51 : Cours d'eau du bassin de la Loire colonisés par le saumon atlantique sur le bassin de la Loire en 2019





### 3.3.4. Le front de colonisation de l'anguille européenne

Les anguilles jaunes en migration sont susceptibles de coloniser l'ensemble des linéaires des cours d'eau du bassin versant pour effectuer leur croissance. L'étude de la colonisation des anguilles jaunes est plus délicate que pour les autres migrateurs dont les adultes en migration de reproduction sont suivis soit via le réseau de stations de comptage, soit par des opérations spécifiques de suivi de la reproduction ou de la migration.

Néanmoins, les résultats sur l'ensemble des stations témoignent de la présence d'anguilles jaunes et en dévalaison. Il est intéressant de noter que l'anguille est très régulièrement observée au niveau de Poutès sur l'Allier, station de comptage la plus apicale du bassin versant située à 879 km de l'estuaire. Bien que le dispositif de franchissement ne soit pas adapté à l'anguille, il arrive qu'une partie d'entre elles emprunte l'ascenseur et ne s'échappe pas à travers les barreaux de la cage. En 2019, aucune anguille n'y a été comptabilisée mais l'ascenseur n'a pas été fonctionnel à la période de montaison.

D'autres indicateurs plus globaux et basés sur les réseaux d'échantillonnage comme le Réseau anguille Loire et le modèle Eel Density Analysis (EDA) permettent de visualiser les zones de croissance de l'anguille sur le bassin de la Loire (Figure 52).

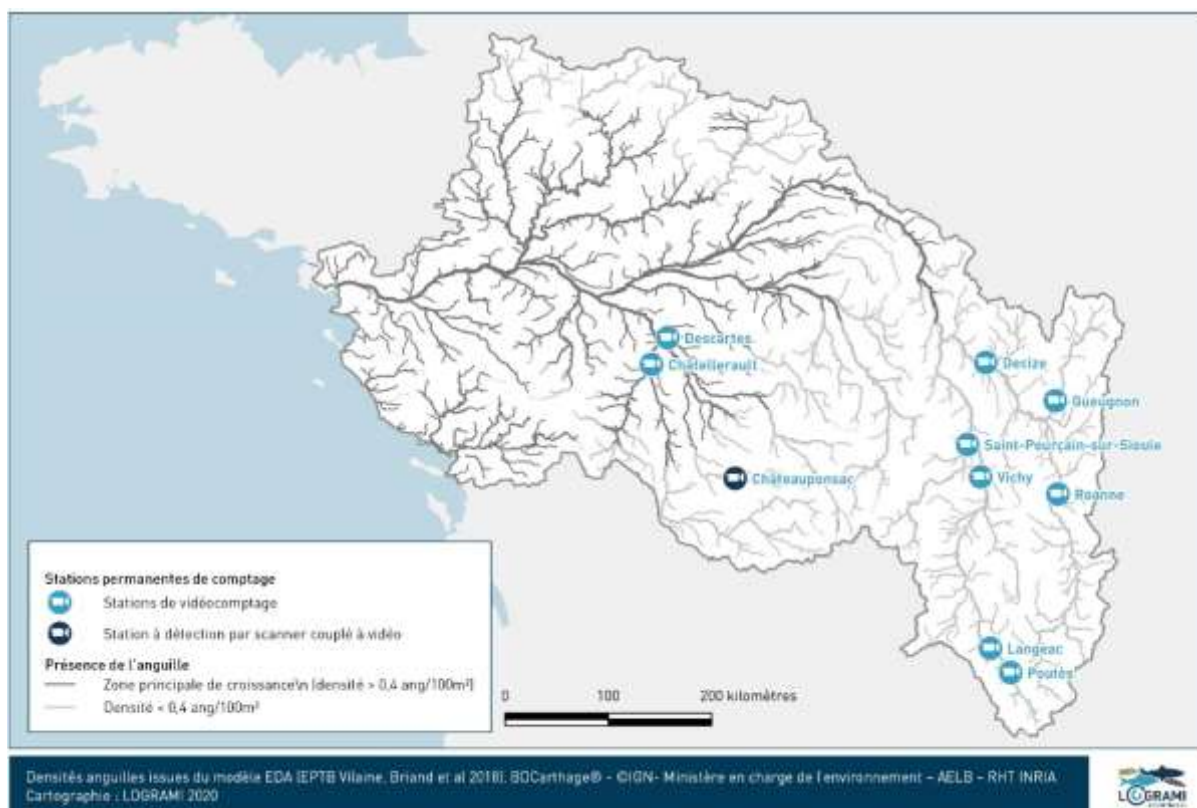


Figure 52 : Densité d'anguille européenne sur les cours d'eau du bassin de la Loire d'après les données du modèle EDA (d'après BRIAND et al., 2018)

### 3.3.5. Le front de colonisation du mulot porc

Le mulot porc est le plus euryhalin des mulots. Il effectue de grandes migrations entre la mer et l'eau douce essentiellement à des fins trophiques (KEITH et al., 2011). Sa migration de montaison a lieu du



printemps au début de l'été. Il redescend ensuite vers la mer à l'automne pour y effectuer sa reproduction.

Comme pour l'anguille, il n'existe pas de suivi spécifique du front de colonisation des muets porcs en migration de montaison. Néanmoins, les stations de comptage permettent d'établir une carte du front minimum de colonisation sur les principaux axes du bassin de la Loire. Le mulet porc est ainsi comptabilisé chaque année aux stations du bassin de la Vienne (Châtelleraut et Descartes). Il est également régulièrement observé sur l'aval du Cher, notamment en 2019. Sur l'amont du bassin, sa présence est avérée certaines années à Decize sur la Loire (environ 600 km de l'estuaire) et à Vichy sur l'Allier (700 km de l'estuaire). Ce sont les fronts les plus amont connus. En 2019, il n'y a pas été observé (Figure 53).



Figure 53 : Cours d'eau du bassin de la Loire colonisés par le mulet porc sur le bassin de la Loire en 2019

## 3.4. Suivi de la migration de saumons entre Vichy et les zones de frayères

### 3.4.1. Contexte de l'étude

Un suivi de la migration de saumons adultes a été réalisé en 2019 sur l'Allier en amont de Vichy afin d'évaluer, à la demande de l'Etat, l'efficacité des travaux de rétablissement de la continuité écologique effectués par Vinci Autoroutes sur le seuil de l'A89 (Martres de Veyre, 63) en 2017.

Ce suivi a été effectué par le bureau d'études SCIMABIO Interface, en partenariat avec l'association LOGRAMI. Il consistait à capturer des saumons (objectif de 30 individus) au niveau du pont barrage de Vichy (03) et à les équiper d'émetteurs radio afin d'enregistrer leurs déplacements et comportements au droit de différentes stations. SCIMABIO Interface a suivi la migration des saumons entre Vichy et Pont du Château (80 km de cours d'eau) (Figure 54). Afin d'optimiser le marquage de ces poissons en

termes d'informations, LOGRAMI a proposé de porter un suivi complémentaire et d'étendre le suivi des déplacements des saumons au-delà de la zone étudiée par le bureau d'études, soit jusqu'aux zones de frayères (270 km). Des enregistreurs ont été placés sur les principaux affluents (Alagnon et Dore) pour verrouiller ces entrées d'axes. Ainsi, 13 ans et 10 ans après les suivis réalisés en 2006 et 2009 par LOGRAMI, de nouvelles données ont été collectées sur l'Allier et ses affluents.

Cette nouvelle étude permet de confronter les résultats à ceux obtenus en 2009 et mieux appréhender le comportement des poissons sur cet axe migratoire majeur. A travers les résultats, nous avons des données complémentaires sur la migration printanière, l'arrêt estival et la mortalité des poissons durant cette période, la migration automnale ainsi que la dévalaison après la reproduction.

Les résultats complets de l'étude notamment l'évaluation de la franchissabilité des ouvrages seront traités dans le cadre d'un rapport spécifique. Cependant, les données principales apportant un éclaircissement sur la survie des saumons en montaison durant l'année 2019 sont intégrées à ce présent rapport afin d'enrichir la réflexion.



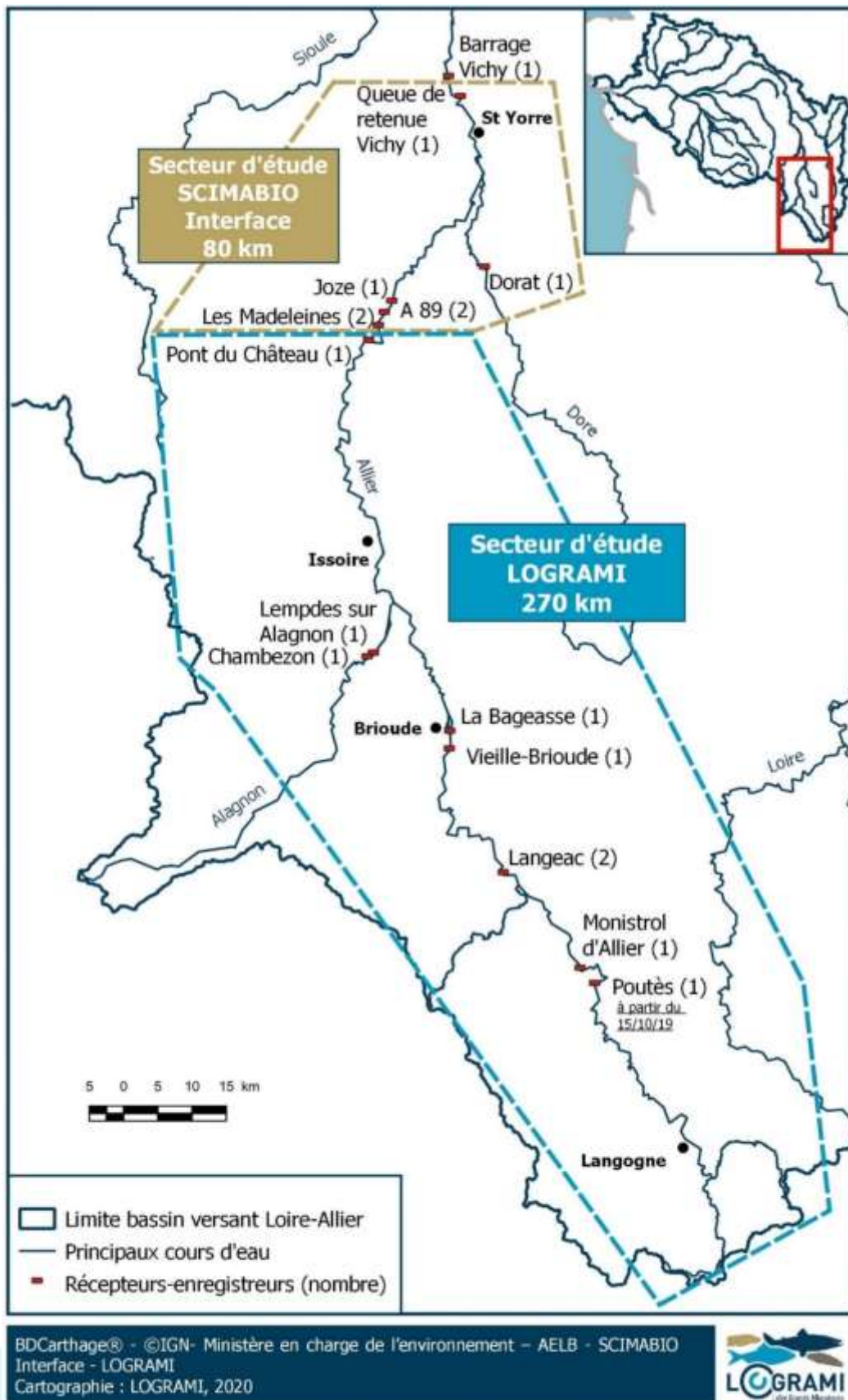


Figure 54 : Secteurs d'étude de SCIMABIO Interface et de LOGRAMI lors du suivi de la migration des saumons adultes par radiopistage sur l'Allier en 2019

## 3.4.2. Marquage des saumons

### 3.4.2.1 Méthode de piégeage

Le dispositif de capture sur la rivière Allier est localisé à Vichy. Le principe consiste à utiliser un piège installé dans la sortie amont de la passe à poissons située en rive droite du pont barrage.

Les migrateurs, qui sont obligés d'emprunter la passe pour pouvoir franchir l'obstacle, se retrouvent ainsi piégés dans la cage, qui peut ensuite être soulevée à l'aide d'un palan électrique puis manœuvrée manuellement par les opérateurs grâce à une potence (Figure 55).



Figure 55 : Cage-piège en place à la sortie de la passe à poissons située en rive droite du pont barrage de Vichy sur l'Allier

Une trappe de décharge permet le transfert des poissons du piège vers un bac de « stabulation » d'une structure dite de manipulation et de marquage. Cette structure composée de deux bassins permet de maintenir les poissons avec un minimum de stress pour pouvoir les marquer dans les meilleures conditions. Le bac est ensuite recouvert d'une grande bâche noire afin de maintenir les saumons dans l'obscurité pour un effet calmant. Le passage des poissons de l'eau « claire » (bac de stabulation de 400 l + 300 l issus de la vidange de la cage) au bain anesthésiant (350 l) se fait par un couloir de transit en utilisant successivement deux portes coulissantes. Ce passage des poissons se fait de manière totalement volontaire et sans manipulation extérieure. Jusqu'à ce qu'ils s'endorment, les poissons ne sont pas manipulés pour éviter tout stress.

### 3.4.2.2 Technique de marquage

Le marquage, dit intragastrique, consiste à introduire un émetteur dans la bouche du poisson, poussé ensuite dans sa cavité stomacale à l'aide de deux tubes pousseurs en plastique (Figure 56). L'antenne qui ressort de la bouche est repliée lorsqu'elle est trop longue puis passée sous un opercule et coincé dans sa commissure afin qu'elle se tienne rabattue en dessous du poisson pour ne pas le gêner lors de ses déplacements.

D'après STASKO et PINCOCK (1977), cette méthode, utilisée sur des poissons anesthésiés, s'avère être le système de marquage le moins traumatisant. Elle peut être employée sans difficulté chez le saumon qui cesse de se nourrir dès son arrivée en eau douce. De plus, son estomac qui se rétracte au cours de sa remontée, permet un maintien efficace de l'émetteur si celui-ci n'a pas été régurgité juste après le marquage.





**Figure 56 : Introduction d'un émetteur radio dans la bouche d'un saumon dans un bain anesthésiant**

Le poisson est finalement placé dans un bac de réveil obscur oxygéné durant 30 à 60 minutes selon son comportement puis il est relâché sur son lieu de capture. Cette étape consiste à ouvrir la trappe amont du bac de réveil pour le laisser reprendre volontairement sa migration et lui éviter une dévalaison par la passe.

Chaque poisson a fait l'objet d'un examen précis lors des manipulations de marquage. De plus, des photos ainsi qu'une description détaillée de son état sanitaire ont été pratiquées. Une grille a permis de classer les poissons selon leur état sanitaire. Cette grille s'échelonne de A à E selon une dégradation croissante :

- 🌀 A : Etat très satisfaisant
- 🌀 B : Etat assez satisfaisant (écaillage partiel, blessures bénignes)
- 🌀 C : Etat moyen (plaies, rougeurs, écailles manquantes, nageoires abîmées)
- 🌀 D : Etat préoccupant (blessures importantes parfois graves, écaillage important)
- 🌀 E : Etat alarmant (blessures graves, état général très dégradé, survie compromise)

### 3.4.2.3 Technologie de radiopistage

Afin d'étudier le comportement du saumon lors de sa migration anadrome, la méthode retenue est la technique du radiopistage. Cette technique permet de mesurer à distance et de façon continue des variables comportementales d'individus radiomarqués évoluant librement dans leur milieu. Elle repose sur la détection de signaux pulsés dont la fréquence est choisie dans des gammes de longueurs d'ondes hors de la sensibilité auditive des animaux afin d'éviter de perturber leur comportement. Un émetteur muni d'une batterie est intubé dans l'estomac de l'animal sous anesthésie. Le signal émis sous la forme d'ondes électromagnétiques, est détecté par une station réceptrice connectée à une antenne. Les individus marqués peuvent être identifiés grâce à des fréquences d'émissions différentes (BARAS et LAGARDERE, 1995).

Les émetteurs utilisés de marque ATS® ont été choisis dans une gamme de fréquences comprise entre 49 et 49,5 MHz. Les fréquences diffèrent entre elles d'environ 10 kHz » et leur autonomie, autour de 430 jours, permet de couvrir toute la durée de l'étude. Sur ces émetteurs, une option mortalité a été choisie : lorsque celui-ci reste immobile pendant plus de 6 heures, le rythme d'émission double, passant de 55 signaux par minute (ppm : pulses par minute) à 110 ppm.

Les récepteurs sont de marque ATS®, modèle 2100 pour le suivi mobile et modèle 4500/4500S pour le suivi sur poste fixe. Ils sont programmables et disposent d'un scanner automatique avec mémorisation et défilement automatique des fréquences. La durée d'écoute pour chaque fréquence est réglable. Ces récepteurs nécessitent une antenne pour recevoir le signal des émetteurs.

Le suivi par récepteur fixe consiste à équiper des sites susceptibles de représenter un obstacle à la migration du saumon afin de connaître l'efficacité d'un dispositif de franchissement ou pour quantifier précisément le retard provoqué par l'ouvrage. Ces récepteurs vont scanner l'ensemble des fréquences programmées au préalable et le temps de scan, généralement fixé à 3 secondes, est réglé en fonction des caractéristiques du site et du nombre de poissons recherchés.

Lorsqu'un poisson entre dans la zone de réception, un signal est détecté et l'enregistreur mémorise la fréquence concernée en ajoutant la date, l'heure (TU), le nombre de pulsations reçues et la puissance du signal. Ces informations seront ensuite extraites avec un ordinateur puis analysées.

Le suivi mobile est réalisé dans un premier temps en voiture avec un récepteur relié à une antenne fouet (utilisées pour des repérages délimitant une vaste zone de réception, entre 500 mètres et 1 kilomètre). Il permet une recherche rapide des poissons en parcourant en voiture les bords du cours d'eau dans lequel le poisson est recherché. Dans un second temps, il est effectué à pieds en utilisant la méthode de biangulation avec une antenne boucle aérienne reliée au récepteur ou avec une antenne boucle immergée pour une localisation plus précise.

Le suivi des individus marqués se fait en se référant au temps universel (TU) qui correspond à l'heure solaire. Pour chaque saumon marqué, une fiche de suivi (fiche de progression) comprenant notamment les champs date-heure et localisation est renseignée dans un tableur tout au long de l'étude. Ainsi lorsqu'un saumon est localisé par suivi mobile, sa position le long de l'axe (point kilométrique) est relevée. L'ensemble des couples « date heure / point kilométrique » permet ensuite de calculer des vitesses de migration ou des durées de blocages. Les données issues des récepteurs-enregistreurs fixes sont elles aussi intégrées dans cette fiche. Lorsqu'un saumon est détecté au niveau d'un obstacle, le récepteur fixe permet d'obtenir le début et la fin de détection. Le suivi mobile permet d'étudier :

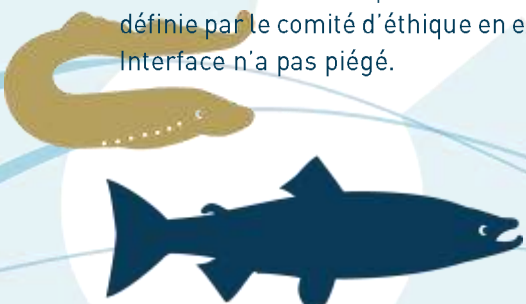
- les vitesses de migration calculées en faisant régulièrement des localisations précises,
- les secteurs sur lesquels certains saumons peuvent rester pendant une période d'une durée variable,
- les données de mortalité ou de régurgitation fournies par l'émetteur lorsque celui-ci passe en double bip.

### 3.4.3. Effort d'échantillonnage

En 2019, le piégeage a été possible à partir de la semaine 13 (du 25 au 31 mars). En effet, en 2019 une vidange du plan d'eau de Vichy a été effectuée ayant pour conséquence l'abaissement des vannes et la possibilité pour des poissons de passer par cette voie. Ainsi, la passe à poissons et le dispositif de piégeage n'étaient pas opérationnels avant la semaine 13 (semaine de relève du barrage). A cette date, les effectifs en migration issus de la série chronologique à Vichy montrent que 8 % de la population est déjà passée, ce qui représente 32 saumons qui seraient passés durant l'abaissement des vannes (Figure 57).

Les captures ont été réalisées au maximum 2 jours par semaine, le mercredi à partir de 18h (après la journée de piégeage du Conservatoire National du Saumon Sauvage qui piège pour alimenter la pisciculture en géniteurs à des fins de déversements d'alevins) et le jeudi.

La campagne de marquage s'est étendue du 3 avril au 29 mai soit de la semaine 13 à la semaine 22. Vingt-quatre saumons ont été marqués représentant une capture par unité d'effort de 0,15 saumon par heure de piégeage. Cet échantillon représente 6,4 % de l'effectif annuel de 2019, comparable aux 6,1 % de l'effectif marqués en 2009. Après le 29 mai, une dernière semaine de marquage était prévue. A partir de cette date, les températures étant supérieures à 18°C, valeur seuil pour le marquage des poissons définie par le comité d'éthique en expérimentation animale qui a suivi l'autorisation de projet, SCIMABIO Interface n'a pas piégé.



A noter également, qu'un individu piégé le 23 mai qui présentait un état sanitaire très préoccupant a été relâché sans être marqué, conformément aux engagements du protocole validé par le comité d'éthique.

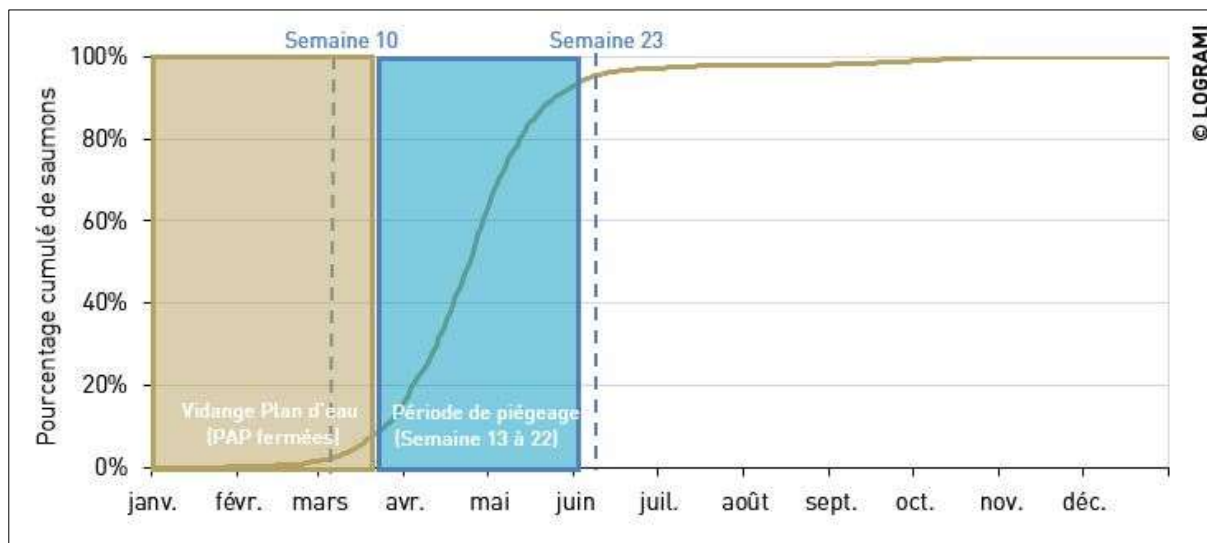


Figure 57 : Période de piégeage des saumons sur l'Allier en 2019 basée sur la dynamique migratoire moyenne à Vichy pour la période 1997 - 2018

### 3.4.4. Représentativité de l'échantillon

#### 3.4.4.1 Comparaison des rythmes hebdomadaires

Compte tenu des migrations différentielles selon l'âge et potentiellement selon l'origine des individus, les captures, afin d'être les plus représentatives possibles, doivent suivre au mieux la tendance des passages. La comparaison des pourcentages cumulés de passages de saumons à Vichy (intégrant les estimations de poissons passés par les vannes, cf. § 3.4.3) avec les captures permet de juger la qualité de l'échantillon.

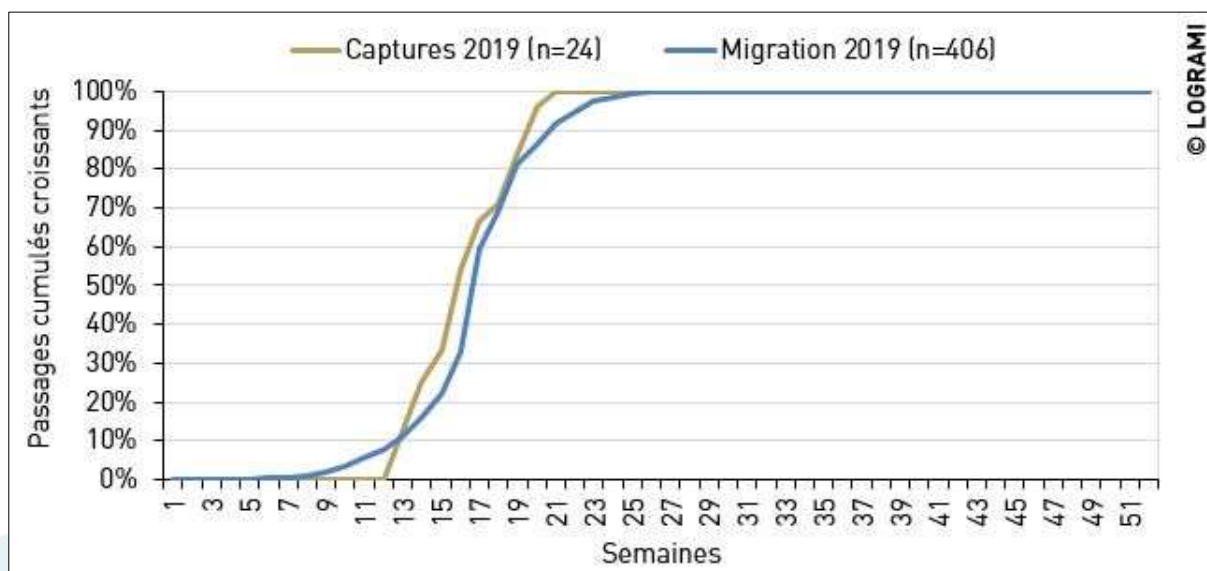


Figure 58 : Comparaison du rythme migratoire des saumons à Vichy avec les captures pour l'opération de suivi par radiopistage sur l'Allier en 2019 (Données : SCIMABIO Interface pour les captures)





Le début de la migration (8% de la population des semaines 8 à 12) n'est pas représenté dans l'échantillon (Figure 58). Ce léger décalage temporel ne permet pas de représenter cette part de la population.

Pour autant, l'échantillonnage mené en 2019 suit significativement la tendance des passages ( $R^2 = 0,96$ ) (Figure 59). Ainsi, il apparaît que l'échantillon prélevé représente de manière satisfaisante le rythme de la migration permettant d'éviter les biais liés aux traits de vie individuels des poissons.

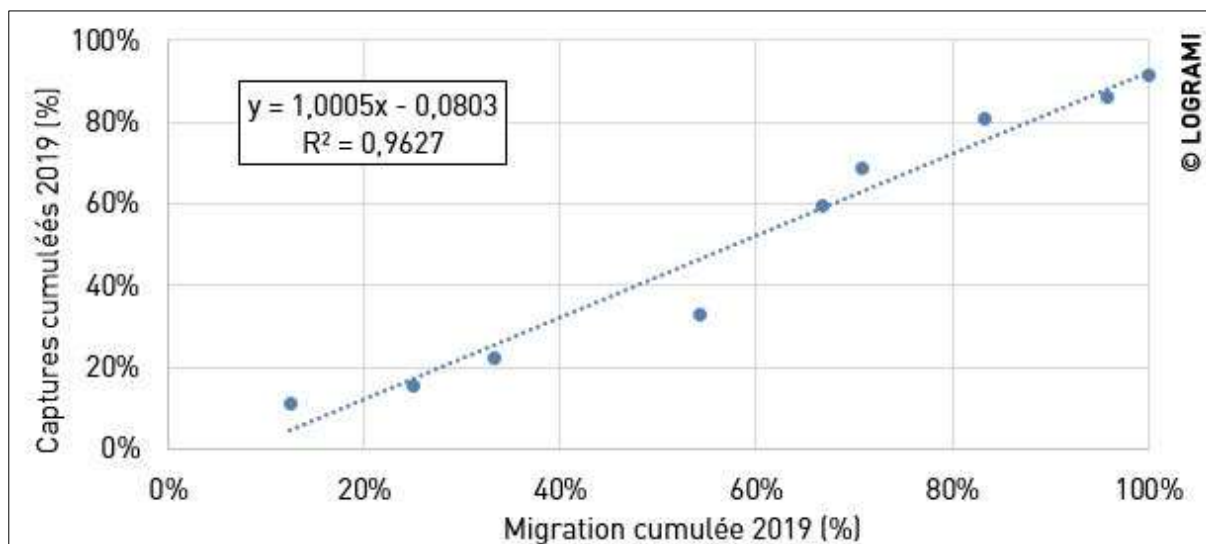


Figure 59 : Droite de régression des captures de saumons pour le suivi par radiopistage sur l'Allier/migration des saumons à Vichy en 2019 (Données : SCIMABIO Interface pour les captures)

### 3.4.4.2 Comparaison des classes d'âges de l'échantillon avec la population en migration

La répartition des saumons capturés en 2019 par âge de mer est la suivante (Tableau 13) :

- 10 saumons de 2 ans de mer (42 %),
- 14 saumons de 3 ans de mer (58 %).

Tableau 13 : Comparaison des effectifs des saumons migrants observés à Vichy en 2019 par classes de tailles avec les individus piégés (Données : SCIMABIO Interface pour piégeage 2019)

	2 étés	3 étés	Total
Migration 2019	134	240	374
Piégeage 2019	10	14	24

La répartition annuelle par classe d'âge de mer fait apparaître une sur-représentation des saumons de 2 étés de mer et une sous-représentation des saumons de 3 étés de mer dans l'échantillon des captures (Figure 60).

Les écarts observés (6 % pour chacune des classes d'âge) entre l'échantillon capturé et la migration ne représentent qu'un seul poisson pour chacune des classes d'âge. Ce résultat traduit un effort de piégeage constant sur l'ensemble de la période de piégeage.

Avant la période de piégeage, soit les semaines 8 à 12, les passages de saumons à Vichy ont été estimés à 32 individus. L'âge de mer de ces 32 saumons a lui aussi été estimé (en utilisant les pourcentages

cumulés de migration par âge de mer au regard des années précédentes). Aussi, s'ils sont ajoutés aux effectifs de la station et comparés à l'échantillon suivi par radio pistage alors l'écart observé est de 8 % pour chacune des classes d'âges (Figure 60). Cette différence ne représente toujours qu'un seul poisson par classe d'âge. Au regard de la population estimée, l'échantillon est toujours représentatif.

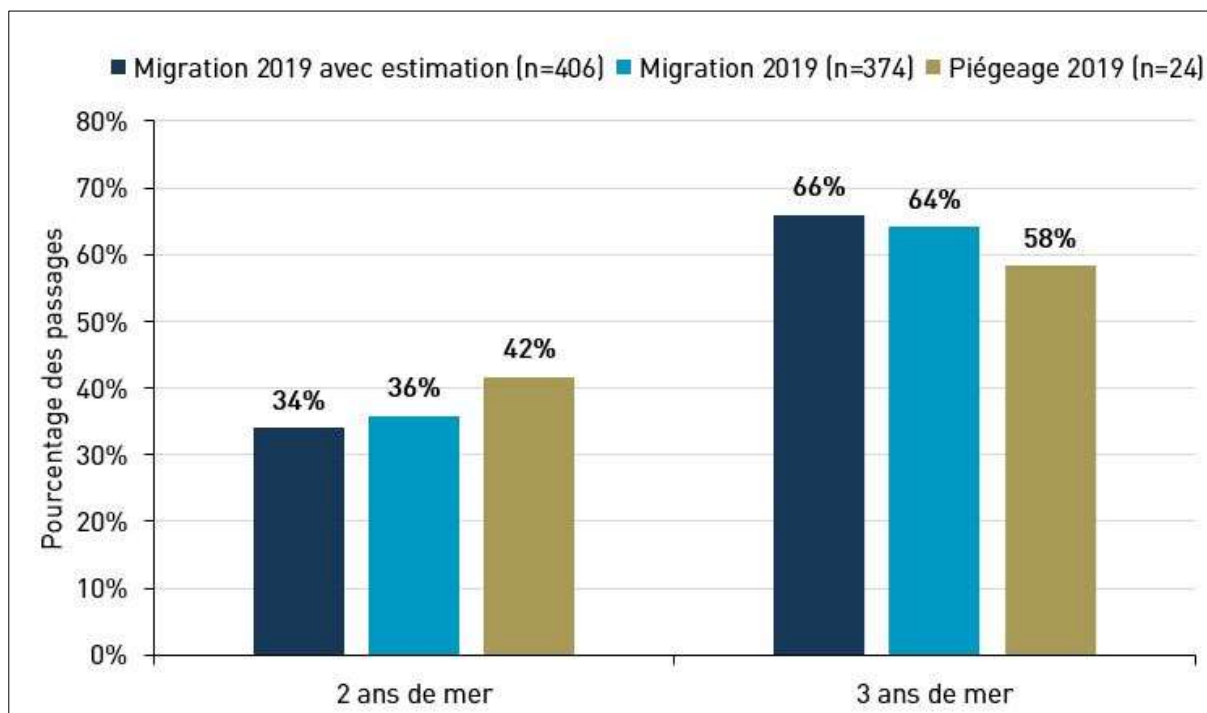


Figure 60 : Comparaison de la répartition des classes de tailles des saumons migrants observés à Vichy en 2019 (avec et sans estimation) avec celle des individus marqués (Données : SCIMABIO Interface pour piégeage 2019)

#### 3.4.4.3 Comparaison de l'origine des individus de l'échantillon avec la population en migration

Parmi les 24 saumons marqués, 3 soit 12,5 % ne présentaient pas de nageoire adipeuse (Tableau 14). Cette proportion est deux fois plus élevée que celle des saumons passés à Vichy, 26/406 (6,4 %). La différence est due à un poisson sans adipeuse supplémentaire marqué par rapport à l'échantillon idéal. Sur les 3 saumons marqués qui ne présentaient pas de nageoire adipeuse, 2 avaient 3 étés de mer et 1 poisson avait 2 étés de mer.

Tableau 14 : Comparaison des effectifs par classes d'âge des saumons sans adipeuse observés à Vichy en 2019 avec les individus piégés (Données : SCIMABIO Interface pour piégeage 2019)

	2 étés	3 étés	Total
Migration 2019	4	22	26
Piégeage 2019	1	2	3

### 3.4.5. Etat sanitaire des saumons marqués

La majorité des saumons capturés à Vichy en 2019 présente un état sanitaire moyen (1 saumon sur 2 appartient à la classe C) (Figure 61). En 2019, SCIMABIO Interface était en charge de ce suivi. Même si un biais opérateur n'est pas à écarter entre LOGRAMI, qui a procédé à l'évaluation de l'état sanitaire lors des dernières opérations de radiopistage menées sur l'Allier en 2006 et 2009, et SCIMABIO Interface en 2019, il semblerait que les saumons marqués en 2019 présentent un état sanitaire significativement plus dégradé que ceux marqués en 2009 (test exact de Fisher, p-valeur = 0,0001).

La dégradation de l'état sanitaire peut être due à plusieurs facteurs notamment une période plus tardive des captures en 2019 qu'en 2009 et des niveaux d'eau très bas.

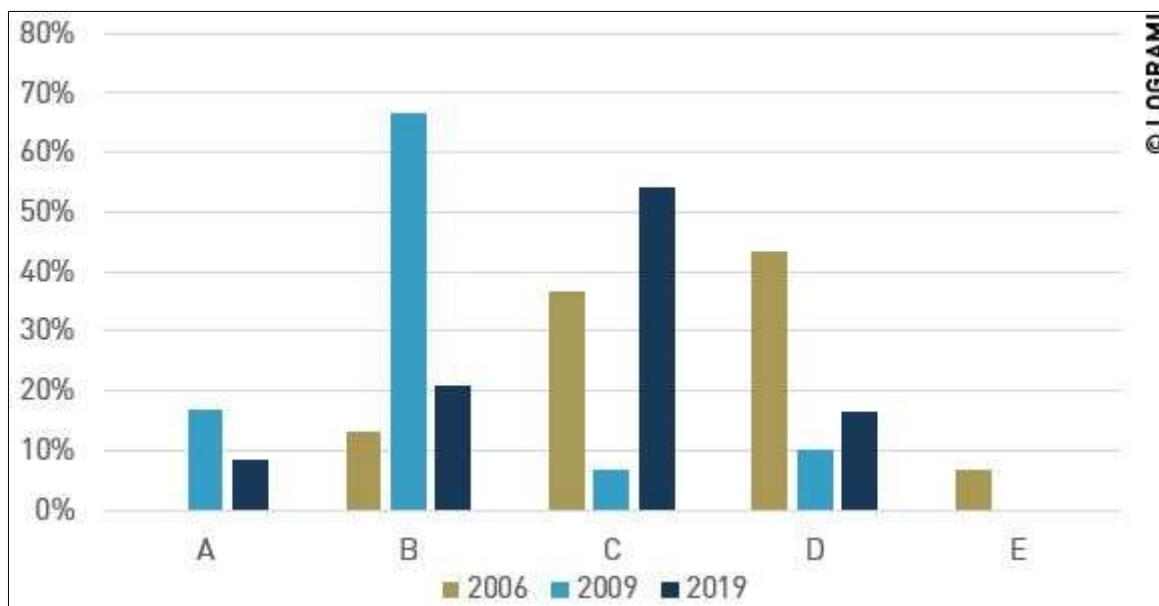


Figure 61 : Etat sanitaire des saumons capturés et marqués lors des suivis par radiopistage sur l'Allier en 2006, 2009 et 2019 (Données : SCIMABIO Interface pour 2019)

L'état sanitaire semble refléter une dégradation progressive au fur et à mesure de la migration à Vichy. En effet, sur les 8 saumons marqués en fin de période de migration, 6 présentaient un état sanitaire jugé moyen (classe C) (Figure 62). Cependant, il n'existe pas de différence significative entre l'état sanitaire des poissons marqués en avril et ceux marqués en mai (test exact de Fisher, p-valeur = 0,613).

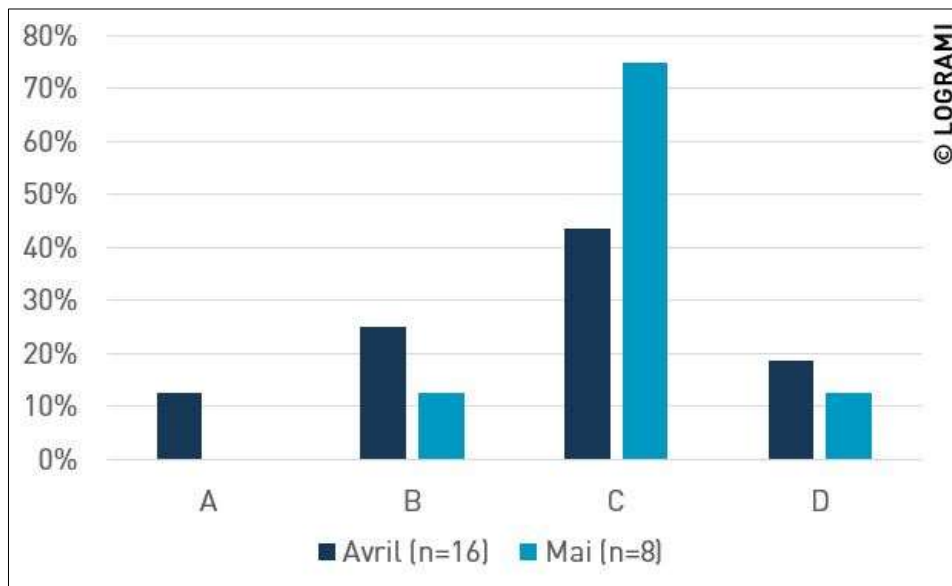


Figure 62 : Comparaison de l'état sanitaire des saumons capturés et marqués lors du suivi par radiopistage sur l'Allier en avril et mai 2019 (Données : SCIMABIO Interface)

### 3.4.6. Migration printanière des saumons

La migration printanière s'est étendue de début avril à mi-juin. Les températures caniculaires et le manque d'eau ont rapidement mis fin à la progression des saumons qui ont marqué leur arrêt estival.

Malgré des débits extrêmement bas durant cette période, les saumons ont profité d'un pic de débit de 159 m<sup>3</sup>/s le 27 avril (débit moyen journalier à Saint-Yorre) pour progresser vers l'amont (cf. § 3.1.1.1).

La veille de ce pic de débit, un saumon marqué qui avait franchi le seuil de Pont du Château 4 jours plus tôt, a dévalé l'Allier sur 38 kilomètres pour rejoindre la confluence avec la Dore. Il s'est ensuite engagé sur cet affluent où il a encore parcouru 20 kilomètres (détecté au pont de Dorat).

#### 3.4.6.1 Retard aux ouvrages sur l'Allier

Pour chaque ouvrage équipé d'un récepteur et ayant fait l'objet d'un franchissement printanier, un temps de retard moyen durant la migration printanière a pu être estimé.

Pour la plupart des ouvrages, le retard moyen est systématiquement différent du retard médian, révélant que certains poissons ont mis beaucoup plus de temps à franchir les ouvrages alors que la majorité sont passés plus rapidement (Figure 63).

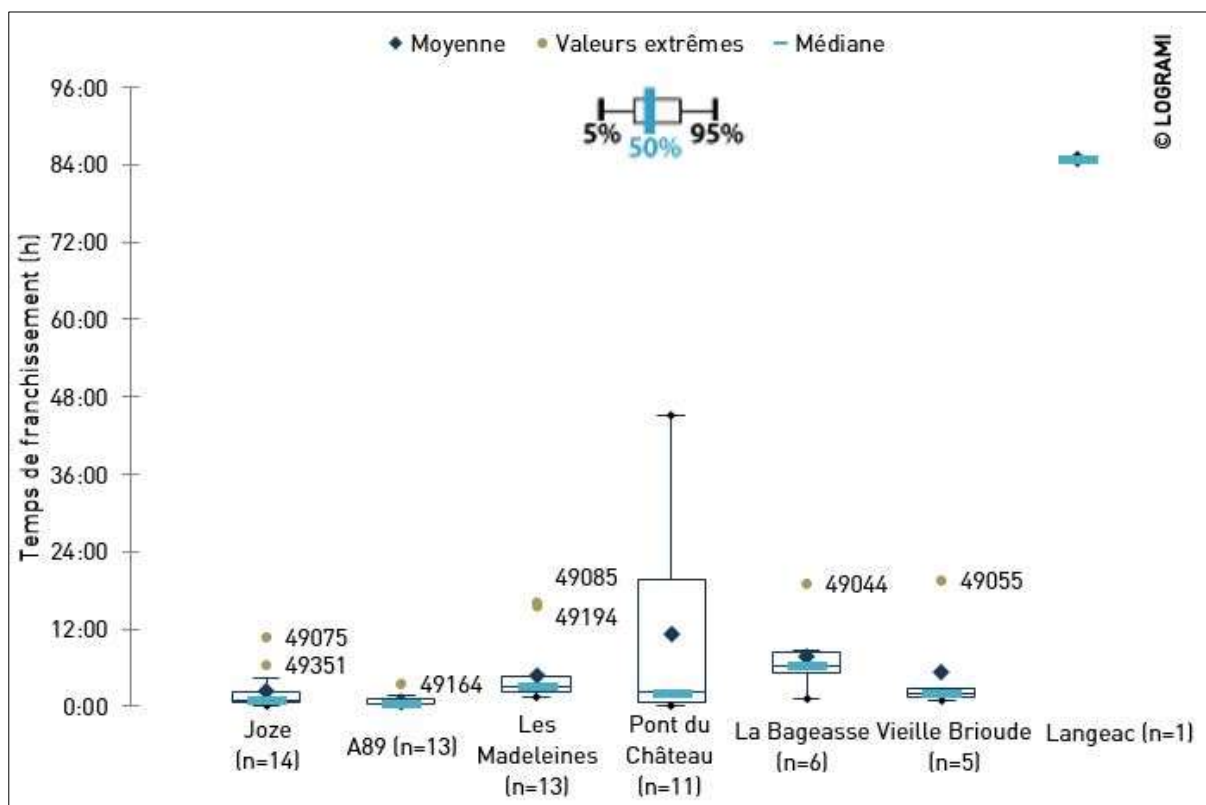


Figure 63 : Temps de franchissement des saumons suivis par radiopistage sur l'Allier en 2019 durant la migration printanière pour chaque ouvrage équipé d'un récepteur. Les numéros des émetteurs des poissons sont précisés pour les valeurs extrêmes (Données : SCIMABIO Interface pour Joze, A89 et les Madeleines, LOGRAMI pour les autres)

Le seuil de Joze a été franchi par 14 poissons, le temps de franchissement varie entre 10 minutes et 10h48. En moyenne, un saumon met 2h20 +/- 3 à franchir ce seuil. Le temps médian est de 56 minutes.

Concernant le seuil de l'A89, les 14 saumons ont également franchi ce seuil mais le temps de franchissement du 49044 n'a pas été enregistré suite à un souci technique. L'analyse est donc réalisée sur 13 saumons. Le temps de franchissement varie entre 11 minutes et 3h33. En moyenne, un saumon met 53 minutes +/- 55 à franchir ce seuil. Le temps médian est de 29 minutes.

Au seuil des Madeleines, l'analyse concerne 13 saumons alors que 14 ont franchi ce seuil (même souci technique concernant le 49044). Le temps de franchissement varie entre 1h31 et 16h07. En moyenne, un saumon met 4h51 +/- 4h49 à franchir ce seuil. Le temps médian est de 3h11.

Le seuil de Pont du Château a été franchi par 11 saumons. Le temps de franchissement varie entre 4 minutes et 45h14. En moyenne un saumon met 11h14 +/- 14h57 à franchir ce seuil. Le temps médian est de 2h10. La différence entre la moyenne et la médiane est due à 4 saumons. Ils ont mis respectivement 17h11, 22h19, 27h09 et 45h14 à franchir ce seuil.

Au printemps, 6 saumons sont arrivés jusqu'au seuil de la Bageasse. Le temps de franchissement varie entre 1h14 et 19h01. En moyenne les saumons ont mis 7h49 +/- 6h02 à franchir le seuil par la passe à poissons située en rive droite. Le temps médian est de 6h20.

Les 6 saumons qui ont franchi le seuil de la Bageasse ont également franchi celui de Vieille Brioude, 3 kilomètres en amont. Suite à un aléa technique, l'analyse du temps de franchissement concerne 5 saumons. Le temps de franchissement varie entre 52 minutes et 19h07. Le temps de franchissement moyen est de 5h19 +/- 7h55, le temps médian est de 2h06. Sur les 5 saumons, 4 ont mis moins de 3h à franchir l'ouvrage.



À Langeac, 2 saumons ont franchi le barrage au printemps. Le temps de franchissement d'un saumon n'a pas pu être estimé. Le premier a, quant à lui, mis environ 85h à franchir l'ouvrage, après s'être engagé dans le canal de fuite de l'usine et dévalé pour finalement passer par le barrage.

En se référant au temps médian de franchissement de ces 7 ouvrages, il semblerait que les seuils de Langeac (84h) et de la Bageasse (6h20) ont été les plus pénalisants. Le seuil des Madeleines a retardé les poissons de 3h11. Pour le seuil de Vieille Brioude et le seuil de Pont du Château, les saumons ont mis un peu plus de 2h à passer. Les seuils les moins pénalisants sont celui de Joze et de l'A89 avec respectivement 56 minutes et 29 minutes.

**En s'intéressant uniquement aux 6 poissons qui franchissent l'ouvrage de Vieille Brioude situé à 147 km de Vichy au printemps, les calculs indiquent qu'un saumon met en moyenne 564 h +/- 375 soit environ 23 jours pour s'y rendre (temps médian de 422 h soit 17 jours et demi) depuis Vichy.**

Sur le trajet, les 6 saumons ont perdu en moyenne 26h47 +/- 23h52 soit un peu plus d'un jour (temps médian de 23h52) uniquement pour franchir les 6 ouvrages suivis.

Il est possible d'estimer le temps de franchissement de la retenue de 4 kilomètres de Vichy. L'analyse porte sur 23 saumons. Le temps de franchissement varie alors entre 1h31 et 76h22, en moyenne un saumon a mis 11h42 (+/- 20h17) à traverser la retenue. Le temps médian est de 4h20 (Figure 64).

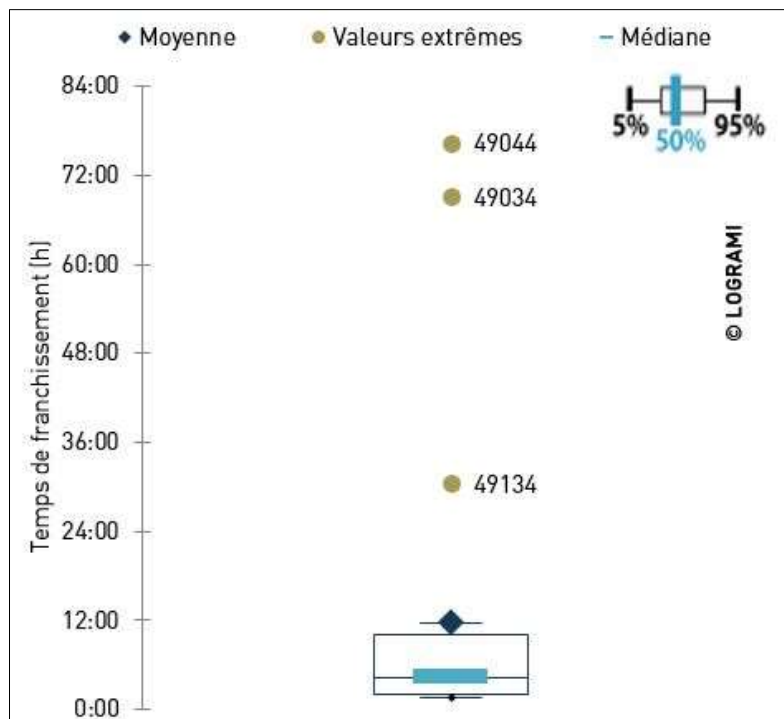


Figure 64 : Temps de franchissement de la retenue de Vichy au printemps par les saumons suivis par radiopistage sur l'Allier en 2019 (n=23) (Données : SCIMABIO pour le récepteur amont)

### 3.4.6.2 Vitesses de migration des saumons

Les saumons marqués n'ont pas toujours progressé à la même vitesse. Pendant que certains ont péniblement avancé jusqu'à Saint-Yorre (à peine 13 kilomètres en 1 mois), d'autres ont franchi dans un même délai l'ouvrage de Vieille Brioude à 143 km de Vichy. Un saumon marqué le 11 avril a même franchi le barrage de Langeac le 18 mai (33 jours plus tard) et a été localisé au barrage de Poutès le 7 juin (53 jours), à 215 kilomètres en amont du lieu de marquage.

La vitesse de migration au printemps a été calculée pour les individus dont il était possible d'estimer la date de l'arrêt estival. La zone entre Vichy et Pont du Château n'ayant pas été suivie précisément, il est impossible de déterminer les vitesses de migrations printanières de la plupart des saumons.

Ainsi, pour 13 saumons, la vitesse moyenne de migration au printemps est de 6 km/j +/- 3,1. La vitesse médiane est de 6 km/j (Figure 65). L'indice hydrologique de l'Allier en 2019, calculé à partir des données historiques de la station de Saint Yorre (depuis 1997) est de 0,39 (cf. § 3.1.1.1). En 2009, les saumons avaient progressé avec une vitesse moyenne de 5,26 km/j avec des conditions de débits plus favorables (indice hydrologique de 0,83). Parmi ces 13 saumons, les 9 qui ont été marqués en avril ont une vitesse moyenne de 5 km/j +/- 2,1. Les 4 individus marqués en mai ont une vitesse moyenne de 8,1 km/j +/- 4,3. La température de l'eau était plus élevée en mai (moyenne de 14,6 °C) qu'en avril (moyenne de 12,5 °C). Il semblerait que les saumons marqués plus tardivement migrent plus rapidement que ceux marqués plus tôt. Cette différence est tout de même non significative (test de Student, p-valeur = 0,1).

Le dernier saumon marqué le 29 mai (n° 49351), âgé de deux ans de mer, a parcouru 144 kilomètres en 10 jours soit une vitesse moyenne proche de 14 km/j (Figure 65), pour passer l'été en amont de Vieille Brioude dans une zone plus favorable à la survie estivale.

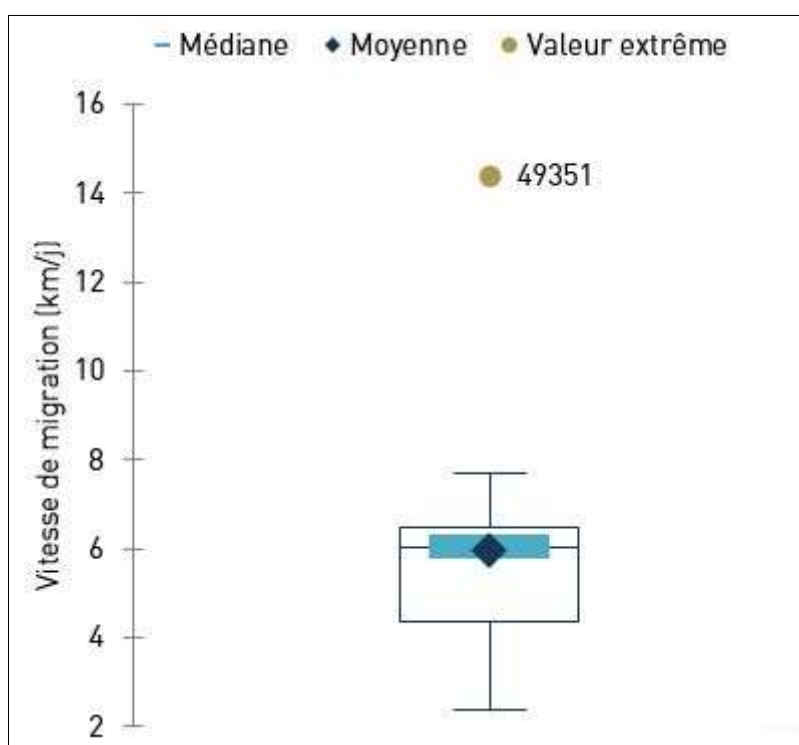


Figure 65 : Vitesse de migration au printemps des saumons suivis par radiopistage sur l'Allier en 2019 (n=13)

### 3.4.6.3 Taux de transfert Vichy-Langeac au printemps

Durant la migration printanière, le taux de transfert des saumons radiomarqués entre Vichy et Langeac (soit le nombre de saumons ayant atteint Langeac par rapport au nombre de saumons capturés à Vichy) est de 8,3% (2/24) (Tableau 15). Il s'apparente à celui de la population contrôlée à la station de comptage de Langeac qui est de 10,8% (41/379). **Les poissons marqués reflètent donc bien la migration printanière des saumons sur l'axe Allier.**

Tableau 15 : Taux de transfert de la population de saumons atlantiques contrôlée à Vichy et de l'échantillon radio marqué entre Vichy et Langeac sur l'Allier au printemps 2019

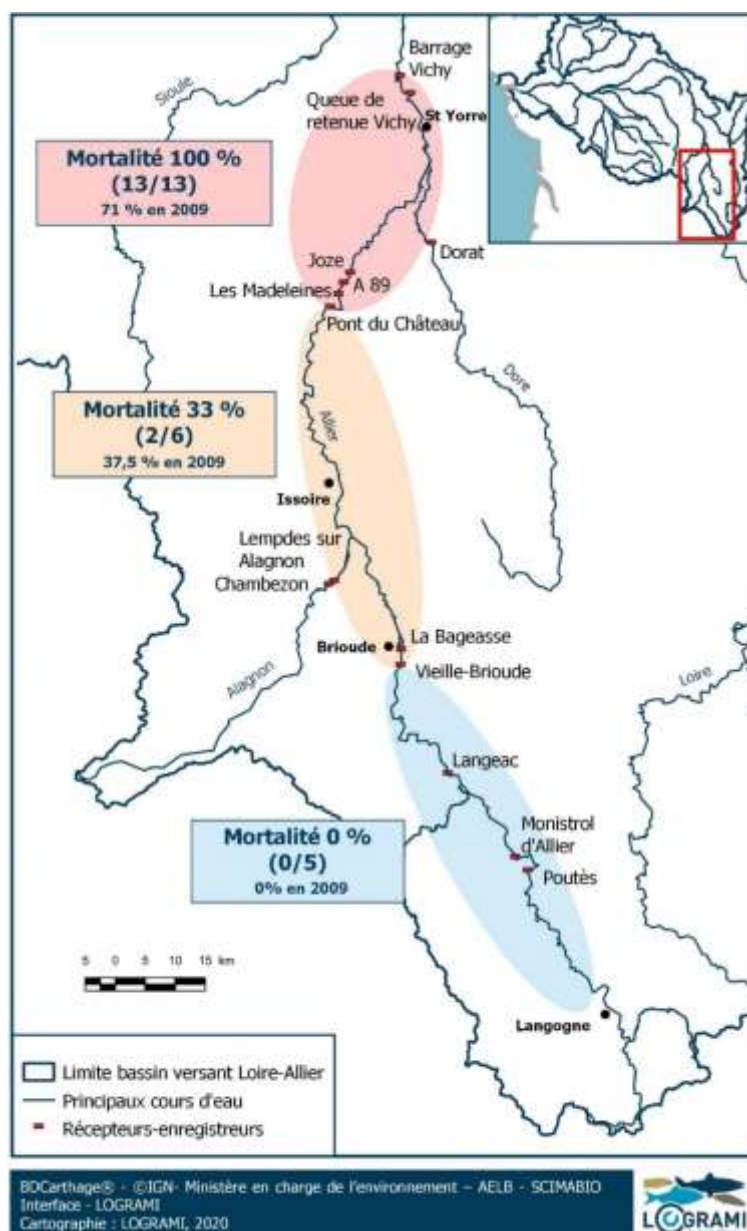
	Vichy	Langeac	Taux de transfert
Population	379*	41	10,8 %
Échantillon	24	2	8,3 %

\*406 saumons moins les 27 capturés par le CNSS

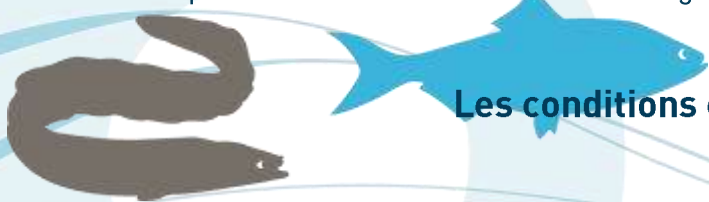
### 3.4.7. Arrêt estival et mortalité des saumons

À la fin de la migration printanière, les saumons marqués sont répartis entre Vichy et Poutès, soit près de 210 km. Entre Vichy et Pont du Château, 10 saumons sur 13 n'ont pas dépassé la confluence avec la Dore pourtant située 20 km au-dessus du pont barrage de Vichy. En amont de Pont du Château, 5 saumons sur 11 ont franchi le barrage de Vieille Brioude et 2 d'entre eux ont franchi le barrage de Langeac.

Figure 66 : Mortalité estivale des saumons suivis par radiopistage sur l'Allier en 2019 et comparaison avec la mortalité estivale observée en 2009 (Sources LOGRAMI)



En terme de survie estivale, les 12 saumons localisés en aval de Pont du Château et celui situé sur la Dore sont tous morts. Un sur trois a survécu entre Pont du Château et Vieille Brioude et les 5 poissons situés au-dessus de cet ouvrage ont tous survécu. Comme en 2009, nous observons que





plus les saumons passent l'été en amont de l'Allier dans les zones fraîches, meilleure est leur survie estivale (Figure 66).

Il semble que l'année 2019 avec une hydrologie printanière faible et de fortes températures précocement observées ait été plus meurtrière que lors des précédents suivis par radio pistage et probablement des années précédentes pour les saumons n'ayant pas atteint l'amont de Pont du Château.

À la grande différence de 2009, aucun saumon marqué en 2019 ne s'est engagé sur l'Alagnon pour passer la période estivale. En 2009, sur les 26 saumons marqués qui avaient franchi Pont du Château, 4 s'étaient engagés sur l'Alagnon au printemps et avaient tous survécus à l'été, les températures étant plus fraîches sur cet affluent.

Ainsi, la survie en aval de Pont du Château est très compromise. En effet, au-delà de 25 °C, il existe un risque de mortalité pour le saumon (ELLIOT ,1991 ; COHENDET ,1993). En juillet, la température moyenne de l'Allier entre Vichy et Pont du Château a été de 25,2 °C dont 8 jours supérieurs à 27,5°C, aucun saumon n'a probablement survécu dans cette zone.

En extrapolant les données des poissons marqués à la population migrante, nous pouvons estimer la répartition des saumons sur l'axe Allier et ainsi estimer les effectifs survivants après l'été (Tableau 16).

Ainsi, 205 saumons auraient passé l'été entre Vichy et Pont du Château (54 %), 95 entre Pont du Château et la Bageasse (25 %) et 79 en amont de cet ouvrage (21 %) (Tableau 16).

**À la fin de l'été sur les 379 saumons (406 estimés à Vichy moins les 27 capturés par le CNSS) en amont de Vichy, seulement 142 auraient survécu et auraient pu entamer leur migration automnale. Ainsi 205 saumons seraient morts en aval de Pont du Château et 32 entre Pont du Château et la Bageasse.**

**Tableau 16 : Extrapolation du nombre de saumons de l'échantillon marqué ayant survécu dans les différents secteurs de l'Allier à la population de saumons de l'Allier en 2019**

	Échantillon	Survivants échantillon	Population	Survivants population
Vichy	24	9	379*	142
Entre Vichy et Pont du Château	13 (54 %)	0	205* (54 %)	0*
Entre Pont du Château et la Bageasse	6 (25 %)	4	95* (25 %)	63*
En amont de la Bageasse	5 (21 %)	5	79* (21 %)	79*

\*406 saumons moins les 27 capturés par le CNSS

\*extrapolation

### 3.4.8. Migration automnale des saumons

À la fin de l'été, seuls 9 saumons, soit 37,5 % des poissons marqués, ont pu entamer la migration automnale pour rejoindre les zones de frayères. Ils étaient 63 % lors de l'étude de radiopistage menée en 2009 (BACH et al., 2011).

En 2019, les saumons ont repris leur migration entre le 10 et 17 octobre après une chute de la température de l'eau alors que le débit était encore stable (à Langeac, 15 °C le 02/10 et 13 °C le 04/10).



Ce n'est qu'une semaine après que les débits ont augmenté avec 2 pics successifs, le 21 et 25 octobre avec respectivement 99 et 136 m<sup>3</sup>/s à Langeac (pics horaires).

Un saumon s'est engagé sur l'Alagnon (soit 4 % de l'échantillon) sans jamais atteindre le seuil de Lempdes sur Alagnon. Le 15 octobre, ce poisson était encore dans l'Allier au niveau de la confluence avec l'Alagnon, 7 jours plus tard il a été retrouvé 200 mètres en amont sur l'affluent. Le 29 novembre, il a été localisé en aval du Grand Pont de Lempdes sur Alagnon (localisation la plus amont).

En rapportant ces données issues de l'échantillon marqué à la population, il y aurait eu 16 saumons en capacité de se reproduire sur cet affluent en 2019. En 2009, la proportion de saumons sur l'Alagnon était de 26 % (8/30), soit 121 saumons.

### 3.4.8.1 Retards aux ouvrages durant la migration automnale

Comme lors de la migration au printemps, il est possible d'estimer un temps de retard moyen durant la migration automnale pour chaque ouvrage (Figure 67).

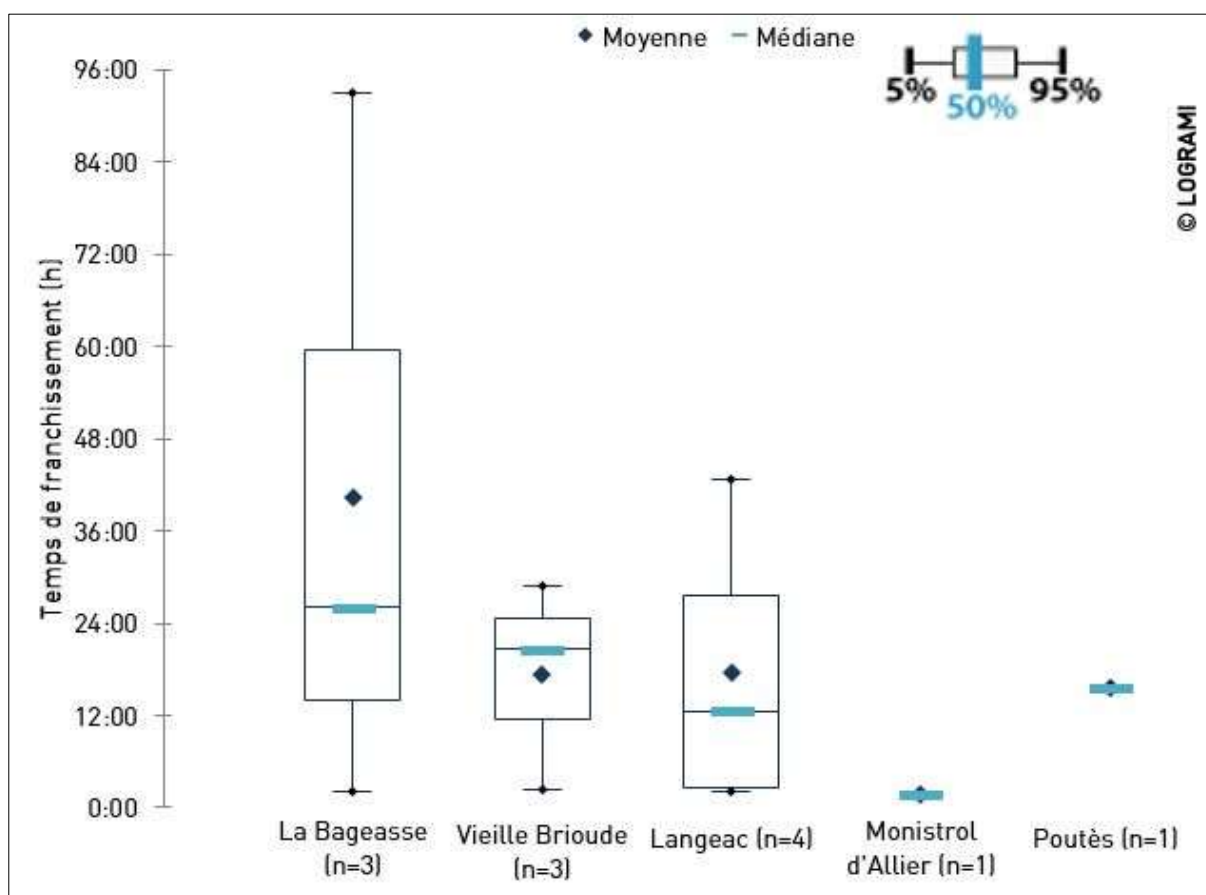


Figure 67 : Temps de franchissement des saumons suivis par radiopistage sur l'Allier en 2019 durant la migration automnale pour chaque ouvrage équipé d'un récepteur

Lors de la migration automnale, 3 saumons ont franchi le seuil de la Bageasse et de Vieille Brioude.

Les 3 saumons ont mis en moyenne 40h22 +/- 47h06 pour franchir l'ouvrage de la Bageasse. Le temps de franchissement varie entre 2h07 et 92h59. Le temps médian est de 26h contre 6h20 au printemps. Bien que la comparaison porte sur de petits effectifs, il semblerait que les saumons à l'automne ont mis plus de temps à franchir cet ouvrage qu'au printemps.

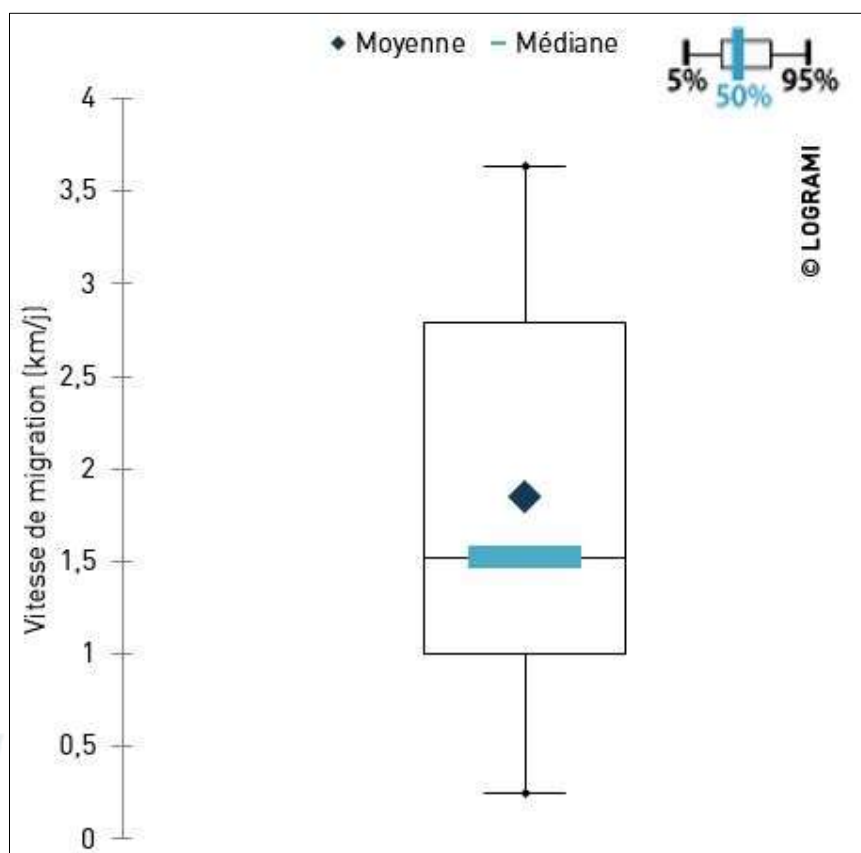
Concernant le franchissement de **l'ouvrage de Vieille Brioude** par les 3 saumons, il varie entre 2h18 et 28h45. Le temps de franchissement moyen est de 17h14 +/- 13h33, le temps médian est de 20h39. Comme pour le barrage de la Bageasse, il semblerait que les saumons à l'automne ont mis plus de temps à franchir cet ouvrage qu'au printemps.

Concernant **l'ouvrage de Langeac**, le temps de franchissement des 4 saumons varie entre 2h10 et 42h47. Ils ont mis en moyenne 17h30 +/- 19h (médiane de 12h30) pour franchir l'ouvrage, alors que l'unique franchissement printanier avait été réalisé en plus de 3 jours. Cette différence peut s'expliquer par le fait que ce saumon s'était présenté au pied des turbines de l'usine hydroélectrique alors que la passe à poissons présente un défaut d'attractivité. Le saumon du printemps s'est d'abord engagé dans le canal de fuite de l'usine alors en marche, avant de rebrousser chemin et de s'engager par le tronçon court-circuité du barrage. À l'automne, les 4 saumons ont franchi l'ouvrage en empruntant la passe à poissons du barrage sans incursion préalable dans le canal de fuite.

Un poisson qui avait passé son été entre Pont du Château et la Bageasse, est le seul à avoir franchi Monistrol d'Allier en 1h36 et Poutès en 15h40 à l'automne par l'ascenseur (Figure 67).

### 3.4.8.2 Vitesses de migration des saumons

La vitesse de migration à l'automne a été calculée pour 7 saumons (Figure 68). Leur vitesse de migration a été en moyenne de 1,9 km/j +/- 1,3 avant de rejoindre leurs zones de reproduction. En 2009, les 16 saumons avaient migré légèrement moins vite avec 1,72 km/j. L'indice hydrologique calculé à Vieille Brioude (calculé à partir des données historiques de la station depuis 1997) d'octobre à novembre en 2009 était de 0,25 contre 1,07 en 2019. Les conditions de débits étaient plus favorables pendant la migration automnale de 2019.



Vitesse de migration à l'automne des saumons suivis par radiopistage sur l'Allier en 2019 (n=7)

En 2019, à l'automne, les saumons qui reprennent leurs migrations ont migré moins rapidement qu'au printemps (1,9 km/j +/-1,3 contre 6 km/j +/- 3,1) (test de Student, p-valeur = 0,004). Toutefois, avec une vitesse moyenne de 3,53 km/j, le poisson situé le plus en aval a progressé plus rapidement pour se rendre en amont de Langogne lors de la reprise de migration.

### 3.4.8.3 Taux de transfert Vichy-Langeac-Poutès

Sur l'ensemble de la migration 2019, 123 des 379 saumons ayant franchi Vichy ont franchi le barrage de Langeac, dont 41 au printemps, soit **un taux de transfert de 32,4 % (sur 379 poissons à Vichy)**. Avec 25 % (6 sur 24), cette proportion est plus faible pour les individus marqués (Tableau 17). Un saumon marqué supplémentaire ayant franchi Langeac, aurait permis d'obtenir le même taux de transfert entre l'échantillon et la population. Cette différence pourrait s'expliquer **par le décalage à Vichy, entre le début de la migration des saumons et les premiers marquages** (selon l'estimation, 32 saumons déjà en amont de Vichy avant le début du marquage qui occasionne une légère sous-représentation des premiers individus migrants).

Concernant le barrage de Poutès, le premier des 2 saumons marqués ayant franchi l'ouvrage, n'a pas été observé dans l'ascenseur. Par ailleurs ne disposant alors pas d'autorisation pour installer un enregistreur durant la phase de chantier de l'ouvrage, la date précise de son franchissement est inconnue. Il a néanmoins été localisé le 7 juin à l'aval immédiat du barrage au niveau du rejet de la vanne de fond. N'ayant, par la suite, jamais été relocalisé dans le tronçon court-circuité, il est probable que ce dernier ait franchi l'ouvrage par cette voie. Un franchissement par l'ascenseur durant l'unique journée de fonctionnement de celui-ci sans système de comptage n'est cependant pas à exclure.

Le second saumon marqué a franchi le barrage le 29/10 et a été observé dans l'ascenseur lors de la remontée de 14h30 TU. Il fait partie des 21 saumons comptabilisés à l'ascenseur.

L'application de la proportion de géniteurs de notre échantillon ayant franchi le barrage de Poutès à la population permet d'estimer le nombre total de saumons ayant franchi Poutès en 2019 :

- 🌀 Le taux de transfert de Vichy à Poutès est de 2 sur 24 soit 8,3% ;
- 🌀 Le taux de transfert de Langeac à Poutès est de 2 sur 6 soit 33%.

Ainsi, selon les calculs, entre 31 et 41 saumons auraient franchi l'ouvrage en 2019 soit **10 à 20 de plus que les comptages réalisés à partir du 10/10/2019 à l'ascenseur avec des franchissements par la vanne de fond ou par l'ascenseur avant l'installation du système de comptage.**

**Tableau 17 : Taux de transfert de la population de saumons atlantiques contrôlée à Vichy et de l'échantillon radiomarké entre Vichy et Langeac/Poutès sur l'Allier en 2019**

	Vichy	Langeac	Effectifs comptabilisés à Poutès par l'ascenseur	Effectifs estimés à Poutès	
				Avec le taux de transfert Vichy - Poutès de l'échantillon suivi	Avec le taux de transfert Langeac - Poutès de l'échantillon suivi
Population	379*	123	21	31* (8,3 %)	41* (33%)
Échantillon	24	6	2	8,3 %	33 %

\*406 saumons moins les 27 capturés par le CNSS

\*estimation

#### 3.4.8.4 Reproduction

Le saumon engagé dans l'Alagnon s'est reproduit sur la partie aval entre Lempdes sur Alagnon (43) et Charbonner les Mines (63).

Sur les 8 saumons présents sur l'Allier, aucun ne s'est reproduit en aval de Vieille Brioude. Entre Vieille Brioude et Langeac, 1 saumon s'est reproduit et une interrogation subsiste autour d'un autre qui est mort précocement mi-novembre (Figure 69).

Les 6 autres se sont reproduits en amont de Langeac. Un saumon (sans adipeuse) s'est notamment engagé dans la Desges ; son émetteur a été retrouvé mi-novembre dans un terrier de prédateur carnivore non identifié vers Chanteuges (LEMARCHAND comm. pers.). Il n'est pas certain que cet individu ait pu se reproduire.

Deux poissons ont franchi le barrage de Poutès et ont parcouru 50 kilomètres supplémentaires pour se reproduire vers Langogne. Un saumon a été localisé dans l'Espezonnette, un affluent de l'Allier situé en rive droite à 267 km de Vichy. C'est la reproduction la plus apicale observée sur les poissons marqués en 2019.



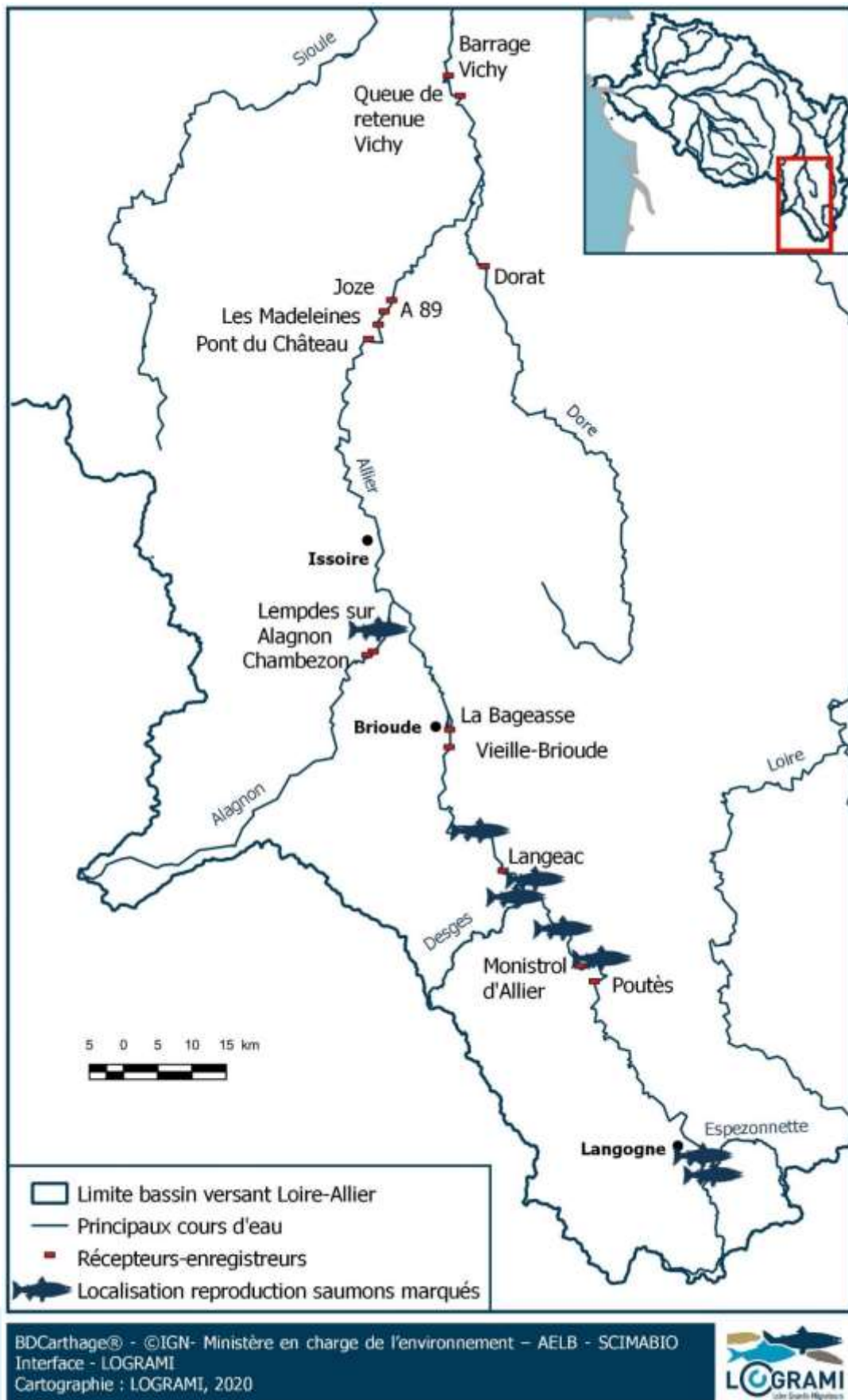


Figure 69 : Localisation en période de reproduction des saumons suivis par radiopistage sur l'Allier en 2019

### 3.4.9. Dévalaison après reproduction

Comme lors des derniers suivis par radiopistage de saumons menés sur le bassin de l'Allier (BACH et al., 2011 ; 2015), certains géniteurs marqués en 2019, principalement des femelles, ont dévalé vers la mer après leur reproduction pour tenter un deuxième cycle (ravalés).

Sur les 24 saumons marqués et sur les 7 qui se sont reproduits, 4 ont réussi à dévaler l'Allier jusqu'à Vichy après la reproduction soit 16,6 % des poissons suivis et 57,1 % des géniteurs effectifs. Parmi ces 4 saumons, une femelle de 3 ans de mer qui avait frayé vers Langogne a réussi à dévaler 264 kilomètres jusqu'à Vichy (Tableau 18). Ces poissons montrent des taux de dévalaison supérieurs aux proportions observées par ailleurs comme à Kerhamon sur l'Elorn (6%+/-6 de 2009 à 2017, FDAAPPMA 29) mais ces contrôles ne sont réalisés qu'à Vichy. Il reste encore 663 kilomètres avant de rejoindre l'estuaire.

Les deux ravalés qui sont arrivés à Vichy en décembre ont profité d'une crue en fin d'année pour dévaler rapidement (8,94 et 10,99 km/j) (cf. § 3.1.1.3). Les deux autres sont arrivés plus tard et ont dévalé moins rapidement (1,78 et 2,47 km/j). Entre le premier et le dernier ravalé, quasiment 2 mois se sont écoulés (Tableau 18).

**Tableau 18 : Distances et vitesses de dévalaison post reproduction jusqu'à Vichy des saumons suivis par radiopistage sur l'Allier en 2019**

	Date d'arrivée à Vichy	Distance de dévalaison jusqu'à Vichy (km)	Vitesse de dévalaison (km/j)
Saumon 49014	20/02/2020	120	1,78
Saumon 49024	28/12/2019	264	10,99
Saumon 49124	03/02/2020	183	2,47
Saumon 49184	21/12/2019	206	8,94

En 2009, 4 ravalés sur 14 reproducteurs (29 %) étaient arrivés jusqu'à Vichy. Leurs vitesses de migration étaient de 2,23 et 7,6 km/j. L'hiver 2009 avait été sec et aucun pic de débit n'avait été enregistré (excepté fin février 2010), les débits moyens mensuels de décembre à février étaient deux à trois fois inférieurs aux débits moyens mensuels de référence. D'après ces observations, lors de la période de dévalaison, les saumons qui profitent d'une augmentation de débit dévalent plus rapidement que leurs congénères.

Avec 3 femelles sur 4 ravalés, l'échantillon conforte que le sexe des ravalés est en faveur des femelles (BACH et al., 2011 ; 2015).

En appliquant ce taux de dévalaison à la population, environ 63 ravalés se seraient présentés à Vichy en 2019 (Tableau 19). Cependant, les observations à la station de comptage de Vichy n'ont permis de comptabiliser qu'un seul ravalé, le 3 février 2020 (89,6 cm). Les ravalés utilisent d'autres voies de passages, notamment les surverses des ouvrages avec un risque de blessure lors de la chute. Ces individus sont rarement considérés lors des aménagements alors que cela constitue une perte non négligeable pour l'espèce.

Ces résultats montrent bien que, certaines années, les ravalés sont nombreux à se présenter à Vichy. Il est possible que certains d'entre eux arrivent à faire un deuxième cycle et reviennent sur l'Allier. Des femelles alors âgées de 4-5 étés de mer seraient plus grosses et possèderaient un nombre d'œufs plus important qu'une femelle de 3 étés de mer.

**Tableau 19 : Extrapolation du nombre de saumons ravalés de l'échantillon marqué au nombre de saumons qui se seraient présentés à Vichy après la reproduction de 2019**

	Vichy (montaison)	Vichy (dévalaison)
Échantillon	24	4



	Vichy (montaison)	Vichy (dévalaison)
Population	379*	63*

\*406 saumons moins les 27 capturés par le CNSS

\*extrapolation

### 3.4.10. Conclusion

L'étude de suivi par radiopistage de saumons sur l'Allier en 2019 se base sur un échantillon de 24 saumons capturés à Vichy. Celui-ci est représentatif de la population comptabilisée à la station de comptage à différents points de vue : caractéristiques biométriques et taux de transfert entre les stations de comptages. Néanmoins, les 32 saumons estimés pendant la vidange du plan d'eau de Vichy (semaine 9 à 12) ne sont pas représentés dans l'échantillon.

La vitesse de migration des poissons au printemps est plus rapide qu'à l'automne. La date d'arrivée à Vichy est un facteur primordial pour expliquer la mortalité estivale observée, les saumons arrivés plus tôt ont plus de temps pour rejoindre les zones favorables à la survie. Pour autant, tous les saumons de fin de migration ne sont pas condamnés, certains arrivent à franchir l'intégralité des seuils avec des vitesses de migrations élevées comparées au début de la période.

Lors de cette migration printanière, en se référant au temps médian de franchissement des 7 ouvrages suivis, il semblerait que le barrage de Langeac (84h) et de la Bageasse (6h20) ont été les plus pénalisants. Le seuil des Madeleines a retardé les poissons de 3h11. Pour le barrage de Vieille Brioude et le seuil de Pont du Château, les saumons ont mis un peu plus de 2h à passer. Les seuils les moins pénalisants sont celui de Joze et de l'A89 avec respectivement 56 minutes et 29 minutes.

Les conditions de température et de débit de cette année 2019 ont été très particulières. La survie en aval de Pont du Château a été nulle pour les individus marqués, aucun saumon n'a dû survivre à l'été dans cette zone. Comme en 2009, un gradient de survie aval-amont est observé. L'intégralité des saumons marqués en 2009 et 2019 montre 100 % de survie en amont du barrage de la Bageasse. Au printemps, un poisson perd en moyenne 1 jour sur son trajet pour le passage des 6 ouvrages estimés avant de rejoindre cette zone.

La migration automnale a démarré début octobre, avant les premiers coups d'eau. L'intégralité des poissons marqués survivant à l'été sont situés en amont du barrage de la Bageasse. Certains se sont même reproduits à Langogne, bien en amont de Poutès. Que ce soit pendant l'étude de 2009 ou 2019, la vitesse de migration des saumons au printemps et à l'automne dépend des conditions de débit. Cependant, les vitesses de migrations automnales semblent plus faibles qu'au printemps.

A l'automne, les temps de franchissement médians des 3 ouvrages suivis pour 3 à 4 poissons, soit La Bageasse, Vieille Brioude et Langeac, varient entre 12h30 et 26h. Bien que les effectifs pris en compte soient plus faibles qu'à l'automne, il semblerait que les saumons ont mis plus de temps à franchir ces ouvrages à l'automne qu'au printemps.

L'étude de suivi par radiopistage de 2019 a permis de préciser le nombre de saumons passés à Poutès portant l'estimation entre 31 et 41 individus contre 21 comptés à l'ascenseur.

Aucun poisson marqué ne s'est engagé sur l'Alagnon au printemps, cette information laisse penser que peu de saumons se sont engagés sur cet affluent à cette période. À l'automne, 1 saumon marqué s'est engagé et reproduit sur cet affluent soit potentiellement 16 saumons sur l'ensemble de la population.

L'étude de radiopistage a mis en avant une part non négligeable de saumons dévalant l'Allier après la reproduction pour rejoindre la mer. En extrapolant ces résultats à la population, environ 63 ravalés se seraient présentés au barrage de Vichy en 2019. La principale voie de dévalaison actuelle est la surverse du barrage avec risque de blessure. Ces individus devront être pris en compte dans le futur projet d'aménagement.



## 3.5. Etude de la dévalaison des smolts par radiopistage sur la Gartempe

### 3.5.1. Contexte

Historiquement, les principaux cours d'eau du bassin de la Vienne étaient fréquentés par le saumon atlantique. D'après BACHELIER (1964), les surfaces des zones de frayères accueillant le saumon à la fin du 18<sup>ème</sup> siècle représentaient 760 ha, soit 35 % des zones de frayères du bassin Loire.

Comme sur tous les grands axes fluviaux français, l'édification de grands ouvrages destinés à la production d'hydroélectricité a considérablement réduit son aire de répartition dès la fin du 19<sup>ème</sup> 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'autre part, formant respectivement les complexes d'Eguzon sur la Creuse et de l'Isle-Jourdain sur la Vienne (Figure 70).

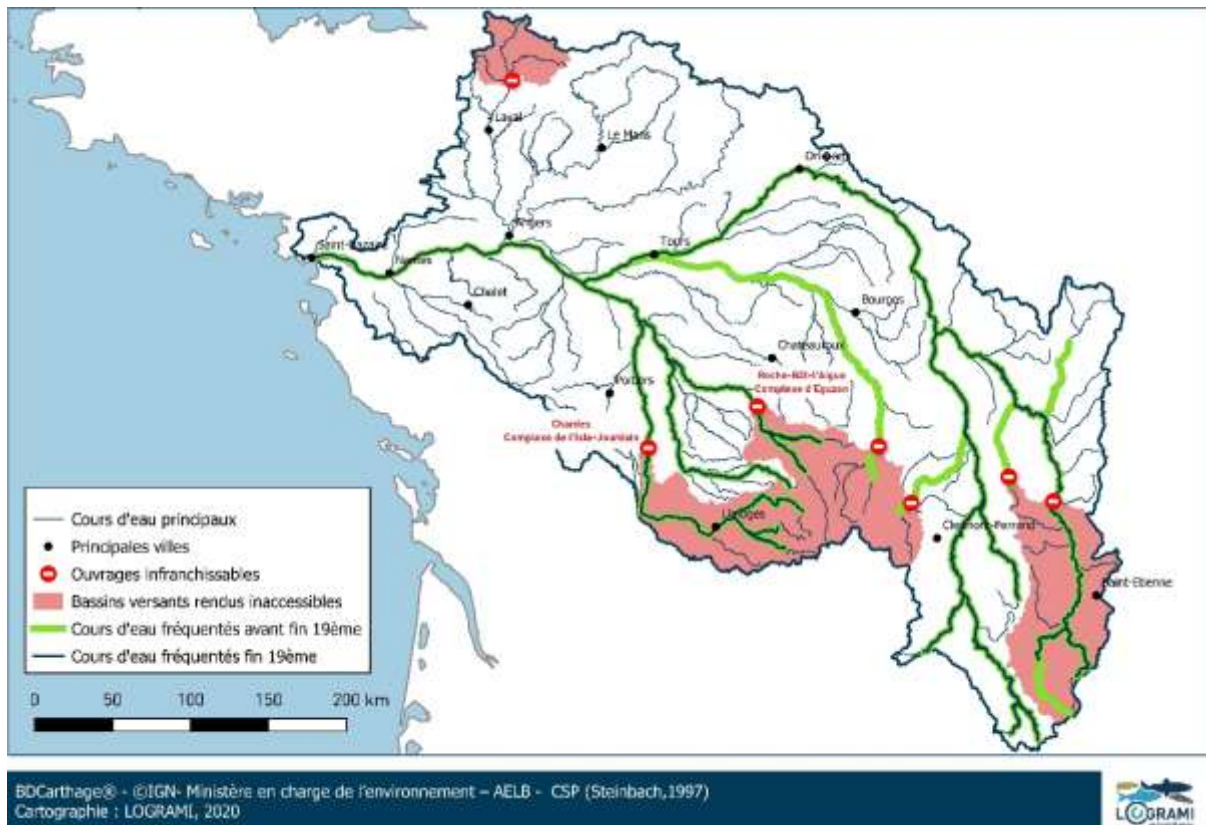


Figure 70 : Linéaires fréquentés par le saumon atlantique avant la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle, au XIX<sup>ème</sup> siècle et zones de reproduction devenues inaccessibles sur le bassin de la Loire

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 représentant aujourd'hui 12 % de zones de frayères actuellement accessibles du bassin Loire (RENE, 2018). 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<sup>ème</sup> siècle pour la production hydroélectrique.

Depuis 2007, la montaison des saumons est mesurée 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 85 saumons (+/- 48). La Figure 71 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 et 2019, avec respectivement 47 et 39 individus comptabilisés, le nombre de saumons observés à Descartes est en forte baisse, celle-ci étant également constatée sur d'autres axes de migration du bassin Loire.

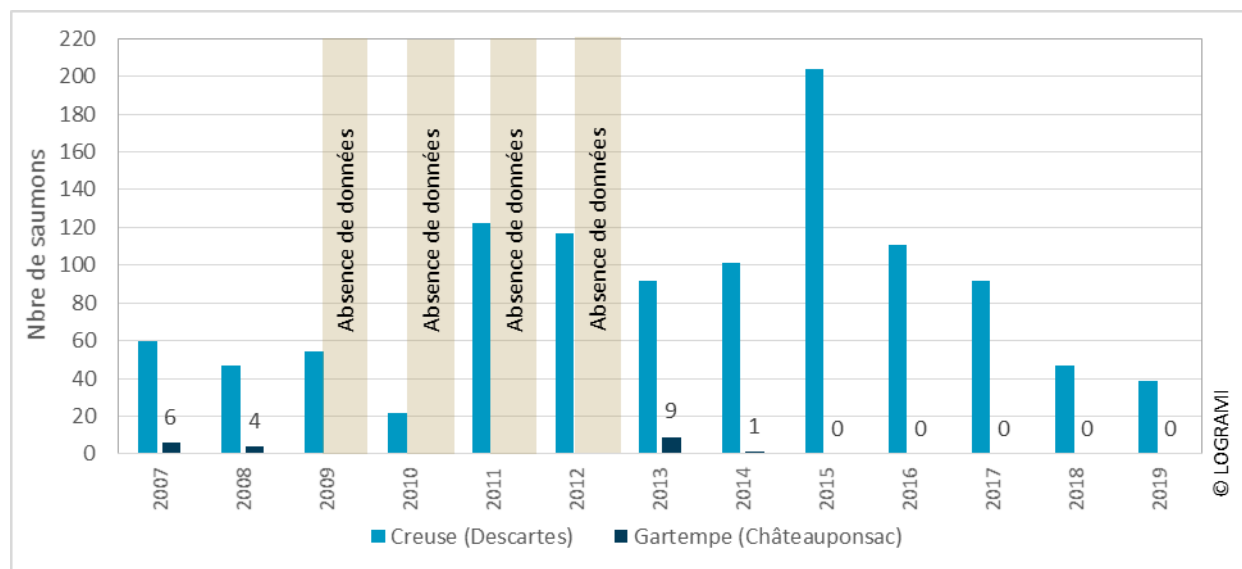


Figure 71 : Passages de saumons à la station de comptage de Descartes sur la Creuse et de la Roche-Etrangleloup sur la Gartempe depuis 2007 (compteur à résistivité de 2001 à 2011 puis scanner à infrarouge à partir de 2013) (Sources : LOGRAMI, EPTB Vienne et FMC)

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, 17 +/-20 (médiane : 9) saumons comptés chaque année de 2001 à 2006 (Association LOGRAMI, 2019). De 2007 à 2013, une moyenne de 6 +/-2,5 saumons (médiane : 6) a été enregistrée avec seulement cinq années de données sur la série. Depuis 2014, les effectifs observés sont très faibles à nuls. Il faut néanmoins noter que **le système de comptage actuel ne peut détecter les poissons en montaison lors des épisodes de hausse de débits** du fait d'une forte turbidité de l'eau de la Gartempe.

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 sur 20 implantées sur la Gartempe) 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 L.432-6 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 R.214-109 du code de l'environnement). Le renouvellement de l'autorisation des ouvrages existants est subordonné à des prescriptions particulières. Dans les cours d'eau de liste 2, tout ouvrage doit être équipé et entretenu pour assurer la continuité écologique (libre circulation des sédiments et des poissons à la montaison et à la dévalaison).

Suite au classement de la Gartempe au titre du L.214-17<sup>1</sup>, les propriétaires d'usines hydroélectriques se sont vu notifier par l'administration la nécessité de rendre leurs installations conformes à ces classements.

Afin d'améliorer les connaissances relatives à l'incidence sur les smolts en dévalaison des ouvrages hydroélectriques sur la Gartempe, une première étude a été réalisée en 2017 et 2018. Quatre ouvrages ont ainsi été étudiés dont deux sont équipés de systèmes de dévalaison et deux autres ne le sont pas encore. L'étude a permis d'estimer un taux de franchissement pour chaque ouvrage, d'identifier les différentes voies de dévalaison et d'évaluer les temps de passage.

**En 2019, afin de compléter l'acquisition de connaissances concernant la dévalaison des smolts sur l'axe, un suivi a été réalisé sur un linéaire de 145 km de la Gartempe. L'objectif de ce suivi était de connaître la perte globale subie par les jeunes saumons en dévalaison sur une partie importante de l'axe.**

## 3.5.2. Méthodologie

### 3.5.2.1 Zone d'étude

La zone d'étude retenue a été choisie en fonction des zones de production de juvéniles de saumon. Il s'agissait de couvrir le plus grand parcours de dévalaison des smolts sur la Gartempe avec les moyens matériels disponibles.

Les secteurs retenus pour le déversement d'alevins réalisé chaque année sur la Gartempe, et qui tiennent compte des zones potentielles de grossissement des juvéniles de saumon, renseignent sur les linéaires de présence des juvéniles à partir desquels ils sont susceptibles d'effectuer leur dévalaison. La zone concernée par le repeuplement s'étend de La Chapelle-Taillefert (23) à Rancon (87) (Figure 72).

---

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



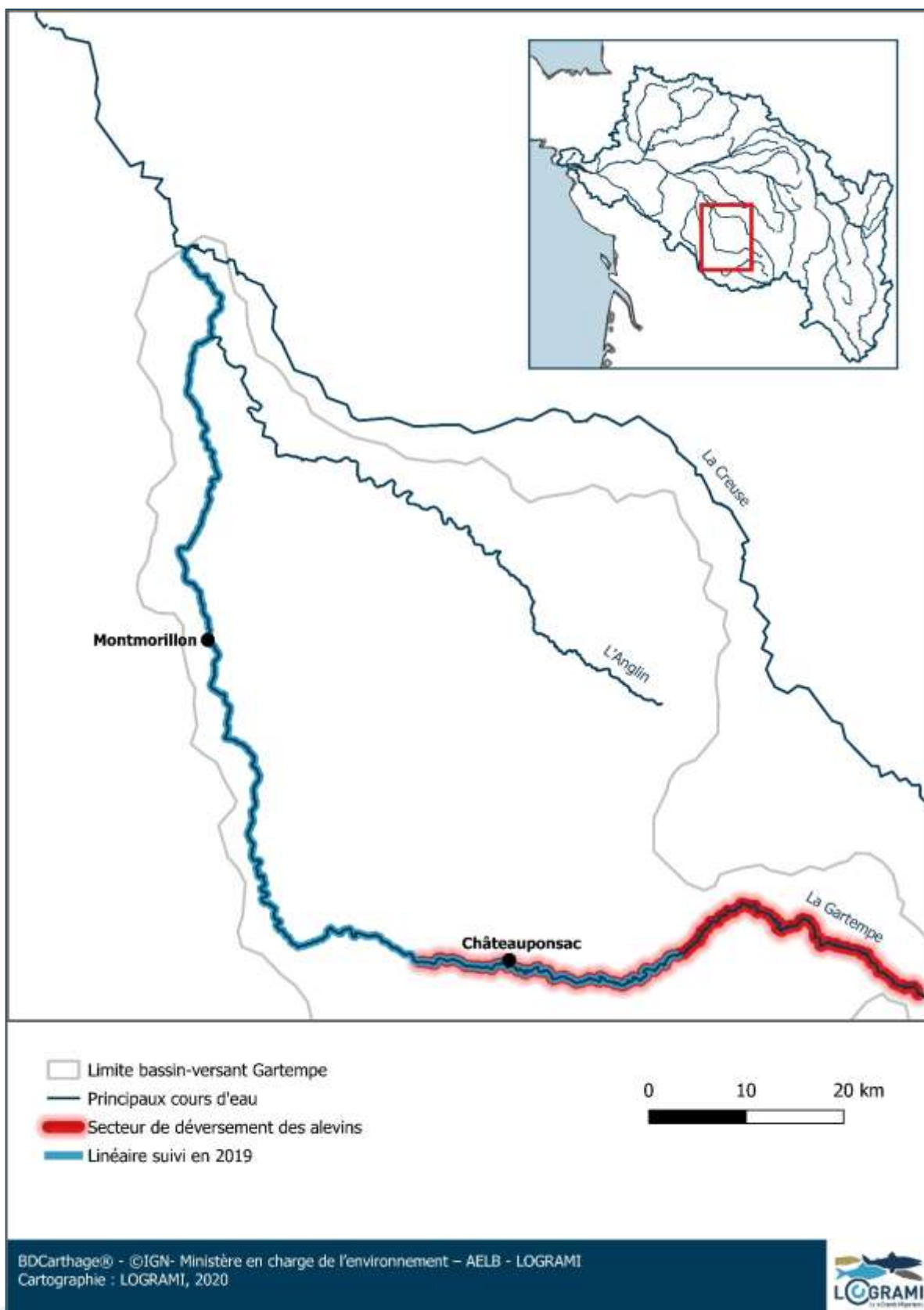


Figure 72 : Zone de déversement des alevins sur la Gartempe et linéaire de suivi de la dévalaison des smolts en 2019

Le linéaire couvert par les zones favorables à l'accueil des tacons 1+, juvéniles de saumon ayant passé un an en rivière et susceptibles, pour la plupart d'entre eux, d'effectuer leur dévalaison pour aller

grossir en mer, a également été considéré. Cette donnée est disponible dans l'« Etude actualisée des potentialités d'accueil de la Gartempe pour le saumon atlantique » de LOGRAMI COSYNS, SENEAL, et BAISEZ, « Etude actualisée des potentialités d'accueil de la Gartempe pour le saumon atlantique-LOGRAMI\_Rapport définitif\_juin 2013.pdf ». L'étude a permis de cartographier les faciès d'écoulement et leurs caractéristiques associées sur 125 km du linéaire de la Gartempe, du pont de Massugeon (PK 70) à La Ribière Jalade (PK 195), limite de colonisation historique du saumon sur la Gartempe (BACHELIER, 1964). L'étude a découpé le linéaire prospecté en trois secteurs de pentes homogènes et dont la production en juvéniles de saumons calculée à partir des indices d'abondance en 5 mn est significativement différente : S1 du PK 70 au PK 114 (44 Km), S2 du PK 114 à 162 (48 Km) et S3 du PK 162 à 195 (34 Km). Il en ressort la distribution suivante des zones favorables aux tacons 1+ : S1 : 31 %, S2 : 61 % et S3 : 8 % (Figure 73).

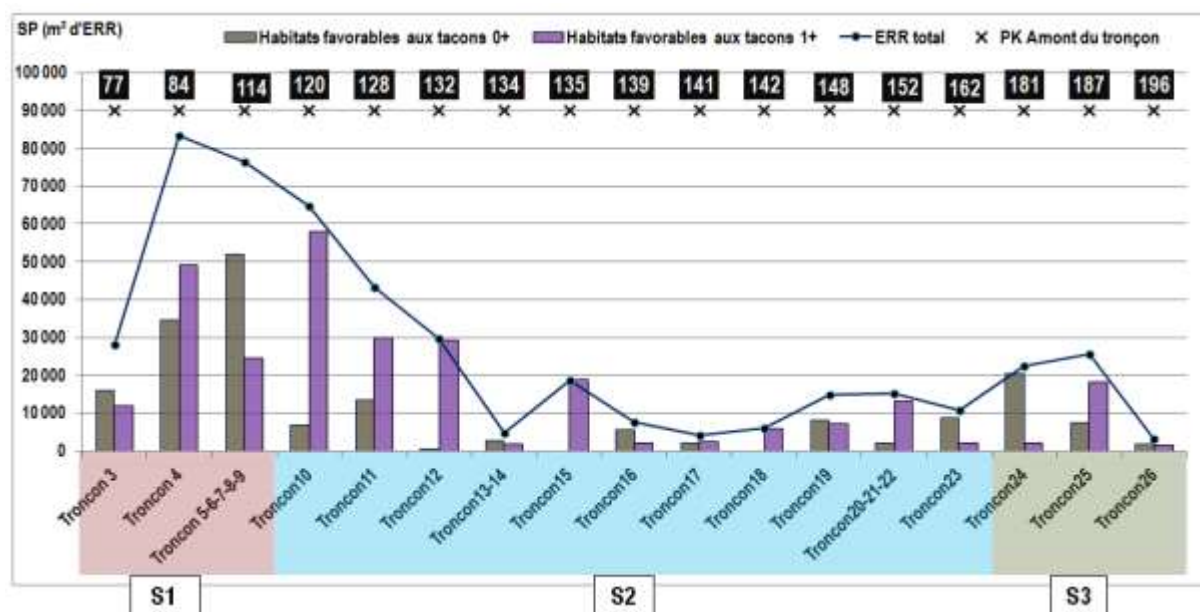


Figure 73 : Répartition des zones favorables aux tacons 0+ et 1+ et surface de production totale (SP) de la Gartempe limousine en fonction des tronçons et des secteurs de production, d'aval en amont (COSYNS et al., 2013)

En tenant compte de ces données et des moyens matériels disponibles, la zone d'étude retenue s'étend du PK 145 au niveau du Moulin de l'Ancienne Papeterie (Fursac - 23) au PK 25,7 (Nalliers - 86), couvrant ainsi un linéaire de 119 km. Ce qui permet de prendre en compte la quasi-totalité des deux premiers secteurs, soit près de 92 % des zones favorables aux tacons 1+. Ce choix se justifie d'autant plus que le secteur 3 contient uniquement 8 % des zones favorables aux juvéniles de saumon âgés d'un an et plus.

Par ailleurs, un point de suivi optionnel a été placé sur la Creuse en aval de la confluence avec la Gartempe, au niveau de l'ouvrage de Descartes, portant le linéaire total de suivi à 175 km.

### 3.5.2.2 Matériel et technique de suivi

En 2019, l'étude de la dévalaison des smolts sur la Gartempe a été réalisée par suivi télémétrique, et plus précisément par la technique du radiopistage.

#### Suivi fixe

Le suivi fixe a été réalisé grâce à neuf récepteurs installés et répartis en moyenne tous les 16 km le long du linéaire d'étude. Un dixième récepteur a été positionné sur la Creuse à Descartes, soit à 56,6 km en aval du dernier récepteur de la Gartempe. L'objectif n'était pas d'avoir une localisation précise des émetteurs, mais d'attester le passage des smolts au niveau de ces points de contrôle. Les récepteurs ont été relevés régulièrement pendant toute la durée de l'étude.

Une installation d'un récepteur fixe est composée de :

- Un récepteur enregistreur, le modèle utilisé est le R4500C d'Advanced Telemetry Systems. Ce matériel permet d'enregistrer jusqu'à 90 000 détections. Les données de chaque récepteur sont récupérées avec un ordinateur portable dans un fichier Excel ;
- Une antenne de type boucle, antennes exclusivement utilisées en milieu aérien. En orientant ce type d'antenne parallèlement au cours d'eau, le champ de détection suit le linéaire du tronçon. A l'inverse, si l'antenne est perpendiculaire au cours d'eau, la détection se fait par transect perpendiculaire au chenal. Elle est donc le plus souvent positionnée dans l'axe du cours d'eau de telle façon à éviter un maximum d'interférence et à avoir le plus grand linéaire couvert pour ne pas rater la réception de smolts. Pour régler la position des antennes, les zones de réception ont été testées en simulant le déplacement de smolts à l'aide d'un émetteur test lesté (possédant les mêmes caractéristiques que ceux utilisés pour le marquage) et d'une canne à pêche. Lorsqu'il y avait trop d'interférence, des antennes brins immergées construites avec un câble coaxial ont été utilisées ;
- Un câble radio coaxial (RG58), utilisé pour relier les antennes aux récepteurs ;
- Une batterie tampon, chaque récepteur ayant besoin d'être alimenté en permanence. Pour cela, ils ont été placés dans des endroits munis d'une alimentation électrique. Afin de prévenir toute rupture d'alimentation, des batteries ont été branchées en dérivation entre l'alimentation et le poste.



Figure 74 : Eléments composant un poste de suivi fixe par radiopistage : antenne boucle, câble coaxial, récepteur et batterie d'alimentation (Sources : LOGRAMI)

Ces postes de suivi ont été systématiquement installés dans des propriétés privées, afin de garantir leur intégrité et leur alimentation en électricité (Figure 75). L'opération a donc été préparée en amont avec un contact auprès des propriétaires. Les emplacements de ces postes ont alors été effectués selon leur bienveillance vis-à-vis de cette étude et leur autorisation. Nous saluons donc l'implication des propriétaires qui ont bien voulu accueillir les récepteurs de radio pistage dans cette étude.

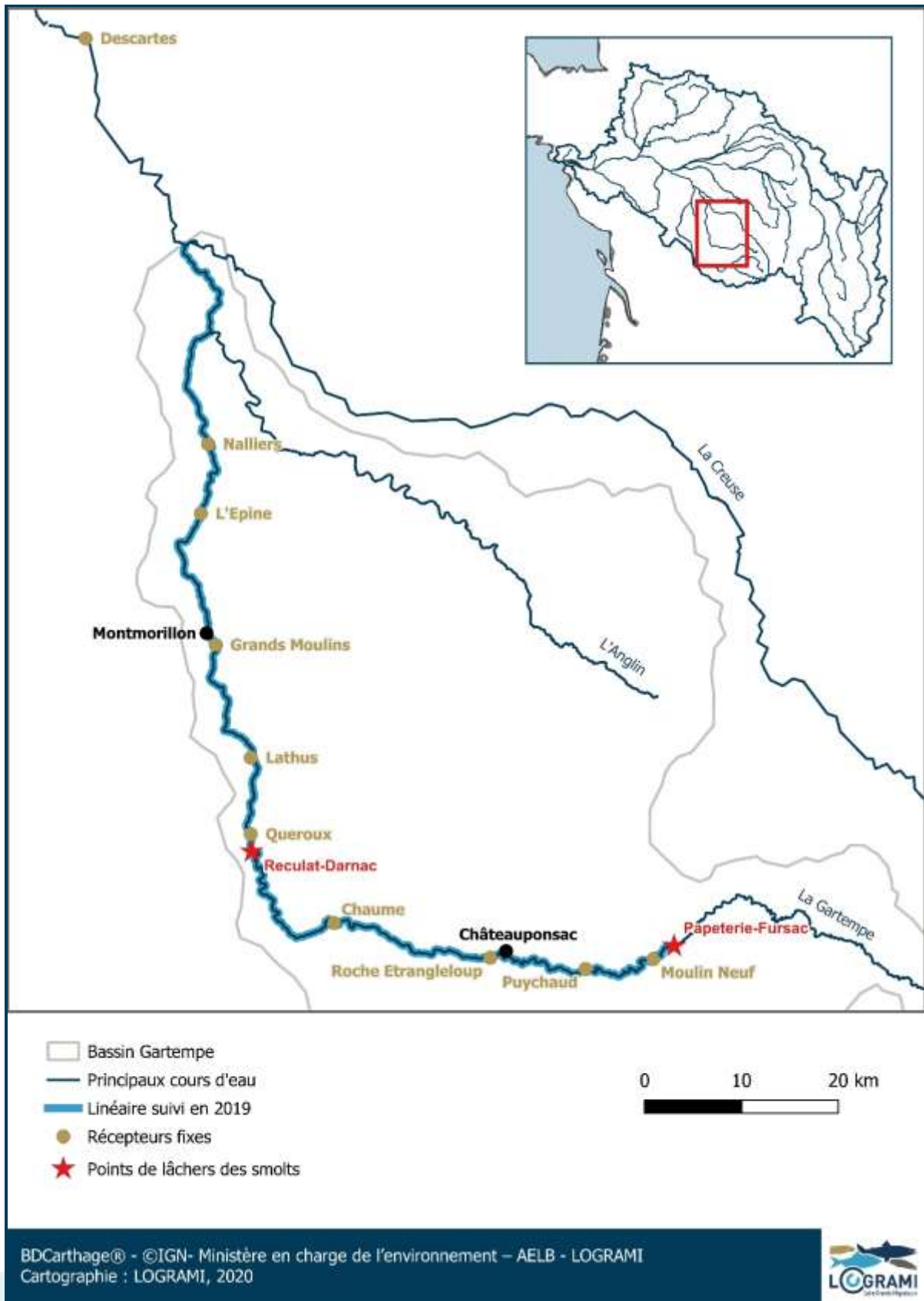


Figure 75 : Localisation du linéaire d'étude et des récepteurs fixes de radiopistage positionnés le long de l'axe lors de l'étude du suivi de la dévalaison des smolts sur la Gartempe en 2019

## Suivis mobiles

Des suivis mobiles, en voiture, à pied ou en canoë ont été réalisés durant la période d'étude de 21 jours afin de suivre la dévalaison des individus le long de leur parcours et de localiser les éventuels émetteurs immobiles (régurgitations / mortalités). Lors de ces suivis, différents types d'antennes ont été utilisés (Figure 76) :

- 🌀 antennes toits de type brin pour les approches en voiture,
- 🌀 antennes immergées de type brin avec un lest pour les suivis en canoë,
- 🌀 antennes boucles aériennes en phase d'approche pédestre pour la localisation générale mais aussi plus fine avec la triangulation,
- 🌀 antennes immergées de type brin en boucle, très utiles en phase d'approche de poissons morts ou d'émetteurs régurgités.



Figure 76 : Suivis radio télémétriques mobiles en canoë, à pied, dans le cours d'eau et en voiture (Sources : LOGRAMI)

### 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 (48 151 Hz dans cette étude). 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, décode le signal et enregistre la donnée dans sa mémoire interne.

## 3.5.2.3 Marquage des smolts

### 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).

Une attention particulière a été portée pour choisir des juvéniles de saumons au stade prêts à dévaler ayant des masses compatibles avec le marquage par radio-émetteurs.

### 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 début mars à début juin (95



jours), avec 90 % effectuée entre le 27 mars et le 4 mai (39 jours). Ainsi, 76 % des poissons dévalent au cours du mois d'avril (Figure 77).

Confirmées par les études de dévalaison menées en 2017 et 2018 où des smolts en dévalaison ont été observés simultanément aux poissons marqués, ces données ont servi à la programmation des dates de marquage. Les opérations de marquages ont donc eu lieu les 8 et 15 avril 2019. Historiquement, l'intervalle du 8 au 29 avril, période de suivi des smolts en 2019, correspond à 57 % des passages de smolts en dévalaison.

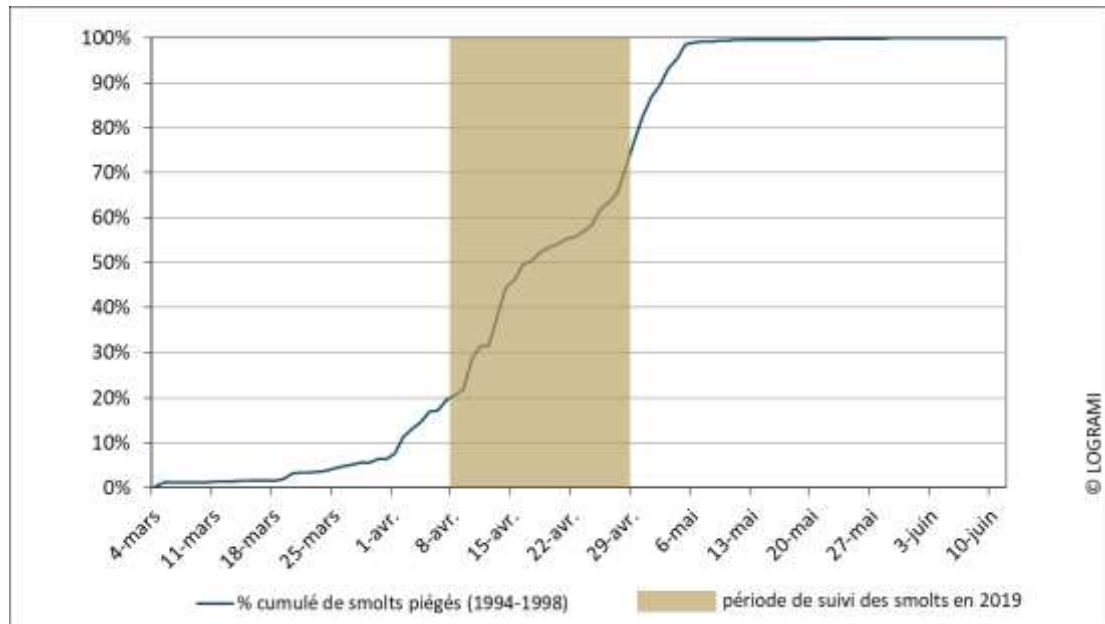


Figure 77: Pourcentages cumulés des effectifs de smolts dévalant piégés sur la Gartempe entre 1994 et 1998 (n = 975 ; Données : CSP) et période de suivi des smolts en 2019

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.

Les smolts ont été marqués à l'aide d'émetteurs radio F1710 Advanced Telemetry System® (18 mm x 7 mm ; 1,4 g) implantés dans la cavité stomacale par intubation après anesthésie (Figure 78 et Figure 79).



Figure 78 : Emetteur Advanced Telemetry System ® F1710 (Source : LOGRAMI)

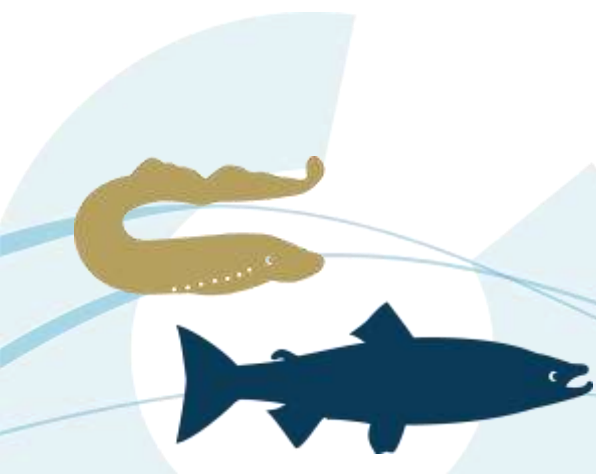




Figure 79 : De haut en bas et de gauche à droite : **préparation du matériel de marquage, biométrie d'un smolt, marquage d'un smolt par voie intra-gastrique et libération des smolts marqués dans la Gartempe** (Sources : LOGRAMI)

Compte tenu de la technologie, le maximum d'émetteurs possible pour garantir la détection est de 50 unités. Aussi, deux lots de 50 émetteurs ont été utilisés durant deux périodes distinctes pour éviter toute interférence. Ils avaient pour fréquence 48.151 Hz, des durées de vie de 14 à 25 jours et un temps de détection allant de 8 à 13 s. (Tableau 20).

Tableau 20 : **Caractéristiques techniques des émetteurs F1710 de marque ATS utilisés lors de l'étude de dévalaison des smolts sur la Gartempe en 2019**

PPM minimum	17,6
PPM maximum	30,9
Durée de vie minimum (j)	14
Durée de vie maximum (j)	25
Temps de détection minimum (s)	8
Temps de détection maximum (s)	13

Après marquage, les smolts ont été placés dans les cuves de transport oxygénées et alimentées en eau par la Gartempe jusqu'à récupération complète (laps de temps de 2 h minimum) 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 grâce à deux sondes (HOBO Pendant Temperature Data Logger UA-001-64 ; précision de 0,1 °C +/- 0,47 °C à 25 °C).

Entre le début du marquage et l'horaire de lâcher, la différence de température entre l'eau de la Gartempe et celle des cuves s'élevait en moyenne à 0,5 °C +/- 0,26 (médiane = 0,6 °C) et 0,1 °C +/- 0,2 (médiane = 0,1 °C) respectivement pour le premier et le second lâcher. La différence de température

instantanée au moment des lâchers était de 0,1 °C (pour une température de la Gartempe de 11,3 °C) et -0,2 °C (pour une température de la Gartempe de 10,5 °C).

Les lâchers ont été effectués les 8 et 15 avril 2019 consécutivement aux opérations de marquage (Figure 75) :

- 🌀 au niveau du lieu-dit Reculat sur la commune de Darnac (87) le 8 avril (PK = 77,5),
- 🌀 au niveau du moulin de l'Ancienne Papeterie sur la commune de Fursac dans le département de la Creuse le 15 avril (PK = 145).

### 3.5.2.4 Mesure des 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. 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 de deux sondes de température (HOBO Pendant Temperature Data Logger UA-001-64 ; précision de 0,1 °C +/- 0,47 °C à 25 °C) placées :

- 🌀 L'une dans la passe à poissons de l'usine de la Roche-Etrangleloup à Châteauponsac (87) depuis 2009 ;
- 🌀 L'autre à Quéroux sur la commune de Bussière-Poitevine (87) depuis 2015 (Figure 80).

#### Débits

Afin de suivre les variations hydrologiques de la zone d'étude durant la période de suivi, les débits de la Gartempe ont été récupérés via la banque Hydro (<http://www.hydro.eaufrance.fr>). Six stations de mesure des débits existent sur le linéaire d'étude, dont deux en Haute-Vienne et quatre dans le département de la Vienne. Elles sont implantées, d'amont en aval, sur les communes de : Folles (PK 140,5), Saint-Bonnet-de-Bellac (PK 86), Lathus-Saint-Rémy (PK 65,6), Montmorillon (PK 49,7), Saint-Savin (PK 30,5) et Vicq-sur-Gartempe (PK 10). Parmi elles, deux stations ont été retenues pour l'analyse des débits de la Gartempe durant la période d'étude en fonction de leur positionnement et de l'historique de leurs données : Folles (1960-2019) et Saint-Bonnet-de-Bellac (1994-2019).



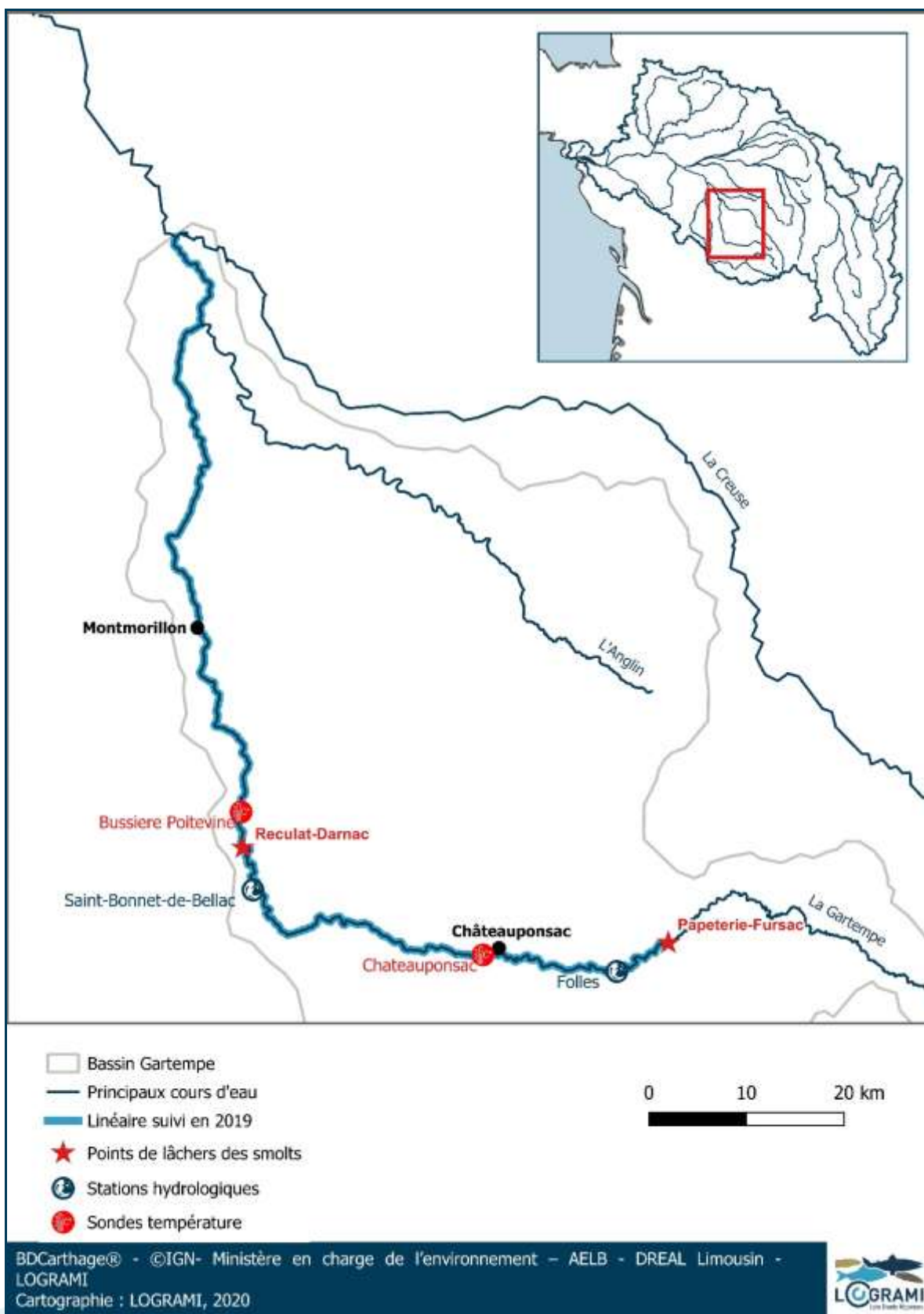


Figure 80 : Localisation des stations hydrologiques et des sondes température utilisées lors de l'étude du suivi de la dévalaison des smolts sur la Gartempe en 2019

### 3.5.3. Conditions environnementales

#### 3.5.3.1 Températures de l'eau

Durant la période d'étude de 21 jours, soit du 8 au 29 avril 2019, les températures moyennes journalières de l'eau mesurées au niveau de Châteauponsac ont fluctué entre 8,9 et 17,3 °C pour une moyenne sur la période de 12,8 °C +/-1,8 °C (médiane : 12,4 °C) (Figure 81).

La température journalière moyenne au niveau de la sonde de Bussière-Poitevine au mois d'avril 2019 semble comparable à celle de Châteauponsac. Un test de Mann-Whitney a été réalisé sur les deux échantillons. La p-value montre que ces deux échantillons sont différents ( $p < 0,0001$ ). Néanmoins, seule la température de Châteauponsac est analysée ci-après. Pour des analyses détaillées futures concernant le comportement individuel des poissons suivis, il sera important de prendre en compte cette différence.

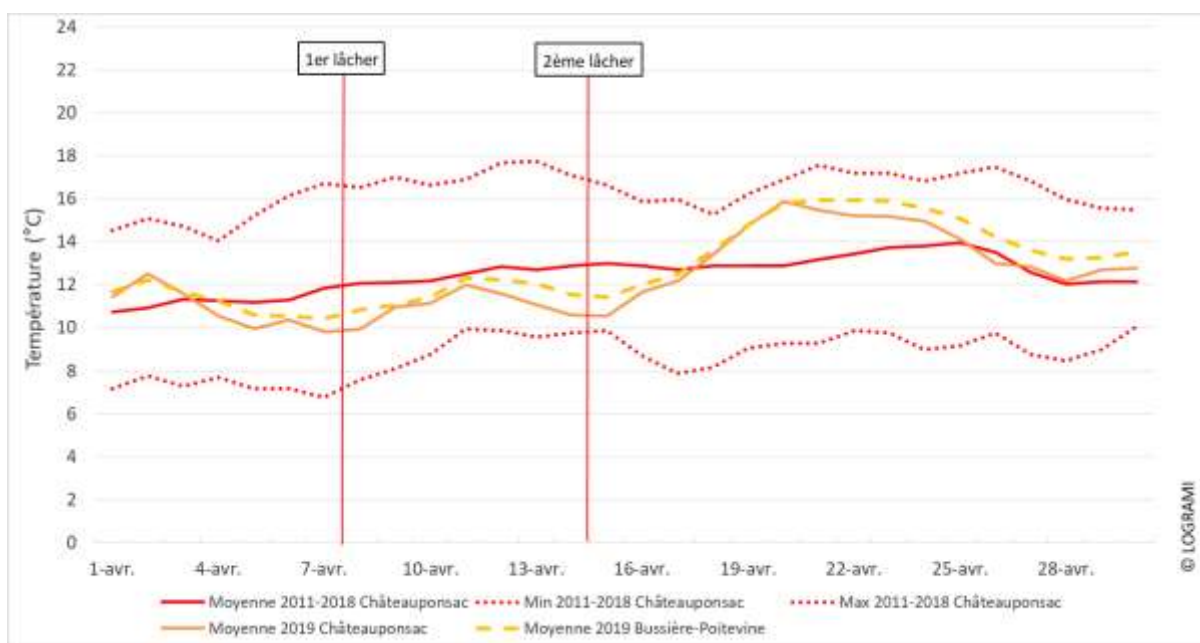


Figure 81 : Températures moyennes journalières de la Gartempe à Châteauponsac et à Bussière-Poitevine en avril 2019 et températures de référence sur la période 2011-2018 à Châteauponsac

Du 8 au 18 avril, les valeurs observées étaient inférieures aux moyennes journalières de la période de référence avec une température moyenne maximale de 13,4 °C le 18 avril.

A partir du 19 avril et jusqu'au 25 avril, les températures moyennes journalières ont augmenté dépassant les valeurs moyennes de la période de référence. La température de la Gartempe à Châteauponsac est néanmoins **toujours restée en dessous du seuil inhibiteur de dévalaison des 18 °C** (Gueguen et Prouzet, *LE SAUMON ATLANTIQUE, Biologie et gestion de la ressource*. malgré une température moyenne horaire atteignant un maximum de 17,3 °C pour un maximum journalier de 15,9 °C le 20 avril.

A partir du 25 avril, une baisse de la température a eu lieu, les valeurs variant alors de 12,2 à 14,1 °C jusqu'à la fin du suivi le 29 avril.

#### 3.5.3.2 Débits

Les débits moyens journaliers durant le mois d'avril 2019 étaient respectivement de 3,8 m<sup>3</sup>/s et 8,9 m<sup>3</sup>/s aux stations de Folles et Saint-Bonnet-de-Bellac pour un débit moyen mensuel de référence de



10,7 m<sup>3</sup>/s et 22,0 m<sup>3</sup>/s. Globalement, le suivi de la dévalaison des smolts en 2019 sur la Gartempe s'est donc déroulé dans **des conditions de débit faibles par rapport aux périodes de référence** (Figure 82).

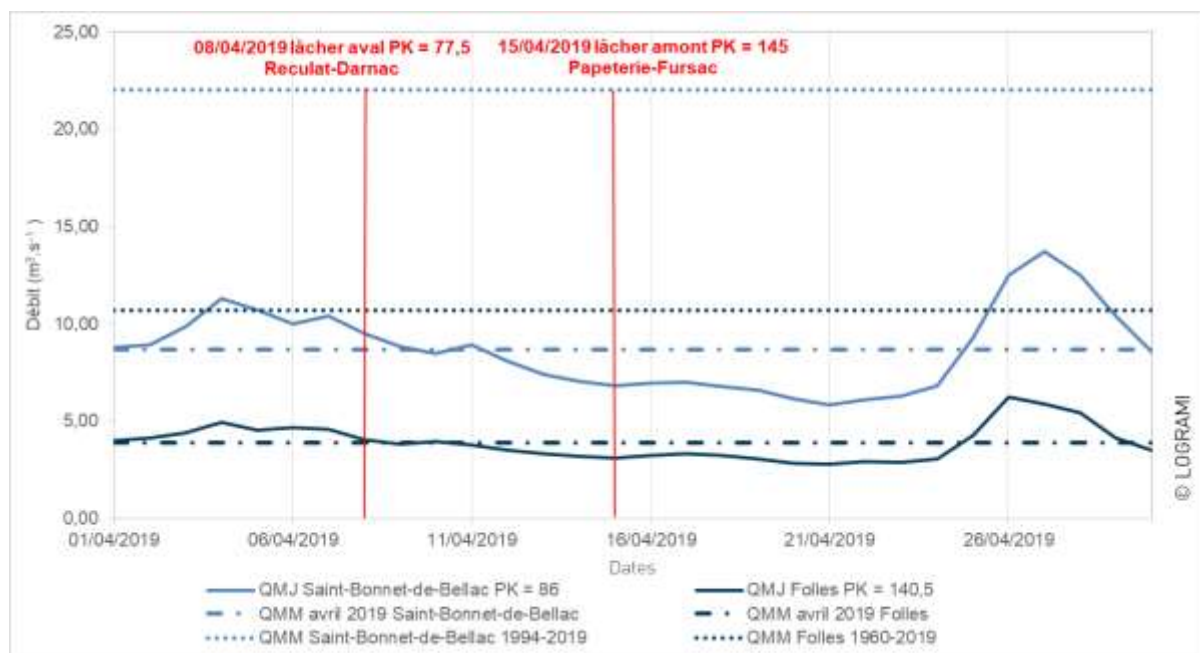


Figure 82 : Débits moyens journaliers et mensuels de la Gartempe en avril 2019 et débits moyens mensuels d'avril sur les périodes de référence aux stations hydrologiques de Folles et Saint-Bonnet-de-Bellac (Source : DREAL Limousin/HYDRO-MEDDE/DE)

Le 8 avril, jour du premier marquage de smolts, le débit moyen journalier était de 9,51 m<sup>3</sup>/s à Saint-Bonnet-de-Bellac, pour un débit moyen mensuel de référence de 22 m<sup>3</sup>/s. La baisse des débits s'est poursuivie pour atteindre un minimum de 5,82 m<sup>3</sup>/s le 21 avril, période pendant laquelle les smolts du premier lot et ceux du second lot (depuis le 15 avril) étaient suivis en dévalaison.

Le second lâcher a été effectué environ 4 km en amont de la station hydrologique de Folles dans des conditions de débit faible et stable (3,11 m<sup>3</sup>/s le 15 avril à Folles). Comme à Saint-Bonnet-de-Bellac, le débit minimum du mois d'avril 2019 a été atteint le 21 avril à Folles (2,80 m<sup>3</sup>/s).

Une augmentation des débits de la Gartempe s'est produite à partir du 22 avril pour atteindre un maximum de 6,21 m<sup>3</sup>/s et 13,70 m<sup>3</sup>/s respectivement les 26 et 27 avril à Folles et Saint-Bonnet-de-Bellac. Enfin, les débits ont amorcé une baisse jusqu'à la fin du suivi, le 29 avril 2019.

### 3.5.4. Caractéristiques des smolts

Un total de 100 smolts d'une masse moyenne de 53,9 g (+/-4,6 g, médiane 53,1 g) et d'une longueur moyenne à la fourche de 168 mm (+/- 6 mm, médiane 168 mm) ont été marqués à l'aide de radio-émetteurs.

Un premier marquage a été réalisé le 8 avril 2019. Lors de ce premier marquage, 50 smolts (LF moyenne = 168 mm +/-5 mm ; LF médiane = 168 mm) ont été marqués et relâchés sur la commune de Darnac au lieu-dit Reculat (cf. § 3.5.2.1). Leur masse variait de 47,3 g à 63,4 g avec une moyenne de 53,8 g +/-4 g (médiane = 52,9 g).

Le second lot marqué le 15 avril, et relâché sur la commune de Fursac au Lieu-dit Papeterie (cf. § 3.5.2.3), était constitué de 50 smolts d'une longueur moyenne de 169 mm (+/-6 ; médiane = 170 mm). Leur masse moyenne variait de 46,0 à 65,0 g avec une moyenne de 53,9 g +/-5,2 (médiane = 54,0 g) (Figure 83).

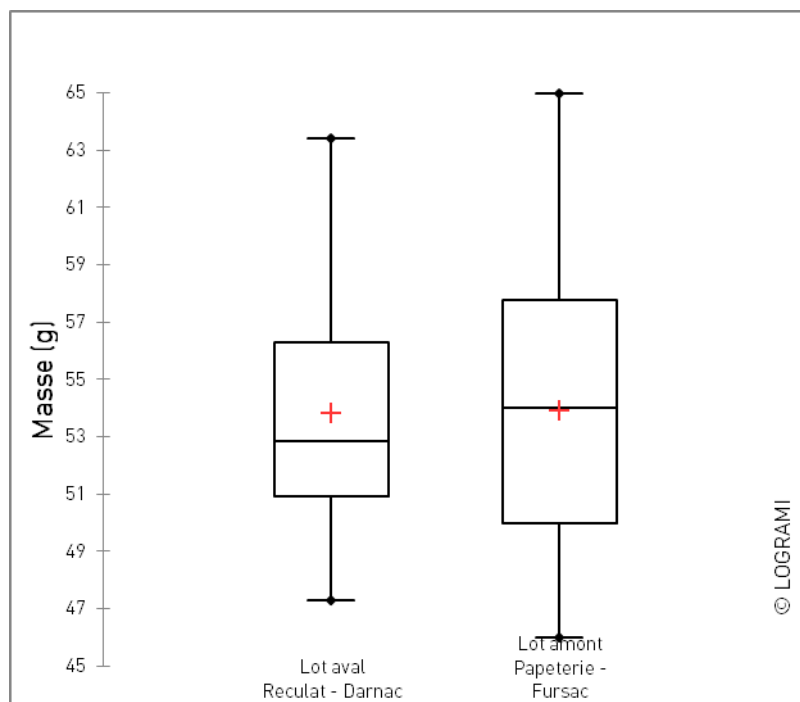


Figure 83 : Box-plot des masses des smolts marqués avec un émetteur radio selon le lieu de lâcher lors du suivi de la dévalaison sur la Gartempe en 2019

Un test de Mann-Whitney pour deux échantillons indépendants a été réalisé sur le facteur masse afin de vérifier que les deux lots ne sont pas significativement différents. Avec une plus-value  $p=0,926$ , le test confirme qu'il n'existe pas de différence entre les deux échantillons. Le même test effectué sur les tailles atteste que les deux lots de smolts ne sont pas significativement différents en termes de tailles (Tableau 21). Ce résultat permettra de s'affranchir de la discrimination en deux lots des smolts marqués dans les analyses ultérieures.

Tableau 21 : Résultats du test de Mann-Whitney de comparaison des deux lots des smolts marqués (masses et tailles) lors du suivi de la dévalaison sur la Gartempe en 2019

Test de Mann-Whitney	Masse	Taille
U	1264	1109,5
U (normalisé)	0,093	-0,969
Espérance	1250,000	1250,000
Variance (U)	21021,212	20886,237
p-value (bilatérale)	0,926	0,333
alpha	0,05	0,05

Masse (g)	Observations	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart-type
Lâcher aval	50	47,3	63,4	53,8	4
Lâcher amont	50	46,0	65,0	53,9	5,2
Taille (mm)	Observations	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart-type
Lâcher aval	50	154	178	167,6	5,2
Lâcher amont	50	156	185	168,7	6,3

## 3.5.5. 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 2019. Toutes les analyses et comparaisons ne pouvant pas être développées dans ce rapport global des suivis des poissons migrateurs 2019, l'ensemble sera présenté dans un rapport spécifique à cette étude. De plus, une ou plusieurs années de suivi seront effectués pour compléter ces résultats.

### 3.5.5.1 Régurgitations et mortalités

Un temps d'observation d'environ 2 heures a été réalisé après le marquage et avant le lâcher dans la Gartempe. Durant celui-ci, neuf poissons ont régurgité leur émetteur, ces derniers ont été placés sur de nouveaux individus.

Aucun smolt n'est mort au cours de l'ensemble de l'opération de marquage.

### 3.5.5.2 Devenir des smolts

Au terme du suivi, les 100 smolts marqués ont été classés selon quatre catégories en fonction de leur devenir :

- 🌀 **Smolts déclassés** : ces individus restés entre le point de lâcher et le premier récepteur fixe en aval de celui-ci ont été écartés des calculs afin de ne pas fausser les résultats. Certains d'entre eux ont régurgité leur émetteur (émetteur retrouvé seul). D'autres ont été observés avec leur émetteur sans qu'ils n'aient eu de comportement de dévalaison. Un smolt a été retrouvé mort lacéré sans que la cause de cette mort n'ait été identifiée ;
- 🌀 **Smolts immobiles** : les suivis ont permis de détecter ces poissons à plusieurs reprises au même endroit (au moins deux détections sur deux jours au même endroit) ;
- 🌀 **Smolts non retrouvés** : ces smolts n'ont pas été détectés par les récepteurs fixes situés en aval de leur dernière position connue. Afin de tenir compte de la durée de vie de la batterie, le niveau de batterie nécessaire pour que chaque smolt soit détecté par le récepteur fixe situé en aval de sa dernière position a été estimé à partir de la dernière localisation du poisson concerné, de la vitesse minimum nécessaire pour parcourir le tronçon ainsi que des données de durée de vie de la batterie fournies par le constructeur.  
Ainsi, les smolts non retrouvés ont été classés selon deux sous-catégories :
  - en « fin de batterie de l'émetteur » : smolts dont l'émetteur avait un niveau de batterie inférieur à 30 % de la charge totale. Ces individus ne sont pas pris en compte pour l'analyse des pertes en ligne ;
  - en « retards anormaux » : smolts dont l'émetteur avait un niveau de batterie supérieur à 30 % de la charge totale et qui auraient donc pu être détectés.
- 🌀 **Smolts détectés à Nalliers**, dernier récepteur fixe positionné sur la Gartempe.



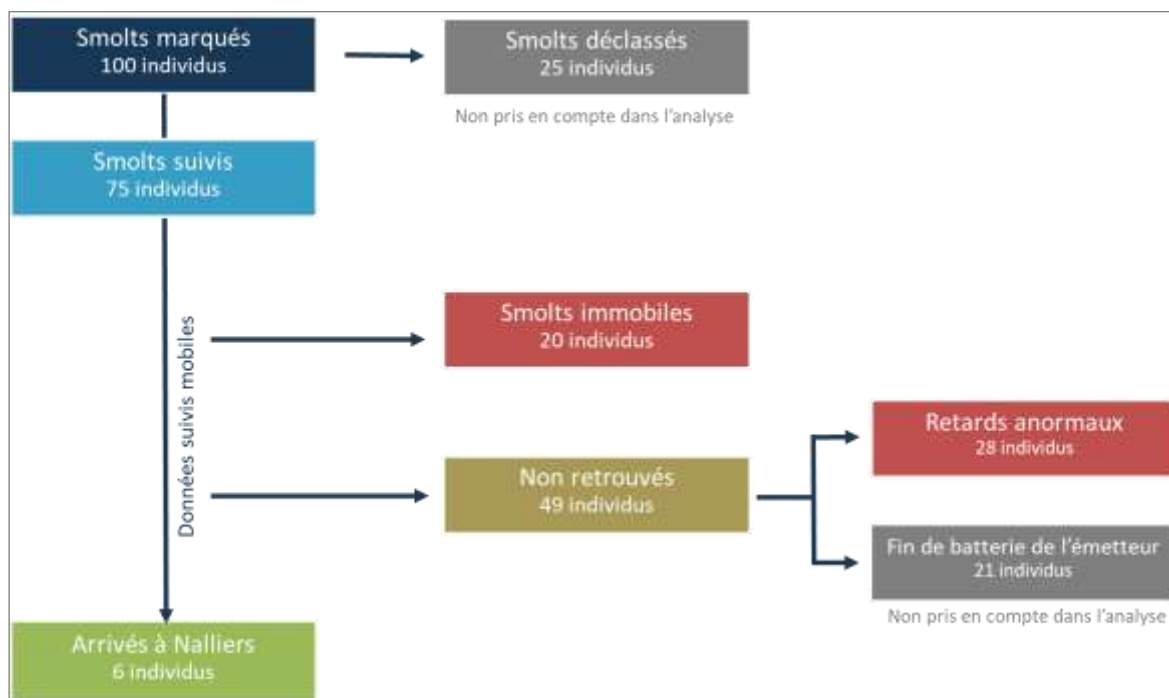


Figure 84 : Devenir par catégories des smolts suivis en dévalaison sur la Gartempe en 2019

Ainsi, **25 smolts ont été déclassés** (12 après le premier lâcher et 13 après le second lâcher), ce qui porte le nombre de poissons pris en compte dans les résultats à 75.

**20 smolts ont été détectés en immobilité et 2 d'entre eux ont été retrouvés morts. 49 poissons n'ont pas été retrouvés** dont 21 pour lesquels il est probable que le niveau de batterie de leur émetteur n'était pas suffisant pour qu'ils soient détectés en aval.

**6 individus ont été détectés à Nalliers**, dernier récepteur fixe positionné sur la Gartempe. Ces 6 smolts ont tous été marqués et lâchés à Reculat (Darnac) et ont donc effectué un parcours d'au moins 51,8 km. L'un de ces individus a également été détecté par le récepteur fixe positionné à Descartes sur la Creuse, soit à 108,4 km de son point de lâcher.

### 3.5.5.3 Pertes en ligne

L'objectif principal de ce suivi est d'estimer la perte de smolts leur de leur dévalaison sur l'axe, soit le nombre de smolts qui n'arrivent pas au point aval de suivi par rapport au nombre de smolts suivis.

Le calcul de « perte en ligne » a été effectué :

- 🔄 Par tronçon, soit le linéaire séparant deux récepteurs fixes permettant le pointage du passage de smolts,
- 🔄 Par effet cumulé : ce calcul tient compte de l'ensemble des pertes sur le linéaire total suivi.

Les calculs de pertes incluent les smolts retrouvés immobiles ou morts ainsi que les smolts non retrouvés mais dont l'émetteur avait une batterie suffisamment chargée pour qu'ils soient détectés au point situé en aval de leur dernière localisation.

#### Pertes sur l'axe

La perte globale cumulée sur le linéaire étudié jusqu'au récepteur de Nalliers, soit 119 km, s'élève à **94,5 %**, soit moins de six smolts en dévalaison sur cent ont été détectés au dernier récepteur fixe

positionné sur la Gartempe. Un individu, soit 1,3 % des smolts suivis, a été détecté au récepteur fixe installé au niveau de l'ouvrage de Descartes sur la Creuse, après un parcours de 97,5 km.

Les causes des pertes ne sont pas identifiées à la fois concernant les 20 smolts détectés immobiles ainsi que les 28 smolts n'ayant pas été retrouvés alors que la batterie des émetteurs était encore viable. Seuls 2 smolts parmi les individus immobiles ont été retrouvés morts après avoir été détectés dans le canal de fuite de l'usine de Puychaud avec des blessures probablement dues au passage dans des turbines (Figure 85). Concernant les autres poissons, plusieurs hypothèses peuvent être avancées : régurgitation ou impact de l'émetteur, prédation, pêche illicite, mortalités non naturelles (turbines, blessures).



Figure 85 : Smolt retrouvé mort en aval d'une usine hydroélectrique après avoir été détecté dans le canal de fuite lors du suivi par radiopistage sur la Gartempe en 2019

#### Pertes par tronçons

Les pertes observées par tronçon varient de 5,4 à 56,7 % avec une moyenne de 26,9 % +/-18 (médiane : 21,9 %). Parmi les neuf tronçons formés par les récepteurs fixes, quatre affichent une perte supérieure à 1 smolt sur 4 (Figure 86 et Figure 87).

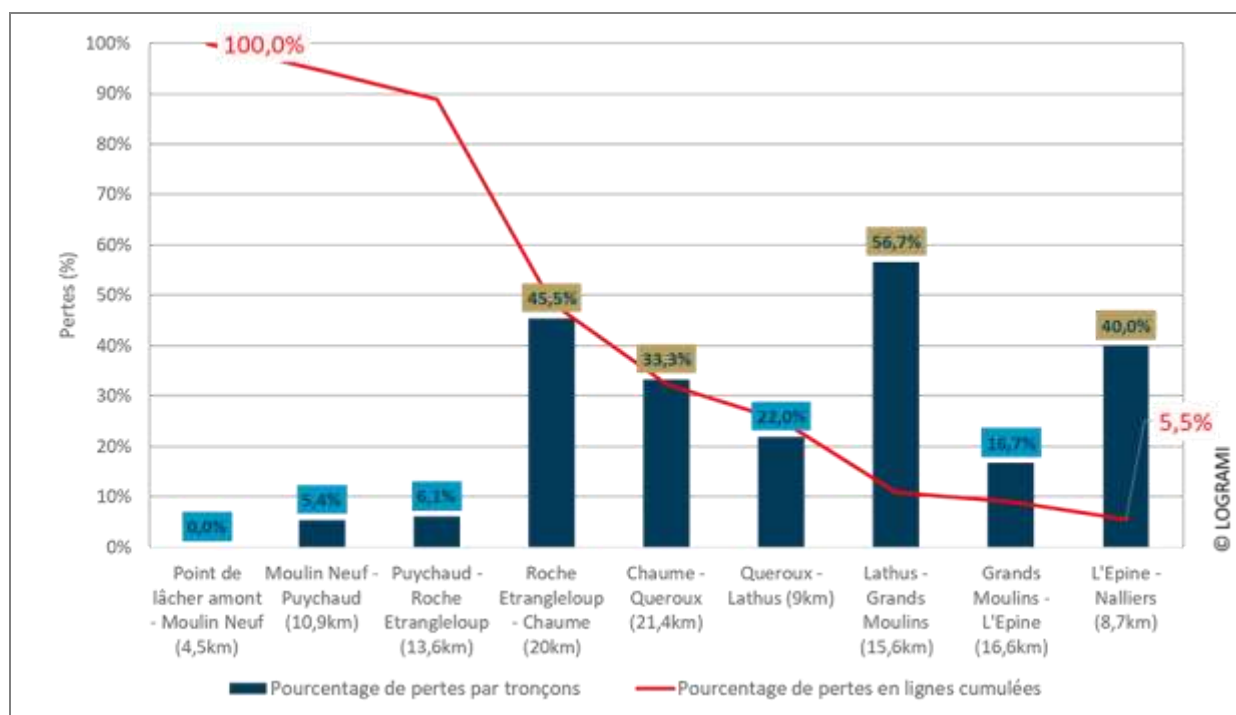


Figure 86 : Pertes globale en pourcentage de smolts sur l'axe et par tronçons lors du suivi de la dévalaison des smolts sur la Gartempe en 2019

Le tronçon affichant le plus de pertes sur 30 smolts est le secteur allant de Lathus-Saint-Rémy à l'amont des Grands Moulins, avec un linéaire de 15,6 km allant du PK 66,6 au PK 51. Il est situé dans le département de la Vienne, en partie amont du linéaire traversant le département. La Gartempe dans ce secteur présente un cours rapide et chaotique sur une partie de son linéaire, appelé le Roc d'Enfer. Elle est jalonnée par cinq seuils de moulins et un seuil d'usine hydroélectrique. Un autre seuil situé environ 370 m en amont du tronçon est équipé de turbines Francis pour les besoins d'une minoterie. Sur ce secteur, 3 smolts ont été classés immobiles, dont un en aval direct de l'usine hydroélectrique et deux moins d'un kilomètre en aval de la minoterie. Par ailleurs, 14 poissons n'ont pas été retrouvés.

Avec un taux de 45,5 %, le secteur allant de l'usine hydroélectrique de Roche Etrangleloup à l'amont de l'usine hydroélectrique de Chaume présente un pourcentage de perte également élevé calculé sur 22 individus. Ce secteur situé en Haute-Vienne couvre un linéaire de 20 km du PK 117 au PK 97. Neuf ouvrages y sont répartis dont 3 usines hydroélectriques en fonctionnement au moment de l'étude. Sur ce tronçon, trois individus ont été détectés immobiles lors du suivi. Sept smolts n'ont pas été retrouvés.

Le troisième secteur présentant le plus de pertes par ordre décroissant est celui allant de l'usine hydroélectrique de L'Epine à l'amont de l'usine hydroélectrique de Nalliers (40 %, calculé sur 10 individus). Il se situe dans le département de la Vienne entre le PK 34,4 et le PK 25,7 formant un linéaire de 8,7 km. Ce secteur présente donc le pourcentage de perte au kilomètre de cours d'eau le plus élevé (4,6 %). La totalité des pertes sur ce secteur est imputable à quatre smolts classés immobiles lors du suivi.

Le tronçon de cours d'eau situé entre l'usine hydroélectrique de Chaume et l'amont de l'usine hydroélectrique de Quéroux affiche un taux de perte de smolts de 33,3 %. Ce secteur, situé en Haute-Vienne sur la moyenne Gartempe, est long de 21,4 km (PK 97 au PK 75,6) et présente huit ouvrages dont deux usines hydroélectriques. Le taux de perte est calculé sur 6 individus seulement, ce secteur constituant le dernier tronçon de la partie suivie avec les poissons issus du lâcher amont, les smolts issus du lâcher aval ayant été considérés pour les calculs à partir du tronçon suivant (Quéroux-Lathus). Sur ce tronçon, un smolt a été classé immobile et un autre n'a pas été retrouvé.

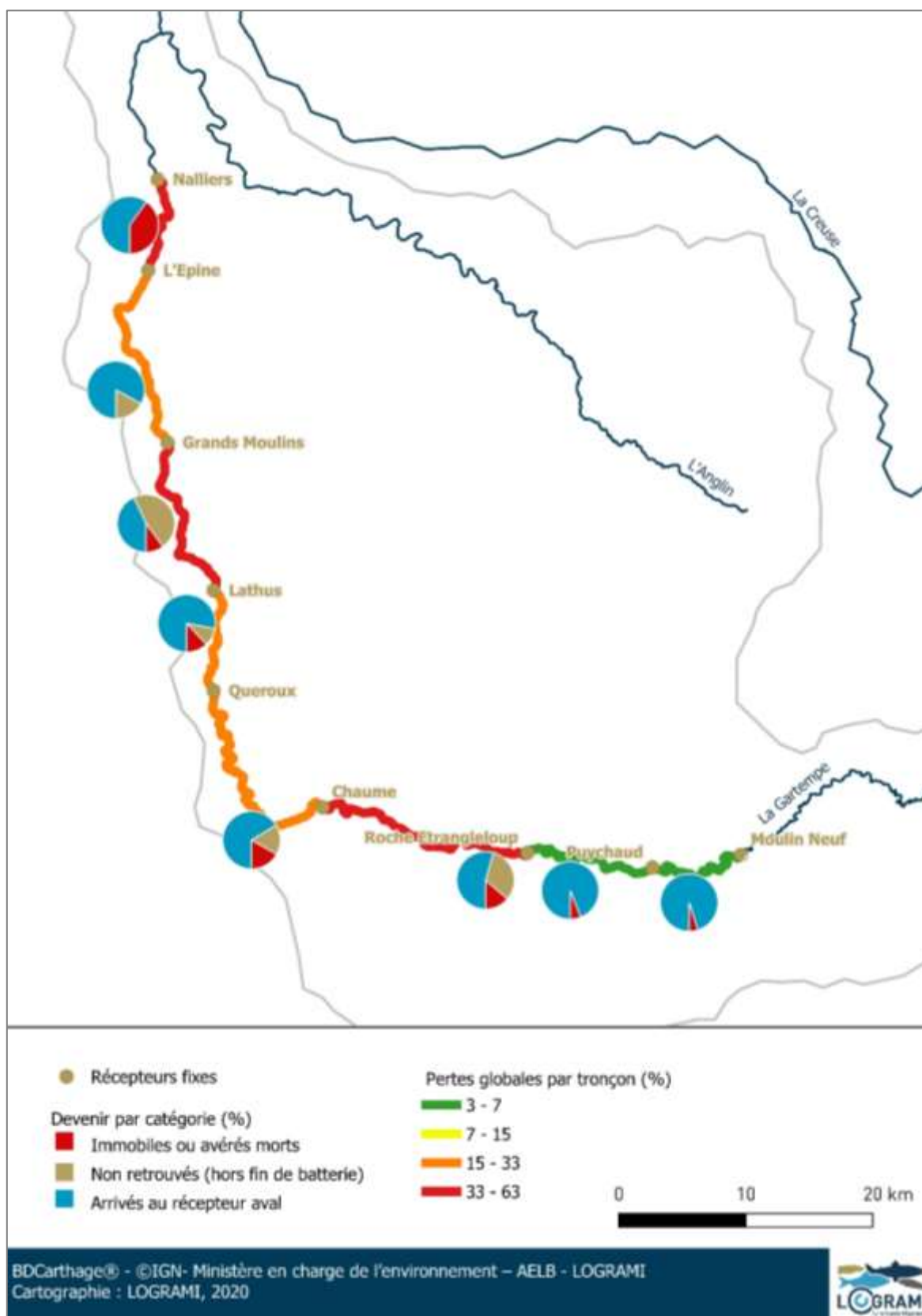


Figure 87 : Pertes globales et devenir des smolts par catégorie, par tronçon de cours d'eau étudié, lors du suivi de la dévalaison sur la Gartempe en 2019

### 3.5.5.4 Temps de passage

Cette étude ne visait pas spécifiquement l'analyse des retards au niveau des ouvrages. Néanmoins, les données recueillies grâce aux récepteurs fixes ont permis de calculer les temps de passage des smolts, correspondant, pour un individu donné, à la différence entre les horaires de première et de dernière détection dans la zone de réception.

Les temps de passage ont été calculés **au niveau des neuf récepteurs fixes installés sur la Gartempe** comprenant 8 ouvrages ou seuils et une zone libre (Lathus-Saint-Rémy). Les passages des individus classés en « Smolts immobiles » ont été retirés du jeu de données pour ces calculs.

Les données issues du premier et du second lâcher n'ont pas été séparées pour donner une tendance sur les trois semaines de suivi.

Ainsi, les temps de passage médians varient, selon les récepteurs fixes, **entre 0,19 h** (moyenne : 12,4 h +/-42,9), soit 11,5 min, **à Lathus et 13,7 h à Moulin Neuf** (moyenne : 35,9 h +/- 43,4) (Figure 88).

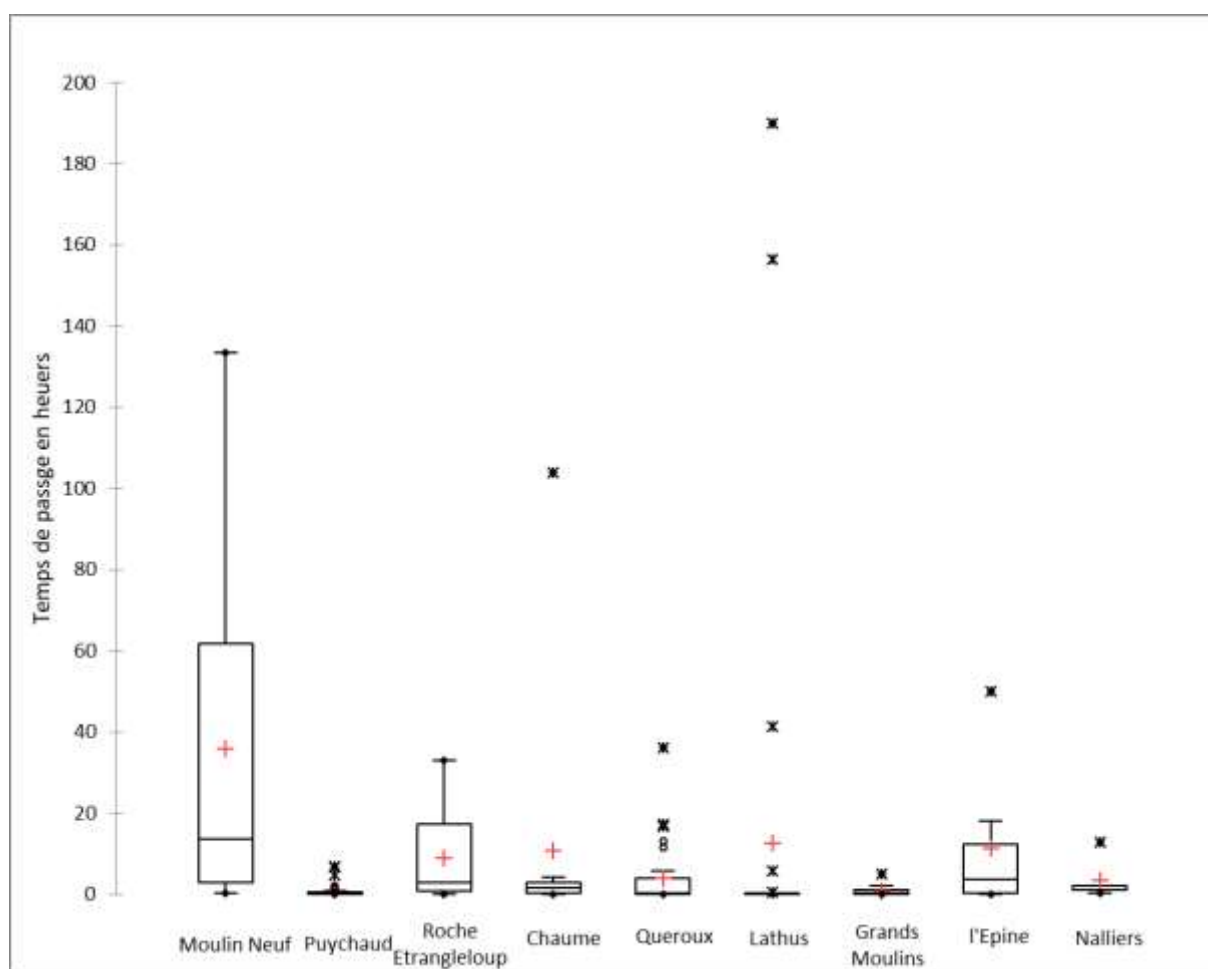
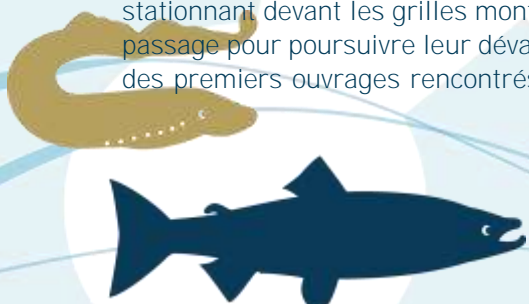


Figure 88 : Temps de passages en heures des smolts enregistrés par neuf récepteurs fixes (de l'amont vers l'aval) lors du suivi de la dévalaison sur la Gartempe en 2019

Le temps médian de passage des smolts le plus bas est logiquement obtenu à Lathus-Saint-Rémy où le récepteur fixe était placé **sur une portion de cours d'eau dépourvue d'ouvrage**. Le temps médian le plus élevé est observé à Moulin Neuf. Au niveau de cet ouvrage, des observations de smolts stationnant devant les grilles montrent que ceux-ci ont d'importantes difficultés à trouver une voie de passage pour poursuivre leur dévalaison. Ces temps de retard sont conséquents alors qu'il s'agit d'un des premiers ouvrages rencontrés par les juvéniles dévalant depuis les zones de grossissement se



situant dans la partie creusoise de la Gartempe. Il paraît évident que le système actuel n'est pas adapté pour la dévalaison des poissons. L'usine hydroélectrique de Moulin Neuf a fait l'objet d'une étude en 2019 afin de réaliser les aménagements nécessaires au rétablissement de la continuité écologique.

Au niveau des autres récepteurs fixes, les temps médians observés aux usines hydroélectriques de l'Epine et Roche Etrangleloup sont respectivement de 3,8 h (moyenne : 11,3 h +/-18,2) et 2,9 h (moyenne : 8,8 h +/-10,6). L'usine hydroélectrique de l'Epine n'est pas équipée d'un système de dévalaison, ce qui peut expliquer un temps médian de passage relativement élevé. Les grilles existantes à écartement inter barreaux respectifs de 4 et 8 cm ont par contre probablement favorisé un passage par les chambres des turbines plus rapide que sur d'autres sites (comme celui de La Roche Etrangleloup équipée d'un système de dévalaison par exemple).

Les autres sites (Puychaud, Chaume, Quéroux, Grands Moulins et Nalliers) enregistrent des temps de passages médians variant de 0,2 à 1,6 h. Parmi ceux-ci, Puychaud est une usine hydroélectrique équipée d'un système récent de dévalaison, Grand Moulins est un ouvrage sans production hydroélectrique. Chaume, Quéroux et Nalliers sont des sites de production hydroélectrique non équipés de systèmes de dévalaison récents.

### 3.5.5.5 Vitesses de dévalaison

Comme pour les pertes, les calculs de vitesse de dévalaison ont été réalisés à la fois sur la totalité du linéaire suivi et par tronçons en tenant compte indépendamment des smolts issus des deux lâchers. Les données issues des individus classés immobiles ou retrouvés morts n'ont pas été considérées dans l'analyse.

#### Vitesses sur le parcours

La vitesse moyenne de migration sur le linéaire étudié est la vitesse calculée entre le point de lâcher et le récepteur fixe le plus aval atteint par chaque poisson. Les données de 73 poissons ont été prises en compte dans ce calcul (25 smolts ont été déclassés et 2 individus n'ont pas atteint de récepteur fixe). La vitesse moyenne obtenue est de **10,4 km/j +/-8,3, soit 400 m/h** (médiane : 7,0 km/j) avec un maximum de 32,2 km/j et un minimum de 1,2 km/j.

#### Vitesses par tronçons

Les vitesses par tronçons ont été calculées entre l'arrivée à un récepteur fixe (comprenant le temps de franchissement de la zone de réception) et l'arrivée au prochain récepteur fixe aval. 137 données de vitesses de migration entre récepteurs fixes ont été obtenues. La vitesse moyenne par tronçon est de **13,9 km/j +/-12,1** (médiane : 9,6 km/j ; minimum : 1,3 km/j, maximum : 48,8 km/j) (Figure 89).

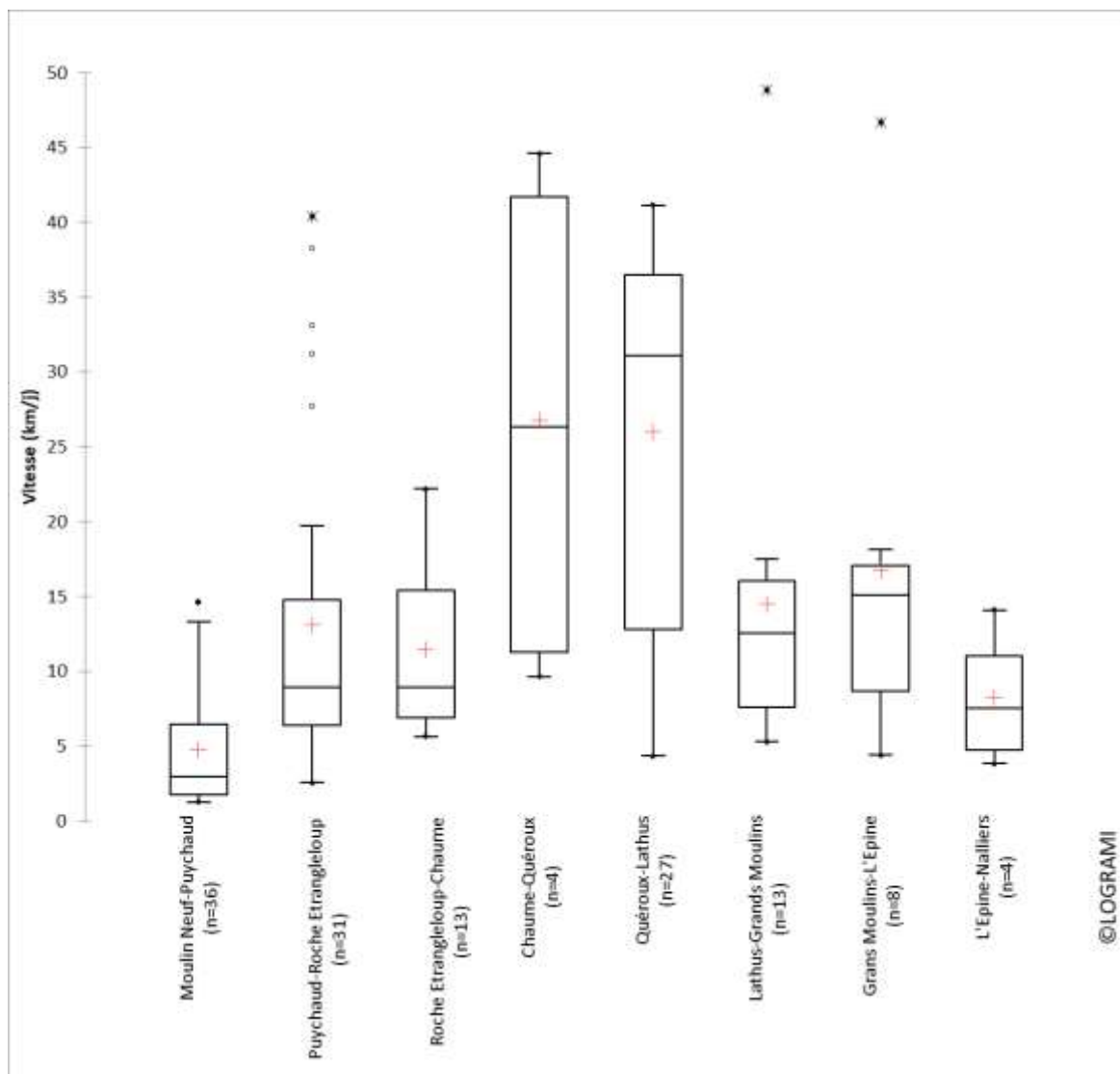


Figure 89 : Vitesses de dévalaison par tronçon entre deux récepteurs fixes des smolts suivis sur la Gartempe en 2019 (n = 137)

Les vitesses varient entre 4,8 km/j +/-4 (médiane : 3,0 km/j) et 26,7 km/j +/-18,5 (médiane : 26,3 km/j). C'est sur le tronçon Moulin Neuf-Puychaud que la vitesse moyenne enregistrée est la moins élevée. Ce résultat est influencé par les temps de passages élevés observés à Moulin Neuf (cf. § 3.5.5.4). Il est également à mettre en relation avec les faibles débits de la Gartempe le jour du lâcher de smolts en amont ainsi que les jours qui ont suivi (cf. § 3.5.3.2).

Les vitesses moyennes les plus élevées sont obtenues sur les tronçons de Chaume-Quérroux (26,7 km/j) et Quérroux-Lathus (26,0 km/j +/-12,6 ; médiane : 31,1 km/j). Le premier constitue la fin de parcours des smolts du lâcher amont et la majorité des smolts suivis sur ce tronçon l'ont été à partir du 21 avril, date à laquelle les débits ont amorcé une augmentation.

### 3.5.6. Conclusion

Après avoir étudié la dévalaison au niveau de quatre ouvrages hydroélectriques en 2017 et 2018, l'étude réalisée en 2019 avait pour objectif de suivre la dévalaison des smolts sur la Gartempe et d'estimer la perte sur un linéaire de 119 km, constituant la majeure partie du linéaire de dévalaison possible sur cet axe. Ainsi, 100 smolts ont été marqués à l'aide de radios émetteurs en deux lots et lâchés en deux points de la Gartempe. Dix récepteurs fixes de radio télémétrie ont permis de surveiller le passage des smolts

et ainsi connaître le nombre de smolts arrivés au niveau de chaque point de contrôle. Un suivi mobile a permis de compléter le dispositif.

L'étude s'est déroulée dans des conditions de débits faibles au regard des débits moyens de référence à la même période, soit le mois d'avril. Les températures de l'eau ont été en revanche favorables à la dévalaison des smolts selon la bibliographie, variant de 8,9 et 17,3 °C à Châteauponsac durant l'étude.

75 poissons ayant un comportement de dévalaison sur les 100 smolts marqués ont pu être suivis. Parmi eux, des individus sont restés immobiles dont deux d'entre eux en raison d'une mort avérée. Une partie importante des smolts (37%) n'a pas été retrouvée en suivi mobile ou détectée par le réseau de récepteurs fixes. Les hypothèses de disparition pourraient être liées à une prédation ou à des mortalités d'origines anthropiques (capture, mortalité dans les turbines). Sur le linéaire étudié de la Gartempe, 16 usines hydroélectriques sont implantées dont 12 étaient en fonctionnement au moment de l'étude. Parmi celles-ci, seules 3 usines sont équipées de système récents d'aide à la dévalaison comprenant des grilles d'évitement des turbines avec un entrefer de 20 mm (espacement maximum recommandé pour les smolts ; COURRET et LARINER, 2008). Lorsque les poissons s'engagent dans la chambre des turbines, les mortalités induites par celles-ci sur les juvéniles de salmonidés varient entre 5 et 90 % pour les turbines de type Francis et entre 5 et 20 % pour les turbines Kaplan (LARINIER et TRAVADE, 1999).

Ce suivi a permis également d'étudier les temps de passage au niveau des ouvrages sur lesquels un récepteur fixe était installé. **Les temps de passages médians varient entre 0,19 heure, soit 11,5 minutes, et 13,7 heures.** Ces résultats sont conformes aux données de la bibliographie concernant les retards engendrés par la présence d'ouvrages hydroélectriques sur l'axe migratoire des smolts en dévalaison (NYQVIST D. et al., 2017, MCCORMICK et al., 1998).

La vitesse moyenne de migration sur le linéaire étudié comprenant le passage par les ouvrages est de 10,4 km/j +/-8,3, soit 400 m/h (médiane : 7,0 km/j). La vitesse moyenne est très variable selon les tronçons et les débits au moment des passages des smolts dans les différents secteurs étudiés. Il est difficile de comparer ces valeurs à d'autres études, la vitesse de migration des smolts variant considérablement en fonction de multiples paramètres. A titre indicatif, THORSTAD et al. (2012) relatent des vitesses allant de 0,2 à 60 km/j sur un fjord norvégien tandis que BACH et al. (2008) rapportent des vitesses moyennes de dévalaison allant de 25,9 km/j à 83,9 km/j selon les secteurs sur l'Allier. Plus récemment, LOTHIAN et al. (2017) ont calculé des vitesses de migration de 5 km/j sur un petit cours d'eau écossais de taille comparable à la Gartempe.

Pour autant, avec une vitesse comprise entre 4,8 km/j +/-4 (médiane : 3,0 km/j) et 26,7 km/j +/-18,5 (médiane : 26,3 km/j) au moment de l'étude sur la Gartempe en 2019, les smolts auraient dévalé les 119 km du secteur sur une période de 4 à 21 jours. Cette estimation est en adéquation avec les suivis historiques du CSP démontrant une période de dévalaison qui s'étend de mars à juin (95 jours), avec 90% de la migration effectuée entre le 27 mars et le 4 mai (39 jours).

**In fine, la perte globale des smolts à la dévalaison s'élève à 94,5 % sur les 119 km étudiés de l'axe Gartempe.** Ces pertes intègrent à la fois les mortalités naturelles par prédation mais également anthropiques dont la pêche illicite et l'hydroélectricité. Cette dernière catégorie de perte a fait l'objet d'une autre étude (BRIAND et al., 2015) qui estime à 36,7% la mortalité des smolts due aux turbines sur l'ensemble de l'axe Gartempe. Les résultats montrent que les pertes entre tronçons (de récepteur fixe à récepteur fixe) varient de 5,4 à 56,7 % avec une moyenne de 26,9 % +/- 18 (médiane : 21,9 %). Quatre tronçons présentent des pertes supérieures à 30 % qu'il semble nécessaire d'investiguer.

Ainsi, cette étude permet de mieux appréhender la dynamique migratoire qui s'opère sur cet axe et pose la réflexion sur des secteurs et des ouvrages potentiellement problématiques pour la dévalaison. Il est indéniable que plusieurs années d'étude s'imposent tant sur la validation des résultats que sur l'approfondissement des pertes en ligne. A terme, les résultats sont également susceptibles d'accompagner les gestionnaires d'ouvrages dans la définition d'un protocole d'arrêt de turbinage dans l'attente de la mise aux normes par l'équipement à la dévalaison.



## 3.6. Conclusion sur les conditions environnementales et l'accessibilité

L'activité migratoire des poissons est notamment conditionnée par les débits et la température de l'eau. En 2019, l'hydrologie particulièrement faible en début d'année et au printemps a été défavorable et limitante pour la migration de l'ensemble des espèces amphihalines. En revanche, de forts débits ont été constatés à la fin de l'année. Les crues biennales de l'Allier et de la Loire à la fin des mois de novembre et décembre ont pu avoir des conséquences sur l'activité de reproduction du saumon. Côté températures, le réseau mis en place par LOGRAMI permet d'attester d'un réchauffement rapide et continu de l'eau au printemps qui a avancé les « fenêtres optimales » en termes de température pour la migration des géniteurs. Ces dernières ont été écourtées pour les saumons et étendues pour les aloses et les lamproies. De plus, la précocité de la canicule semble avoir causé une grave mortalité estivale des géniteurs de saumons.

Outre les conditions environnementales, l'aménagement des cours d'eau est un facteur déterminant pour la migration des poissons migrateurs et l'accès aux zones de reproduction. Comme en 2018, et malgré les études réalisées pour le rétablissement de la continuité écologique sur les axes du bassin de la Vienne, aucun aménagement ou arasement n'a été réalisé en 2019. Sur le secteur de l'Allier amont, deux ouvrages ont été, pour l'un détruit par la crue, pour l'autre arasé. Par ailleurs, les informations du Réseau d'Obstacles à l'Écoulement (ROE) révèlent que moins de 10 % des ouvrages hydroélectriques implantés sur les cours d'eau à migrateurs du bassin de la Loire sont équipés de systèmes de dévalaison répondant aux exigences actuelles.

Le front de colonisation des aloses se situe au niveau des stations de comptage d'entrée d'axe, soit à Châtellerault sur la Vienne, Descartes sur la Creuse, Tours sur le Cher où une alose a été capturée lors d'une vidange et Vichy sur l'Allier. Sur la Loire, les aloses semblent avoir dépassé Decize, située à 580 km de l'estuaire, où 176 individus en montaison ont été comptabilisés.

Concernant la lamproie marine, compte tenu des très faibles effectifs comptabilisés aux stations de comptage (20 lamproies sur le bassin de la Loire comptées sur le bassin de la Vienne), le front de colonisation sur la Loire ne peut être établi avec certitude que jusqu'à la confluence avec la Vienne (à 200 km de l'estuaire). Sur le bassin de la Vienne, les fronts de colonisation considérés sont au niveau de Châtellerault sur la Vienne et Descartes sur la Creuse. Malgré des prospections, aucun nid de lamproie marine n'a été observé sur le Cher.

Concernant la reproduction du saumon atlantique, aucune prospection n'a pu être réalisée compte tenu des forts débits enregistrés en fin d'année 2019 sur la Gartempe et la Creuse. Au vu des effectifs comptabilisés à Descartes, des très faibles débits enregistrés durant la période de migration et des nombreux seuils à franchir en montaison, il est fortement probable qu'aucun saumon n'ait pu rejoindre les zones de reproduction sur ce sous-bassin. Sur l'Allier et ses affluents, les survols programmés de l'Alagnon, de l'Allier, de la Dore et de la Sioule, ont été dû être annulés à cause des conditions hydrologiques. Néanmoins, plusieurs prospections à pied ainsi que les observations réalisées pendant le suivi des saumons adultes par radiopistage sur le haut-Allier ont permis de déterminer les zones principales de reproduction et les fronts de colonisation. Les débits favorables de l'automne 2019 ont favorisé la progression des poissons sur l'Allier et la majorité des saumons semble s'être reproduit en amont de Brioude. Ce constat semble valider la relation établie entre les débits à l'automne et la répartition des frayères de saumons sur l'Allier. Ainsi, l'Allier a été colonisé jusqu'à la confluence de l'Espezonnette à 925 m d'altitude et 967 km de la mer. La Sioule jusqu'à Queuille, l'aval de l'Alagnon, de la Desges et de la Dore ont également été colonisés par le saumon en 2019. Enfin, une analyse



rétrospective permet de montrer l'impact des différents aménagements et modalités de gestion sur l'évolution historique du front de colonisation du saumon sur l'Allier. Aussi, l'aménagement de l'ouvrage de Poutès à venir réalisé notamment par une ouverture de 91 jours est susceptible de modifier la répartition des frayères vers l'amont par ce processus de colonisation naturelle déjà constaté.

Le front de colonisation des anguilles ne peut être déterminé par les comptages aux stations de comptage, celles-ci se situant trop en val sur les axes. Néanmoins, les résultats sur l'ensemble des stations témoignent de la présence d'anguilles jaunes et en dévalaison. Il est intéressant de noter que l'anguille est très régulièrement observée au niveau de Poutès sur l'Allier, station de comptage la plus apicale du bassin versant située à 879 km de l'estuaire.

Comme pour l'anguille, il n'existe pas de suivi spécifique du front de colonisation des mulets porcs en migration de montaison. Néanmoins, les stations de comptage permettent d'établir une carte du front minimum de colonisation sur les principaux axes du bassin de la Loire. Le mulot porc est ainsi comptabilisé chaque année aux stations du bassin de la Vienne (Châtelleraut et Descartes). En 2019, il a également été observé sur l'aval du Cher. En revanche, il n'a pas été observé sur l'amont du bassin.

En 2019, un suivi de la migration de saumons adultes réalisé par le bureau d'études SCIMABIO Interface sur l'Allier en amont de Vichy a permis d'évaluer, à la demande de l'Etat, l'efficacité des travaux de rétablissement de la continuité écologique effectués par Vinci Autoroutes sur le seuil de l'A89 en 2017. Afin d'optimiser le marquage de ces poissons en termes d'informations, LOGRAMI a proposé de porter un suivi complémentaire et d'étendre le suivi des déplacements des saumons au-delà de la zone étudiée par le bureau d'études, soit jusqu'aux zones de frayères (270 km). Ce suivi par radiopistage de saumons sur l'Allier en 2019 se base sur un échantillon de 24 saumons capturés à Vichy, représentatif de la population comptabilisée à la station de comptage. Les saumons arrivés plus tôt ont plus de temps pour rejoindre les zones favorables à la survie. Pour autant, certains individus réussissent à franchir l'intégralité des seuils avec des vitesses de migrations élevées comparées au début de la période. Lors de cette migration printanière, en se référant au temps médian de franchissement des 7 ouvrages suivis, il semblerait que les barrages de Langeac (84h) et de la Bageasse (6h20) ont été les plus pénalisants. Les conditions de températures et de débits de cette année 2019 ont été très particulières. Le gradient de survie aval-amont observé en 2009 est confirmé. Ainsi, alors qu'aucun saumon n'a survécu entre Vichy et Pont du Château, l'intégralité des saumons marqués montre 100 % de survie en amont du barrage de La Bageasse. La vitesse de migration des saumons au printemps et à l'automne dépend des conditions de débit. Cependant, les vitesses de migrations automnales semblent plus faibles qu'au printemps. Concernant les temps de franchissement des ouvrages, bien que les effectifs pris en compte soient plus faibles qu'à l'automne, il semblerait que les saumons ont mis plus de temps à franchir ces ouvrages à l'automne qu'au printemps. L'étude de suivi par radiopistage de 2019 a également permis de préciser le nombre de saumons passés à Poutès portant l'estimation entre 31 et 41 individus contre 21 comptés à l'ascenseur. Enfin, d'autres informations importantes ont été recueillies durant cette étude. Pour exemple, la part non négligeable de saumons dévalant l'Allier après la période de reproduction pour rejoindre la mer.

Après avoir étudié la dévalaison au niveau de quatre ouvrages hydroélectriques de la Gartempe en 2017 et 2018, l'étude réalisée en 2019 avait pour objectif de suivre la dévalaison des smolts et d'estimer la perte sur un linéaire de 119 km. Ainsi, 100 smolts ont été marqués à l'aide de radios émetteurs en deux lots et lâchés en deux points de la Gartempe. 75 poissons ont été suivis grâce à dix récepteurs fixes et en mobile. La perte globale des smolts à la dévalaison s'élève à 94,5 % sur les 119 km étudiés. Ces pertes intègrent à la fois les mortalités naturelles par prédation mais également anthropiques dont la pêche illicite et l'hydroélectricité. Les résultats montrent que les pertes entre tronçons (de récepteur fixe à récepteur fixe) varient de 5,4 à 56,7 % avec une moyenne de 26,9 %. Quatre tronçons présentent des pertes supérieures à 30 % qu'il semble nécessaire d'investiguer lors d'une future campagne. La

vitesse moyenne de migration sur le linéaire étudié comprenant le passage par les ouvrages est de 10,4 km/j +/-8,3, soit 400 m/h (médiane : 7,0 km/j). La vitesse moyenne est très variable selon les tronçons et les débits au moment des passages des smolts dans les différents secteurs étudiés. Pour autant, avec les vitesses observées au moment de l'étude, les smolts auraient dévalé les 119 km du secteur sur une période de 4 à 21 jours. Cette estimation est en adéquation avec les suivis historiques du CSP démontrant une période de dévalaison qui s'étend de mars à juin (95 jours), avec 90% de la migration effectuée entre le 27 mars et le 4 mai (39 jours).



# 4. Les migrations des poissons migrateurs amphihalins

## 4.1. Contexte de l'étude des processus migratoires

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.

L'objectif est de connaître les périodes de migration des différentes composantes des populations et l'impact à la fois des conditions environnementales dites « naturelles » ou impactées par les activités humaines et des ouvrages transversaux. Ces éléments doivent être pris en compte pour permettre aux gestionnaires :

- d'adapter si besoin les périodes de prélèvements sur certaines espèces,
- d'adapter la gestion des ressources en eau aux exigences des poissons migrateurs amphihalins dans le cadre des SAGE,
- d'adapter le choix en matière d'aménagement des ouvrages transversaux et de modalités d'aménagement et d'entretien des dispositifs de franchissement (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.

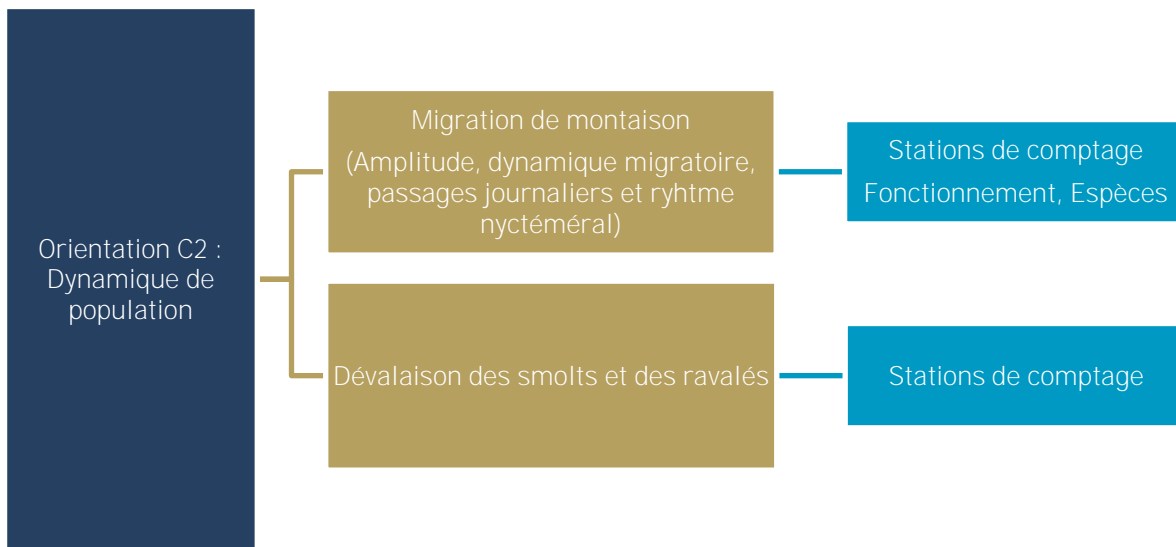


Figure 90 : Dendrogramme des actions menées dans le cadre de l'orientation C2 : Dynamique de population (Source LOGRAMI)

## 4.2. 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.

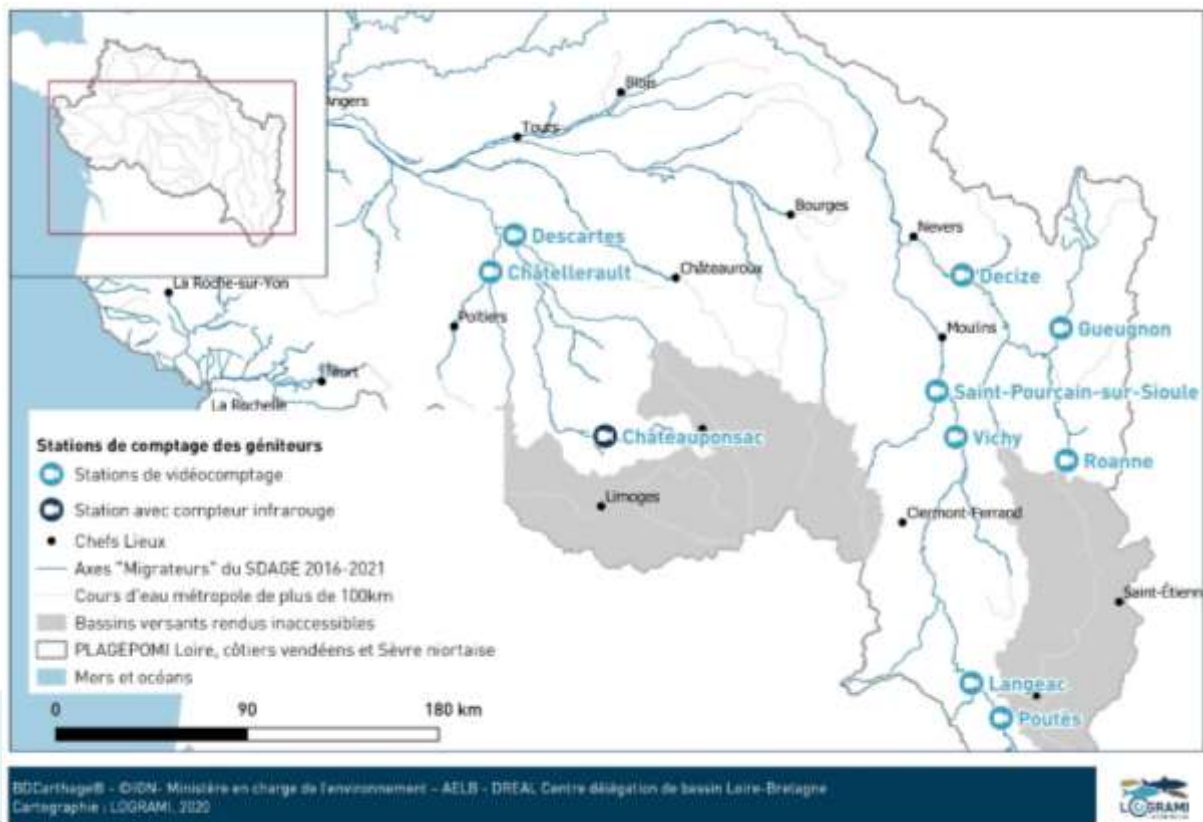


Figure 91 : Répartition des stations de comptage des poissons sur le bassin de la Loire en 2019

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.

Quatre 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 92 : Chronologie de la création des stations de comptage sur le bassin de la Loire (Source : LOGRAMI)

Hormis pour les stations de Poutès et de Châteauponsac, l'association LOGRAMI utilise le Système de Surveillance Informatisé des Passes à Poissons (SYSIPAP) développé par Michel Cattoen de l'ENSEEHT de Toulouse. Ce système est doté d'un logiciel d'acquisition vidéo (WSEQ32 version 5.4) ainsi que d'un logiciel de dépouillement permettant le comptage des poissons (WPOIS32 version 5.6). 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 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 montaison, une courte séquence vidéo du passage est réalisée. La visualisation des silhouettes ainsi que des vidéos permet d'identifier et de compter les espèces présentes.

## 4.2.1. Fonctionnement des passes à poissons en 2019

Les dispositifs de franchissement doivent être fonctionnels toute l'année. Ainsi, les passes à poissons doivent totaliser 8 760 heures de fonctionnement (365 jours 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 22).

Tableau 22 : Récapitulatif des périodes de mise en eau des passes à poissons du bassin de la Loire en 2019 (Sources : LOGRAMI)

Passe à poissons	Période de fonctionnement	Durée de mise en eau de la passe
Descartes	01/01/2019 au 31/01/2019 04/02/2019 au 14/11/2019 19/11/2019 au 25/11/2019 27/11/2019 au 31/12/2019	96,6 %
Châtellerault	01/01/2019 au 31/12/2019	99,8 %
Châteauponsac	01/01/2019 au 31/12/2019	100 %
St Pourçain sur Sioule	01/01/2019 au 31/12/2019	99,9 %
Vichy (RD et RG)	26/01/2019 au 23/11/2019 04/12/2019 au 14/12/2019 18/12/2019 au 21/12/2019	70,7 %
Langeac Usine (RG)	10/01/2019 au 05/09/2019 14/09/2019 au 22/10/2019 01/11/2019 au 31/12/2019	92,3 %
Langeac Barrage (RD)	01/01/2019 au 31/12/2019	99,9 %
Poutès (1)	01/01/2019 au 08/02/2019 09/10/2019 au 21/11/2019 29/11/2019 au 19/12/2019	60,8 %
Decize	09/01/2019 au 05/02/2019 19/02/2019 au 23/11/2019	83,8 %
Gueugnon	01/01/2019 au 31/12/2019	99,7 %
Roanne	01/01/2019 au 31/12/2019	99,9 %

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

## 4.2.1.1 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 ont été constatés à plusieurs reprises avec un niveau d'eau trop faible et donc une sous-alimentation des dispositifs (Figure 93).**

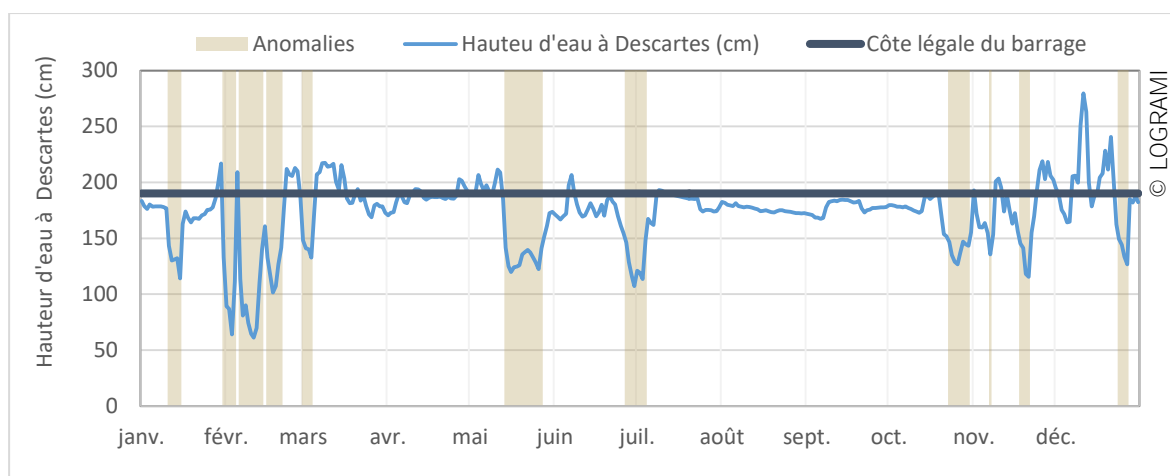


Figure 93 : Niveau d'eau de la retenue de Descartes en comparaison avec la côte légale du barrage (Source hydro : SPCVCA – Centre de Poitiers / Hydro – MEDD/DE)

Le niveau des clapets était auparavant géré par un automate. Durant l'année 2017, cet automate est tombé en panne et n'a pas été remplacé. La régulation est donc devenue manuelle avec le passage d'un agent sur site deux fois par semaine. Lors de fortes variations de débits, entre deux calages manuels, les dispositifs de franchissement peuvent être sous-alimentés.

Plusieurs interventions ont eu lieu en début d'année pour réparer puis remplacer un des deux batardeaux situés à proximité de la passe à poissons. Plusieurs poutrelles métalliques ont en effet cédé et entraîné une importante infiltration d'eau. Dans ces conditions, la côte légale ne pouvait plus être maintenue. D'autres interventions sur les clapets ont été nécessaires durant les mois de mai, de juillet et de novembre nécessitant plusieurs jours d'abaissement de la retenue. Ces interventions ont entraîné la fermeture totale de la passe durant plus de 11 jours (Figure 94).

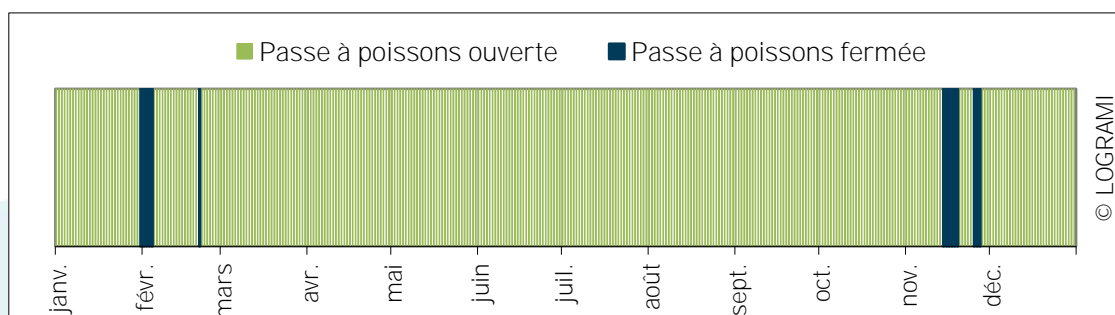


Figure 94 : Périodes de fermeture de la passe à poissons du barrage de Descartes en 2019



De plus, la maintenance du dispositif de comptage et de l'ouvrage a nécessité 17 vidanges de la passe à poissons. Ces vidanges ont entraîné la fermeture de la passe durant environ 28 heures.

### Châtelleraut

La passe a été vidangée à 15 reprises en 2019, 13 d'entre elles ont été réalisées par des agents de LOGRAMI dans le but de nettoyer les vitres de la station et 2 par des agents d'EDF. **Ces vidanges ont rendu l'ouvrage infranchissable durant environ 16 heures.**

### 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.

## 4.2.1.2 Fonctionnement des passes à poissons du bassin de l'Allier

### Saint-Pourçain-Sur-Sioule

En 2019, le nettoyage des vitres a occasionné la fermeture de la passe à poissons de l'usine à 11 reprises cumulant 4h55.

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

### Vichy

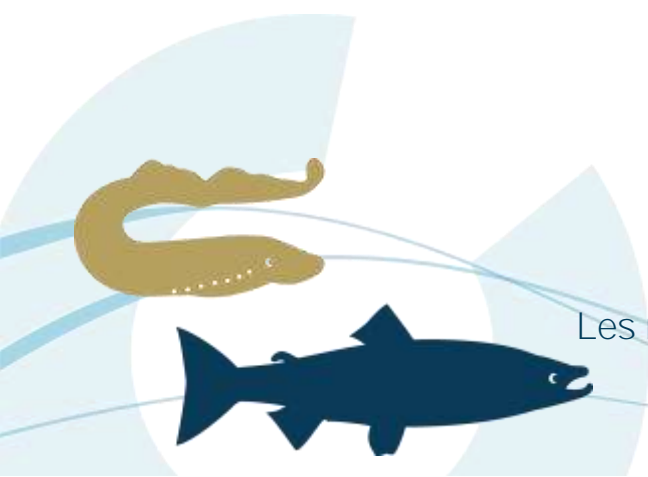
En 2019, le nettoyage des vitres a occasionné la fermeture des passes à poissons à 40 reprises (21 en rive droite et 19 en rive gauche). L'arrêt des deux dispositifs a duré 10h21.

Du 11 octobre 2018 au 25 mars 2019, le plan d'eau de Vichy a été abaissé pour des travaux dans le lit de la rivière (Figure 95). Durant cette période, les poissons ont pu franchir le barrage par les clapets laissés ouverts via la partie aval des passes à poissons qui reste fonctionnelle.

Suite à 3 crues de l'Allier, les passes à poissons ont été fermées par la ville de Vichy pour éviter leur endommagement. Les périodes de fermeture des passes à poissons du barrage de Vichy en 2019 sont les suivantes :

- 1<sup>ère</sup> fermeture du 24 novembre au 3 décembre (pic de 537 m<sup>3</sup>/s le 25 novembre à St Yorre),
- 2<sup>nde</sup> fermeture du 15 au 17 décembre (pic de 326 m<sup>3</sup>/s le 15 décembre à St Yorre),
- 3<sup>ème</sup> fermeture du 22 au 31 décembre (pic de 454 m<sup>3</sup>/s le 24 décembre à St Yorre).

Durant les deux premières fermetures de l'automne, les vannes ont été abaissées de seulement à 1/3<sup>e</sup> empêchant les poissons de passer par celles-ci. Cependant, les vannes totalement ouvertes lors de la dernière fermeture de décembre ont pu laisser passer des individus.



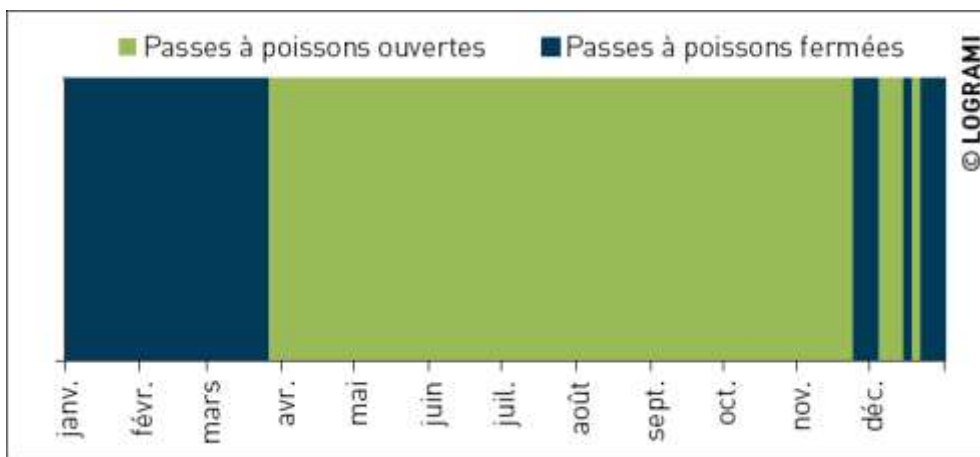


Figure 95 : Périodes de fermeture des passes à poissons rive droite et rive gauche du barrage de Vichy en 2019

### Langeac (Usine)

En 2019 à l'usine, 4 fermetures de la passe à poissons ont eu lieu pour le nettoyage des vitres cumulant 1h35.

Cinq 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 39 jours sur l'ensemble de l'année 2019. Ces baisses de niveau restent sans explication.

L'accumulation de végétaux aquatiques a également colmaté complètement la grille amont entre le 1<sup>er</sup> et 9 janvier 2019 (Figure 96).

Une intervention sur les turbines a provoqué la fermeture du dispositif de franchissement pendant 12 heures le 27 mars.

Des travaux de maintenance sur l'usine hydroélectrique ont également occasionné 2 vidanges de la passe à poissons du 4 au 9 septembre et du 23 au 31 octobre. 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.

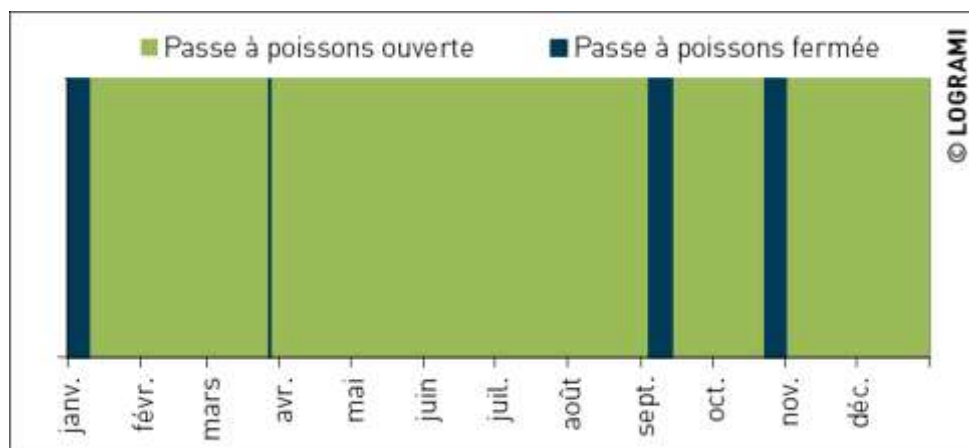


Figure 96 : Périodes de fermeture de la passe à poissons de l'usine de Langeac en 2019



## Langeac (Barrage)

En 2019, seulement 4 fermetures de la passe à poissons située au niveau du baarrge de Langeac ont eu lieu pour le nettoyage des vitres. Ces arrêts cumulent 3h24.

## 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.

En 2019, un long arrêt de l'ascenseur a eu lieu entre le 22 février et le 9 octobre (

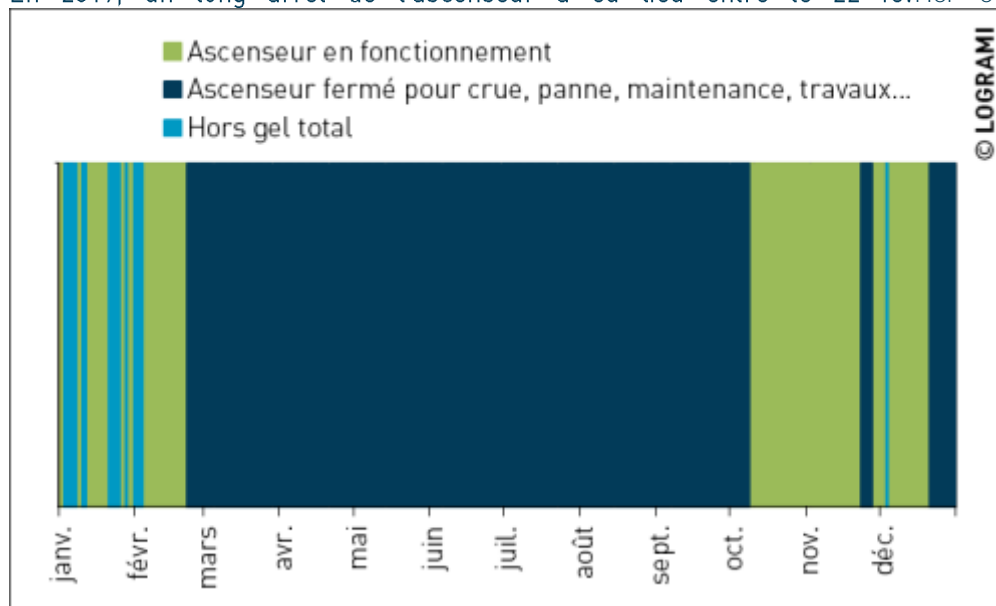


Figure 98). Il est lié à la réalisation de travaux sur l'ouvrage dans l'objectif de reconfiguration du complexe de Poutès-Monistrol. Un retrait des 3 vannes métalliques a été réalisé ainsi qu'une réduction de la course de l'ascenseur afin de permettre aux poissons de franchir la nouvelle hauteur de chute du barrage de Poutès (7 m). Cet abaissement a occasionné la suppression 2766 cycles de l'ascenseur. Pendant cette période, l'usine de Monistrol était arrêtée et l'intégralité du débit de l'Allier est passée par une vanne de fond au niveau du barrage (Figure 97).



Figure 97 : Vanne de fond du barrage de Poutès le 1er octobre 2019 (Source : LOGRAMI)

Au cours de l'année 2019, 981 remontées de l'ascenseur ont été réalisées. Ces remontées représentent 60,8 % 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. 62 journées sont concernées par les arrêts pour gel, dont 16 sans aucune remontée.

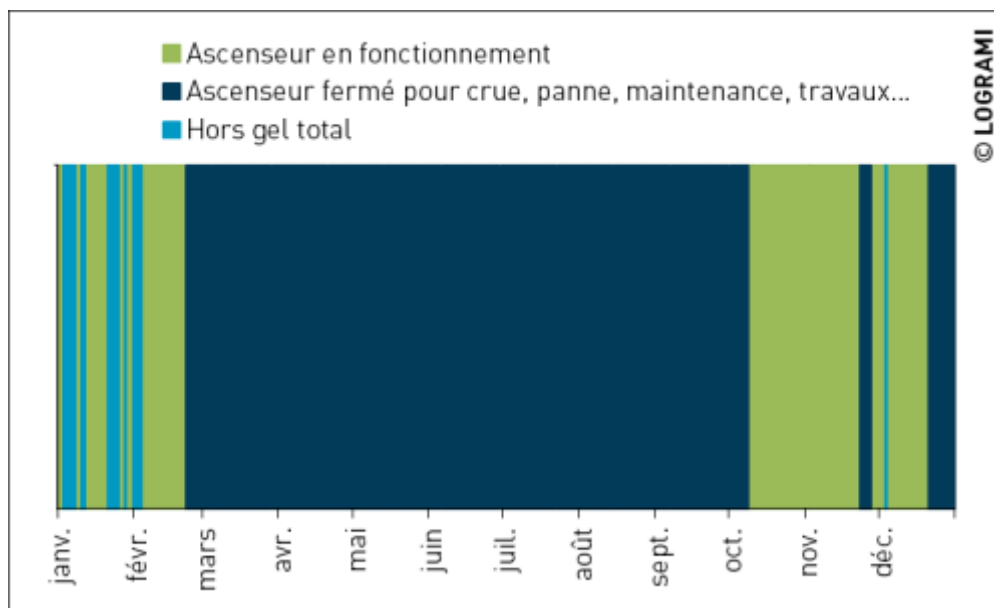


Figure 98 : Périodes de fermeture de l'ascenseur à poissons de Poutès en 2019

Deux périodes d'arrêt de l'ascenseur sont également constatées au cours de la saison 2019 lors de crues sur l'Allier :

- 🌀 1<sup>ère</sup> fermeture du 22 au 28 novembre (pic de 280 m<sup>3</sup>/s le 23 novembre à St Haon) : 73 remontées supprimées,
- 🌀 2<sup>nde</sup> fermeture du 20 au 31 décembre (pic de 92 m<sup>3</sup>/s le 20 décembre à St Haon) : 138 remontées supprimées.

#### 4.2.1.3 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 6h34 sur l'ensemble de l'année 2019 (13 vidanges). Le nettoyage peut être également effectué sans condamner le dispositif de franchissement (1 intervention représentant 10 min de nettoyage).

L'installation d'une vanne dans une échancrure de la passe à occasionné une fermeture de dispositif pendant 4h le 22 octobre.

Suite à 3 crues de la Loire amont, la passe à poissons est restée fermée pour éviter son endommagement (Figure 99). Certains individus ont pu emprunter les clapets totalement abaissés du barrage sans être détectés par le système de comptage.

Les périodes de fermeture de la passe à poissons du barrage de Decize en 2019 sont les suivantes :

- 🌀 1<sup>ère</sup> fermeture du 1<sup>er</sup> au 8 janvier (pic de 234 m<sup>3</sup>/s le 24 décembre 2018 à Nevers),
- 🌀 2<sup>nde</sup> fermeture du 6 au 18 février (pic de 250 m<sup>3</sup>/s le 13 février à Nevers),
- 🌀 3<sup>ème</sup> fermeture du 24 novembre au 31 décembre (pic de 579 m<sup>3</sup>/s le 26 novembre à Nevers).

Ainsi, les comptages à la station de Decize cette année ne doivent pas être considérés comme exhaustifs.

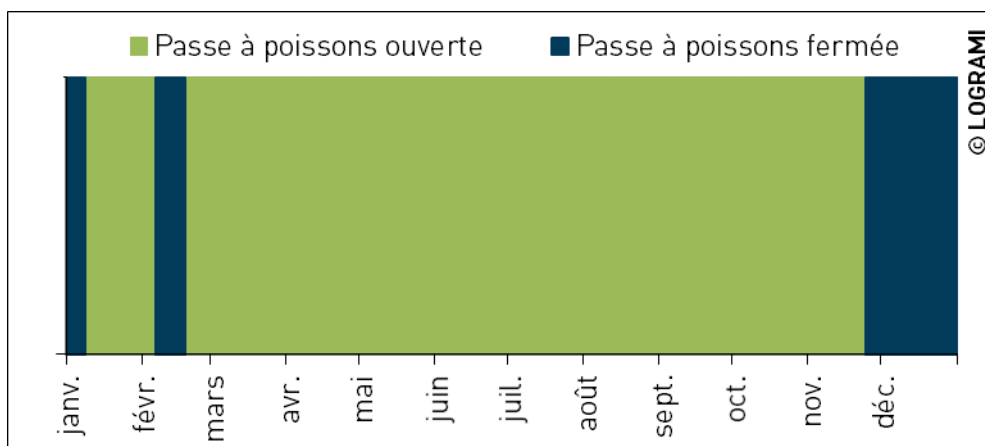


Figure 99 : Périodes de fermeture de la passe à poissons du barrage de Decize en 2019

### Gueugnon

Pour l'entretien des vitres de comptage, 16 vidanges de la passe ont eu lieu en 2019. Elles représentent un arrêt de fonctionnement du dispositif de 3h07.

Trois interventions de maintenance dans la passe ont également occasionné au total une vidange d'une journée. Toutes ces interventions de courte durée n'ont eu qu'un très léger impact sur la migration des poissons.

### Roanne

En 2019, 9 vidanges ont été nécessaires pour l'entretien des vitres de la station de Roanne (3h30).

Des travaux de maintenance sur l'usine hydroélectrique ont occasionné 35 vidanges de la passe à poissons (7h13).

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

## 4.2.2. Fonctionnement des stations de comptage en 2019

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 23 : Récapitulatif des périodes de fonctionnement des stations de comptage du bassin de la Loire en 2019 (Sources : LOGRAMI)

Passe à poissons	Période de suivi vidéo	Fonctionnalité de l'enregistrement
Descartes	01/01/2019 au 31/12/2019	100 %
Châtellerault	01/01/2019 au 17/11/2019 18/11/2019 au 31/12/2019	99,3 %
Châteauponsac	01/01/2019 au 31/12/2019	100 %

St Pourçain sur Sioule	01/01/2019 au 31/12/2019	100 %
Vichy (RD et RG)	25/03/2019 au 31/12/2019	100 %
Langeac Usine (RG)	01/01/2019 au 21/04/2019 24/04/2019 au 03/19/2019 13/09/2019 au 22/11/2019	91,3 %
Langeac Barrage (RD)	01/01/2019 au 23/04/2019 27/04/2019 au 28/05/2019 04/06/2016 au 30/06/2019 02/07/2019 au 26/07/2019 02/08/2019 au 08/08/2019 12/08/2019 au 10/09/2019 17/09/2019 au 31/12/2019	92,9 %
Poutès	01/01/2019 au 21/02/2019 10/04/2019 au 28/05/2019	99,9 %
Decize	01/01/2019 au 05/03/2019 14/03/2019 au 15/03/2019 19/03/2016 au 26/09/2019 01/10/2019 au 29/10/2019 07/11/2019 au 31/12/2019	95,5 %
Gueugnon	01/01/2019 au 10/08/2019 27/08/2019 au 31/12/2019	95,6 %
Roanne	01/01/2019 au 31/12/2019	100 %

#### 4.2.2.1 Fonctionnement des stations de comptage du bassin de la Vienne

##### Descartes

Aucune panne de vidéo comptage n'est à noter en 2019. Les données de la station de comptage de Descartes peuvent donc être considérées comme exhaustives.

##### Châtelleraut

En 2019, plusieurs pannes de courant se sont produites entrainant un arrêt du vidéo comptage durant plus de 58 heures. Ces pannes ont eu lieu le 26 septembre (durée de 2h47), le 8 octobre (durée de 5h11), le 10 octobre (durée de 5h35), du 12 au 13 novembre (durée de 10h50) et du 17 au 18 novembre (durée de 34h02). Elles ont toutes eu lieu en dehors des périodes de fortes migrations et n'ont donc que très peu d'impact sur les données relatives aux poissons migrateurs (Figure 100).

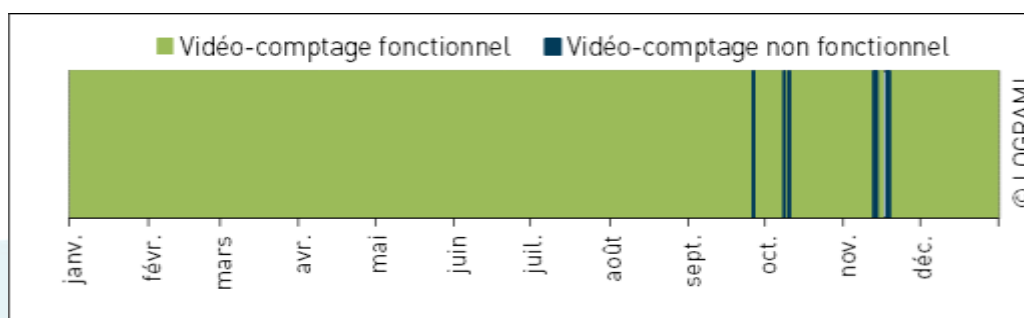


Figure 100 : Fonctionnement de la station de comptage de Châtelleraut en 2019

## 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.

### 4.2.2.2 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 2019. Le vidéo comptage a donc été fonctionnel durant toute l'année.

#### Vichy

En 2019, aucune panne du vidéo comptage n'est à noter. Les systèmes ont été fonctionnels durant toute la période d'ouverture des passes à poissons. Rappelons que les passes à poissons ont été fermées entre le 28 octobre 2018 et le 25 mars 2019 pour la réalisation de travaux dans le plan d'eau de Vichy.

#### Langeac (usine)

En 2019, deux coupures de courant sont survenues (Figure 101). La première est intervenue entre le 22 et le 23 avril. La seconde a eu lieu entre le 4 et le 12 septembre. Ces coupures cumulent un total de 9,7 jours.

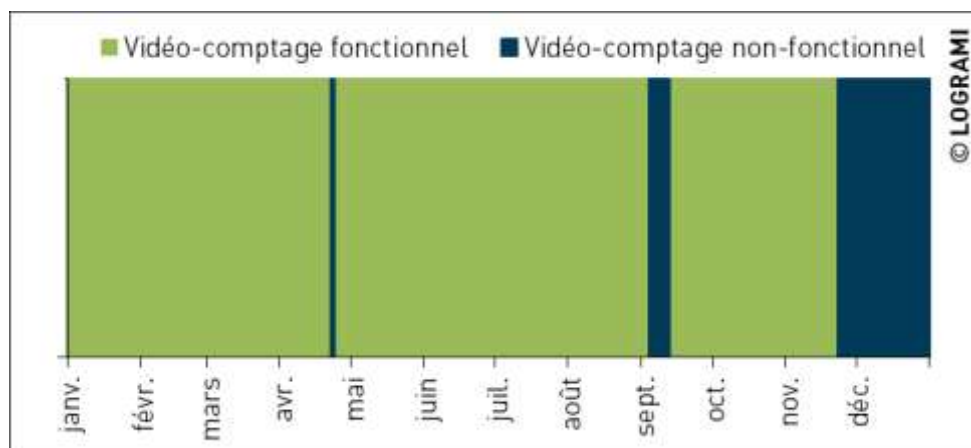


Figure 101 : Fonctionnement de la station de comptage de Langeac au niveau de l'usine hydroélectrique en 2019

Suite à une crue de l'Allier fin novembre avec un pic journalier de 329 m<sup>3</sup>/s à Langeac, le local non étanche où est installé la caméra a été inondé pour la troisième fois depuis le début des suivis le 23 novembre rendant le suivi impossible jusqu'à la fin de l'année (Figure 102).



Figure 102 : Inondation du local de vidéo-comptage situé au niveau de l'usine hydroélectrique de Langeac le 29 novembre 2019 avec photographie de l'accès au local entièrement inondé et matériel submergé dans le local constaté après la vidange du local (Source LOGRAMI)

Ainsi, sur l'ensemble de l'année 2019, l'enregistrement a donc été effectif à 91,3 % durant tout le temps de fonctionnement de la passe à poissons de l'usine.

#### Langeac (barrage)

Une coupure de courant est survenue le 29 octobre 2019 à la station de comptage du barrage. Elles cumulent un total 8h03.

À 2 reprises, un incident sur la caméra (image blanche en continu) a interrompu la détection vidéo. Ces pannes inexplicables cumulent 7,5 jours (Figure 103).

A 4 reprises, un problème de caméra inexplicé (séquence vidéo qui tourne en boucle) a occasionné une perte de données de 12,8 jours.

**Le matériel vidéo numérique installé sur cette station ne permet pas pour le moment l'installation d'un enregistreur numérique de sauvegarde.**

Ainsi, sur l'ensemble de l'année 2019, l'enregistrement a donc été effectif à 92,9 % durant le temps de fonctionnement de la passe à poissons du barrage.





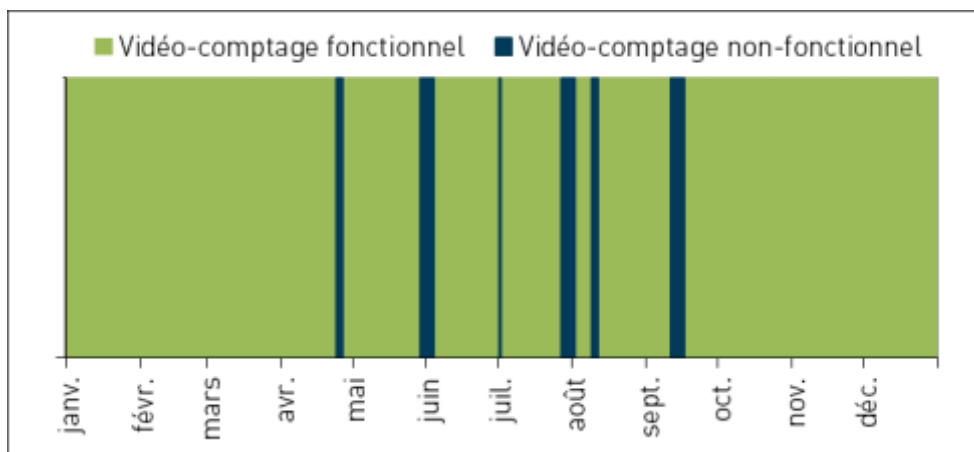


Figure 103 : Fonctionnement de la station de comptage de Langeac au niveau du barrage en 2019

### Poutès

Un dispositif de comptage SYSIPAP a été installé le 10 octobre (11h). Il remplace dorénavant l'enregistrement vidéo VHS classique utilisé depuis de nombreuses années. Ce dernier a été couplé à un enregistreur numérique Lupus© qui filme en continu les images de l'ascenseur. Une optimisation du logiciel de comptage a été initiée par la suite.

L'ascenseur ayant été remis en fonctionnement le 9 octobre à 18h, 11 cycles n'ont pas pu faire l'objet d'un suivi vidéo.

Ainsi, sur l'ensemble de l'année 2019, l'enregistrement a donc été effectif à 99,9 % durant le temps de fonctionnement de l'ascenseur.

### 4.2.2.3 Fonctionnement des stations de comptage de la Loire amont

#### Decize

Au mois de mars 2019, 2 coupures de courant sont survenues à Decize et cumulent un total de 9,5 jours (Figure 104).

Une panne d'amplificateur a eu lieu entre le 27 et le 30 septembre (3,1 jours). Une panne de caméra est également intervenue entre le 30 octobre et le 6 novembre (6, 8 jours). Lors de ces deux incidents, le signal vidéo a été interrompu occasionnant une perte de données.

Ainsi, sur l'ensemble de l'année 2019, l'enregistrement a donc été effectif à 95,5 % durant le temps de fonctionnement de la passe.

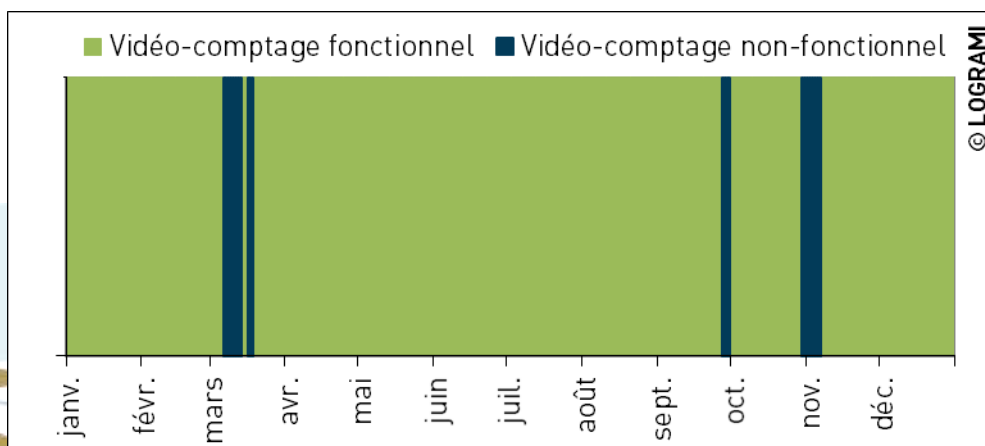


Figure 104 : Fonctionnement de la station de comptage de Decize en 2019

### Gueugnon

Une coupure de courant est survenue du 11 au 26 août (Figure 105). Néanmoins, la perte de données est très faible, voire nulle, durant cette période où les passages de poissons migrateurs sont peu probables.

Ainsi, sur l'ensemble de l'année 2019, l'enregistrement a donc été effectif à 95,6 % durant le temps de fonctionnement de la passe.

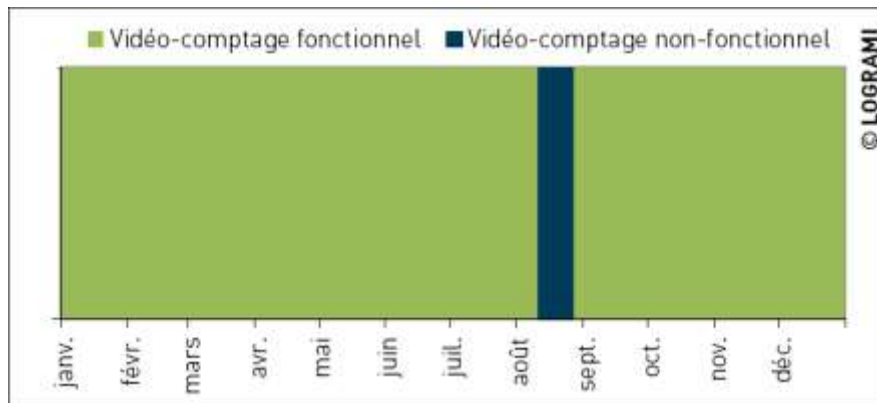


Figure 105 : Fonctionnement de la station de comptage de Gueugnon en 2019

### Roanne

Aucun arrêt technique n'est à noter pour la station de comptage de Roanne en 2019. La station de vidéo-comptage a donc été fonctionnelle durant toute l'année.

## 4.3. Migration des aloses

### 4.3.1. 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 (102 +/- 26 jours) et sur la Vienne à Châtelleraut (114 +/- 18 jours) que sur la Loire à Decize (54 +/- 13 jours) et sur l'Allier à Vichy (66 +/- 22 jours) où la migration est beaucoup plus concentrée.

L'année 2019 s'inscrit dans la même logique. L'amplitude totale de migration est plus importante à Châtelleraut (169 jours) qu'à Descartes (93 jours). Le passage isolé d'une alose début septembre à Châtelleraut a fortement rallongé la période de migration sur la Vienne. En effet, ce dernier individu est passé 65 jours après l'avant-dernière alose comptée. La station de Decize montre une amplitude migratoire nettement supérieure à la moyenne interannuelle avec 78 jours de migration. A l'inverse, avec peu d'individus, la migration s'est concentrée sur 17 jours en 2019 contre 66 en moyenne à Vichy (Figure 106).

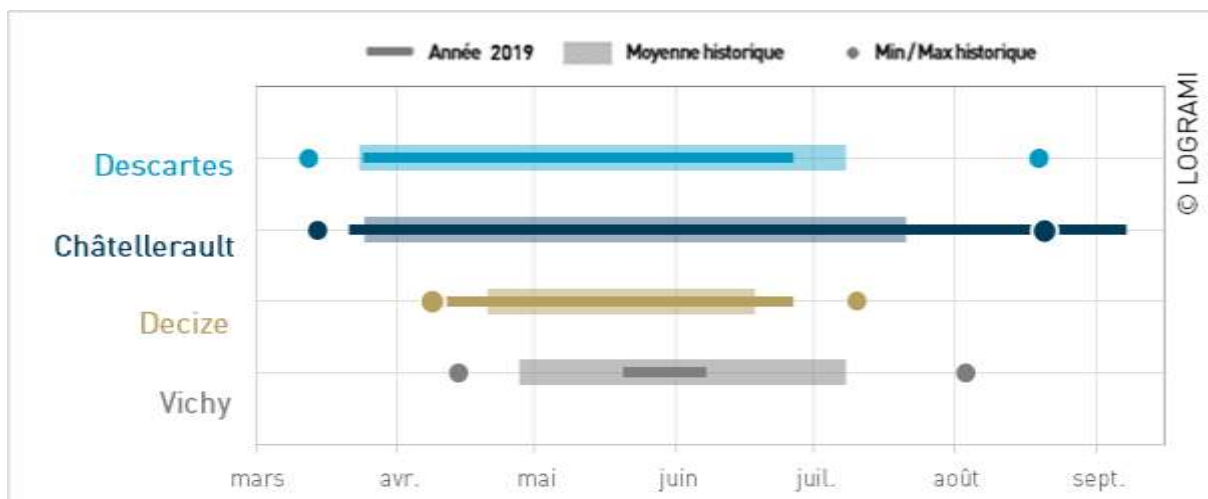


Figure 106 : Comparaison des amplitudes de migration des aloses aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire en 2019 et en moyenne depuis le début des suivis

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 faible que les années précédentes puisque 90 % des aloses sont passées en 36 jours en 2019** contre 49 en moyenne de 2007 à 2018 +/- 13 jours. La durée de la période de migration à Châtelleraut est plus élevée que celles des années précédentes, **90 % des individus sont en effet passés en 61 jours** contre en moyenne 46 jours (+/- 11) entre 2004 et 2017. Elle est aussi plus longue à Decize, **90 % des individus sont en effet passés en 40 jours en 2019** contre en moyenne 28 jours +/- 14 pour la période 1998-2017.

### 4.3.2. 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 8 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 Châtelleraut sur la Vienne** (50 % des passages ont en moyenne eu lieu le 19 mai (+/- 13 jours) à Châtelleraut et le 21 mai (+/- 10 jours) à Decize).

En 2019, la période de migration est très tardive sur la Creuse à Descartes (la moitié des individus n'a franchi l'ouvrage que le 8 juin) alors qu'elle est quasi similaire à Châtelleraut sur la Vienne (la moitié des individus a franchi l'ouvrage le 23 mai) et à Decize sur la Loire (la moitié des individus a franchi l'ouvrage le 24 mai) (Figure 107). La migration est par ailleurs très concentrée sur la Creuse : plus de 80 % des aloses sont passées en deux jours.

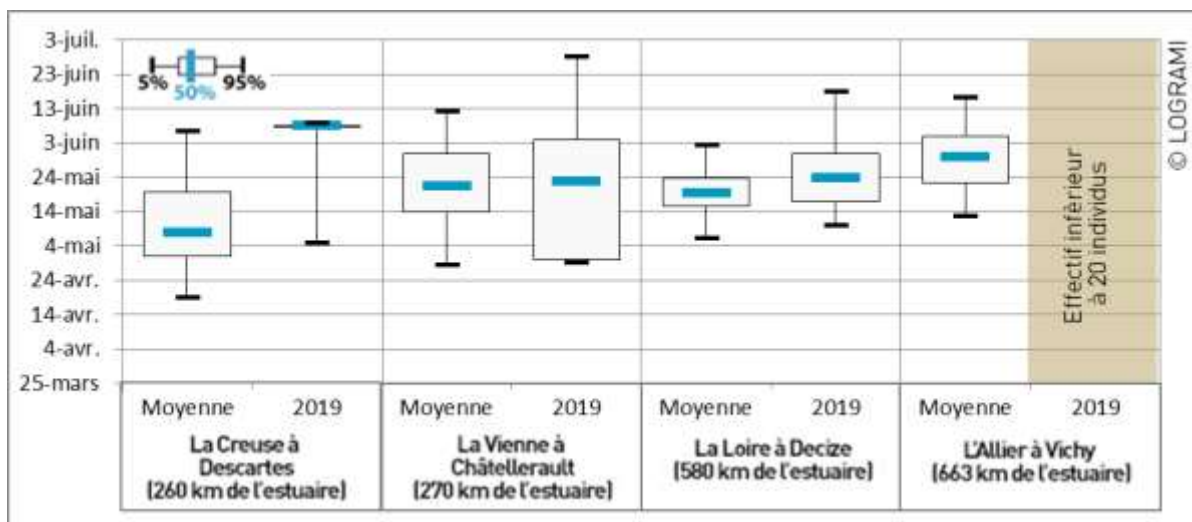


Figure 107 : Comparaison des périodes de passages des aloses en 2019 aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire avec les périodes observées depuis la mise en place des stations

La logique d'une arrivée plus précoce aux stations situées sur l'aval du bassin de la Loire n'est donc pas respectée en 2019. 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 et à Châtelleraut (Figure 108).

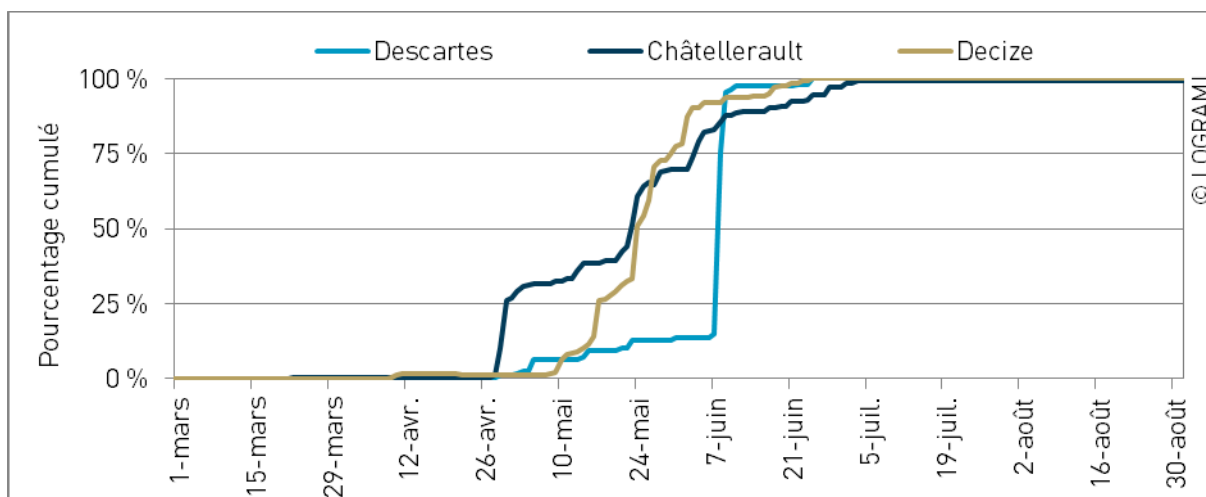


Figure 108 : Comparaison des rythmes de migration des aloses en 2019 aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire

### 4.3.3. Passages journaliers

Sur la Creuse à Descartes, la première alose a été comptabilisée le 25 mars, la dernière le 25 juin. Seulement une alose a été observée en avril. Les comptages sont très faibles et discontinus durant le mois de mai. Les très faibles conditions hydrologiques rencontrées durant ce mois ont été préjudiciables à la montaison. L'essentiel de la migration se concentre sur deux jours : le 8 et 9 juin avec le passage de 136 individus (soit 80 % de la migration). Le pic journalier a lieu logiquement durant ces deux jours, 102 aloses ont été comptées le 8 juin. Ce pic peut être mis en relation avec une augmentation des débits, du 5 au 7 juin, passant de 17 à 87 m<sup>3</sup>/s (Figure 109).



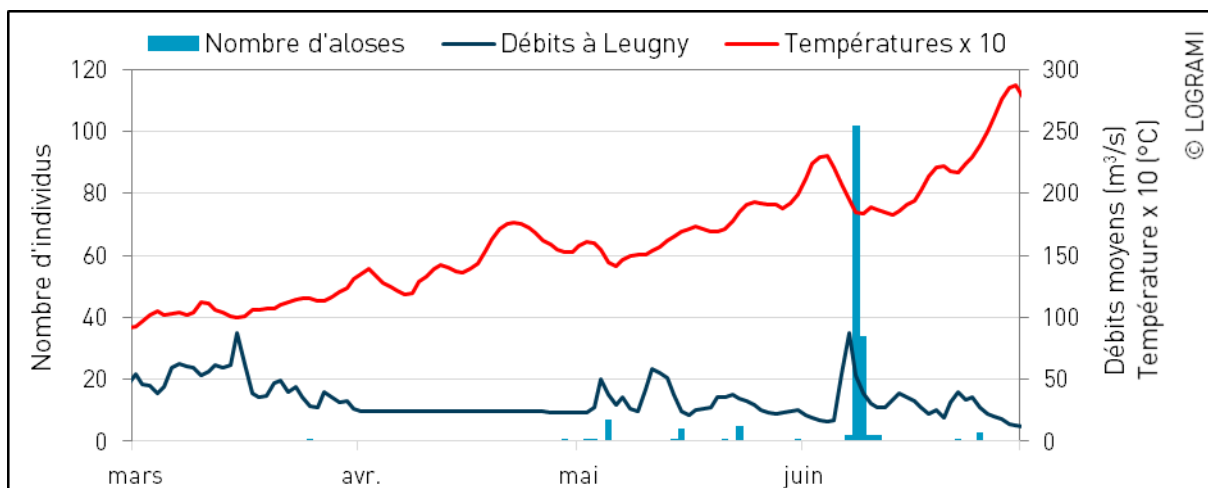


Figure 109 : Passages journaliers d'aloses à Descartes en relation avec la température de l'eau et les débits de la Creuse à Leugny en 2019 (n=169) (Source hydro : SPCVCA – Centre de Poitiers / Hydro – MEDD/DE)

Sur la Vienne à Châtelleraut, la première alose a été comptabilisée le 22 mars, la dernière le 6 septembre. La montaison n'a repris qu'un mois après le passage du premier individu. La migration est discontinuée et fractionnée par les baisses de débits successives. Un pic de faible ampleur est observé le 30 avril avec 27 aloses franchissant l'ouvrage (soit 16 % de l'effectif) (Figure 110). Par la suite, les passages journaliers sont très majoritairement inférieurs à 5 aloses. Le dernier individu est observé 65 jours après l'avant-dernier. C'est le passage le plus tardif depuis le début du suivi en 2004.

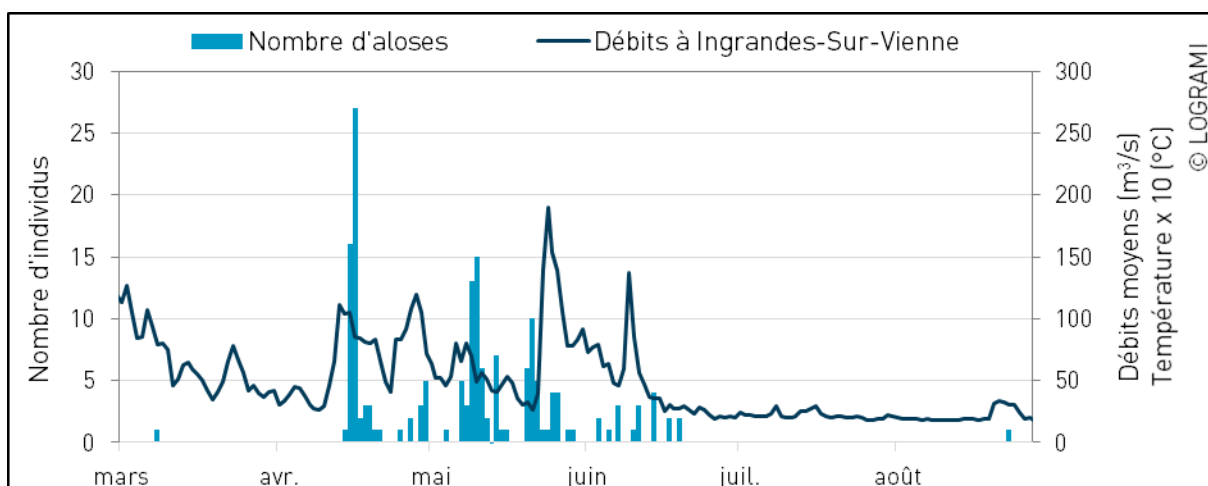
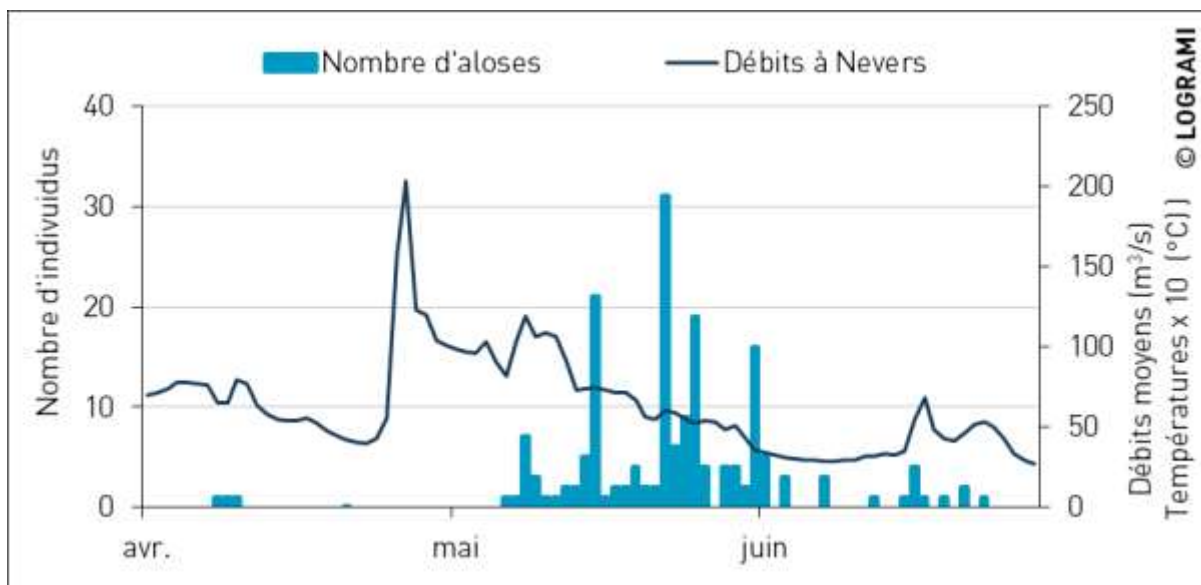


Figure 110 : Passages journaliers d'aloses à Châtelleraut en relation avec les débits de la Vienne à Ingrandes-sur-Vienne en 2019 (n=171) (Source hydro : SPCVCA – Centre de Poitiers / Hydro – MEDD/DE)

À la station de Decize sur la Loire en 2019, la première alose a été comptabilisée le 9 avril et la dernière le 25 juin (Figure 111). Cette activité est continue tout au long de saison avec un pic journalier à 31 passages le 24 mai (18 % de la migration). Aucune augmentation des débits de la Loire n'est venue fractionner la migration. La majorité des comptages est réalisée au mois de mai avec 134 individus comptabilisés soit 76 % de la migration annuelle.



\*Pertes des données températures de Decize entre le 1<sup>er</sup> janvier et le 24 juillet

Figure 111 : Passages journaliers d'aloses à Decize en relation avec les débits de la Loire amont à Nevers en 2019 (Source hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

À la station de Vichy sur l'Allier en 2019, la période de migration s'étale sur 17 jours entre le 21 mai et le 1<sup>er</sup> juin. Les passages ont eu lieu dans des températures de l'eau de l'Allier comprises entre 14 °C et 22 °C (Figure 112).

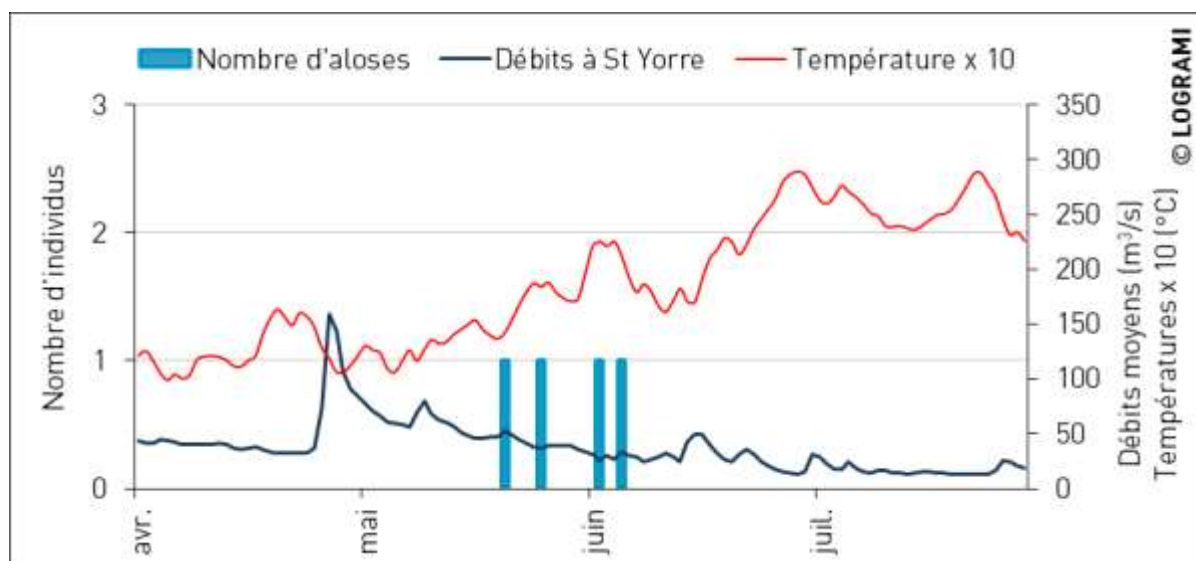
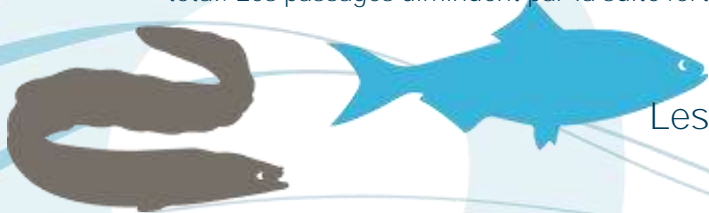


Figure 112 : Passages journaliers d'aloses à Vichy en relation avec la température de l'eau à Vichy et les débits de l'Allier à St Yorre en 2019 (Source hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

#### 4.3.4. 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 113)



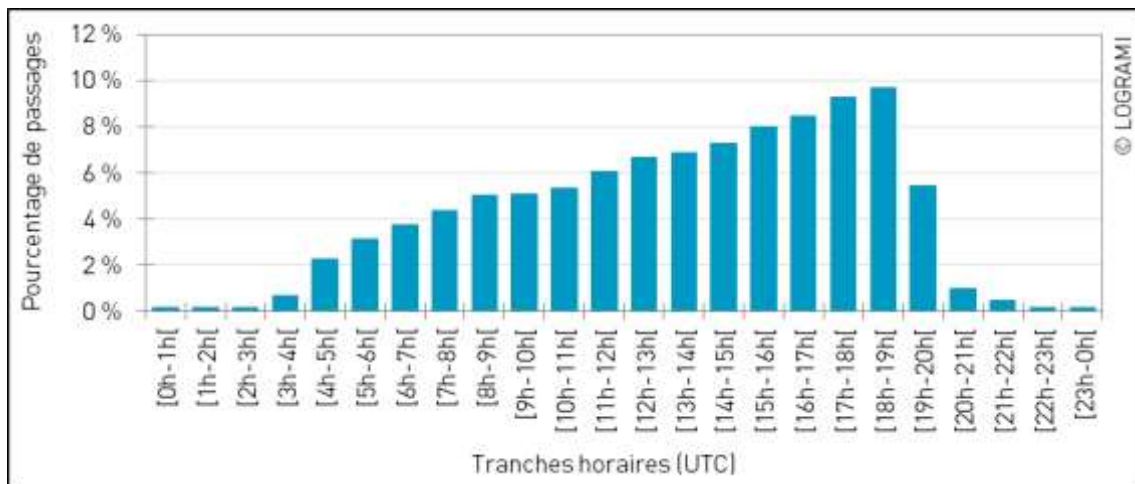


Figure 113 : Passages horaires des aloses aux stations de comptage du bassin de la Loire en effectif cumulé depuis 1997 (n= 124 838)

## 4.4. Migration des lamproies marines

### 4.4.1. Amplitude migratoire

L'amplitude totale de la période de migration de la lamproie marine est, comme pour l'aloise, beaucoup plus importante sur les stations de comptage situées à l'aval : 132 +/- 40 jours à Descartes et 102 +/- 29 jours à Châtelleraut contre 33 +/- 13 jours à Decize et 31 +/- 5 jours à Vichy.

En 2019, aucune lamproie n'a été comptée sur les stations amont. Sur le bassin de la Vienne, les effectifs ont été très faibles (20 individus) et par conséquent la période de migration est restreinte. L'amplitude totale de migration est ainsi de 42 jours à Descartes et 36 jours à Châtelleraut (Figure 114).

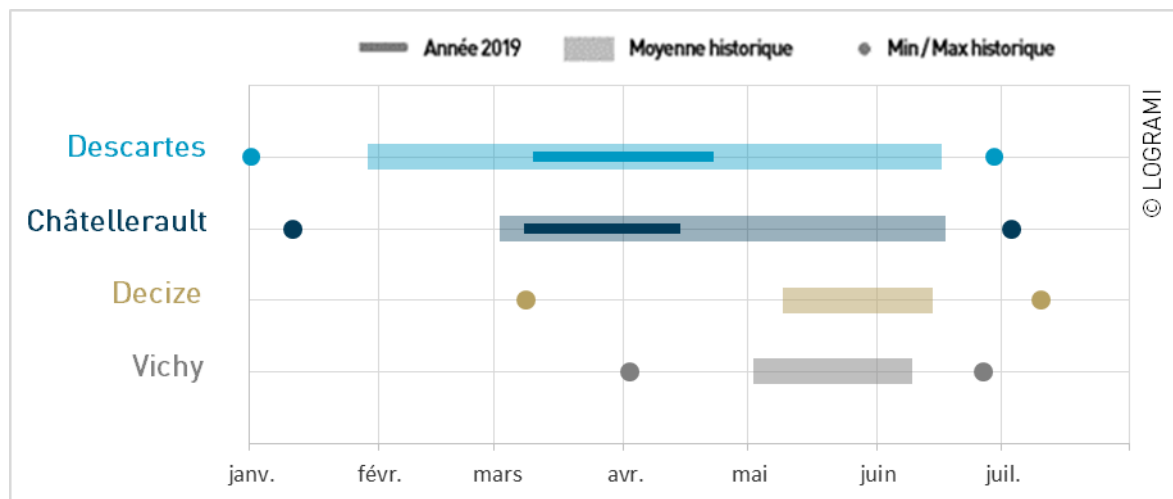


Figure 114 : Comparaison des amplitudes de migration des lamproies marines aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire en 2019 et en moyenne depuis le début des suivis

### 4.4.2. Dynamique migratoire

Sur l'ensemble des observations depuis la mise en place des stations de comptage, les premières lamproies marines sont comptabilisées sur le bassin de la Vienne. La période de migration est très proche sur la Creuse à Descartes et sur la Vienne à Châtelleraut (Figure 115). 50 % de la migration a

lieu en moyenne le 2 mai +/- 11 jours à Descartes et le 4 mai +/- 11 jours à Châtelleraut. **Un décalage important est à noter entre ces deux stations et celles situées plus en amont sur le bassin de la Loire.** En effet, la moitié des passages n'est effectué qu'à partir du 21 mai +/- 9 jours à Decize et du 25 mai +/- 5 jours à Vichy.

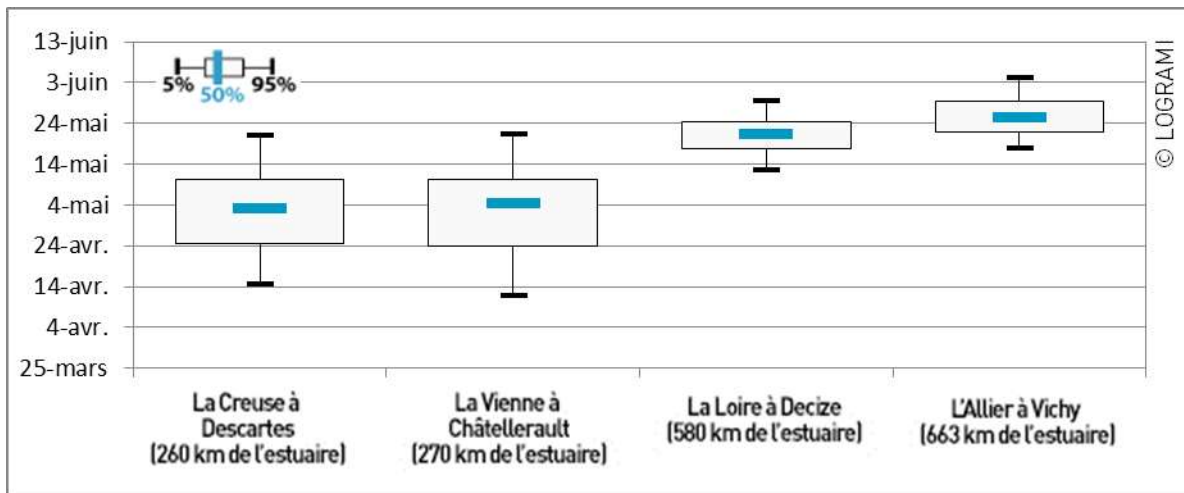


Figure 115 : Comparaison des périodes de passages des lamproies marines aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire depuis la mise en place des stations

Compte tenu des faibles effectifs, la dynamique migratoire des lamproies marines en 2019 ne peut pas être comparée avec celles des années précédentes. Aucun individu n'a cependant été observé après le 21 avril, les passages ont donc été très précoces par rapport aux années antérieures.

### 4.4.3. Passages journaliers

Sur la Creuse à Descartes, la première lamproie marine a franchi le barrage le 11 mars, la dernière le 21 avril. Les passages sont faibles et discontinus durant toute cette période (Figure 116).

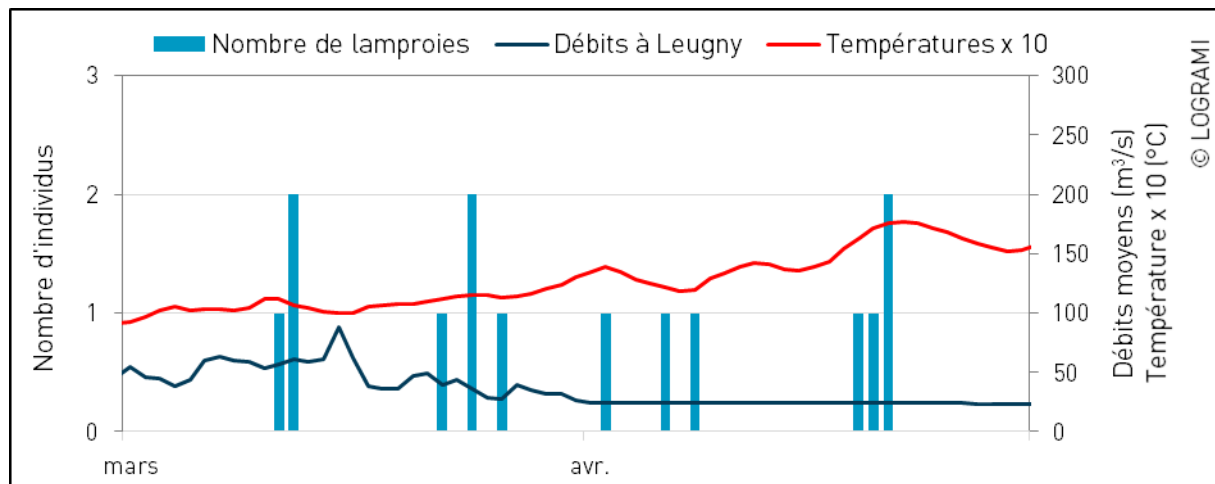


Figure 116 : Passages journaliers de lamproies marines à Descartes en relation avec la température de l'eau et les débits de la Creuse à Leugny en 2019 (n=14) (Source hydro : SPCVCA – Centre de Poitiers / Hydro – MEDD/DE)

À la station de Châtelleraut sur la Vienne, la première lamproie est observée le 9 mars, la dernière le 13 avril. Cinq individus ont franchi l'ouvrage entre le 9 et 12 mars, la dernière lamproie n'a été comptée qu'un mois plus tard (Figure 117).





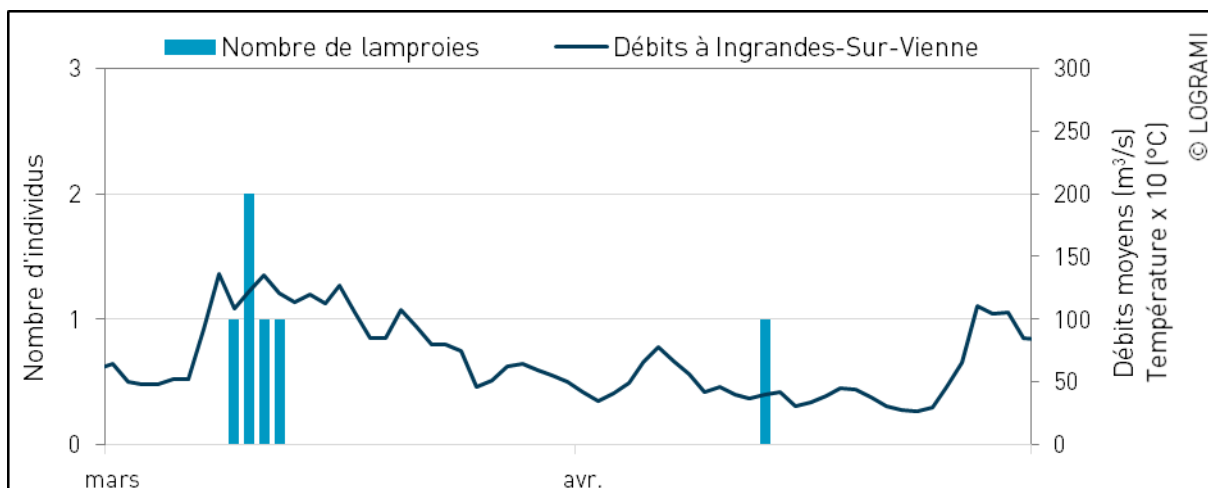


Figure 117 : Passages journaliers de lamproies marines à Châtellerault en relation avec les débits de la Vienne à Ingrandes-sur-Vienne en 2019 (n=6) (Source hydro : SPCVCA – Centre de Poitiers / Hydro – MEDD/DE)

#### 4.4.4. 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 le passage de 10 % de l'effectif total est observé. L'activité diminue par la suite progressivement jusqu'en milieu de matinée (Figure 118).

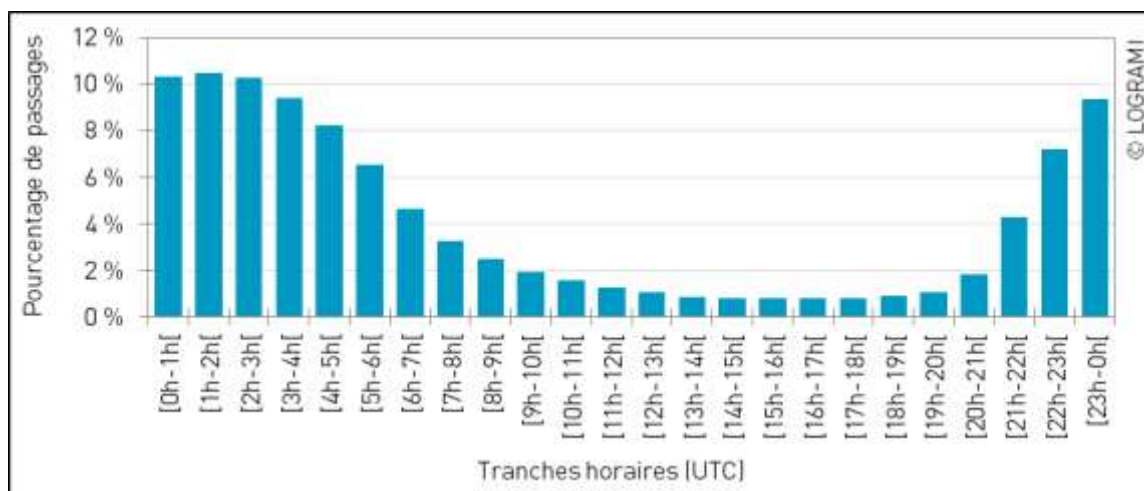


Figure 118 : Passages horaires des lamproies marines aux stations de comptage du bassin de la Loire en effectif cumulé depuis 1997 (n=531 714)

### 4.5. Migration des géniteurs de saumons atlantiques

Le nombre de saumons migrant sur la Vienne à Châtellerault étant très limité (trois en 2019), 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.



## 4.5.1. Amplitude de migration

L'amplitude totale de la période de migration de montaison est relativement importante chez le saumon, certains individus pouvant notamment être comptabilisés en reprise de migration automnale (Figure 119). Elle s'élève en moyenne à 244 jours +/- 58 à Descartes, 84 jours +/- 22 à Decize et 275 jours +/- 46 à Vichy. En 2019, les amplitudes furent plus bien courtes que les moyennes précédemment citées à Descartes (162 jours), à Vichy (94 jours) et à Decize (48 jours). L'absence de remontée estivale de saumon de un an de mer sur la Creuse et de reprise automnale à Vichy explique en partie ce résultat.

Les données de comptages depuis la mise en place des stations de Langeac et de Poutès montrent des amplitudes respectives moyennes de 235 jours +/- 11 et de 204 jours +/- 34. Ces migrations sur le haut Allier sont donc bien plus importantes et couvrent in fine plus de 65 % de l'année.

En 2019, l'amplitude totale à Langeac est cependant bien inférieure à la moyenne des années antérieures avec seulement 195 jours de migration. A Poutès, l'amplitude décrite pour l'année 2019 n'est pas représentative. En raison de la reconfiguration du barrage, l'ascenseur n'a en effet été mis en fonctionnement qu'à partir du 9 octobre et le système de vidéo-comptage activé que le 10 octobre. Il est probable que des individus aient franchi l'ouvrage, avant cette date, par une vanne de fond laissée ouverte durant les travaux. Habituellement, les premiers saumons sont comptabilisés au printemps.

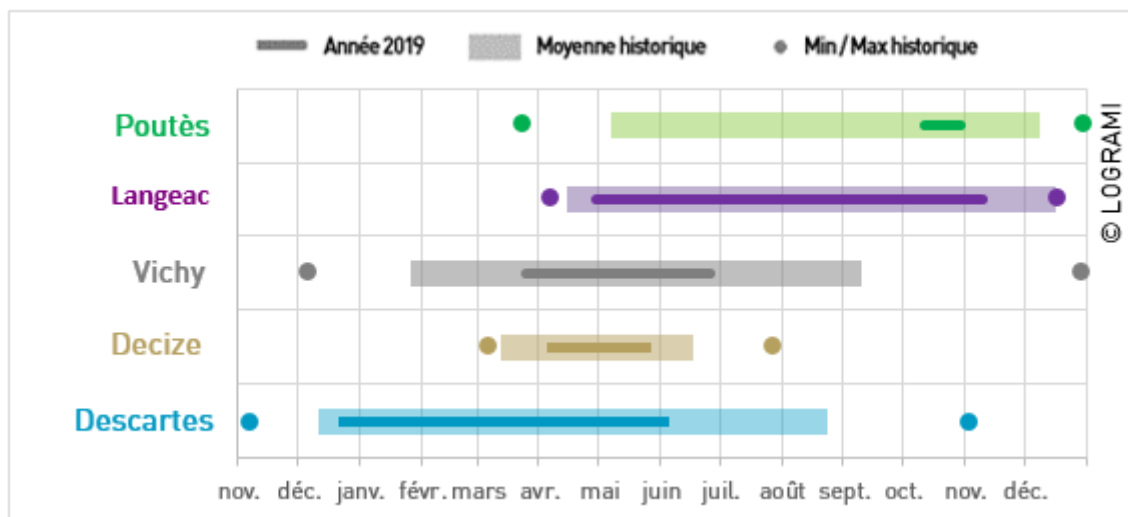


Figure 119 : Comparaison des amplitudes de migration des saumons aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire en 2019 et en moyenne depuis le début des suivis

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 162 jours à Descartes contre 171 jours +/- 48 de 2007 à 2017 et en 65 jours à Vichy contre 98 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 (avant le 1er juillet), 90 % des saumons en montaison migrent sur une période de 46 jours +/- 10, entre le 30 avril +/- 9 jours et le 14 juin +/- 7 jours. La durée de cette période oscille entre 31 et 60 jours.
- 🔄 A Langeac après l'été (après le 1<sup>er</sup> septembre), 90 % de la migration est étalée en moyenne sur 52 jours +/- 15. Elle commence le 30 septembre +/- 12 jours pour finir le 20 novembre +/- 9 jours. Cette période de migration automnale oscille entre 33 et 80 jours.

- A Poutès avant l'été, 90 % des saumons migrent sur une durée moyenne de 38 jours +/- 8 j, entre le 12 mai +/- 9 j et le 15 juin +/- 6 j. Cette période oscille entre 33 et 60 jours.
- A Poutès après l'été 90 %, des poissons migrent sur une durée moyenne de 58 jours +/- 15j, entre le 27 septembre +/- 14 j et le 23 novembre +/- 9 j. La période de migration oscille entre 54 et 102 jours.

**Au regard des 126 jours d'amplitude migratoire moyenne (+/- 59) constatée à Poutès depuis le début du suivi, 91 jours de transparence prévus dans le nouvel aménagement (par l'ouverture complète des vannes) 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. Un travail d'analyse par LOGRAMI est en cours pour fixer les dates d'ouverture au plus proche des migrations afin d'optimiser cette gestion.**

**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. Ainsi, 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.

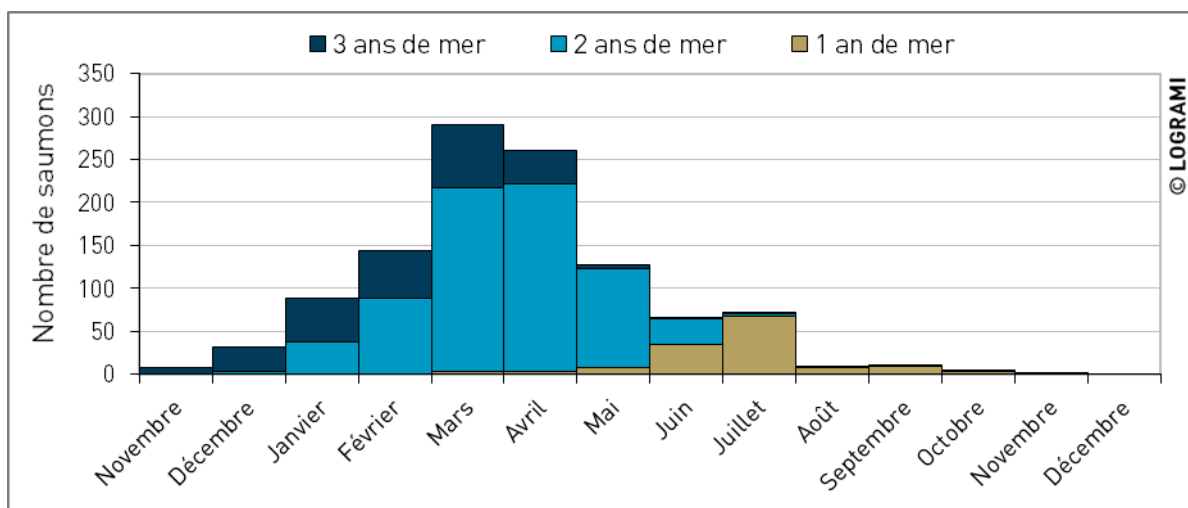


Figure 120 : Répartition annuelle des passages de saumons ayant franchi le barrage de Descartes depuis 2007 selon leur classe d'âge (n=1 108)

**De même à Vichy sur l'Allier, chaque classe d'âge a une période spécifique (Figure 121).** 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 1997-2019). 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 décembre). Elle est composée essentiellement de saumons de 2 ans de mer qui représentent 60 % de l'effectif automnal

(168 individus sur 278 comptabilisés à cette période). Le reste est composé de 30 % des saumons de 3 ans de mer et 10 % de saumon de 1 an de mer.

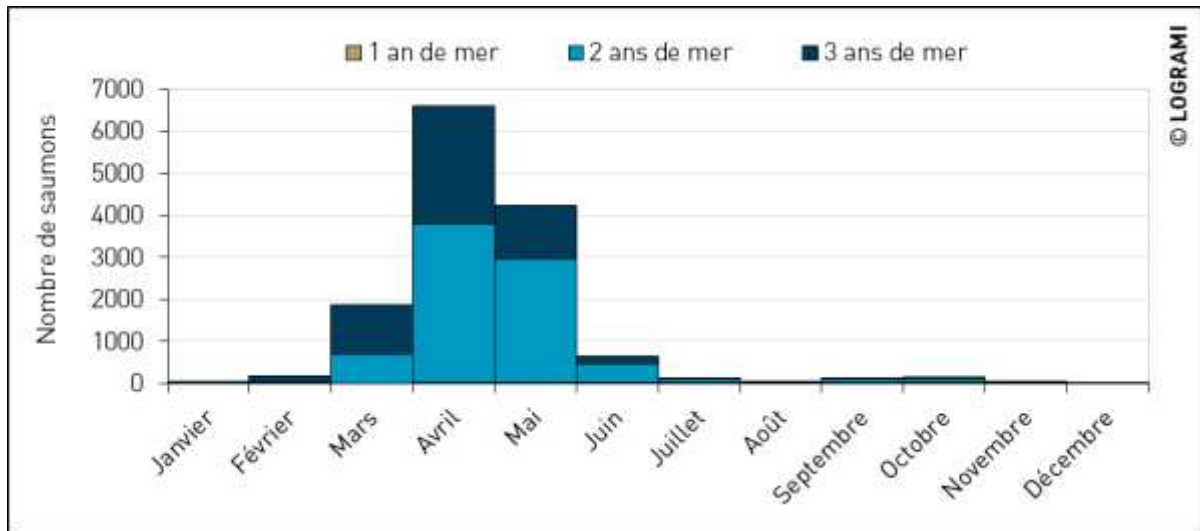


Figure 121 : Répartition annuelle des passages de saumons ayant franchi le barrage de Vichy depuis 1997 selon leur classe d'âge (n=13 989)

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 122). L'absence de passage des gros saumons de 3 ans de mer à Poutès au printemps est en partie constatée lorsqu'il n'y a pas de déversements printaniers au barrage, particulièrement lors des années avec des débits réservés dans le Vieil Allier de 0,5 ou 2,5 m<sup>3</sup>/s. Ce constat est donc un artefact de fonctionnement du dispositif de franchissement de l'ouvrage avec une sélection des individus par la taille. Une attention particulière devra être portée au nouvel aménagement afin que cette problématique soit résolue.

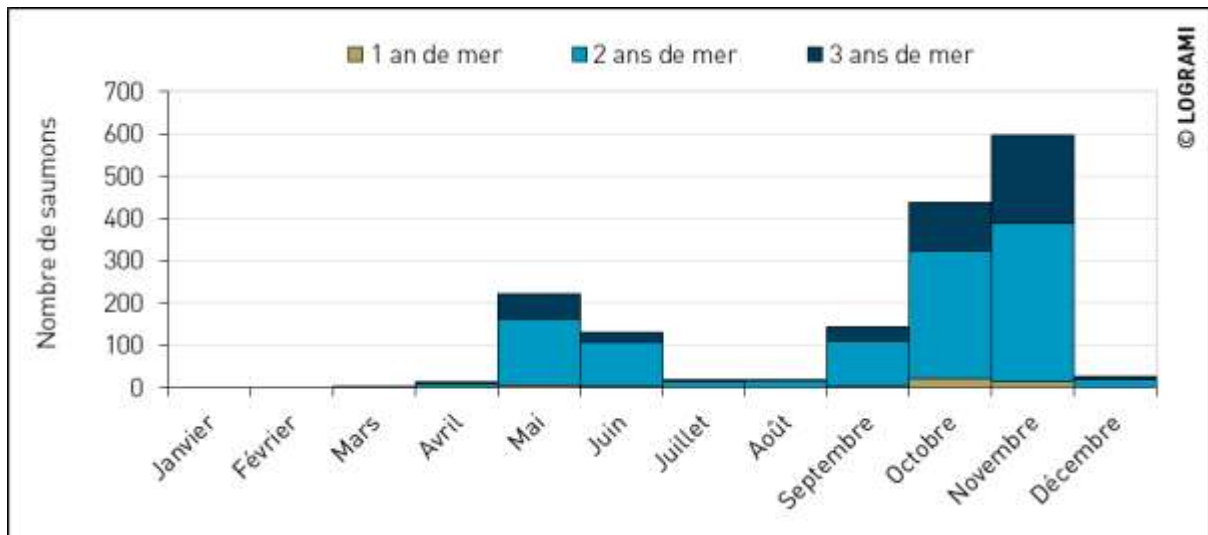


Figure 122 : Répartition annuelle des passages de saumons ayant franchi le barrage de Poutès depuis 1986 selon leur classe d'âge (n=1 767)

## 4.5.2. Dynamique migratoire de montaison

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 123). Depuis le début des suivis, la moitié des passages a lieu en moyenne avant le 4 avril +/- 20 jours alors que 50 % de la migration est réalisée le 20 avril +/- 8 jours à Descize 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 2 octobre +/- 45 jours à Langeac et après le 13 octobre +/- 33 jours à Poutès).

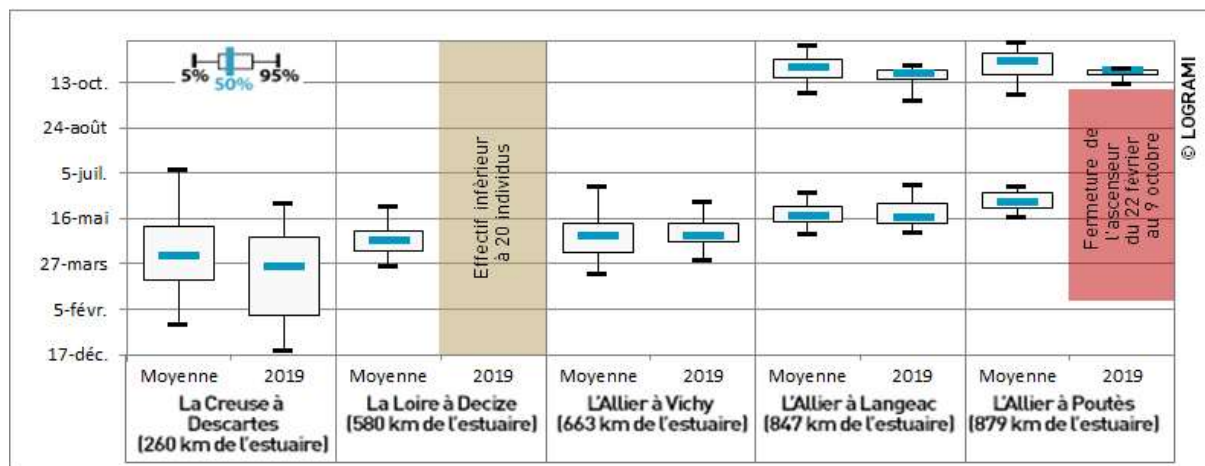


Figure 123 : Comparaison des périodes de passages des saumons en 2019 aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire avec les périodes observées depuis la mise en place des stations

La période de migration en 2019 à Descartes semble plus précoce que celles des années précédentes : 50 % des individus sont passés avant le 24 mars soit 12 jours plus tôt que la moyenne des années antérieures. Ces résultats sont influencés par l'absence de remontée estivale et automnale notamment des poissons de 1 an de mer.

Sur l'Allier à Vichy, la période de migration est similaire à celle des années antérieures. La moitié des passages a eu lieu le 27 avril soit un jour plus tard que la moyenne interannuelle.

Sur la partie amont de l'Allier à Langeac, 50 % des passages printaniers ont été réalisés au 17 mai, ce qui est similaire à la moyenne interannuelle (18 mai +/- 6 jours). De même, la période de migration automnale est proche de celles des années précédentes (50 % de la migration a été effectuée au 23 octobre en 2019, alors qu'en moyenne la moitié des individus a franchi l'ouvrage au 29 octobre +/- 11 les années antérieures).

En 2019, les rythmes observés aux différentes stations de comptage (avec plus de 20 individus) ont suivi la même logique que les années précédentes. À 50 % de migration, des décalages temporels entre les stations sont à noter : 35 jours entre Descartes et Vichy, 174 jours entre Vichy et Langeac (Figure 124). Le rythme de migration au barrage de Poutès n'est pas représentatif, des saumons ayant pu franchir l'ouvrage par une vanne de fond pendant les travaux entre le 22 février et le 9 octobre (Figure 97). Pendant l'étude de radiopistage de saumons menée sur le bassin de l'Allier en 2019 (cf. § 3.4.8.3), un individu aurait franchi l'ouvrage par la vanne de fond. Il est probable qu'un plus grand nombre de saumons ait pu utiliser cette voie de passage pendant les travaux.

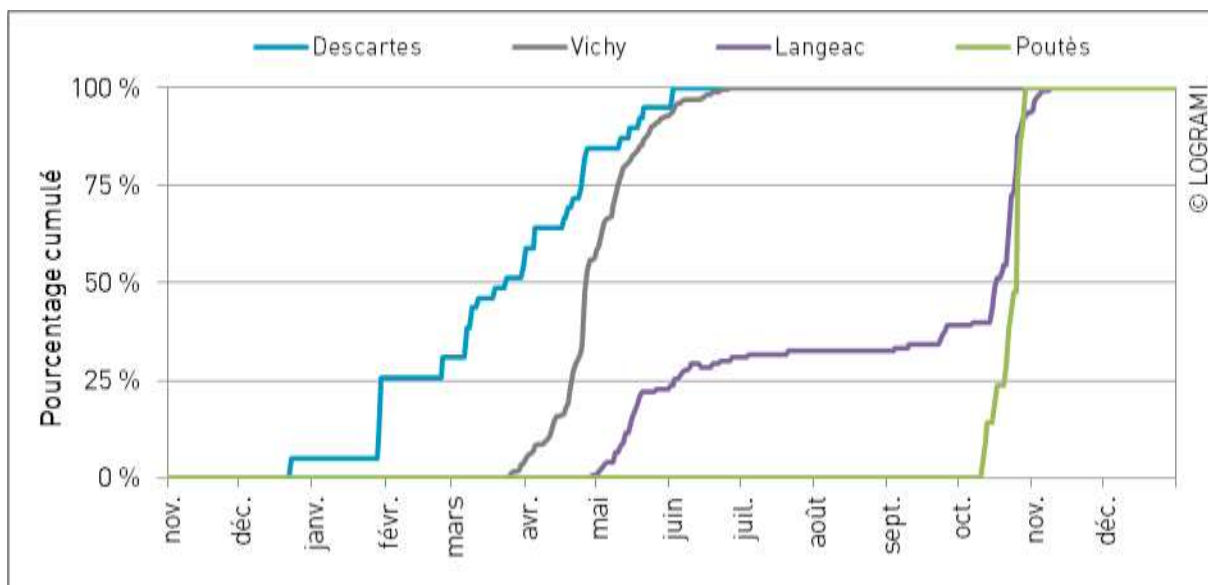


Figure 124 : Comparaison des rythmes de migration de saumons en 2019 aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire (ascenseur de Poutès non fonctionnel avant le 9 octobre)

Le rythme migratoire des saumons suivant leurs classes d'âges peut aussi être comparé. Ainsi à Descartes sur la Creuse, les saumons étant restés 3 ans en mer, ont un rythme plus tardif que les autres années (15 jours de décalage à 50 % de migration). De même, les individus de 2 ans de mer ont été plus tardifs en 2019, avec un retard de 19 jours à 50 % de la migration par rapport aux années précédentes. Le faible effectif de 1 an de mer de l'année 2019 (1 seul saumon) ne permet pas de réaliser une comparaison pour cette classe d'âge (Figure 125).

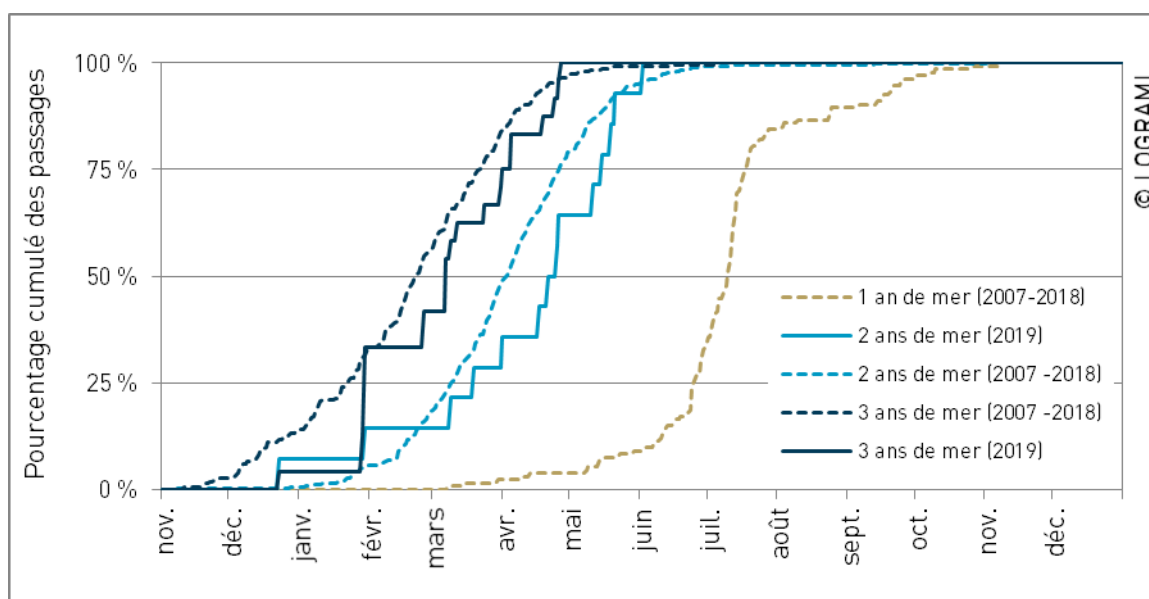


Figure 125 : Comparaison des rythmes de migration des saumons par classe d'âge à la station de Descartes entre 2019 et les données de la période 2007-2018

A Vichy en 2019, pour les individus de 3 ans de mer, le rythme migratoire est plus tardif de quelques jours par rapport aux données antécédentes durant la période de fin-février à mi-avril. Pour 50 % des passages, ce retard migratoire représente 7 jours. Cette observation est liée au fait que pendant les travaux dans le plan d'eau de Vichy (11 octobre 2018 au 25 mars 2019), des saumons ont pu franchir le barrage par les clapets sans être comptabilisés à la station (32 individus estimés).

Concernant les individus de 2 ans de mer, la dynamique migratoire est globalement similaire aux données antécédentes. Aucun individu de 1 an de mer n'a été comptabilisé cette année (Figure 126).

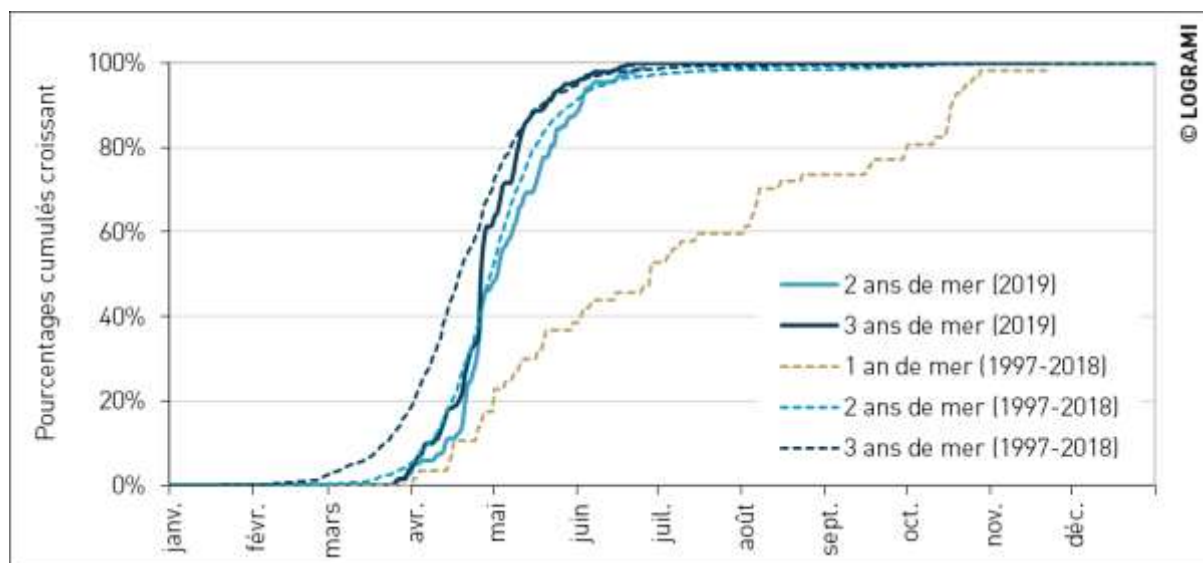
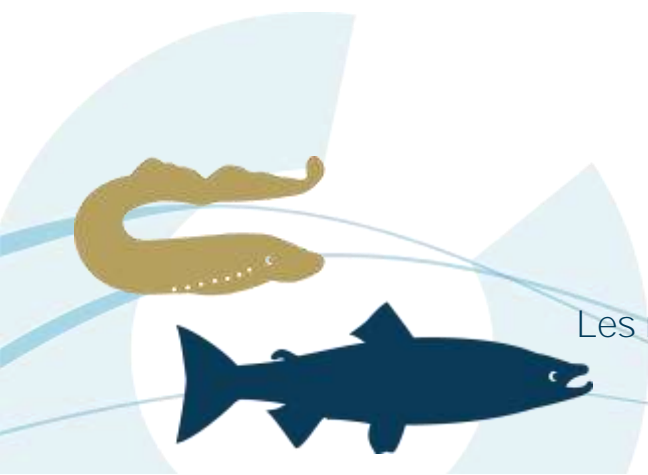


Figure 126 : Comparaison des rythmes de migration des saumons par classe d'âge à la station de Vichy entre 2019 et les données antécédentes

En raison des travaux réalisés sur le barrage de Poutès en 2019, l'ascenseur à poissons est resté inopérant du 22 février au 9 octobre soit l'intégralité de la migration printanière et une partie automnale. Pendant cette période, aucun saumon n'a pu être comptabilisé. Le système de vidéo-comptage n'a pu être remis en service que le 10 octobre. Pendant 24h, des saumons ont pu franchir le barrage par l'ascenseur sans pouvoir être comptés.

L'intégralité des saumons comptabilisés est passée entre le 11 et le 29 octobre, soit 18 jours (Figure 127). Pendant cette courte période, la dynamique migratoire des saumons de 2 et 3 ans de mers a été quasiment identique. Les poissons ont utilisé le dispositif de montaison dès son fonctionnement attestant probablement de leur présence et leur attente en pied d'ouvrage tout âge confondu pour le franchissement. Comparativement à la date de reprise automnale des migrations constatée à l'ascenseur de Poutès vers le 27 septembre (+/- 14 j) pour 90% des effectifs, la mise en place de l'ascenseur intervient 13 jours après. Cette réouverture de l'ascenseur intervient 9 jours après la reprise moyenne de migration automnale à la station de comptage de Langeac, (1 octobre +/- 12 jours pour 90 % des effectifs).

La migration automnale de 2019 s'est arrêtée plus précocement que les autres années. Il semblerait que la crue de fin octobre (68 m<sup>3</sup>/s à St Haon le 24 octobre) ait stoppé la migration. En moyenne, les années précédentes, les saumons continuaient à utiliser l'ascenseur jusqu'à fin novembre. **Les travaux de cette année ne permettent pas de comparer la dynamique migratoire par classe d'âge aux données antérieures.**



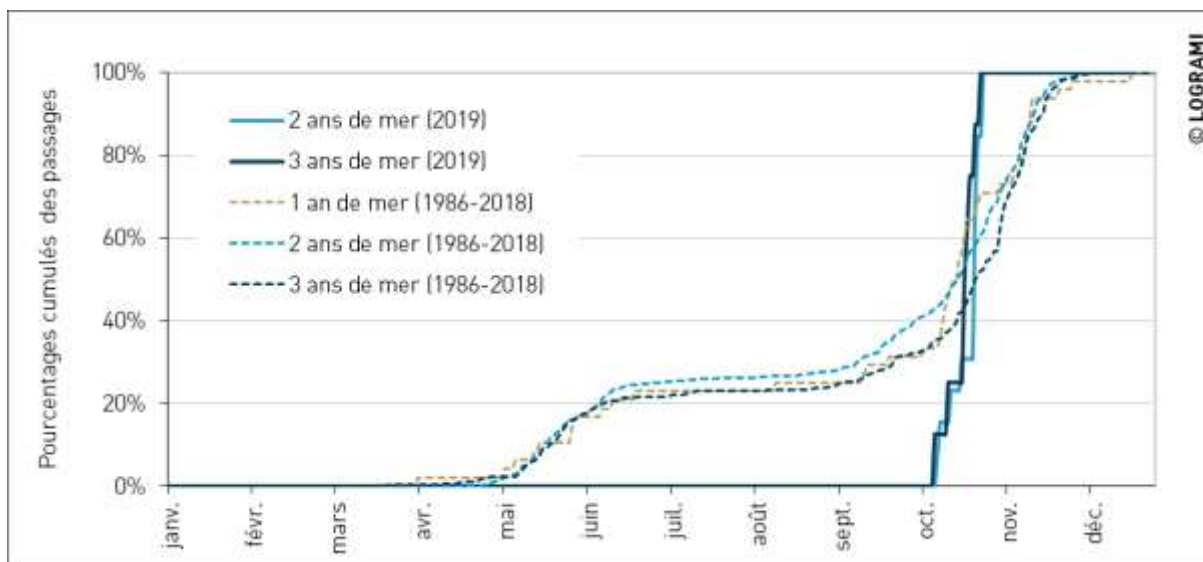


Figure 127 : Comparaison des rythmes de migration des saumons par classe d'âge à la station de Poutès entre 2019 et les données antécédentes

### 4.5.3. Passages journaliers de montaison

Sur la Creuse à Descartes, le premier saumon a été observé fin décembre 2018. Les remontées suivantes n'auront lieu qu'un mois plus tard, lors d'une hausse des débits. Huit saumons sont ainsi comptabilisés, en deux jours, le 29 et 30 janvier. Durant ces deux jours, un pic journalier de migration, de faible intensité, a lieu le 30 janvier avec le passage de 6 individus (Figure 128). **Les mois de mars et d'avril concentrent l'essentiel de la migration avec plus de 54 % de l'effectif (soit 21 saumons).** La migration s'arrête dès le 2 juin, aucun individu n'a franchi le barrage par la suite.

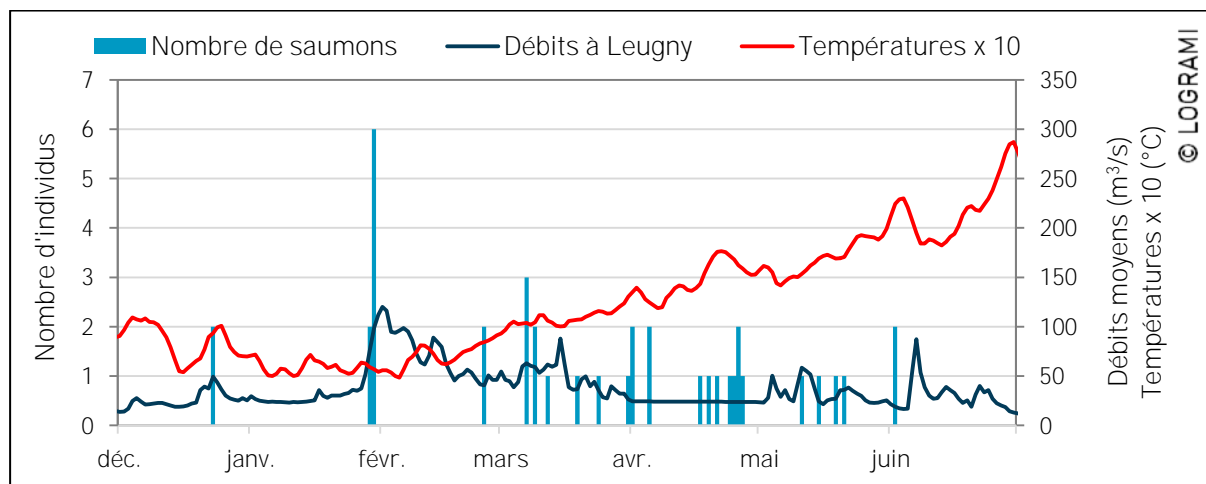


Figure 128 : Passages journaliers de saumons à Descartes en relation avec la température de l'eau et des débits de la Creuse à Leugny en 2019 (n=39) (Source hydro : SPCVCA - Centre de Poitiers / Hydro - MEDD/DE)

Sur la Vienne à Châtelleraut, seulement trois saumons ont été observés (le 10 et 17 février et le 29 mai 2019).

À Decize sur la Loire en 2019, la migration s'est déroulée sur une courte période de 23 jours entre le 24 avril et le 15 mai (Figure 129). 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. Il y a eu au plus 2 individus observés par jour, enregistrés le 26 mai.



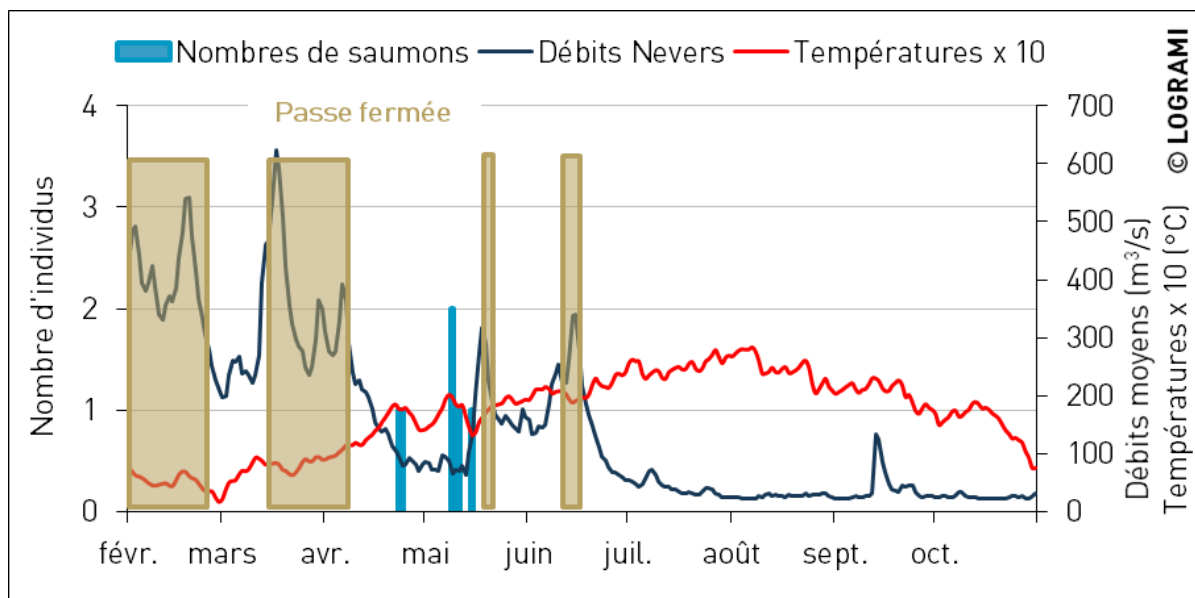
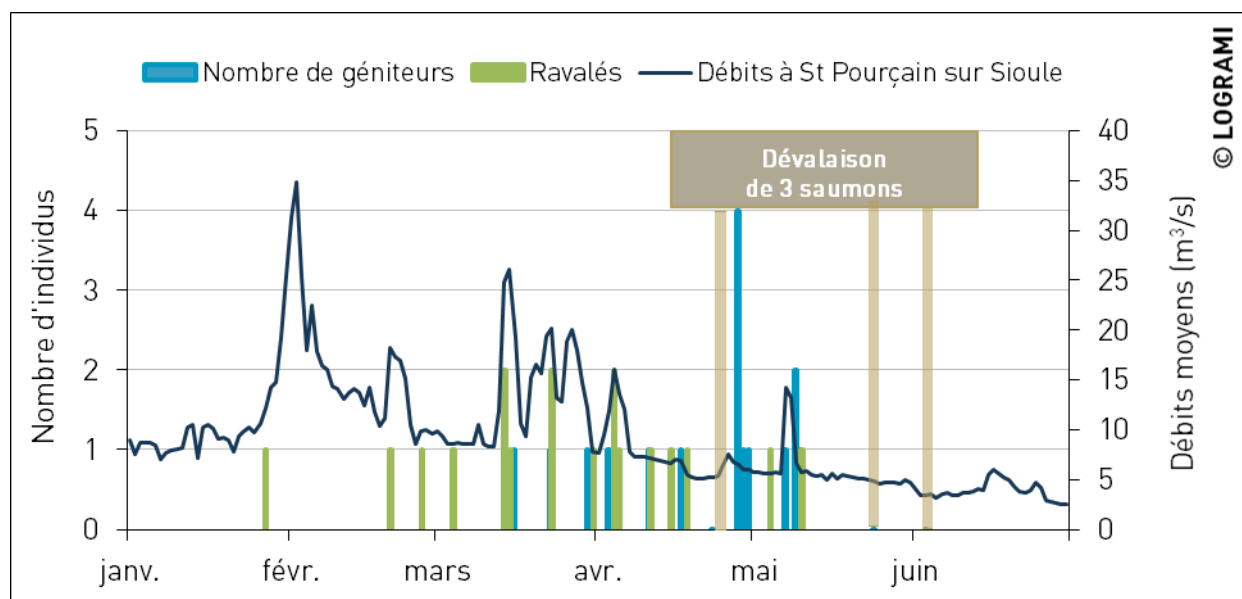


Figure 129 : Passages journaliers de saumons à Decize en relation avec la température de l'eau à Decize et les débits de la Loire amont à Nevers en 2019 (Source hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

À la station de Saint-Pourçain-sur-Sioule en 2019, la migration s'est déroulée sur une période de 52 jours entre le 16 mars et le 10 mai (Figure 130) avec 13 saumons comptabilisés en montaison. Le pic de migration journalier est enregistré le 28 avril avec 4 individus observés. Concernant les débits, les passages ont eu lieu avec des débits compris entre 5,7 et 20,2 m³/s.



\*Pertes des données températures de St Pourçain sur Sioule

Figure 130 : Passages journaliers de saumons à St Pourçain sur Sioule en relation avec les débits de la Sioule à St Pourçain sur Sioule en 2019 (Source hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

3 individus ont été comptabilisés en dévalaison pendant la période de migration 2019 (23 avril, 24 mai et 3 juin). Ces saumons ont été observés avec des débits à St Pourçain sur Sioule inférieurs à 5 m³/s. Sur cette période, les débits mensuels sont en moyenne 4,5 fois moins importants que les débits mensuels de référence calculés sur 53 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 précoce marqué, aient contraint ces individus à se replier en aval du complexe de St Pourçain sur Sioule. Ils ont probablement rejoint l'Allier en quête d'une zone plus fraîche (plus profonde).

Le manque d'eau de ce début d'année a également contraint les ravalés (saumons post-reproduction) à dévaler le complexe de Moulin Berland en utilisant la passe à poissons de l'usine. Ainsi, 18 individus ont été comptabilisés en 2019 entre le 27 janvier et le 15 mai.

De 2017 à 2019, le maximum des passages est observé à la station de St Pourçain pour des valeurs de débit comprises entre 10 et 15 m<sup>3</sup>/s (33 % des passages). En comparant l'occurrence des débits pendant la période de migration avec les passages de saumons, nous constatons qu'à partir de 25 m<sup>3</sup>/s les fréquences de passages sont disjointes des occurrences de débit révélant un moindre passage des poissons pour ces débits et même nul dès que les valeurs dépassent 40 m<sup>3</sup>/s. 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 m<sup>3</sup>/s. Les comptages à l'usine ne sont donc pas exhaustifs.

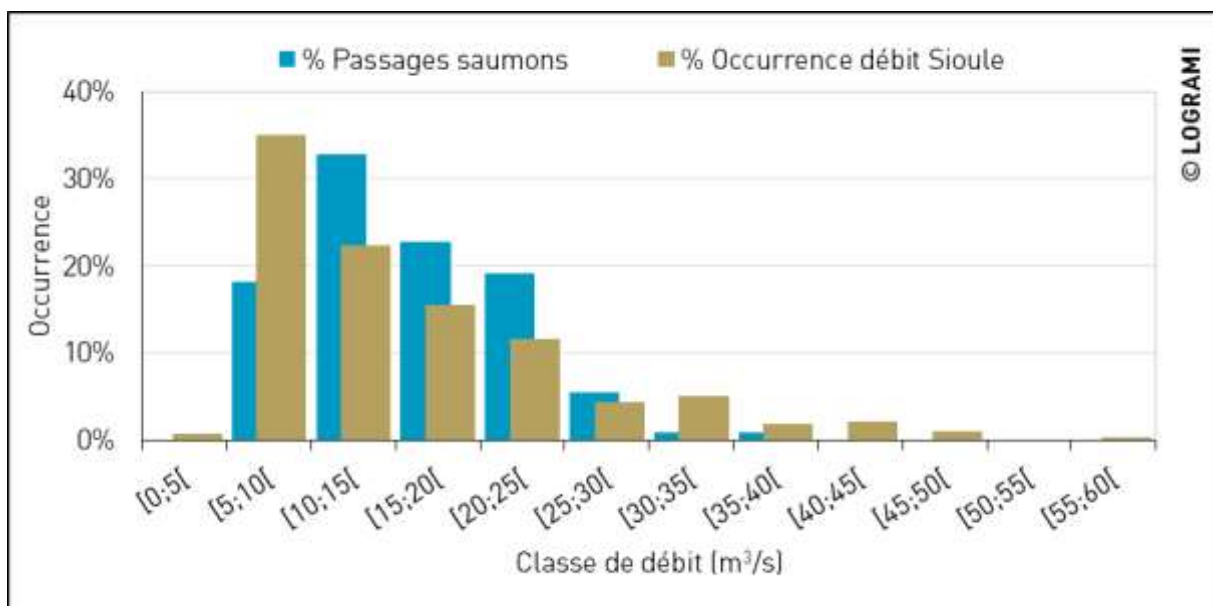
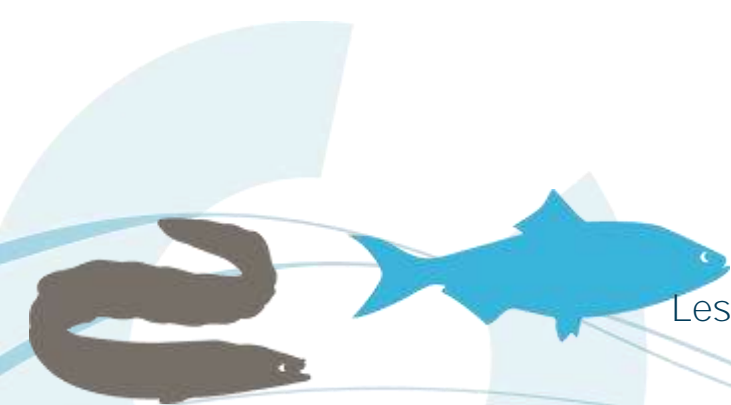


Figure 131 : Occurrence des passages journaliers de saumons et des débits de la Sioule à la station de comptage de St Pourçain sur Sioule en 2019 (Source hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

À Vichy sur l'Allier du 11 octobre 2018 au 31 mars 2019, le plan d'eau a été abaissé pour des travaux dans le lit de la rivière. Pendant cette période, les poissons ont pu franchir le barrage par les clapets laissés ouverts en empruntant l'aval des passes à poissons. En moyenne au 24 mars, 9,7 % de l'effectif annuel a été comptabilisé à la station de comptage. Ainsi, rapportés aux effectifs de l'année 2019 (N=374), ce seraient 32 individus qui auraient pu échapper au contrôle pendant ce début de saison de migration.



Le début d'année est caractérisé par une absence de crue hivernale et printanière. Les passages de géniteurs s'intensifient très nettement lorsque la température de l'eau dépasse les 7 °C (



Figure 132). L'intégralité des passages a eu lieu avec des températures de l'eau comprises entre 4 °C et 25 °C.

La phase de migration printanière est continue. Le pic journalier est enregistré le 26 avril avec 49 individus comptabilisés. Il précède la seule augmentation du débit de l'Allier pendant cette phase printanière (150 m³/s le 27 avril). L'analyse de l'évolution du flux migratoire permet de mettre en évidence une forte activité entre le 15 avril et le 15 juin qui représente 245 passages soit 60 % de la cohorte migrante. Le 29 juin 2019, la température horaire de l'Allier à Vichy a atteint un maximum de 29 °C avec une moyenne journalière de 28,6 °C. Ainsi, l'hydrologie particulièrement faible tout au long de la migration printanière additionnée à la précocité de la canicule a été défavorable et limitante pour la migration des saumons.

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 éventuellement survécu à la période estivale sur la partie aval.

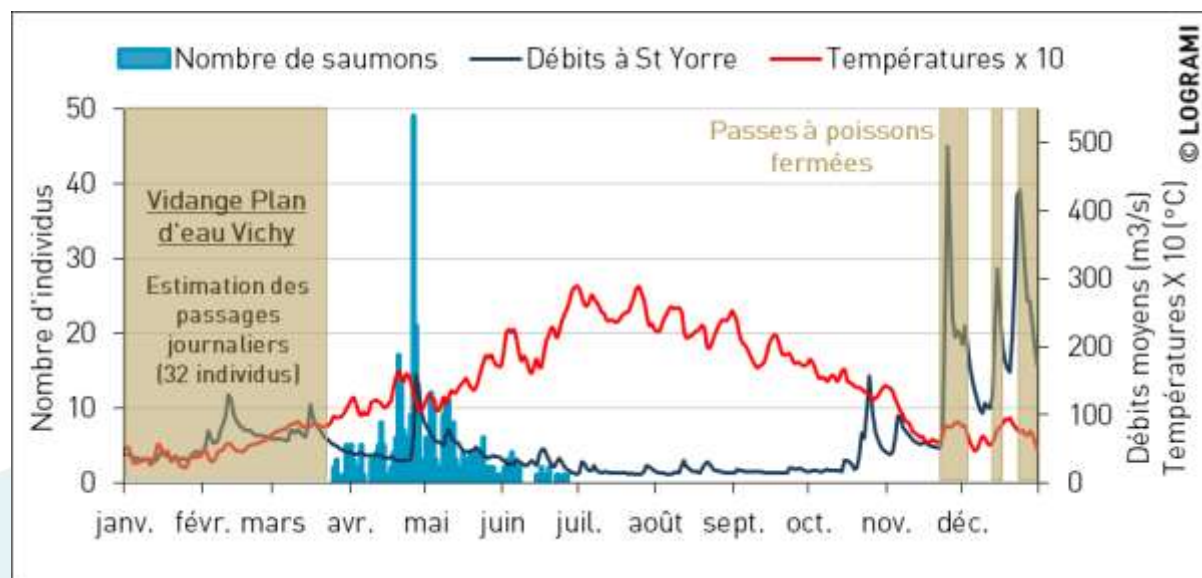


Figure 132 : Passages journaliers de saumons à Vichy en relation avec la température de l'eau à Vichy et les débits de l'Allier à St Yorre en 2019 (Source hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

À Langeac sur l'Allier en 2019, les 123 saumons comptabilisés dans les systèmes de franchissements (barrage et usine) représentent 32,5 % de ceux estimés à Vichy (déduction faite des 27 saumons capturés à Vichy par le Conservatoire National du Saumon Sauvage) (Figure 133). Ces résultats doivent être légèrement relativisés en raison des dysfonctionnements des stations de comptages. Quelques poissons ont pu échapper au comptage, notamment au barrage de Langeac pendant la migration printanière (début mai et fin mai / début juin). La crue du 24 novembre qui a mis hors service le système de comptage à l'usine n'a vraisemblablement pas eu de conséquence puisque le dernier saumon observé au barrage est passé début novembre et aucun saumon n'est passé à l'usine pendant la migration automnale.

Les débits pendant la migration printanière ont été relativement bas, 22 m<sup>3</sup>/s en moyenne pour mars et 25 m<sup>3</sup>/s pour avril. Les saumons ont heureusement profité d'un coup d'eau le 26 avril avec 109 m<sup>3</sup>/s pour pouvoir avancer dans leur migration. Le premier a franchi le barrage 3 jours après ce pic de débit. Sur l'ensemble de la migration entre le premier (29/04) et le dernier saumon (21/07), le débit moyen journalier était de 17,7 m<sup>3</sup>/s. La migration printanière concerne 40 saumons soit 32,5 % des saumons comptabilisés et s'est étendue sur 60 jours.

Après un arrêt estival, le premier poisson de l'automne est observé le 4 septembre, le débit moyen journalier est toujours celui de l'étiage avec en moyenne 12 m<sup>3</sup>/s. Cependant, les températures commencent à diminuer puisque nous passons de 21 °C le 31 août à 14,7 °C le 7 septembre. La période de migration automnale s'étale sur 66 jours. Au total, 83 saumons franchissent l'ouvrage (tous par le barrage). Les saumons ont là aussi pu profiter d'une unique augmentation de débit avec respectivement 57 m<sup>3</sup>/s et 95 m<sup>3</sup>/s les 21 et 24 octobre. Le pic de migration a eu lieu pendant cette augmentation de débit entre le 22 et le 26 octobre avec 41 saumons (soit 33 % de l'effectif total).

D'après Cohendet (1993), la plage de température optimale des saumons pour franchir les passes à poissons se situe entre 9 et 17 °C. Cette année, 111 saumons (90 %) ont franchi l'ouvrage pendant cette gamme de température. Bien que la grande majorité des poissons semblent avoir réagi aux variations de débits, certains sont passés pendant l'été avec des débits bas (environ 12 m<sup>3</sup>/s) et des températures élevées (22 °C).

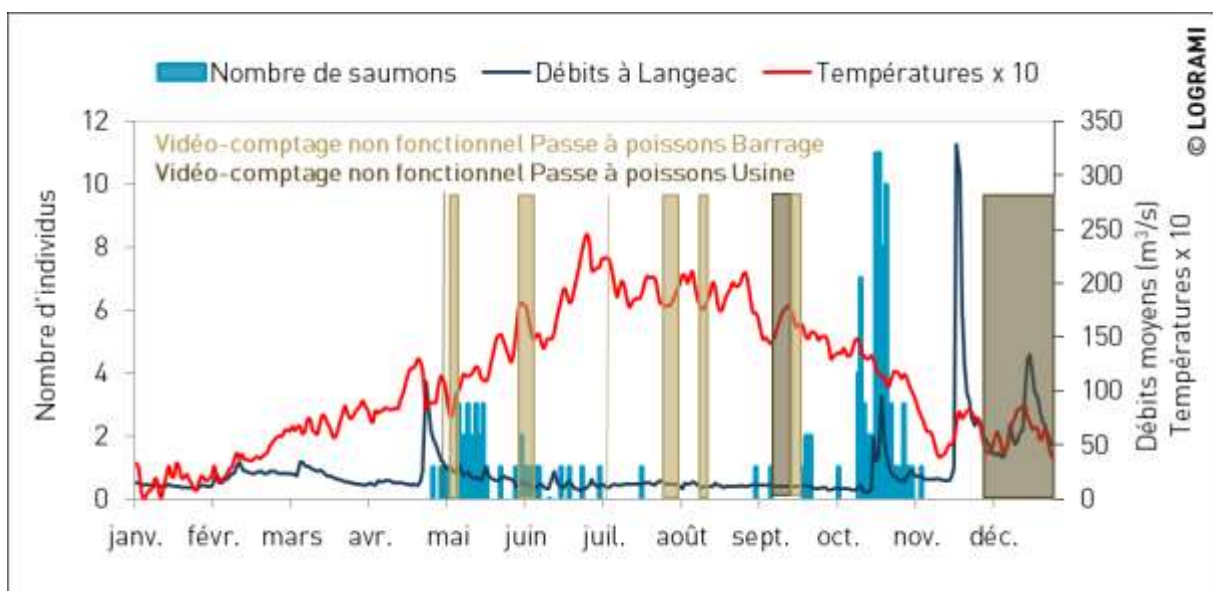


Figure 133 : Passages journaliers de saumons à Langeac en relation avec la température de l'eau à Langeac et les débits de l'Allier à Langeac en 2019 (Source hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

À Poutès sur l'Allier en 2019, 21 saumons ont pu être comptés à l'ascenseur (Figure 134).



Ces résultats doivent être relativisés en raison des observations faites sur les individus marqués en radiopistage à Vichy (cf § 3.4.8.3). Au cours de cette étude, un saumon ayant franchi le barrage n'a pas été observé dans l'ascenseur. Le franchissement a donc été possible soit durant la phase de travaux par la vanne de fond, soit par l'ascenseur durant l'unique journée de fonctionnement de celui-ci sans système de comptage. Un second saumon marqué a ensuite été comptabilisé par l'ascenseur à l'automne.

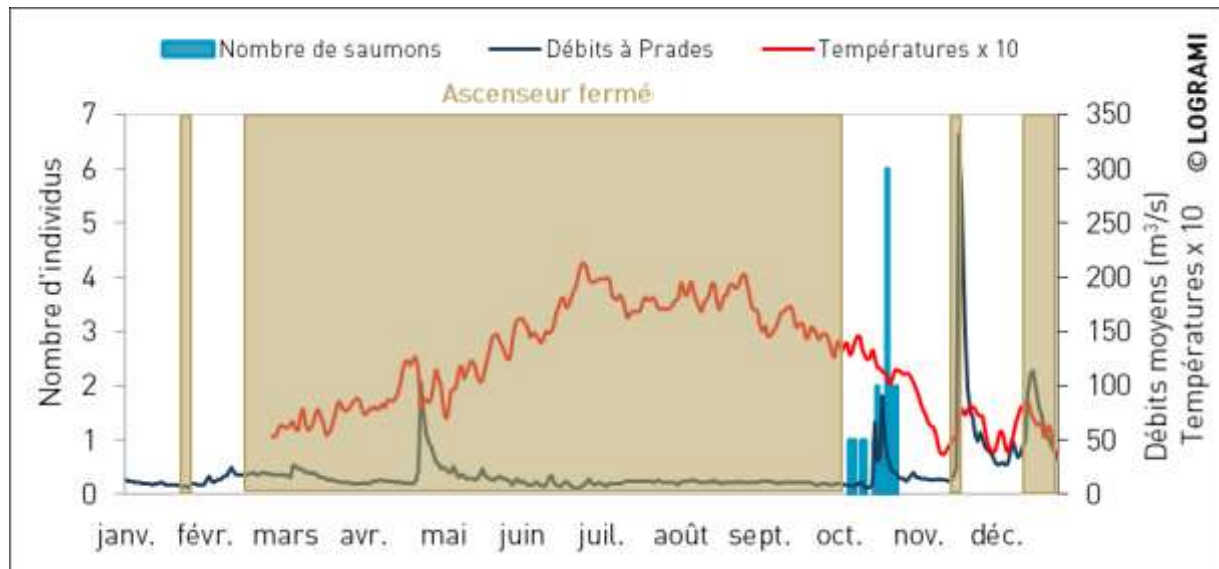


Figure 134 : Passages journaliers de saumons à Poutès en relation avec la température de l'eau à Poutès et les débits de l'Allier à Prades en 2019 (Source hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

Cette opération montre qu'un plus grand nombre de saumons a donc franchi l'ouvrage. Au vu des résultats, nous pouvons estimer ce chiffre entre 31 et 41 dont 21 ont réellement été comptés à l'ascenseur. 10 à 20 saumons ont donc pu franchir le barrage par la vanne de fond ou par l'ascenseur avant l'installation du système de comptage.

Cette estimation moyenne de 31 à 41 poissons à Poutès sur 379 saumons estimés représente entre 8 et 10 % des saumons à Vichy et 25 à 33% des passages dénombrés à Langeac. Ces chiffres restent inférieurs aux données historiques avec en moyenne 12 % des passages de Vichy et 39 % des passages de Langeac.

La période de migration des 21 saumons passés par l'ascenseur que l'on peut comparer à la période de migration automnale s'étale sur 18 jours entre le 11 et le 29 octobre (Figure 134). Le pic de migration journalier a lieu le 26 octobre avec 6 saumons franchissant l'ouvrage (soit 28 % de l'effectif). L'augmentation des débits de l'Allier fin octobre avec deux pics le 21 octobre (66 m<sup>3</sup>/s) et le 24 octobre (90 m<sup>3</sup>/s) concorde avec les passages des saumons à Poutès.

#### 4.5.4. 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 135). 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.

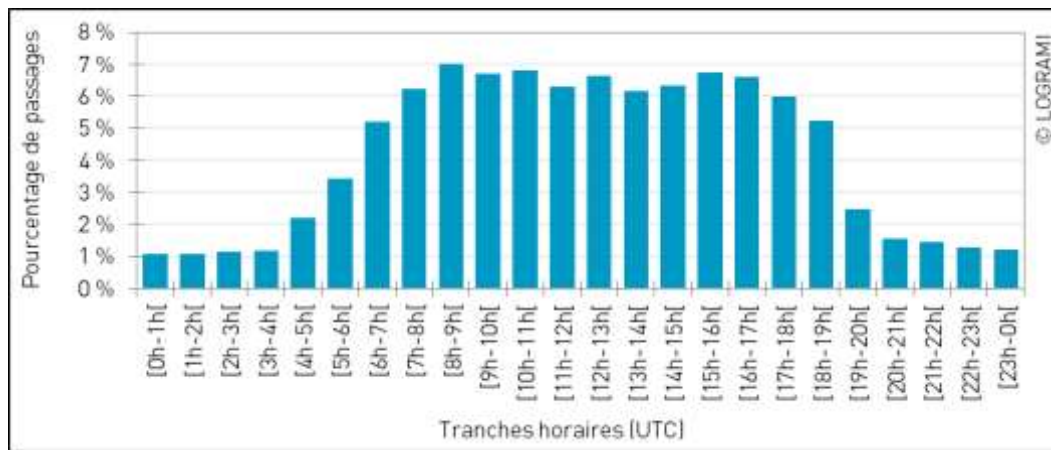


Figure 135 : Passages horaires des saumons aux stations de comptage du bassin de la Loire en effectif cumulé depuis 1997 (n=16 296)

## 4.6. Dévalaison des smolts de saumon atlantique

Certaines années, des smolts en dévalaison sont observés devant les vitres des stations de comptages. Ils empruntent ce dispositif lorsqu'ils n'ont pas d'autres possibilités de dévalaison par les vannes en surverses notamment. Cette observation sous-estime donc les effectifs et ne correspond pas forcément à l'amplitude complète de dévalaison. Pour autant, l'analyse des séries chronologiques permet de situer ces moments impérieux de dévalaison qui poussent les smolts à emprunter ce dispositif à contre sens faute de trouver d'autres issues.

### 4.6.1. Axe Sioule à Saint-Pourçain-sur-Sioule

En 2019, les observations de smolts sont récurrentes à la station de comptage de Saint Pourçain sur Sioule. Elles sont plus précoces que les deux années précédentes avec la moitié des individus qui a franchi l'ouvrage le 22 avril, alors qu'en moyenne les années précédentes, 50 % des passages ont été effectués à partir du 1<sup>er</sup> mai (+/- 2 jours). La durée de la période de migration est par contre plus longue que celle des autres années, 90 % des individus sont en effet passés en 52 jours contre en moyenne 21 jours +/- 3 les années antécédentes (Figure 136).

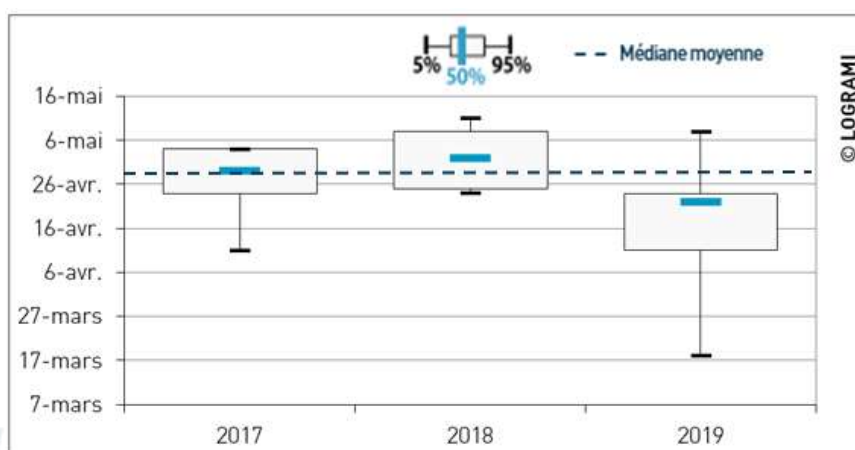


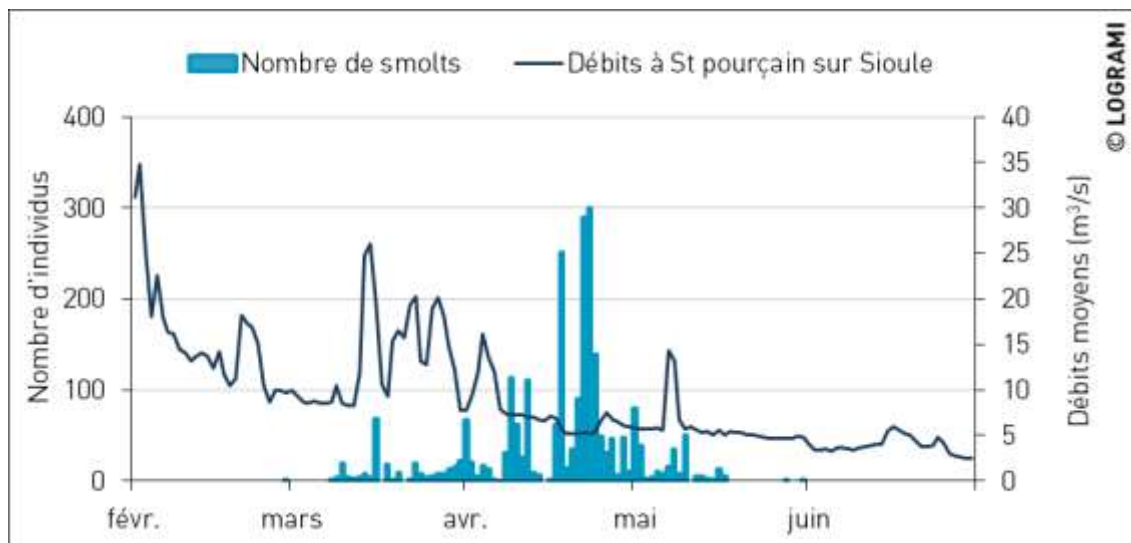
Figure 136 : Comparaison des amplitudes de migration des smolts à la station de Saint Pourçain sur Sioule depuis 2017



En 2019, les smolts ont été comptabilisés entre le 28 février et le 31 mai (Figure 137), toutes ces observations ont été réalisées dans une gamme de débits très faible comprise entre 4,6 m<sup>3</sup>/s et 26,1 m<sup>3</sup>/s (module = 25 m<sup>3</sup>/s).

Les passages journaliers se sont réellement intensifiés à partir de mi-avril. L'analyse de l'évolution du flux migratoire permet de dégager trois périodes d'activité migratoire qui représentent 83 % des comptages :

- 🕒 du 29 mars au 2 avril (135 individus),
- 🕒 du 8 au 12 avril (340 individus),
- 🕒 du 17 avril au 2 mai (1 487 individus). Durant cette période un pic de migration journalier est constaté le 23 avril avec 300 smolts comptés (soit 13 % de l'effectif annuel).



*\*Pertes des données températures de St Pourçain sur Sioule*

Figure 137 : Passages journaliers de smolts à St Pourçain sur Sioule en relation les débits de la Sioule à St Pourçain sur Sioule en 2019 (Source hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

Ces comptages sont de nature à inquiéter le gestionnaire sur l'aménagement de cet ouvrage. La récurrence et la durée des observations de smolts empruntant la passe de montaison et de smolts tournant devant le plan de grille sans trouver l'exutoire montrent de façon évidente un dysfonctionnement du système de dévalaison approprié. Cela invite à repenser le dispositif afin de garantir son efficacité.

## 4.6.2. Axe Allier

### 4.6.2.1 Vichy

Depuis 1997, l'observation de smolts dans le dispositif de montaison est assez régulière et souligne donc la nécessité d'effectuer des aménagements adaptés pour la dévalaison. La moitié des individus franchit l'ouvrage le 24 avril +/- 9 jours. En 2019, ces tendances se confirment avec 50 % des passages effectués à partir du 22 avril. La durée de la période de migration est par contre plus courte que celle des autres années, 90 % des individus sont en effet passés en 15 jours contre en moyenne 29 jours (+/- 20) les années précédentes (Figure 138).

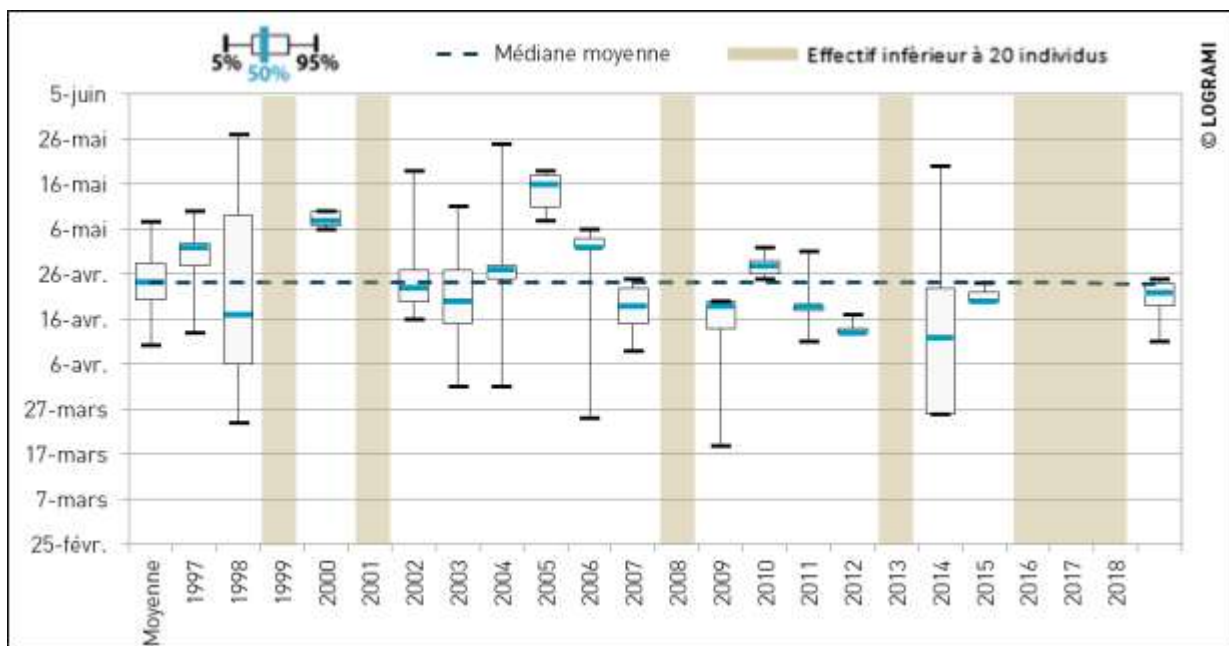


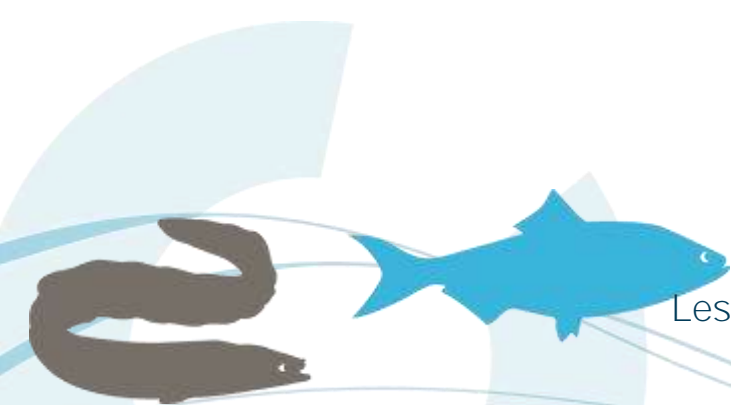
Figure 138 : Comparaison des amplitudes de migration des smolts à la station de comptage de Vichy depuis 1997

En 2019, sur l'Allier à Vichy, les 3 945 smolts ont été comptabilisés entre le 8 et le 25 avril (Figure 139). En moyenne, depuis le début du suivi de la station en 1997, 2 114 smolts (+/- 2 995) sont comptabilisés.

98 % de ces observations ont été réalisées au niveau de la passe à poissons rive gauche. L'entrée hydraulique de cette dernière, située face à l'Allier, est plus facilement utilisable par les smolts en dévalaison. Toutes ces observations ont été réalisées dans une gamme de débits très faible comprise entre 32 m<sup>3</sup>/s et 41 m<sup>3</sup>/s (module = 100 m<sup>3</sup>/s). La migration des smolts s'est intensifiée lorsque la température de l'eau a dépassé les 15 °C.

Une première phase a lieu du 8 au 14 avril, elle représente 13 % de l'effectif annuel. Les passages journaliers se sont réellement intensifiés à partir de fin avril. Du 24 au 25 avril, les effectifs journaliers sont en effet supérieurs à 300 individus. Durant cette période, un pic de migration est constaté le 24 avril avec 708 smolts comptés en une seule journée (soit 18 % de l'effectif annuel).

Plus aucun individu n'est observé à compter du 26 avril. Une augmentation du débit de l'Allier (pic journalier maximal de 156 m<sup>3</sup>/s le 27 avril) a permis aux poissons accumulés dans la retenue d'emprunter la surverse des vannes pour franchir l'ouvrage.





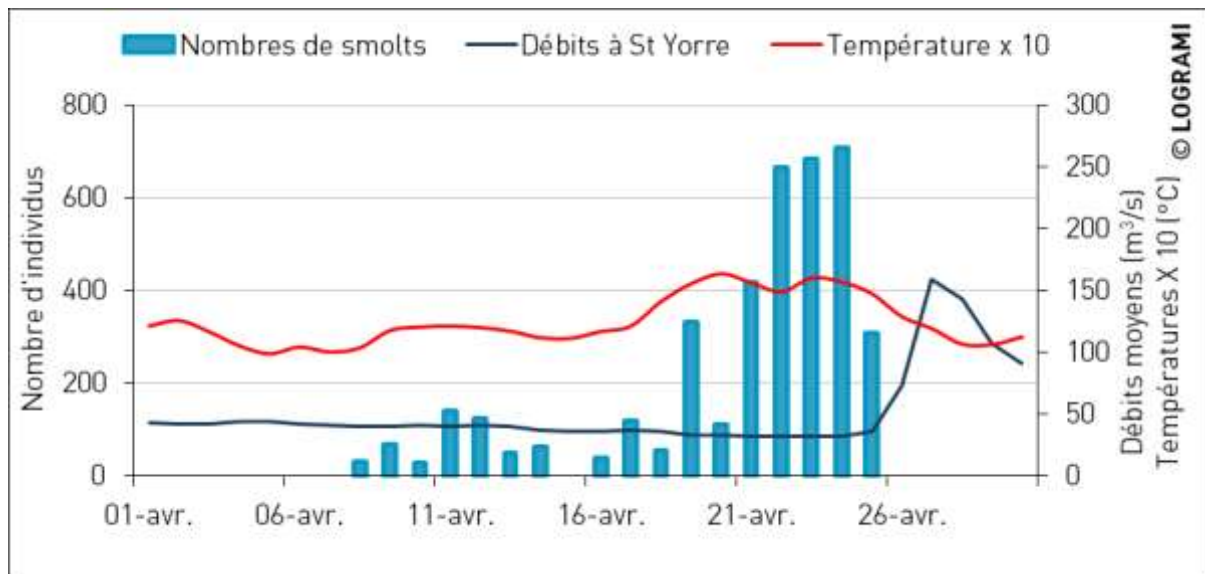


Figure 139 : Passages journaliers de smolts à Vichy en relation avec la température de l'eau à Vichy et les débits de l'Allier à St Yorre en 2019

#### 4.6.2.2 Poutès

Entre 1999 et 2018, des comptages ont été effectués au niveau de la glissière de dévalaison de Poutès. Par forts débits (au-dessus de 30 m³/s), les smolts peuvent dévaler par les vannes de fond. Pour l'analyse des périodes migratoires, seules les données des années à échappement nul sous les vannes, années durant lesquelles l'ensemble des smolts ont été obligés d'emprunter la gouttière de dévalaison (2002, 2005, 2007, 2014 et 2015), ont été utilisées (Figure 140). Ainsi, dans ce cas de figure la dévalaison des smolts (90 % des effectifs) dure en moyenne 23 jours +/- 7, entre le 21 avril et le 14 mai. Cependant, les années où l'échappement est possible par les vannes de fond, les comptages au niveau de la gouttière de dévalaison révèlent que cette dernière peut être effective dès la mi-mars, sachant que la gouttière de dévalaison n'est mise en place qu'à partir de mi-mars.

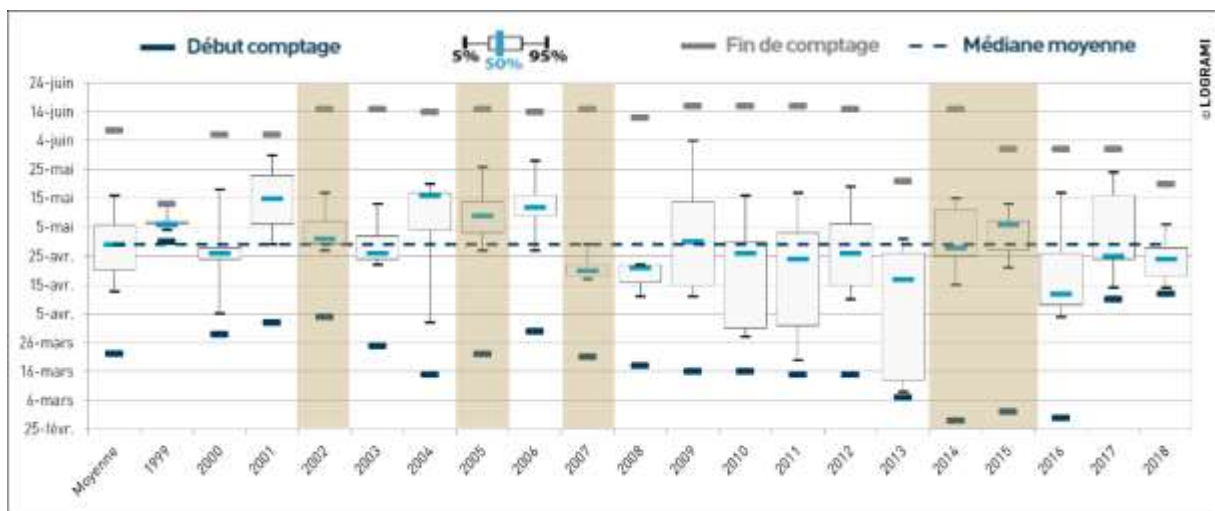


Figure 140 : Comparaison des amplitudes de migration des smolts au niveau du barrage de Poutès de 1999 à 2018 avec les années à échappement nul (en beige)

### 4.6.3. Rythme et horaire de migration

Sont considérés comme nocturnes les passages entre 21h et 6h du matin (Figure 141). Au barrage de Poutès, les smolts dévalant de nuit représentent 65 % de l'effectif, et ceux dévalant de jour 35 %. A contrario, aux stations de Vichy et St Pourçain sur Sioule, les passages en journée représentent respectivement 66 % et 84 %. Cette différence de rythme horaire de migration à Vichy et St Pourçain sur Sioule semble témoigner des problèmes de franchissement que rencontrent les smolts (difficulté à trouver le passage, colmatage des exutoires). Nous notons également une plus forte activité entre 14h et 18h sur les stations de Vichy (48 %) et Poutès (18 %).

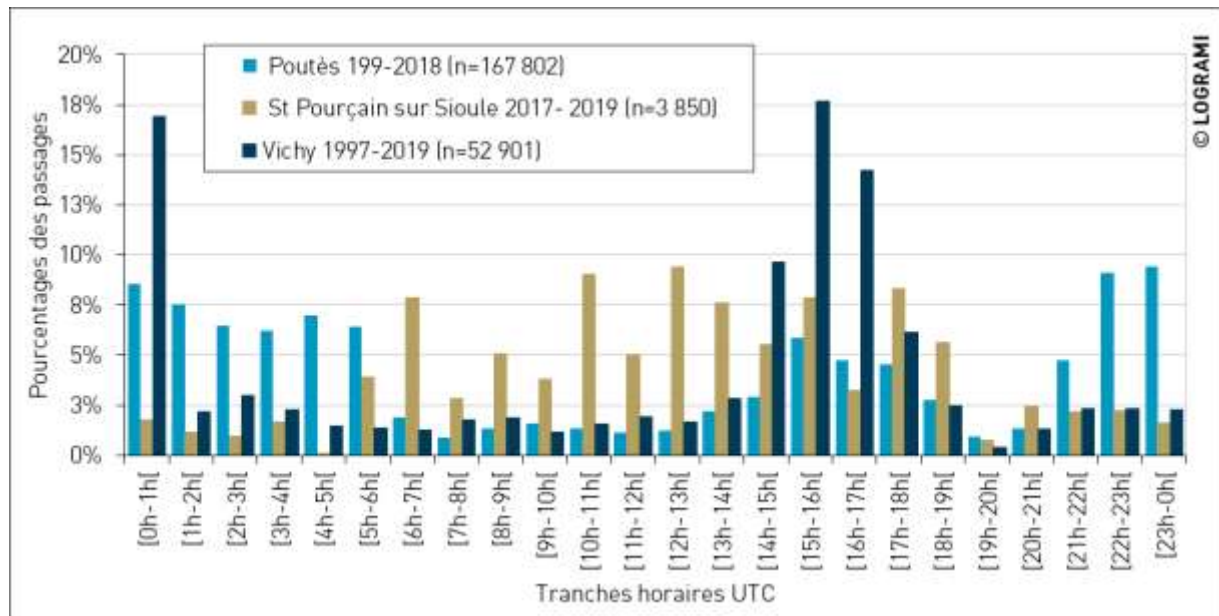
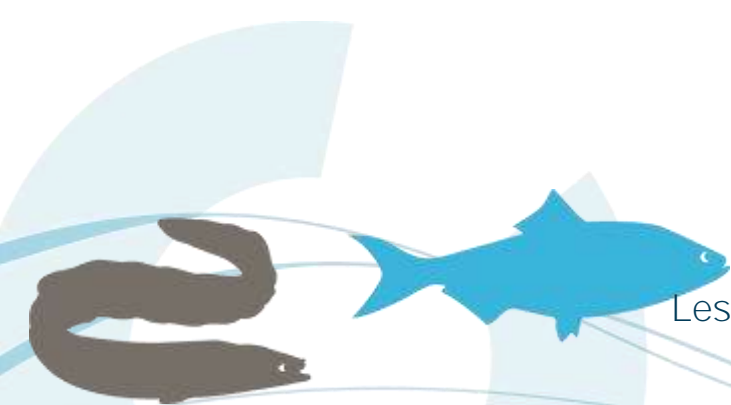


Figure 141 : Passages horaires des smolts à la glissière de dévalaison au barrage de Poutès et aux stations de comptage de Vichy et St Pourçain sur Sioule

### 4.7. Dévalaison des ravalés de saumon atlantique

Les ravalés sont des saumons post reproduction qui tentent de retourner en mer. Les observations ponctuelles sont réalisées lorsque, comme les smolts, ils empruntent les dispositifs de montaison pour effectuer leur dévalaison faute de trouver d'autres alternatives. Des ravalés sont observés en dévalaison sur les stations de comptages de Vichy et St Pourçain sur Sioule (Figure 142). A Poutès, ils étaient comptabilisés lorsqu'ils utilisaient la goulotte de dévalaison.

Les 55 observations révèlent des dévalaisons entre décembre et mars à Vichy. Elles sont plus tardives sur la Sioule pour 19 individus et situées entre mars et mai. A Poutès, 59 % des dévalaisons de ravalés sur 133 observations sont constatés au mois d'avril. Pour rappel, l'exutoire est fonctionnel seulement entre le 15 mars et le 15 juin.



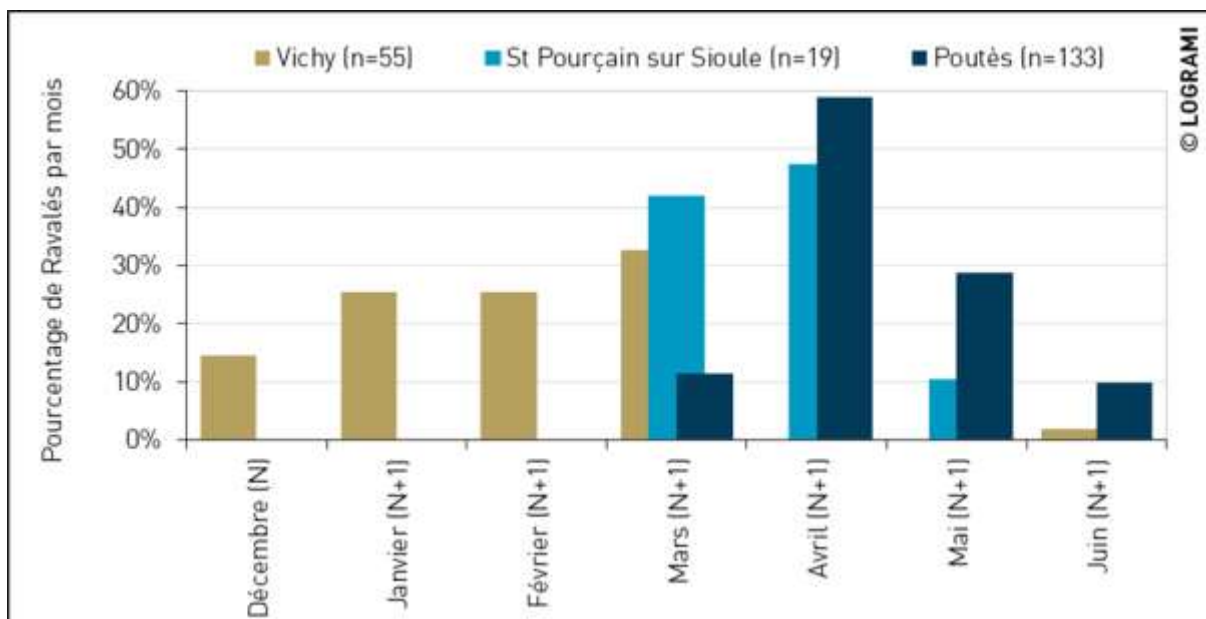


Figure 142 : Répartition des effectifs des ravalés par mois observés aux stations de Poutès, Vichy et St Pourçain sur Sioule sur le bassin de l'Allier depuis le début des suivis aux stations (N = année de reproduction)

## 4.8. 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 et de Poutès. Aux autres stations du bassin de la Loire, d'autres voies de passages sont possibles pour cette espèce.

### 4.8.1. Amplitude et dynamique migratoire

Sur la Vienne en 2019, la première anguille a été comptabilisée le 16 mai, la dernière le 30 juillet. La période de migration de l'année 2019 est plus tardive que celle des années précédentes. La moitié des individus a franchi l'ouvrage de Châtellerault au 28 juin, alors qu'en moyenne de 2004 à 2018, la moitié des individus est passée au 5 juin (+/- 17 jours). La durée de la période de migration est beaucoup plus courte que celle des années antérieures : 90 % des individus sont en effet passés en 20 jours, contre en moyenne 55 jours +/- 19 de 2004 à 2018 (Figure 143).

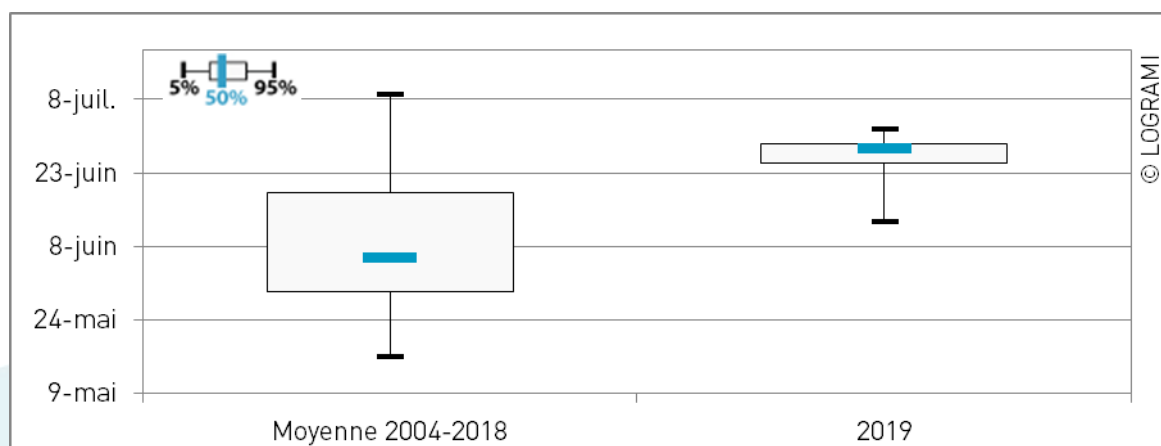


Figure 143 : Comparaison de la période de migration des anguilles à Châtellerault sur la Vienne en 2019 par rapport aux années antérieures

L'analyse du rythme de migration de l'année 2019 à Châtelleraut montre que le début de la montaison est le plus tardif depuis le début du suivi en 2004. Ce rythme est décalé de plusieurs semaines par rapport à la moyenne 2004-2018. Cela s'explique par une concentration des passages d'anguilles fin juin (Figure 144). L'augmentation des débits durant le mois de juin, après une période de faible hydrologie, a probablement stimulé la migration des anguilles sur la partie aval du bassin, qui ont, par la suite, franchit l'ouvrage de Châtelleraut.

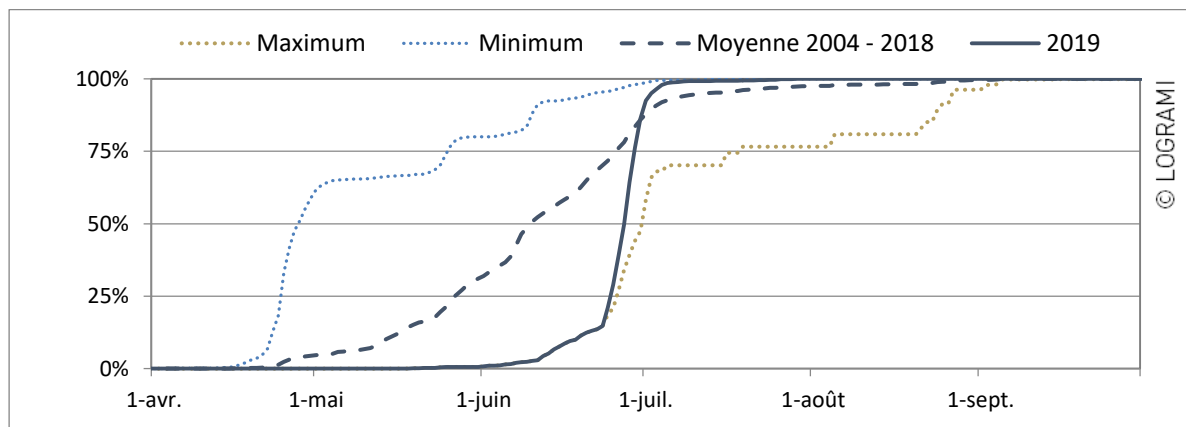


Figure 144 : Comparaison du rythme de migration des anguilles à Châtelleraut de 2019 par rapport aux années antérieures

Les observations d'anguilles faites à Poutès depuis 1986 (860 km de l'estuaire) sont les plus amont sur le bassin de la Loire. Elles mettent en avant l'importance de l'aire de répartition de l'espèce. L'ascenseur n'est pas un dispositif adapté pour l'anguille (elle peut s'échapper à travers les barreaux de la cage très facilement lors de la remontée). Pour autant quelques individus arrivent tout de même à utiliser ce dispositif et sont alors comptabilisés. Ainsi, sur cet ouvrage, l'anguille la plus précoce a été comptabilisée le 25 mai tandis que la plus tardive l'a été le 15 septembre. En moyenne depuis 1986, la moitié des individus a franchi l'ouvrage de Poutès au 14 juillet (Figure 145). 90 % des passages ont lieu en 45 jours entre le 27 juin et le 10 août.

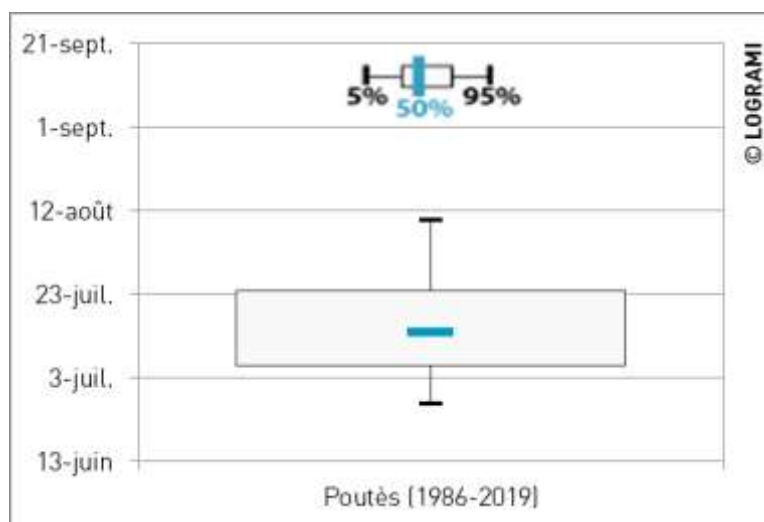


Figure 145 : Période de migration des anguilles montantes à Poutès depuis 1986 (n=817)

## 4.8.2. Passages journaliers

Sur la Vienne à Châtelleraut en 2019, la montaison des anguilles a débuté mi-mai mais les passages journaliers ne sont continus qu'à partir du 1<sup>er</sup> juin. La migration s'est réellement intensifiée fin juin. Du

25 juin au 2 juillet, les effectifs journaliers sont en effet supérieurs à 100 individus. Durant cette période un pic de migration est constaté, le 29 juin, avec 352 anguilles comptées en une seule journée (soit 7 % de l'effectif annuel). L'augmentation des débits durant le mois de juin a probablement stimulé la migration des anguilles (Figure 146).

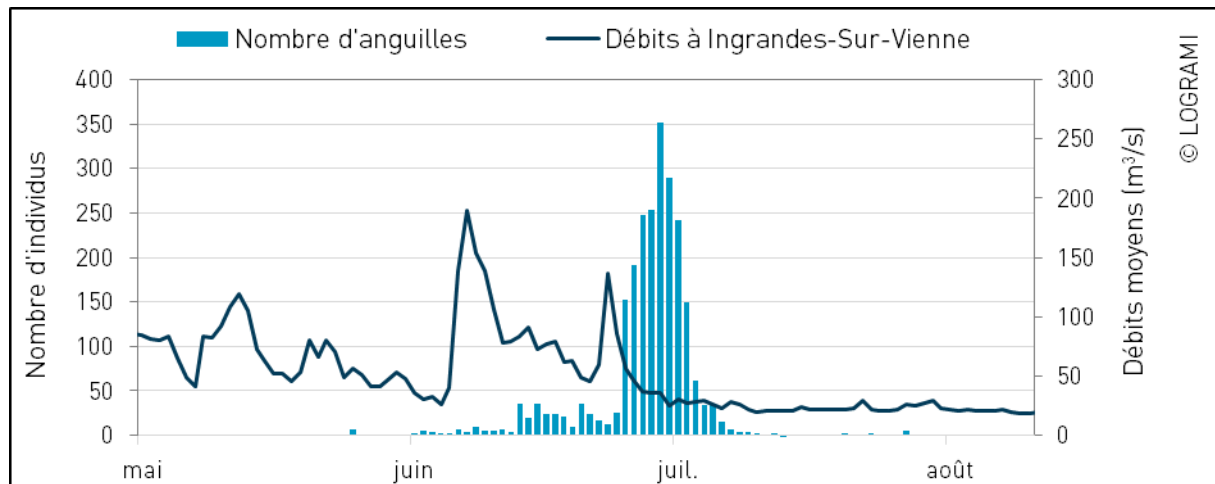


Figure 146 : Passages journaliers d'anguilles à Châtelleraut en relation avec les débits de la Vienne à Ingrandes-sur-Vienne en 2019 (n=2 415) (Source hydro : SPCVCA – Centre de Poitiers / Hydro – MEDD/DE)

### 4.8.3. 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 147).

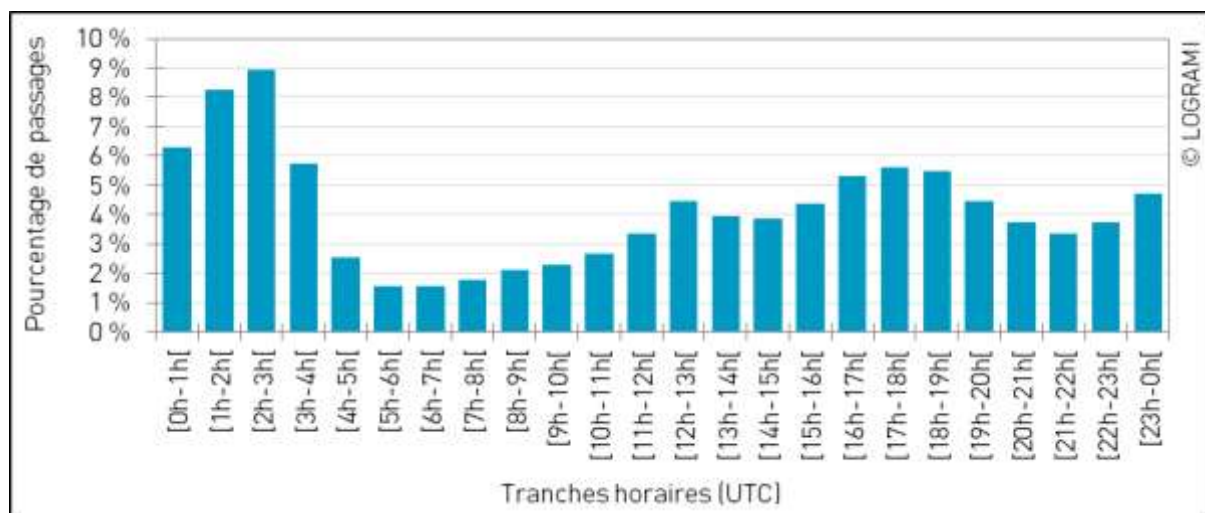


Figure 147 : Passages horaires des anguilles à la station de comptage de Châtelleraut en effectif cumulé depuis 2004 (n=38 285)

## 4.9. Migration des anguilles argentées

Pour rappel, les comptages d'anguilles dévalantes ne doivent pas être 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.

Toutefois, des comptages importants sont enregistrés à la station de Roanne depuis sa mise en service en 2012.

### 4.9.1. Amplitude et dynamique migratoire

A la station de Roanne située à 721 km de l'estuaire, en moyenne depuis 2012 sur 266 comptages d'anguilles argentées, la moitié des individus a franchi l'ouvrage au 16 août (Figure 148). 90 % des passages ont lieu en 327 jours entre le 10 janvier et le 2 décembre mais la migration est concentrée entre le 6 juin et le 22 octobre.

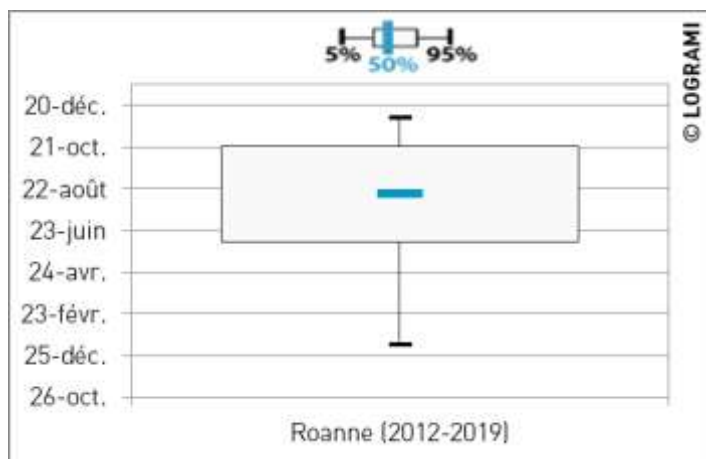


Figure 148 : Période de migration des anguilles argentées à Roanne depuis 2012 (n=266)

### 4.9.2. Rythme horaire de migration

Selon la bibliographie, la dévalaison de l'anguille argentée se fait presque entièrement de nuit (BARDONNET et al, 2005). A la station de Roanne depuis 2012, 69 % des passages ont eu lieu entre 20h et 5h UTC (Figure 149). Un pic horaire est enregistré entre 21 h et 22 h UTC avec 11,3 % des passages.

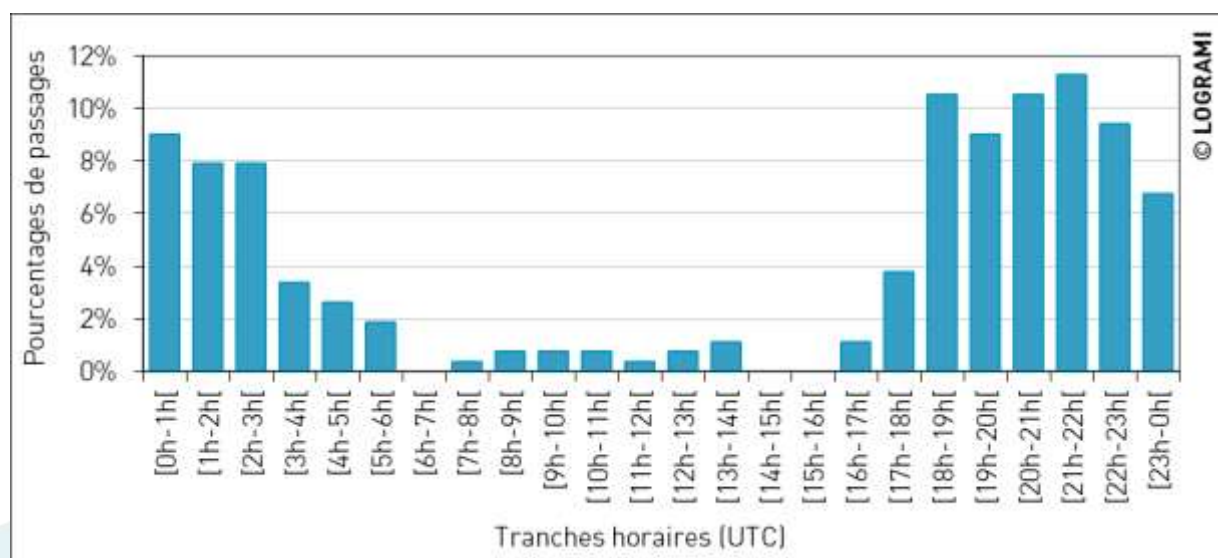


Figure 149 : Passages horaires des anguilles argentées à la station de comptage de Roanne en effectif cumulé depuis 2012 (n=266)



## 4.10. Migration des muets porcs

L'amplitude et la période de migration des muets 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.

### 4.10.1. Amplitude et dynamique migratoire

La migration des muets est généralement plus précoce sur la Creuse à Descartes que sur la Vienne à Châtelleraut. En moyenne, 50 % de la migration à Descartes a lieu dès le 20 mai (+/- 16 jours), alors que la moitié des passages à Châtelleraut n'est atteint que le 13 juin (+/- 22 jours). En 2019, la montaison des muets ne suit pas cette logique. Les passages sont en effet plus précoces à Châtelleraut qu'à Descartes (35 jours d'écart à la moitié de la migration). La migration est plus précoce à Châtelleraut que les années antérieures (50 % des passages au 25 mai 2019), alors qu'à l'inverse elle est beaucoup plus tardive à Descartes (50 % des passages au 12 juin 2019) (Figure 150).

L'amplitude de la montaison est beaucoup plus importante en 2019 que les années précédentes aux deux stations. A Descartes, 90 % de la migration s'est déroulée sur 113 jours en 2019 contre 90 +/- 33 de 2007 à 2018 et à Châtelleraut, 90 % de la migration s'est déroulée sur 134 jours en 2019 contre 97 +/- 18 de 2004 à 2018.

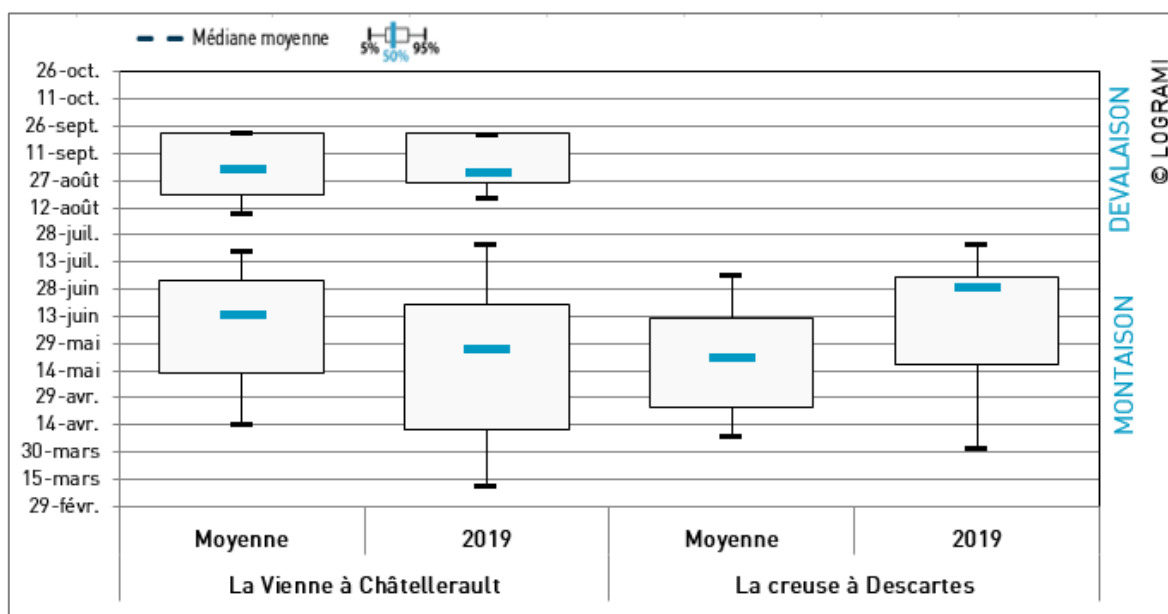


Figure 150 : Comparaison des périodes de passages des muets porcs en 2019 aux stations de comptage du bassin de la Vienne avec les périodes observées depuis la mise en place des stations

La période de dévalaison ne peut être décrite que pour la station de Châtelleraut. En effet, à Descartes les muets dévalant sont peu nombreux à emprunter la passe à poissons, la majorité d'entre eux franchissent le barrage par les clapets. Malgré tout, **plusieurs bancs d'individus se sont présentés devant les vitres de comptage entre le 7 août et le 4 octobre**. A Châtelleraut, la dévalaison a débuté le 4 août et s'est terminée le 30 septembre (soit une amplitude totale de 36 jours). Elle est plus courte que les années précédentes où en moyenne elle s'étale sur 45 jours (+/- 23). La période est par contre très proche de celle des autres années, 50 % des muets ont emprunté la passe en dévalaison le 31 août 2019 alors qu'en moyenne la moitié des individus sont redescendus au 1<sup>er</sup> septembre +/- 22 jours de 2004 à 2018.

## 4.10.2. Passages journaliers

Sur la Creuse à Descartes en 2019, le premier mulot porc en montaison a été observé le 22 mars et le dernier le 25 juillet. Les passages sont discontinus et rares tout au long de la migration. Un pic de faible ampleur est observable le 29 juin avec le passage de 12 individus, il peut être corrélé à la hausse des températures et à une chute des débits. Les passages en dévalaison sont eux aussi discontinus. A noter que plusieurs mulots ont réalisé de nombreux allers et retours en fin de période de migration sans pour autant emprunter la passe à poissons en dévalaison. Ils sont probablement passés par les clapets centraux du barrage. Les journées sans passage mais avec des allers et retours sont matérialisées sur la Figure 151 par la catégorie « tentative de dévalaison ». Le nombre d'individus concernés ne peut cependant pas être connu.

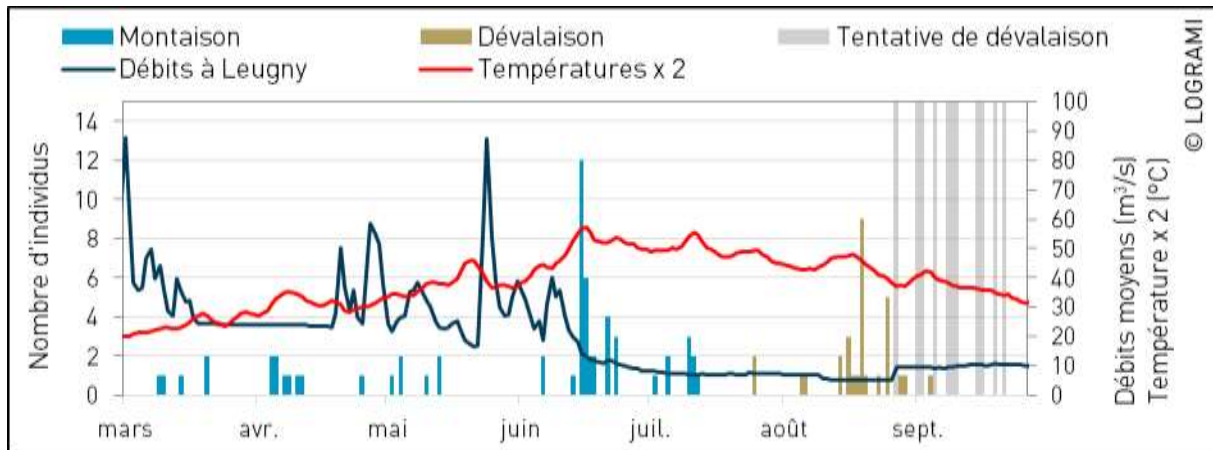


Figure 151 : Passages journaliers de mulots porcs à **Descartes en relation avec la température de l'eau et des débits de la Creuse à Leugny en 2019 (n=61)** (Source hydro : SPCVCA – Centre de Poitiers / Hydro – MEDD/DE)

Sur la Vienne à Châtelleraut, le premier mulot en montaison a été comptabilisé le 4 mars et le dernier le 2 août. Les 168 passages sont discontinus, la majorité d'entre eux a lieu de mi-mai à mi-juillet. Aucun pic de migration n'est distinguable pour la montaison. La dévalaison se concentre de mi-août à fin septembre, avec un pic journalier le 31 août (19 passages) (Figure 152). De nombreuses journées sont marquées par des tentatives de dévalaison sans passage.

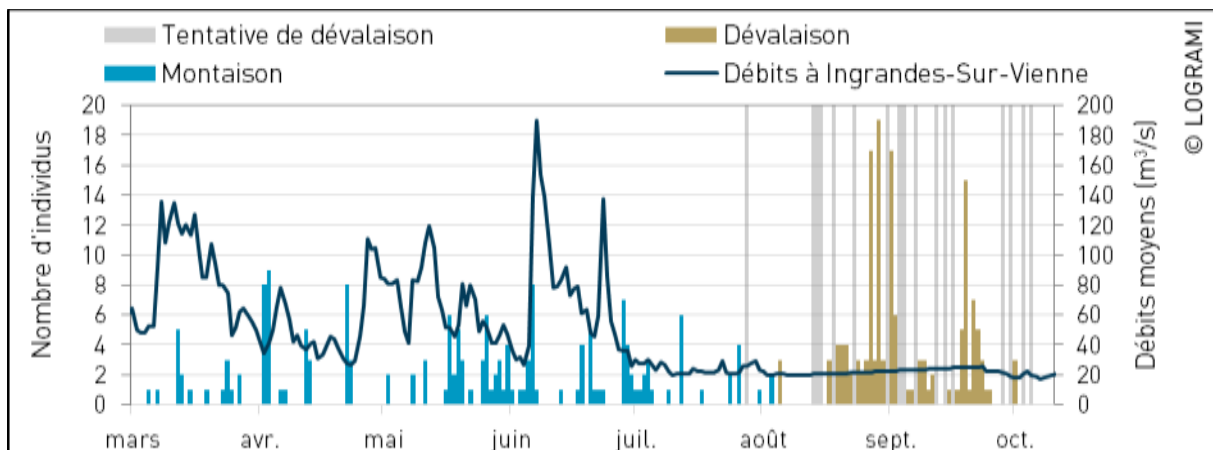


Figure 152 : Passages journaliers de mulots porcs à **Châtelleraut en relation avec la température de l'eau et des débits de la Vienne à Ingrandes-sur-Vienne en 2019 (n=168)** (Source hydro : SPCVCA – Centre de Poitiers / Hydro – MEDD/DE)





Durant la période de dévalaison, les nombreux allers et retours devant les vitres témoignent de l'absence de dispositifs adaptés à cette espèce. Les mulets sont en effet très réticents à emprunter la passe à poissons en dévalaison, ils peuvent parfois chercher durant plusieurs jours une autre voie de passage. Les solutions sont bien souvent limitées, les surverses des barrages étant faibles et les vannes rarement ouvertes durant cette période. Contrairement aux autres migrateurs, le nombre limité d'ouvrages sur les parties de cours d'eau colonisées par le mulot laisse cependant penser que le retard lié au franchissement a peu d'impact sur le cycle de vie de cette espèce. Pour autant, si des aménagements sont réalisés pour les autres espèces, ils bénéficieront également aux mulets porcs qui rencontrent des difficultés notamment à la dévalaison.

### 4.10.3. Rythme horaire de migration

La migration des mulets porcs sur le bassin de la Vienne est diurne : 98 % des passages ont lieu entre 4h et 19h UTC. Dans ce créneau diurne, aucune préférence horaire n'est distinguable. Les passages sont globalement similaires tout au long de la journée (Figure 153).

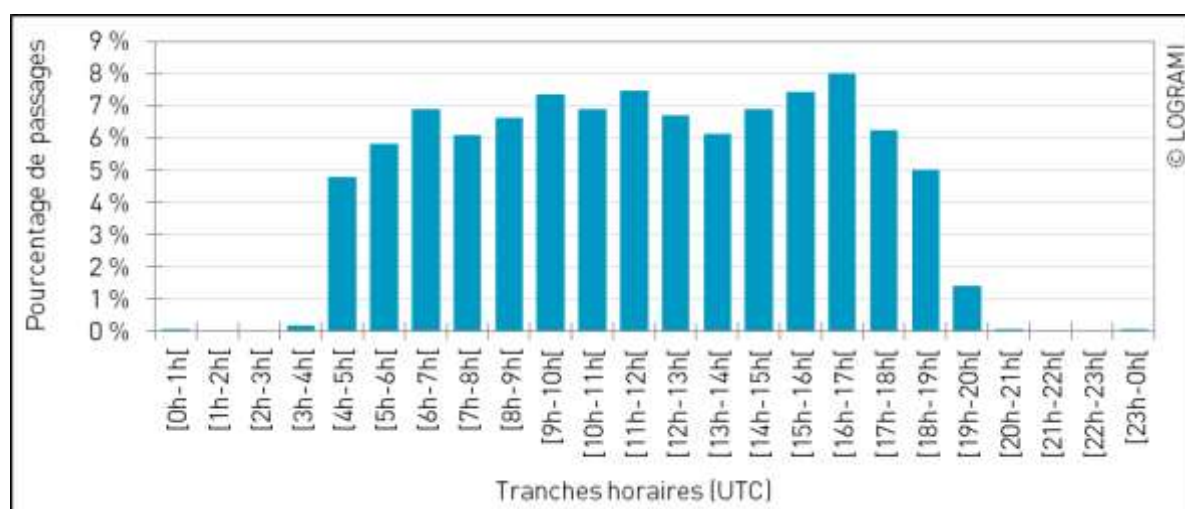


Figure 153 : Passages horaires des mulets porcs aux stations de comptage du bassin de la Vienne (n=4 318)



## 4.11. 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 2019, les systèmes de comptage ont été opérationnels avec un taux moyen de fonctionnement de 98 % +/- 3. Quelques poissons ont ainsi potentiellement échappé aux comptages à Langeac, Poutès, Decize, Châtellerault et Gueugnon durant les dysfonctionnements des systèmes.

Les premières aloses sont contrôlées généralement sur la Creuse à Descartes au mois de mars. Il s'agit de la station de comptage la plus proche de l'estuaire. En 2019, comme pour les années précédentes, la logique d'une arrivée plus précoce aux stations situées sur l'aval du bassin 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 et à Châtellerault.

Pour la lamproie marine, la série de données nous enseigne qu'un décalage important est à noter entre les deux stations les plus aval (Descartes et Châtellerault) et celles situées plus en amont (Decize et Vichy). Cependant en 2019, aucune lamproie n'a été observée aux stations de comptage amont et très peu d'individus ont franchi les ouvrages de Descartes et de Châtellerault. Les quelques passages comptabilisés aux deux stations du bassin de la Vienne sont très précoces par rapport aux données des années antérieures.

Du fait de la proximité avec l'estuaire de la Loire, la migration des saumons à Descartes sur l'axe Creuse est logiquement plus précoce avec les premiers individus généralement contrôlés en fin d'année n-1. 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 2 et 3 ans de mer. Les poissons d'un an de mer arrivent plus tardivement sur le bassin. De même, 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 jusqu'en décembre comme aux stations de comptage de Langeac et de Poutès.

En 2019, l'absence des saumons de 1 an de mer est à noter sur le site aval de Descartes modifiant les rythmes migratoires globaux mais un retard est également constaté pour les individus de 2 et 3 ans de mer. A contrario, les rythmes et amplitudes migratoires des saumons, observés aux autres stations de comptage, ont suivi la même logique que les années précédentes. La période de migration, sur le haut Allier, à Poutès, n'a pas pu être précisée du fait des travaux de reconfiguration du barrage. En effet l'ascenseur n'a été remis en fonctionnement que le 9 octobre, auparavant des saumons ont pu franchir l'obstacle par une vanne de fond laissée ouverte. La mise en place de l'ascenseur semble avoir été en décalage d'une dizaine de jours après la reprise automnale de migration observée à Langeac.

Les ravalés sont des saumons post reproduction qui tentent de retourner en mer. Ils sont régulièrement observés aux stations de comptage du bassin de l'Allier. Ces observations révèlent une période de dévalaison comprise entre décembre et mars à Vichy sur l'Allier, et entre mars et mai à Saint Pourçain sur Sioule. Les observations plus tardives à Poutès de mi- mars à juin sont en réalité un artéfact de la mise en place tardive de la goulotte de dévalaison qui est la seule voie de passage.

Certaines années des smolts en dévalaison sont aussi observés aux stations de comptages. Ils empruntent ce dispositif lorsqu'ils n'ont pas d'autres possibilités de dévalaison par les vannes en

surverses notamment. Ces observations sous-estiment donc les effectifs et ne correspondent pas forcément à l'amplitude complète de dévalaison. Ils révèlent les sites où la dévalaison est conditionnée par des niveaux de débits et mettent en exergue la nécessité d'aménager des dispositifs adaptés de dévalaison pour ce stade biologique. En 2019, compte tenu de la faible hydrologie, des observations et comptages ont été effectués entre février et mai à Moulin Breland sur la Sioule et concentrés en avril sur Vichy. Les observations effectuées sur Poutès par la goulotte montrent que les années de forte hydrologie la dévalaison est enclenchée avant le 15 mars (date de mise en place de la goulotte).

La migration des mulets est généralement plus précoce sur la Creuse à Descartes que sur la Vienne à Châtelleraut. En 2019, la montaison des mulets ne suit pas cette logique. Les passages sont en effet plus précoces à Châtelleraut qu'à Descartes. La migration est plus précoce à Châtelleraut que les années antérieures (alors qu'à l'inverse elle est beaucoup plus tardive à Descartes). Durant la période de dévalaison (juillet à octobre), les nombreux allers-retours devant les vitres témoignent de l'absence de dispositifs adaptés à cette espèce. Les mulets sont en effet très réticents à emprunter la passe à poissons en dévalaison, ils peuvent parfois chercher durant plusieurs jours une autre voie de passage. Les solutions sont bien souvent limitées, les surverses des barrages étant faibles et les vannes rarement ouvertes durant cette période.

La période de migration des anguilles en montaison décrite sur la Vienne en 2019 est plus tardive que celle des années précédentes. La durée de cette période est aussi beaucoup plus courte : 90 % des individus sont en effet passés en 20 jours. Les observations d'anguilles faites à Poutès depuis 1986 (860 km de l'estuaire) sont les plus amont sur le bassin de la Loire. Elles mettent en avant l'importance de l'aire de répartition de l'espèce. Ainsi, sur cet ouvrage, l'anguille la plus précoce a été comptabilisée le 25 mai tandis que la plus tardive le 15 septembre. En moyenne depuis 1986, la moitié des individus a franchi l'ouvrage de Poutès au 14 juillet.

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 mulets porcs ont une migration diurne. Pour le saumon et le mulot, 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.

L'ensemble de ces observations permettent de dresser des calendriers migratoires préférentiels des espèces et des paramètres pouvant influencer ces périodes. La connaissance plus localisée des rythmes permet ainsi d'adapter l'assiduité des surveillances des dispositifs de franchissement pour garantir le passage des poissons en optimisant les dispositifs aux moments opportuns et en intensifiant la vérification de ceux-ci aux périodes cruciales.



Calendriers migratoires bassin de la Vienne		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Aloses	Montaison												
	Dévalaison juvéniles	Pas d'observations aux stations de comptage *											
Anguille européenne	Montaison												
	Dévalaison	Peu d'observations aux stations de comptage **											
Lamproie marine	Montaison												
	Dévalaison juvéniles	Pas d'observations aux stations de comptage *											
Mulet porc	Montaison												
	Dévalaison												
Saumon atlantique	Montaison												
	Dévalaison smolts	Pas d'observations aux stations de comptage *											

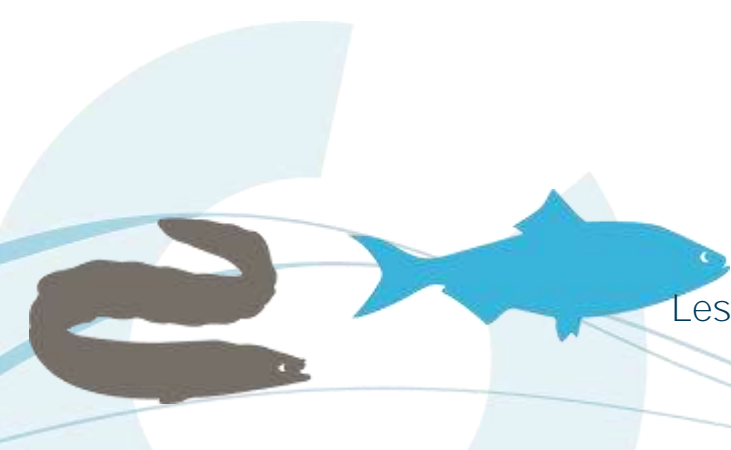
Calendriers migratoires Loire amont (Decize)		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Aloses	Montaison												
	Dévalaison juvéniles	Pas d'observations à la station de comptage *											
Anguille européenne	Montaison												
	Dévalaison	Peu d'observations à la stations de comptage **											
Lamproie marine	Montaison												
	Dévalaison juvéniles	Pas d'observations à la stations de comptage *											
Saumon atlantique	Montaison												
	Dévalaison smolts	Pas d'observations à la station de comptage *											

Calendriers migratoires Allier aval (Vichy)		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Aloses	Montaison												
	Dévalaison juvéniles	Pas d'observations aux stations de comptage *											
Anguille européenne	Montaison												
	Dévalaison	Peu d'observations à la stations de comptage **											
Lamproie marine	Montaison												
	Dévalaison juvéniles	Pas d'observations à la stations de comptage *											
Saumon atlantique	Montaison												
	Dévalaison smolts												
	Dévalaison ravalés												

Calendriers migratoires haut Allier (Langeac et Poutès)		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Anguille européenne	Montaison												
	Dévalaison	Peu d'observations à la stations de comptage **											
Saumon atlantique	Montaison												
	Dévalaison smolts												

\* Les stations de comptages ne permettent pas de connaître les périodes de dévalaison des espèces concernées.

\*\* Les passages d'anguilles argentées en dévalaison devant les vitres des stations de comptage sont trop faibles et non exhaustifs pour définir une période précise.



## 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 long terme 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'études. 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.

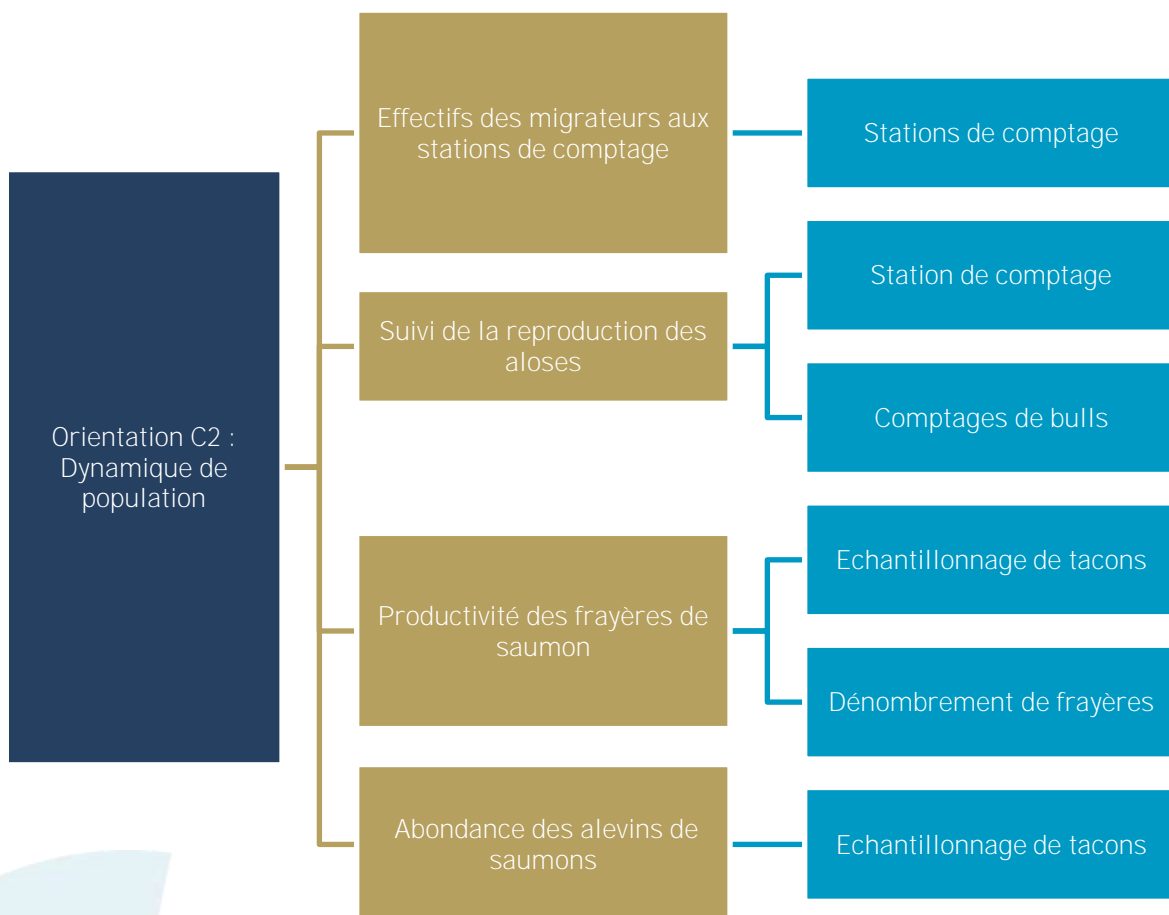


Figure 1. Dendrogramme des actions menées dans le cadre de l'orientation C2 : Dynamique de population (Source LOGRAMI)

## 5.1. Effectifs des migrateurs aux stations de comptages

### 5.1.1. 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'alse feinte). Les résultats des comptages ne sont donc pas détaillés par espèce mais regroupés pour le genre *Alosa*.

En 2019, la population d'aloses comptabilisée sur les premières stations de comptage situées en aval des axes totalise seulement 520 individus. C'est le plus petit effectif rencontré depuis le début du suivi en 1998. Il est trois fois plus faible que la moyenne des dix dernières années (1 538 +/- 657 aloses). Les aloses ont été dénombrées à parts quasi égales sur la Creuse à Descartes (32 %), sur la Vienne à Châtelleraut (33 %) et sur la Loire à Decize (34 %). Les effectifs comptabilisés à Vichy sur l'Allier sont très faibles, représentant seulement 1 % de la population (Figure 155). Aucune alose n'a été observée sur la Sioule à la station de comptage de Saint-Pourçain-Sur-Sioule.

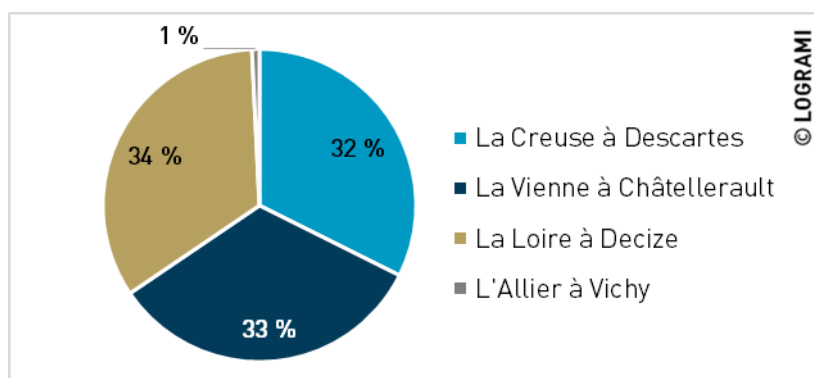


Figure 155 : Répartition des effectifs d'aloses aux stations de comptage du bassin de la Loire en 2019

Depuis la mise en service de la station de Descartes en 2007, la population d'alse 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 représentant 67 % des passages) tandis que le second est recensé le long de l'axe Loire à la station de comptage de Decize (27 % des passages) (Figure 156). L'unité restante est contrôlée sur l'axe Allier avec seulement 6 % (station de Vichy). La répartition des effectifs en 2019 est donc globalement similaire à celle des années précédentes.

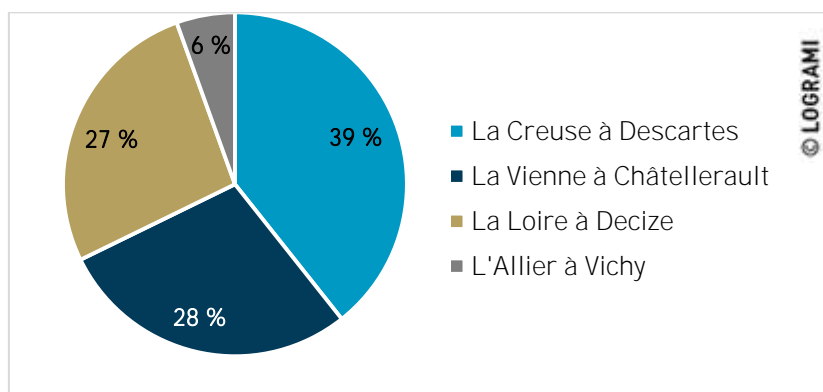
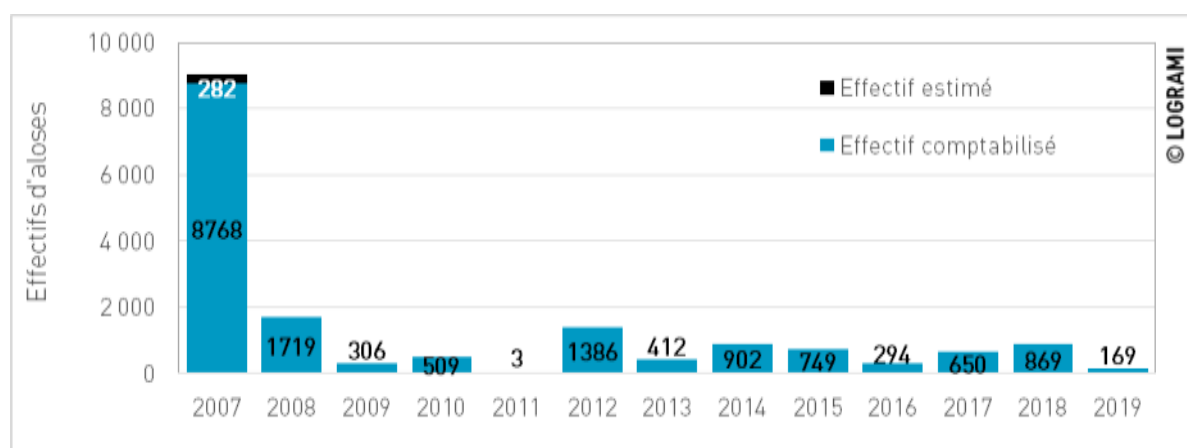


Figure 156 : Répartition des effectifs d'aloses aux stations de comptage du bassin de la Loire en moyenne sur la période 2007-2018

### 5.1.1.1 Descartes

Au barrage de Descartes sur la Creuse, 169 aloses ont été comptabilisées en 2019. C'est le plus petit effectif rencontré depuis l'année 2011, il est quatre fois plus faible que la moyenne des dix dernières années (608 +/- 392 aloses). Le record du nombre d'aloses date de l'année 2007 durant laquelle 9 050 individus ont franchi l'ouvrage (Figure 157).

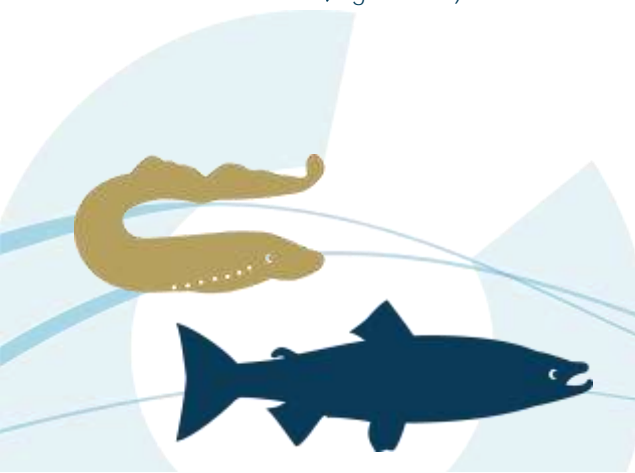


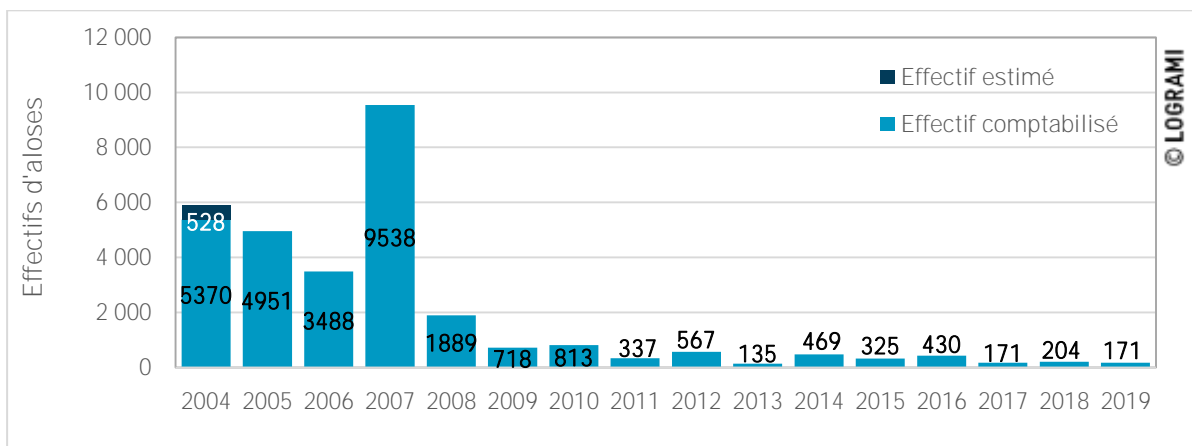
\* Une partie des effectifs de 2007 a été estimée suite à un dysfonctionnement du système de comptage. Cette estimation est réalisée à partir des données des jours et heures précédents et suivants l'arrêt du dispositif d'enregistrement.

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

### 5.1.1.2 Châtelleraut

Sur la Vienne, 171 aloses ont franchi le barrage de Châtelleraut en 2019. Cet effectif est bien inférieur à la moyenne des dix dernières années (417 +/- 229 aloses) et beaucoup plus faible que la moyenne historique depuis 2004 (1 960 +/- 2 734 aloses). En dehors de l'année 2007, le nombre d'aloses a diminué d'année en année jusqu'à atteindre depuis 2009 une population de seulement quelques centaines d'individus (Figure 158).



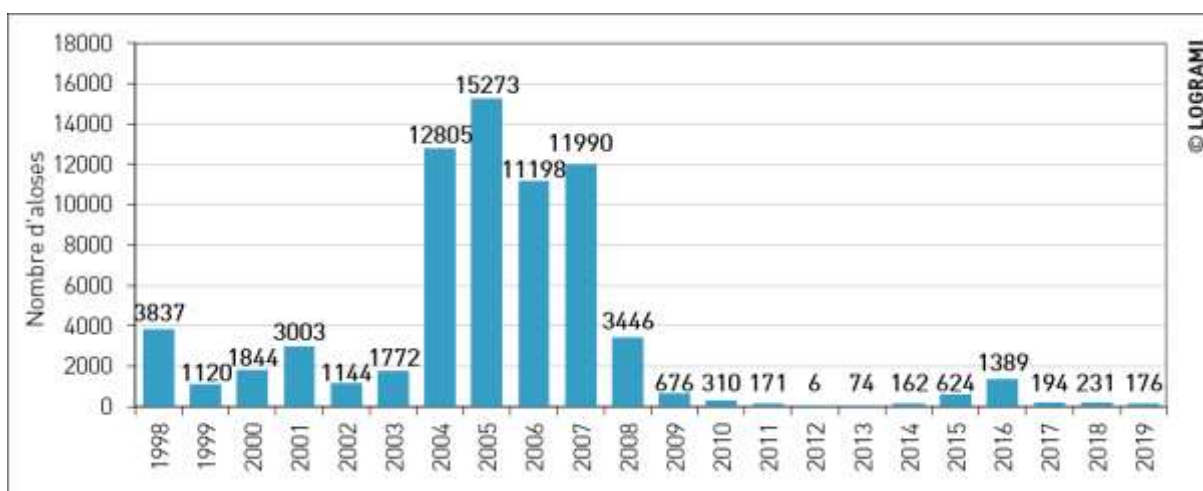


\* Une partie des effectifs de 2004 a été estimée suite à un dysfonctionnement du système de comptage. Cette estimation est réalisée à partir des données des jours et heures précédents et suivants l'arrêt du dispositif d'enregistrement.

Figure 158 : Bilan des passages d'aloses à la station de comptage de Châtelleraut de puis 2004

### 5.1.1.3 Decize

Au barrage de Decize sur la Loire amont, 176 aloses ont été comptabilisées en 2019. Depuis le comptage exhaustif annuel des individus débuté en 2009, en moyenne 384 aloses ont été contrôlées (+/- 308 aloses) (Figure 159). Ces effectifs sont bien inférieurs à la moyenne interannuelle de la période 1998-2008 (6 130 individus +/- 5 450). A partir de 2004, une forte augmentation de l'effectif des aloses est constatée au barrage de Decize, le niveau de population atteint de 12 000 à 15 000 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 depuis 1998

### 5.1.1.4 Gueugnon

Aucune alose n'a été comptabilisée en 2019 à la station de comptage de Gueugnon (Figure 160).



Les résultats du suivi depuis 2006 laissent apparaître la migration d'un faible nombre d'aloses par rapport au contingent migrant observé à Decize, 75 km à l'aval.

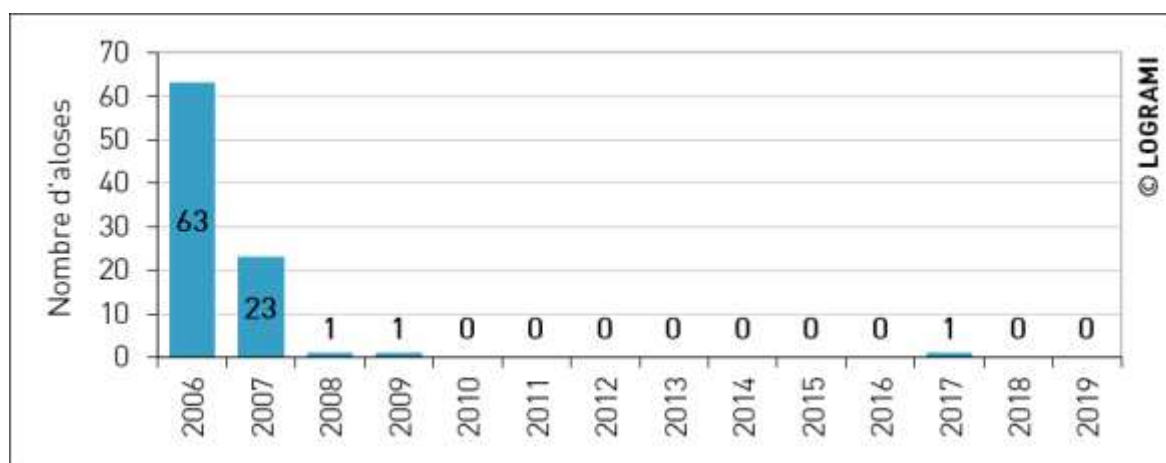


Figure 160 : Bilan des passages d'aloses à la station de comptage de Gueugnon depuis 2006

### 5.1.1.5 Vichy

A la station de comptage de Vichy sur l'Allier en 2019, 4 aloses ont été comptabilisées (Figure 161). Cet effectif est bien inférieur à la moyenne interannuelle calculée depuis la mise en service de la station de comptage en 1997 (466 individus +/- 525). Les fluctuations des passages sont importantes sur cette station. En effet, alors que 137 géniteurs avaient été observés en 2003, 3 067 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 quelques individus dénombrés depuis 2011.

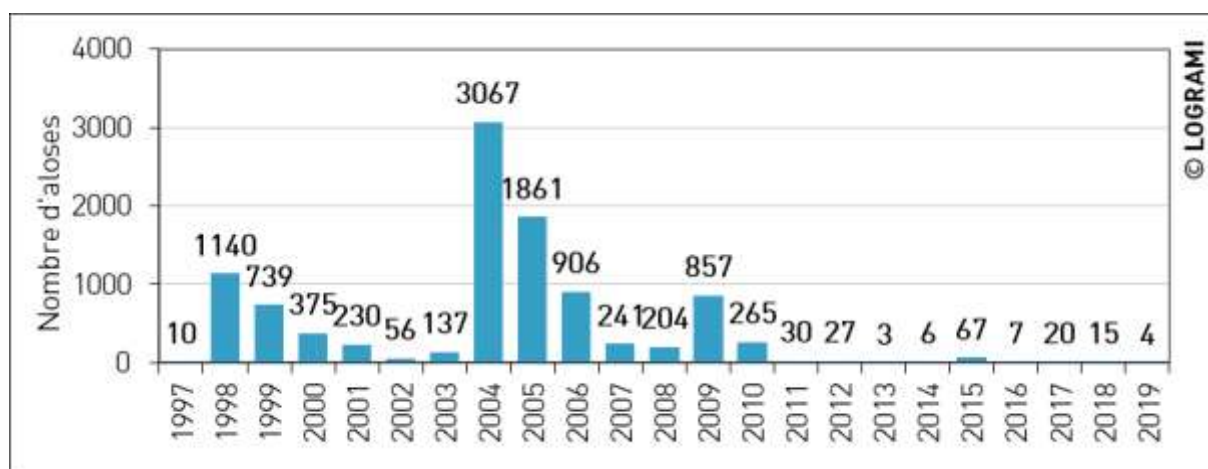


Figure 161 : Bilan des passages d'aloses à la station de comptage de Vichy depuis 1997

### 5.1.1.6 Saint-Pourçain-sur-Sioule

Aucune alose n'a été comptabilisée en 2019 à la station de comptage de Saint-Pourçain-sur-Sioule.

Pour rappel, en 2018, pour la première fois depuis la mise en fonctionnement de la station de comptage en 2017, trois aloses avaient été observées. Cette observation 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.

### 5.1.1.7 Roanne

Aucune alose n'a été comptabilisée à la station de comptage de Roanne en 2019. Depuis la mise en service de la station de comptage en 2012, trois aloses ont été comptabilisées le 13 juin 2013, le 22 mai 2017 et le 12 mai 2018.

## 5.1.2. 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 seulement 20 lamproies a été dénombré aux stations de comptage en 2019. L'espèce a été observée exclusivement sur le bassin de la Vienne, avec 70 % des passages sur la Creuse à Descartes et 30 % sur la Vienne à Châtelleraut (Figure 162). Aucune lamproie n'a été observée à Vichy sur l'Allier, à Decize sur la Loire et à Saint-Pourçain-sur-Sioule sur la Sioule.



Figure 162 : Répartition des effectifs de lamproies marines aux stations de comptage du bassin de la Loire en 2019

Depuis 2007, la répartition est similaire : en moyenne 100 % +/- 1 des lamproies marines 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 (TAVERNY et ELIE, 2010). La répartition au sein du bassin de la Vienne est habituellement similaire entre la Creuse et la Vienne (49 % à Descartes et 51 % à Châtelleraut). Compte tenu des faibles effectifs, la répartition de l'année 2019 ne peut pas être considérée comme représentative.

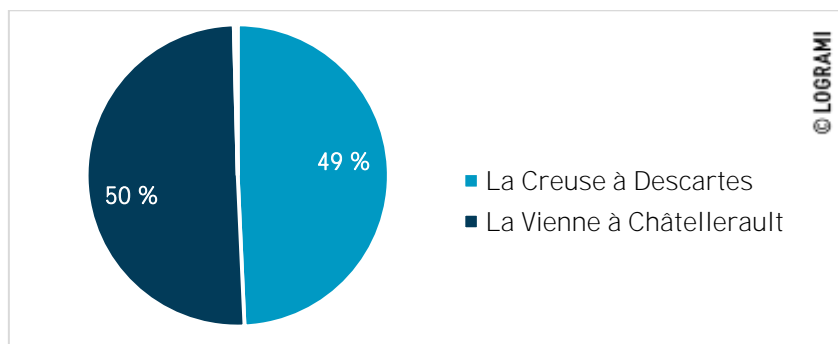
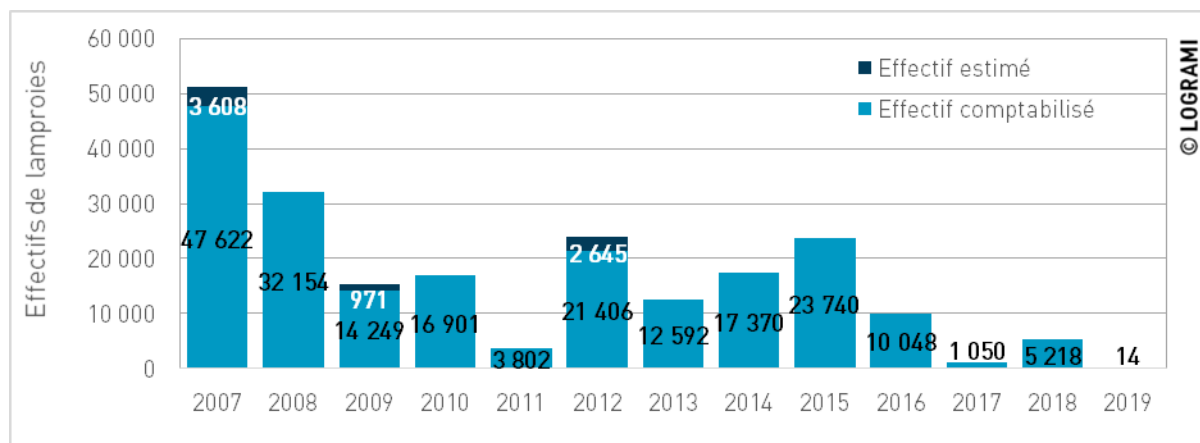


Figure 163 : Répartition des effectifs de lamproies marines aux stations de comptage du bassin de la Loire en moyenne sur la période 2007-2018

### 5.1.2.1 Descartes

En 2019, seulement 14 lamproies marines ont franchi le barrage de Descartes. Cet effectif est le plus faible depuis le début du suivi en 2007. Il est très éloigné de la moyenne des années précédentes (17 179 +/- 13 055). Ces retours quasi nuls associés à l'absence de reconduction d'années à très forts effectifs depuis plus d'un cycle complet de l'espèce sont inquiétants quant au devenir à moyen terme de la population sur le bassin de la Vienne (Figure 164).

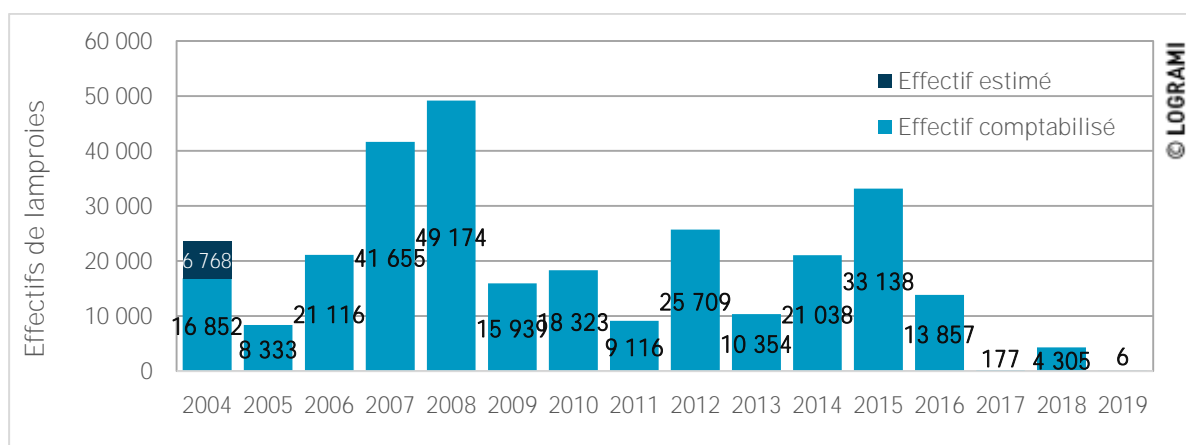


\* Une partie des effectifs de 2007, 2009 et 2012 a été estimée suite à un dysfonctionnement du système de comptage. Ces estimations sont réalisées à partir des données des jours et heures précédents et suivants l'arrêt du dispositif d'enregistrement.

Figure 164 : Bilan des passages de lamproies marines à la station de comptage de Descartes depuis 2007

### 5.1.2.2 Châtellerault

En 2019, seulement 6 lamproies marines ont été comptabilisées à Châtellerault. C'est l'effectif le plus faible recensé, depuis le début du suivi en 2004 (Figure 165). Il est très largement inférieur à la moyenne interannuelle (19 272 +/- 13 558). Tout comme à Descartes, ces résultats interrogent sur le devenir de l'espèce à moyen terme sur le bassin de la Vienne.



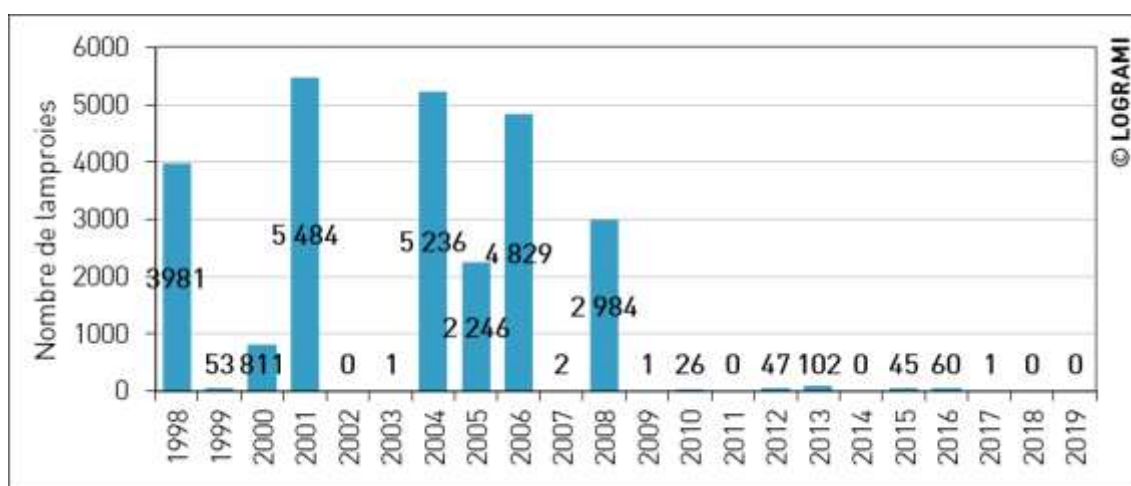
\* Une partie des effectifs de 2004 a été estimée suite à un dysfonctionnement du système de comptage. Cette estimation est réalisée à partir des données des jours et heures précédents et suivants l'arrêt du dispositif d'enregistrement.

Figure 165 : Bilan des passages de lamproies marines à la station de comptage de Châtellerault depuis 2004

### 5.1.2.3 Decize

En 2019, 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 ces effectifs certaines années révèle que le bassin de la Loire amont présente un potentiel d'accueil non négligeable pour l'espèce. Cependant, les conditions environnementales lors de la migration et l'ouverture de l'axe du bassin de la Vienne peuvent être à l'origine d'une réorientation migratoire de l'espèce vers un axe privilégié.

Depuis 2009, les effectifs sont très faibles avec une moyenne interannuelle de 28 individus +/- 28.



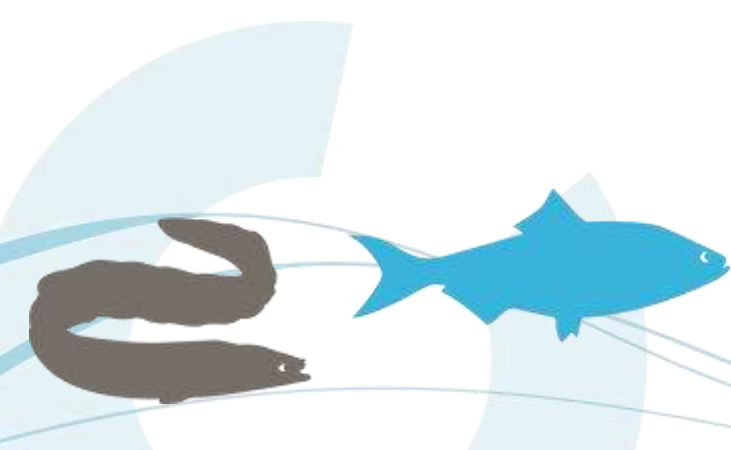
\* Les moyens mis en œuvre jusqu'en 2008 à la station de Decize (station de comptage à visualisation par le dessus) ne permettaient pas d'avoir un comptage exhaustif des individus sur l'ensemble de la saison de migration. En effet, ces suivis n'étaient pas réalisés sur toute l'année, mais uniquement 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 depuis 1998

### 5.1.2.4 Gueugnon

Sur le bassin de l'Arroux, à la station de comptage de Gueugnon, aucune lamproie n'a été comptabilisée en 2019 (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.



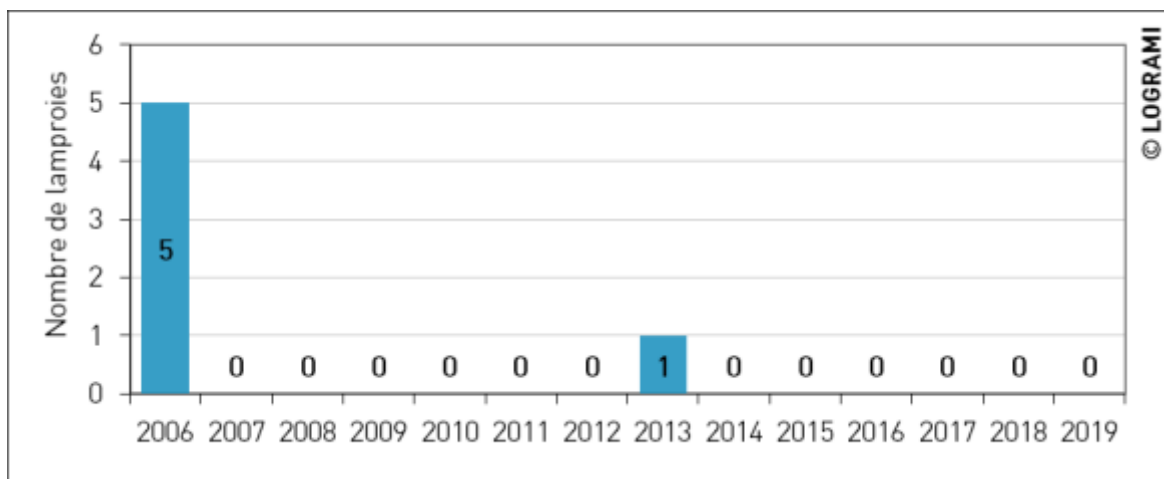


Figure 167 : Bilan des passages de lamproies marines à la station de comptage de Gueugnon depuis 2006

### 5.1.2.5 Vichy

Les effectifs contrôlés sur l'Allier à la station de comptage de Vichy depuis 1997 sont faibles et très variables (Figure 168). La moyenne interannuelle s'élève à 278 individus +/- 414. 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 2007, les passages moyens ne sont que de 2 individus (+/- 3 lamproies). En 2019, aucun individu n'a été contrôlé à la station de comptage de Vichy.

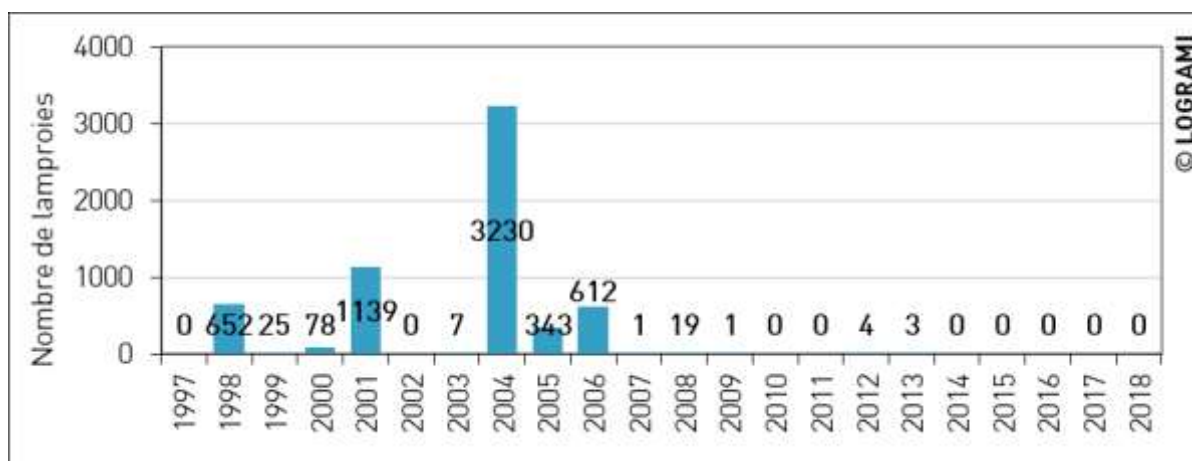
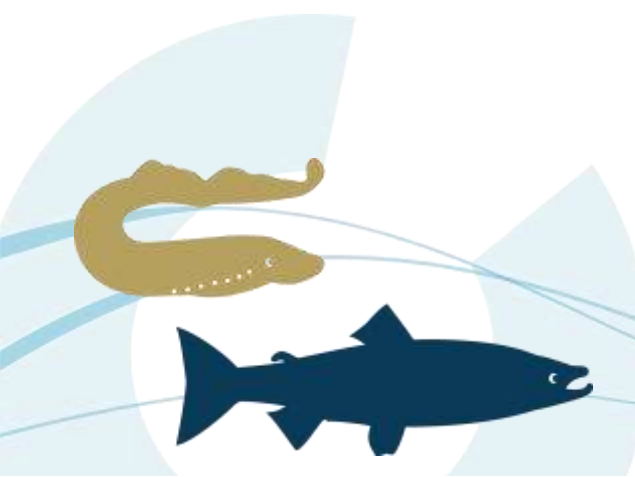


Figure 168 : Bilan des passages de lamproies marines à la station de comptage de Vichy depuis 1997

### 5.1.2.6 Roanne

Depuis la mise en service de la station de comptage de Roanne en 2012, aucune lamproie n'a été comptabilisée. La présence de lamproie a pourtant été avérée par le passé avec notamment l'observation de nombreux nids en 2004 à l'aval du barrage de Roanne (FALATAS, 2007).



### 5.1.3. 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 2019, **473 saumons ont été contrôlés sur le bassin de la Loire** (dont 32 estimés à la station de Vichy durant la période de vidange du plan d'eau). **Avec 86 % des passages, l'essentiel du contingent s'est orienté sur l'Allier.** L'axe de migration secondaire est la Creuse qui a accueilli 8 % des saumons du bassin (Figure 169). 3 % de la population ont été contrôlés sur la Sioule à la station de comptage de Saint-Pourçain-sur-Sioule. Enfin, quelques individus ont été observés sur la Loire à Decize (3 %) et sur la Vienne à Châtelleraut (1 %).

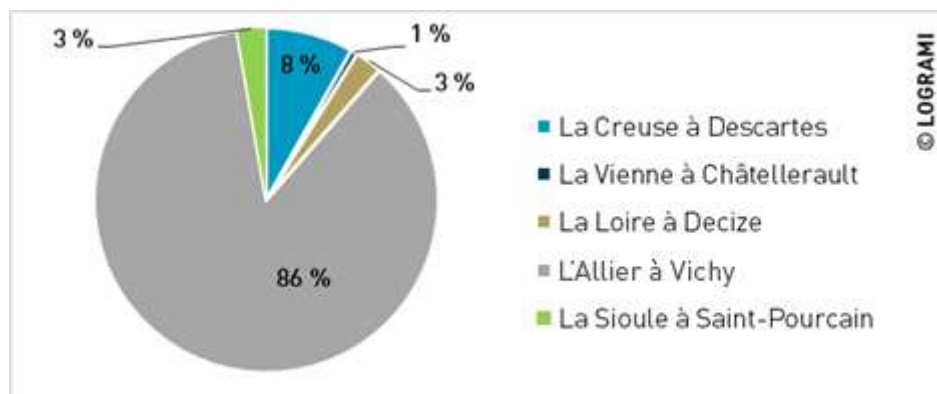


Figure 169 : Répartition des effectifs de saumons aux stations de comptage du bassin de la Loire en 2019

La répartition des passages en 2019 (sans la Sioule) est proche de celle des années précédentes. 8 % des saumons ont été comptés sur la Creuse, 88 % sur l'Allier et 3 % sur la Loire, contre en moyenne depuis 2007, 12 % +/- 3 des saumons sur la Creuse, 85 % +/- 4 sur l'Allier et 2 % +/- 1 sur la Loire amont. (Figure 170).

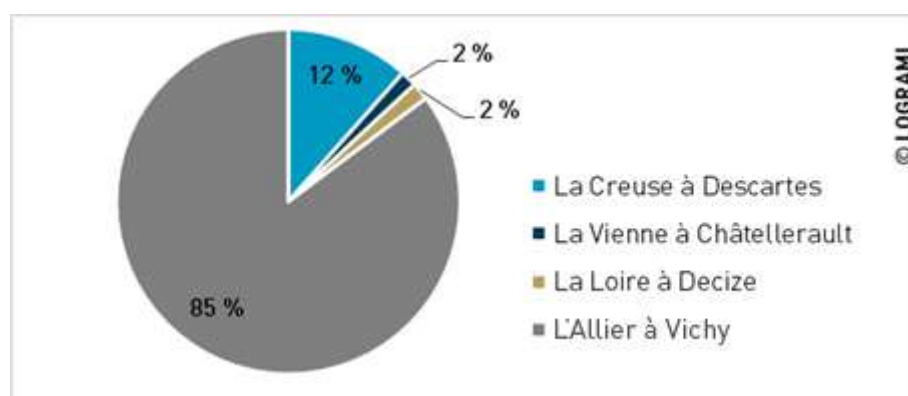


Figure 170 : Répartition des effectifs de saumons aux stations de comptage du bassin de la Loire entre 2007 et 2018

### 5.1.3.1 Axe Vienne-Creuse-Gartempe

#### Descartes

Sur la Creuse, en moyenne 85 saumons +/- 48 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 2019 est le plus faible rencontré depuis 2011 avec seulement 39 saumons observés (Figure 171).

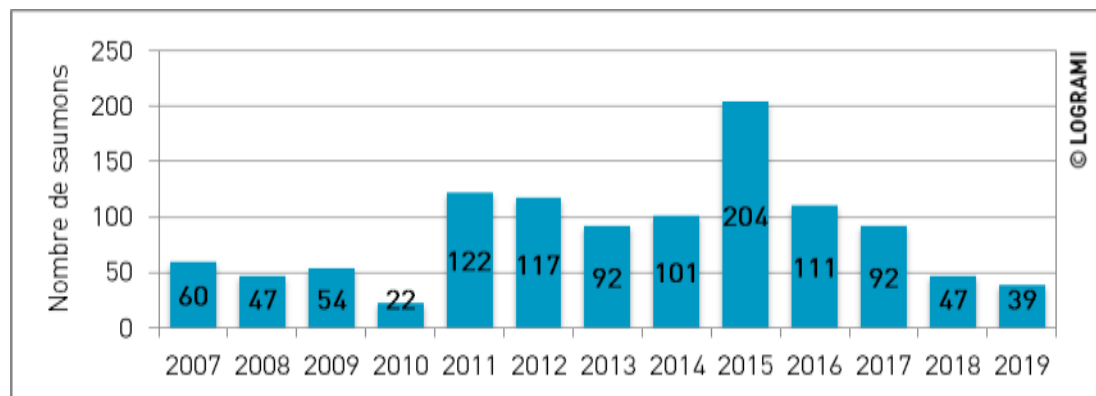


Figure 171 : Bilan des passages de saumons à la station de comptage de Descartes depuis 2007

#### Châteauponsac

Aucun saumon n'a été comptabilisé sur la Gartempe à Châteauponsac, 140 km en amont du barrage de Descartes. Il est cependant possible que des saumons soient passés lors d'une crue. Le compteur ne peut en effet pas déterminer si un passage a lieu lorsque l'eau est trop teintée.

#### Châtelleraut

En 2019, 3 saumons ont franchi l'ouvrage de Châtelleraut. Le nombre de saumons observés à cette station est généralement très faible, la moyenne interannuelle de 2005 à 2018 est de seulement 10 +/- 4 saumons (Figure 172).

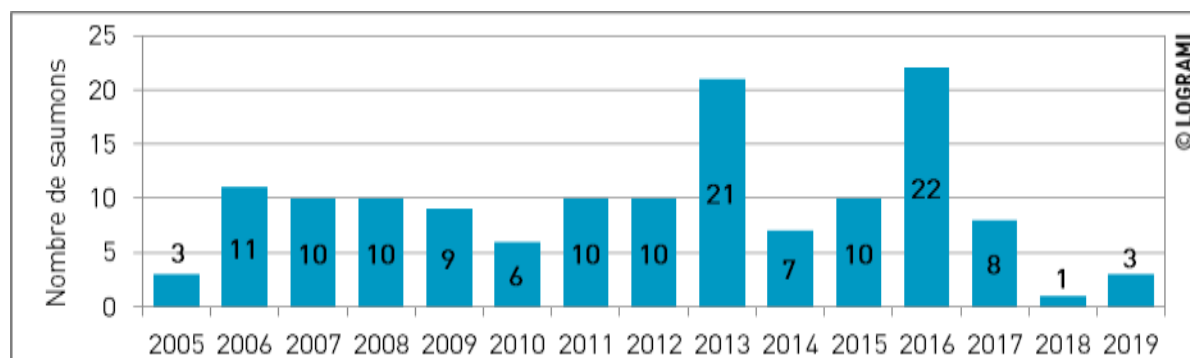


Figure 172 : Bilan des passages de saumons à la station de comptage de Châtelleraut depuis 2005

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

Malgré cette impossibilité d'effectuer la reproduction, la présence de ces saumons divaguant confirme l'intérêt de l'espèce pour cet axe migratoire historique.

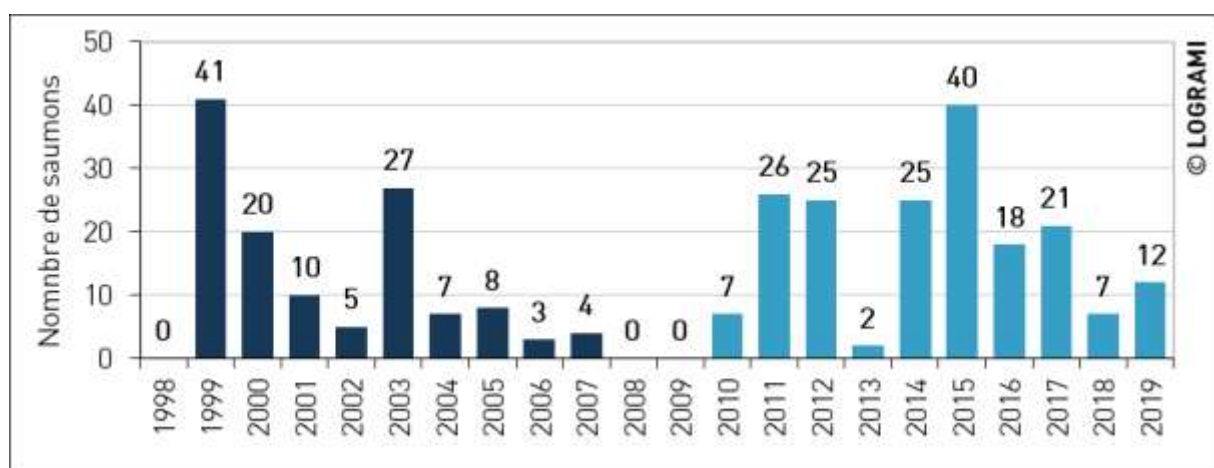
### 5.1.3.2 Axe Loire

#### 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 sur l'autre, passant de 0 individu contrôlé en 1998 lors de l'ouverture de la passe à 41 en 1999. Depuis la réhabilitation de la passe en 2009 et les comptages exhaustifs rendus possibles par la mise en place d'une station de comptage permanente, la moyenne interannuelle 2009-2018 est de 17 individus +/- 10 individus contrôlés. Avec un effectif de 12 individus, l'année 2019 constitue une année de migration moyenne.

La provenance des saumons comptabilisés à Decize est probablement 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 mais aussi à l'incubateur de terrain implanté en 2015 sur le Renaisson à Riorges (42). Malgré un comportement de homing avéré pour le saumon, certains individus peuvent également provenir du bassin de l'Allier par divagation.

Des observations notamment en 2008, 2009 et 2013 à Gueugnon située en amont de Decize traduisent la possibilité qu'ont les individus de franchir le barrage de Decize par les vannes sans pour autant être comptabilisés à la station de comptage. Ces comptages doivent donc être considérés comme des minimas.



\* 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 depuis 1998

#### 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 2019, 2 individus ont été comptabilisés à Gueugnon. Ces faibles résultats obtenus depuis 2006 interrogent sur la réintroduction du saumon sur ce bassin depuis 1998.



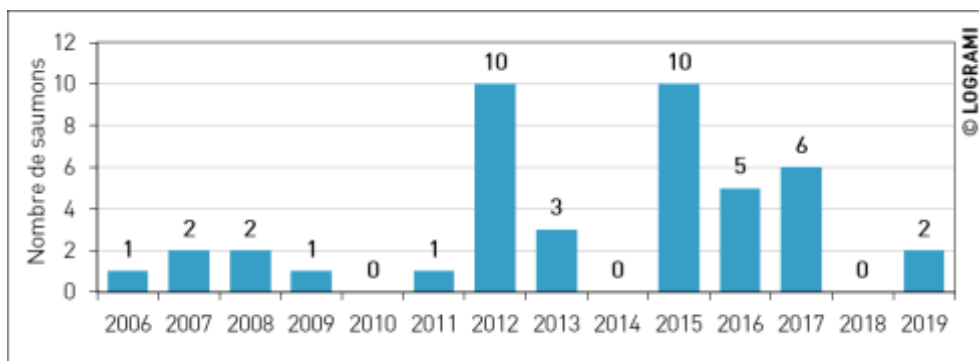


Figure 174 : Bilan des passages de saumons à la station de comptage de Gueugnon depuis 2006

### Roanne

En 2019, un saumon a été observé à la station de comptage de Roanne. Deux saumons avaient été observés sur cette station en 2012, un en 2015 et un en 2017. Deux de ces saumons avaient dévalé la passe à poissons après avoir passé plusieurs jours en amont de l’ouvrage et en ayant été probablement bloqués par l’ouvrage infranchissable de Villerest situé 5 km au-dessus du barrage VNF de Roanne.

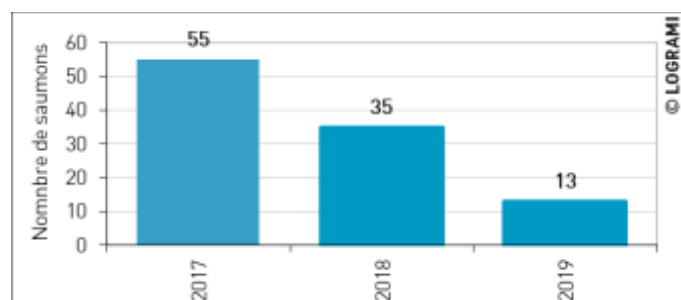


Figure 175 : Bilan des observations de saumons à la station de comptage de Roanne depuis 2012

### 5.1.3.3 Axe Allier

#### Sioule à Saint-Pourçain-sur-Sioule

En 2019, 13 individus ont été comptabilisés à la station de comptage de Saint-Pourçain-sur-Sioule (Figure 176). Cet effectif est le plus faible depuis le début du suivi en 2017. 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 du dispositif de vidéo-comptage le 17 mai).

Figure 176 : Bilan des passages de saumons à la station de comptage de St Pourçain-sur-Sioule depuis 2017

## Vichy

Depuis le début de suivi de la station de comptage en 1997, la moyenne interannuelle s'élève à 608 individus +/- 214. 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 avec 723 individus +/- 182 entre 2011 et 2019 contre 540 +/- 180 entre 1997 et 2010.

En 2019, 374 saumons ont été recensés aux passes à poissons de Vichy. Entre le 1<sup>er</sup> janvier et le 25 mars, la retenue d'eau de Vichy a été abaissée pour des travaux dans le lit de la rivière. Durant cette période, des saumons ont pu franchir le barrage par les clapets laissés ouverts. La remontée des vannes s'est faite progressivement sur 3 jours à compter du 22 mars. A partir de cette date, plus aucun saumon ne pouvait franchir l'ouvrage par les clapets. Les passes à poissons ont été ré-ouvertes le 25 mars à 15 h. En moyenne au 21 mars, 8 % de l'effectif annuel était comptabilisé à la station de comptage. Ainsi, nous estimons que 32 individus ont pu échapper au contrôle pendant ce début de saison de migration. In fine nous estimons 406 passages en 2019 (Figure 177).

Ces deux dernières années (2018 et 2019) mettent en évidence de faibles migrations avec des comptages deux fois moins importants que sur la période 2011-2017.

Depuis 1997, 86 % +/- 9 des individus empruntent la passe à poissons rive droite pour franchir l'ouvrage.

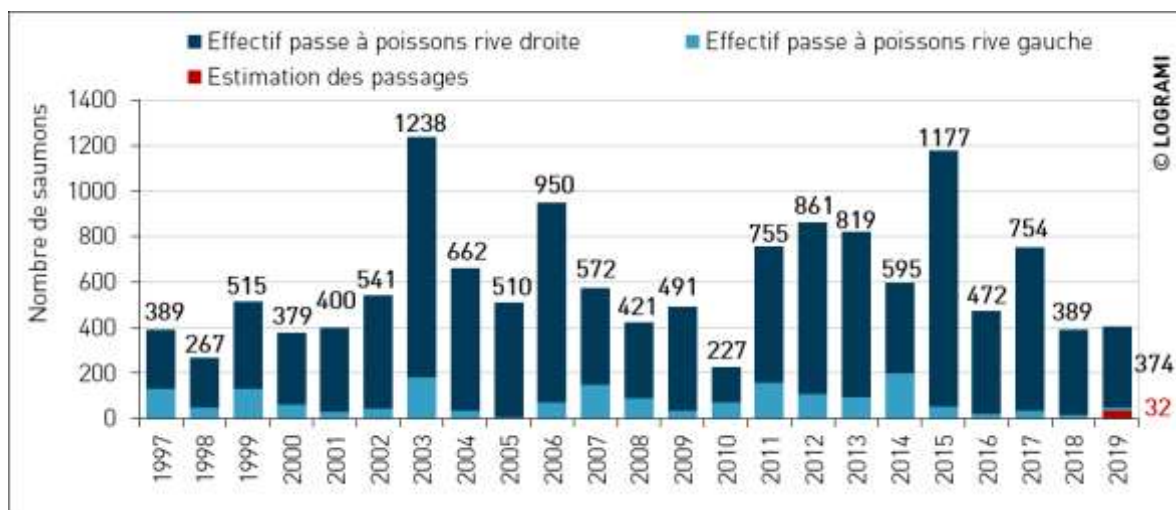


Figure 177 : Bilan des passages de saumons à la station de comptage de Vichy depuis 1997

Pour mener à bien le programme de déversement, des captures de saumons sont réalisées chaque année sur le bassin de l'Allier. 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, 39 individus +/- 19 (6,2 % des saumons en migration) par an sont capturés pour participer au programme de soutien d'effectifs. En 2019, 27 géniteurs (6,6 % des saumons en migration) ont été prélevés de l'Allier pour le programme de déversement.

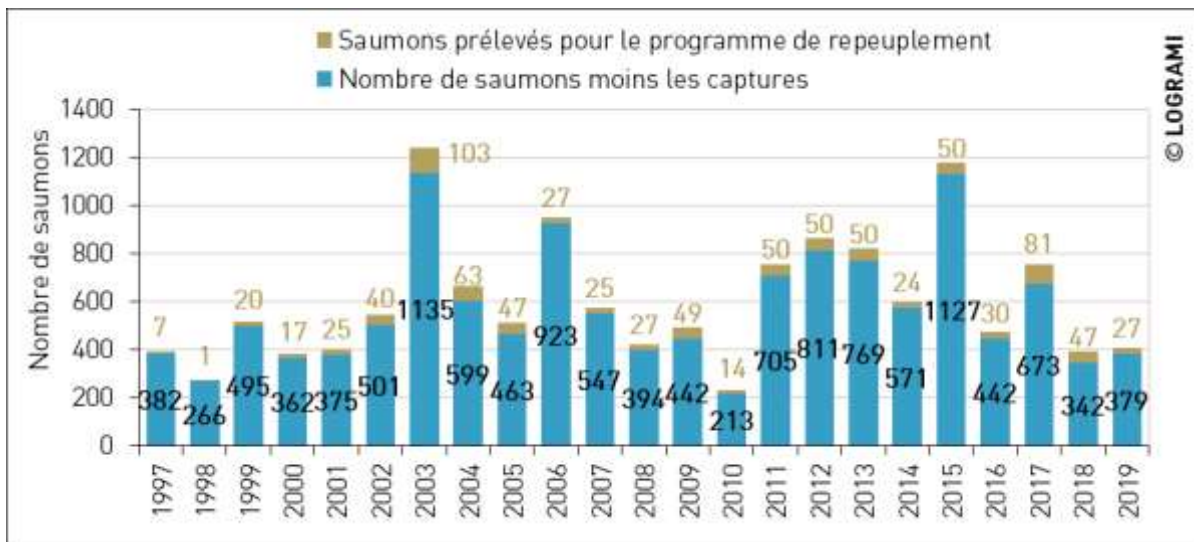
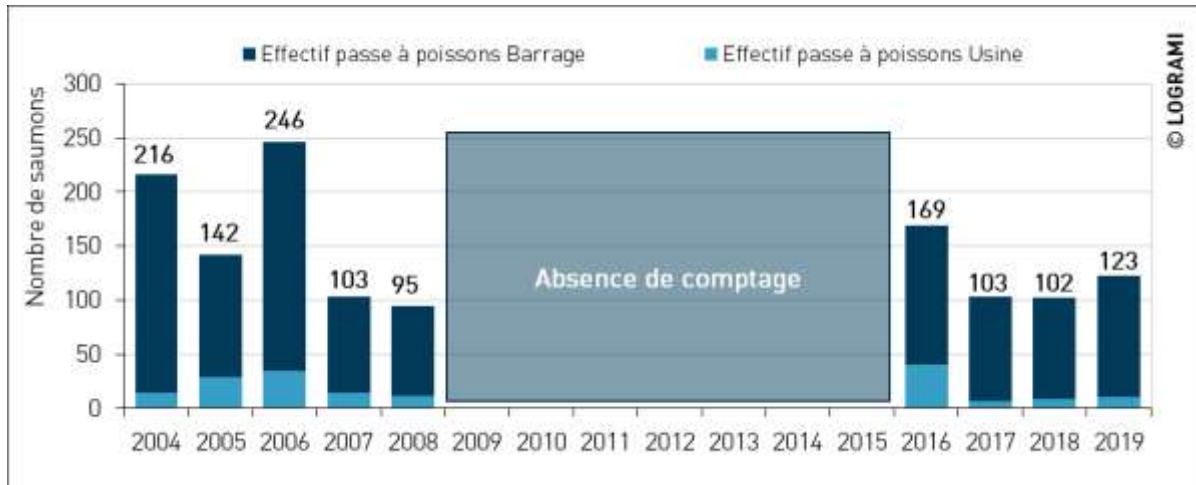


Figure 178 : Bilan des effectifs de saumons à la station de comptage de Vichy et des captures pour le programme de repeuplement (tous sites de piégeage confondus) depuis 1997

### Langeac

La station de comptage a été suivie par LOGRAMI depuis la mise en eau en 2003 jusqu'en 2004 puis par le CNSS de 2005 à 2008. Les comptages à Langeac ont été stoppés en 2008 pour des raisons de sécurité, de dégradation des locaux et de suppression des liaisons électrique et vidéo. Les comptages ont été repris par LOGRAMI en 2016. Depuis 2004, la moyenne interannuelle est de 147 individus +/- 48 individus contrôlés. Avec un effectif de 123 individus, l'année 2019 constitue une année de migration moyenne. 87 % +/- 5 des individus empruntent la passe à poissons du barrage pour franchir l'ouvrage.



\* En 2018, 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.

Figure 179 : Bilan des passages de saumons à la station de comptage de Langeac depuis 2004 (Sources LOGRAMI et CNSS)

### Poutès

Depuis 1986, les effectifs comptabilisés à la station de Poutès ont oscillé entre 3 et 154 individus (Figure 180). La moyenne interannuelle calculée depuis 1986 est de 53 saumons +/- 35.

En 2019, un arrêt de l'ascenseur a eu lieu entre le 22 février et le 8 octobre pour la réalisation de travaux sur l'ouvrage dans l'objectif de reconfiguration du complexe de Poutès-Monistrol. Pendant cette période, l'intégralité du débit de l'Allier passait par une vanne de fond au niveau du barrage. L'étude de radiopistage sur le saumon menée en 2019 sur le bassin de l'Allier a mis en évidence que certains individus ont pu franchir l'ouvrage durant la phase de travaux par cette vanne de fond ou par l'ascenseur durant l'unique journée de fonctionnement de celui-ci sans système de comptage (9 octobre). L'application de la proportion de géniteurs de l'échantillon radiopisté en 2019 (24 saumons marqués à Vichy) ayant franchi le barrage de Langeac et Poutès à la population contrôlée à Vichy permet d'estimer le nombre total de saumons ayant franchi Poutès en 2019 (Cf. § 3.4.8.3). Ainsi, entre 31 et 41 saumons auraient franchi l'ouvrage en 2019 **par des franchissements par la vanne de fond ou par l'ascenseur avant l'installation du système de comptage, soit 10 à 20 de plus que les comptages réalisés à partir du 10 octobre 2019**. En moyennant ces deux estimations, nous considérons que **36 passages** peuvent être estimés en 2019 à Poutès. Ces effectifs sont encourageants au regard des comptages des dernières années et laissent à penser une reproduction intéressante en 2019 en amont du bassin.

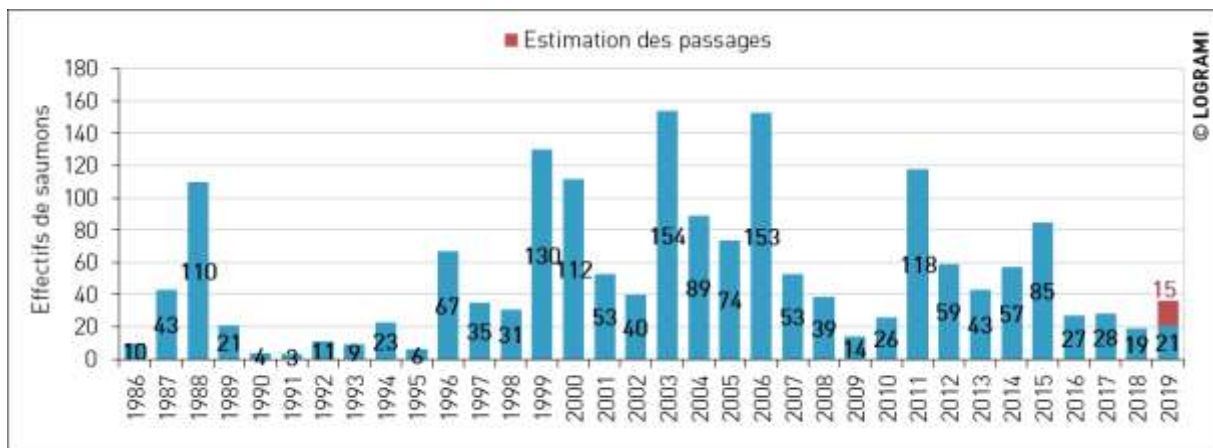


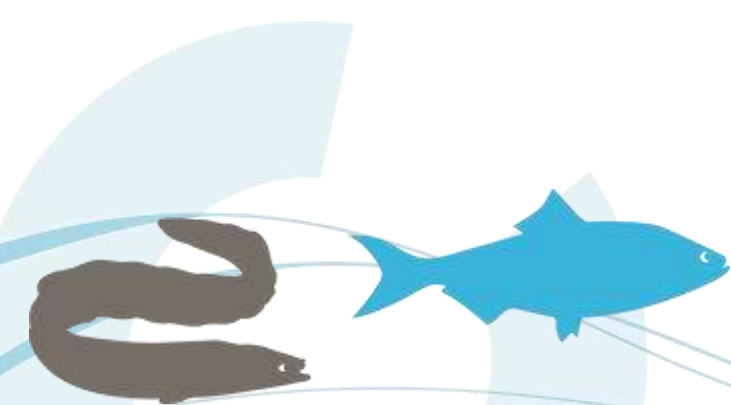
Figure 180 : Bilan des passages de saumons à la station de comptage de Poutès depuis 1986

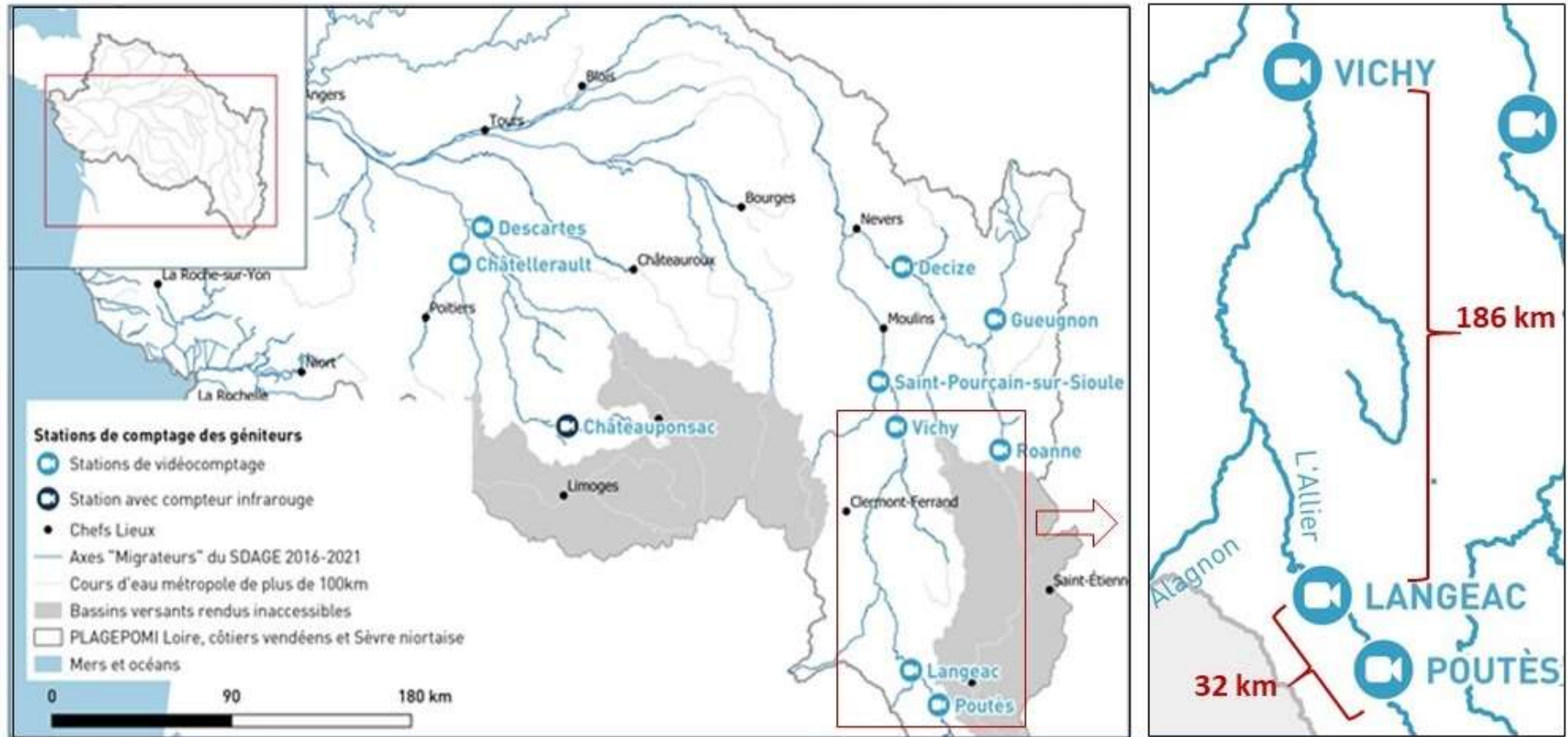
#### 5.1.3.4 Taux de transfert des saumons

Certains axes sont dotés de plusieurs stations de comptages. Les stations sont alors positionnées en entrée d'axe et dans la zone amont. Cette répartition géographique des stations permet d'étudier les taux de transfert par migration anadrome des saumons entre la Loire amont et l'Arroux ainsi qu'entre l'Allier aval et l'Allier Amont. L'étude de ces taux de transfert permet d'aborder les parcours migratoires en termes de rugosité de migration et de durée nécessaire pour effectuer la distance entre les sites.

##### Axe Allier

L'axe Allier dispose de trois stations de comptage des poissons migrateurs : celle de Vichy est située à 663 km de l'estuaire, celle de Langeac à 847 km et celle du barrage de Poutès à 879 km (Figure 181). Langeac définit l'entrée de la zone refuge du saumon Loire Allier caractérisée par des frayères de très bonne qualité.





BDCarthage® - ©IGN- Ministère en charge de l'environnement – AELB  
Cartographie : LOGRAMI, 2020



Figure 181 : Réseau de stations de comptage géré par LOGRAMI sur le bassin de la Loire et leur espacement sur le bassin de l'Allier (Source LOGRAMI)

Pour étudier la répartition annuelle des saumons le long de l'axe Allier, des pourcentages de transfert sont définis entre chaque station de comptage (Figure 182). Le taux de transfert moyen entre Vichy et Langeac est de 28 % +/- 8 pour 186 km parcourus. En moyenne, seuls 12 % +/- 4 des saumons de l'axe Allier arrivent depuis Vichy à remonter au-dessus du barrage de Poutès pour 218 kilomètres parcourus et le taux de transfert moyen entre Langeac et Poutès est de 38 % +/- 16 pour 32 km.

Ces taux de transfert sont influencés par l'hydrologie au moment de la migration de montaison, la mortalité estivale et la présence de zones de frayère en deçà de la zone refuge et sur l'Alagnon notamment accueillant des géniteurs pour la reproduction.

En effet, la mortalité estivale globale de l'axe Allier en 2009 est de l'ordre de 37 % (TERRADE et al, 2010). Les premières zones de frayères sont situées à 100 kilomètres de Vichy. Ainsi, en plus de l'Alagnon, environ 80 kilomètres linéaires en aval de Langeac peuvent accueillir des saumons pour la reproduction.

En 2019, les effectifs filmés au barrage et à l'usine de Langeac représentent 33 % des passages contrôlés à Vichy. Ils montrent une progression intéressante des saumons vers l'amont mais reste inférieur à 2016. Les passages estimés au barrage de Poutès représentent seulement 29 % des individus comptabilisés à Langeac et 9 % des individus comptabilisés à Vichy. Ces faibles taux de transfert constatés également depuis plusieurs années est probablement à mettre en relation avec une difficulté printanière à franchir l'ouvrage de Poutès et/ou une hydrologie peu propice à la reprise de migration automnale ou arrivant trop tardivement au regard de la reproduction.

L'analyse des pourcentages de transfert selon les années montrent que les taux se rapportent à chaque section de rivière et que des processus différents sont en œuvre. Par exemple, alors que le pourcentage entre Vichy et Langeac apparait faible en 2006, à contrario, le passage des saumons de Langeac à Poutès a été très important. En 2016 c'est un processus inverse avec une montaison printanière importante entre Vichy et Langeac mais un passage très limité des poissons entre Langeac et Poutès.

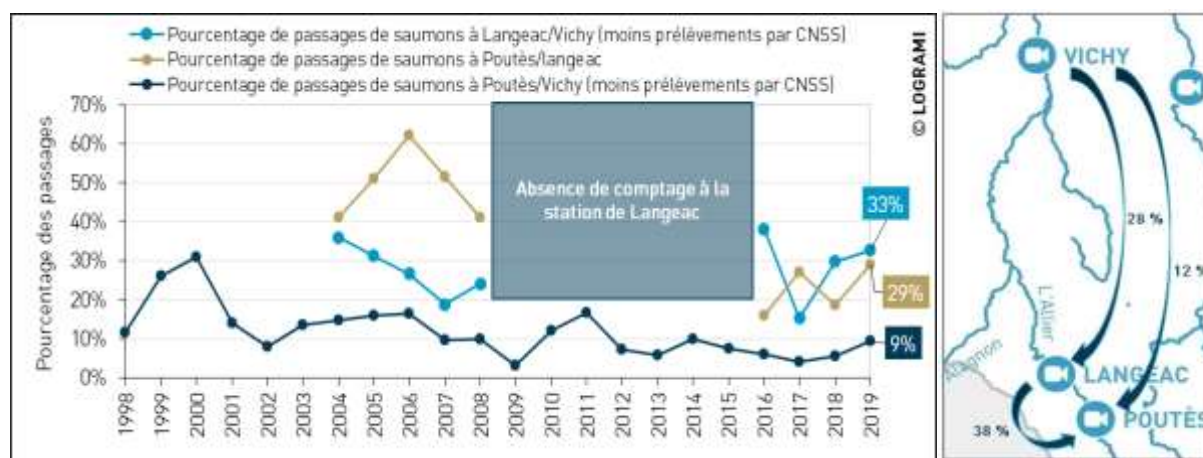


Figure 182 : Bilan des taux de transfert de saumons atlantiques entre les stations de comptage Vichy, Langeac et Poutès depuis 1998 (à droite : taux moyens interannuels)

Le taux de transfert annuel entre Vichy et Langeac est fluctuant. Ces taux de transfert pourraient être influencés par le lieu de l'arrêt estival des saumons. Le lieu de la zone d'arrêt estival est influencé par la vitesse de migration qui elle-même est influencée par l'hydrologie annuelle.

Ces taux ont donc été mis en relation avec les débits moyens d'avril à novembre avec et sans l'été (juillet et août) (Figure 183). Les années 2008 et 2018, ayant pourtant des débits élevés ont été retirées de l'analyse car des pannes d'enregistrement vidéo sont survenues lors de la période de migration. Des saumons ont pu ne pas être comptabilisés.



Les résultats montrent que le débit de l'Allier influence le taux de transfert entre ces deux stations. Ainsi, plus les débits moyens à Langeac sont élevés d'avril à novembre (sans juillet et août) et plus le taux de transfert est élevé.

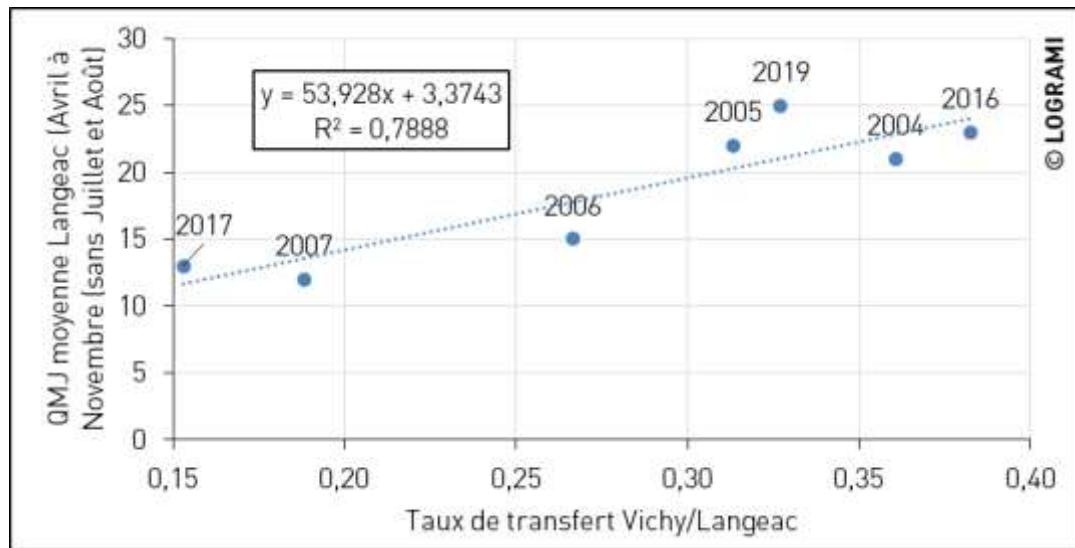
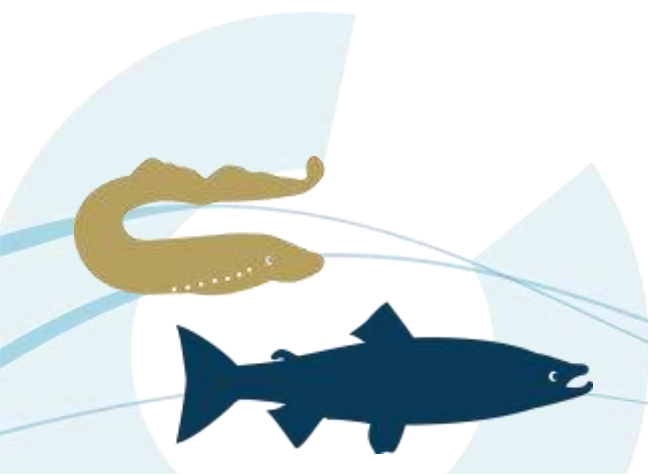
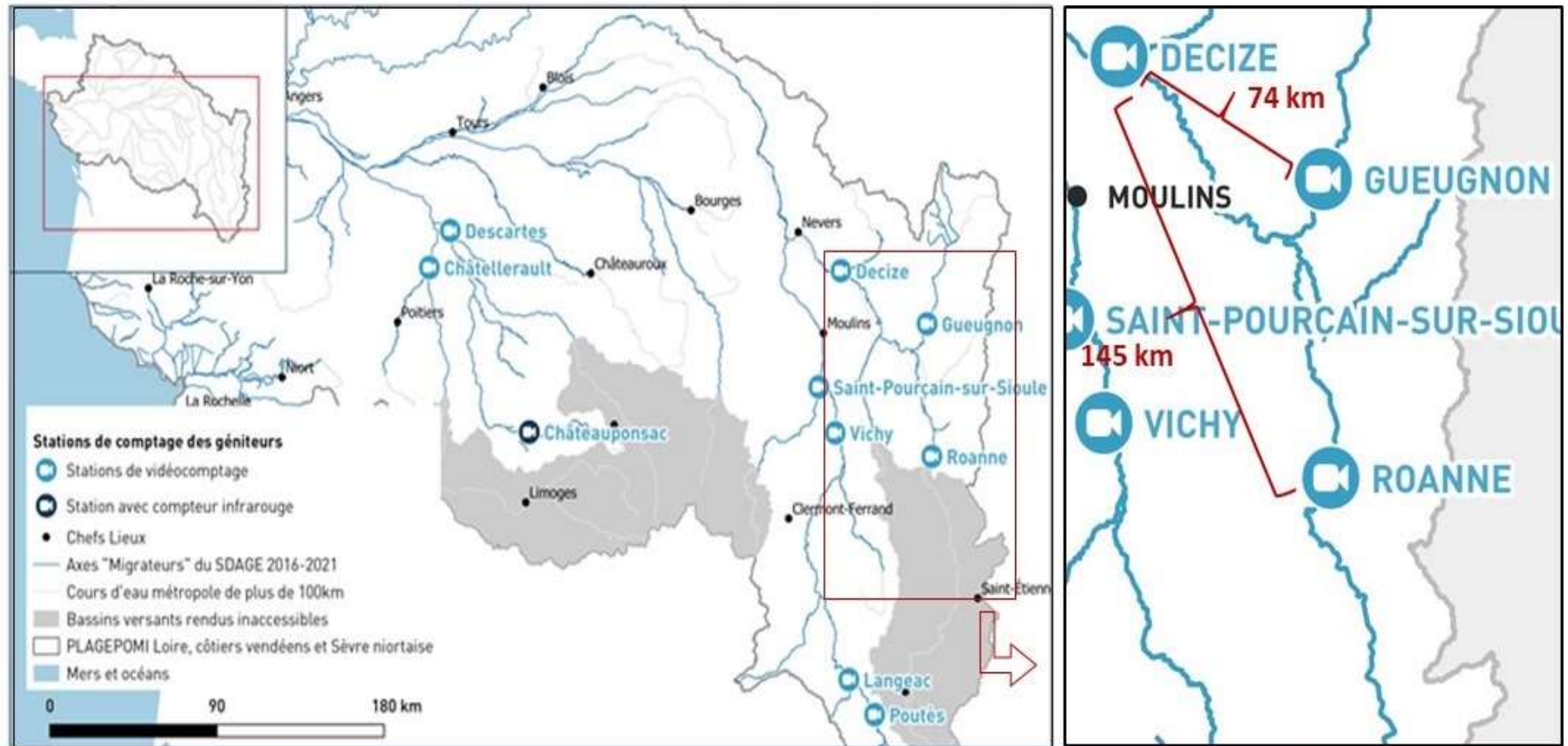


Figure 183: Droite de régression du taux de transfert de saumons atlantiques entre Vichy et Langeac selon le débit moyen annuel d'avril à novembre à Langeac sans juillet et août et sans les années 2008 et 2018

#### Axe Loire amont - Arroux

L'axe Loire amont dispose de trois stations de comptage des poissons migrateurs. Deux sur l'axe principal de la Loire, celle de Decize située à 576 km de l'estuaire et celle de Roanne à 721 km, et une sur le bassin de l'Arroux à Gueugnon située à 650 km de l'estuaire (Figure 184).





BDCarthage® - ©IGN- Ministère en charge de l'environnement – AELB  
Cartographie : LOGRAMI, 2020



Figure 184 : Réseau de stations de comptage géré par LOGRAMI sur le bassin de la Loire et leur espacement sur le bassin Loire amont-Arroux (Source LOGRAMI)



En moyenne depuis 2006 sur l'axe Loire Arroux, 20 % +/- 15 des saumons contrôlés à Decize sont comptabilisés au barrage de Gueugnon (barrage des Forges) situé à 74 km en amont (Figure 185). Certaines années (2010, 2014 et 2018), une perte en ligne totale est constatée entre les deux stations.

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 être comptabilisés à la station de comptage.

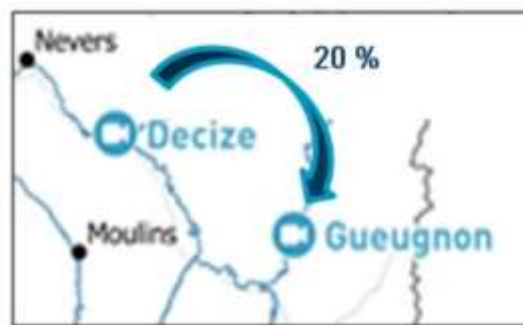
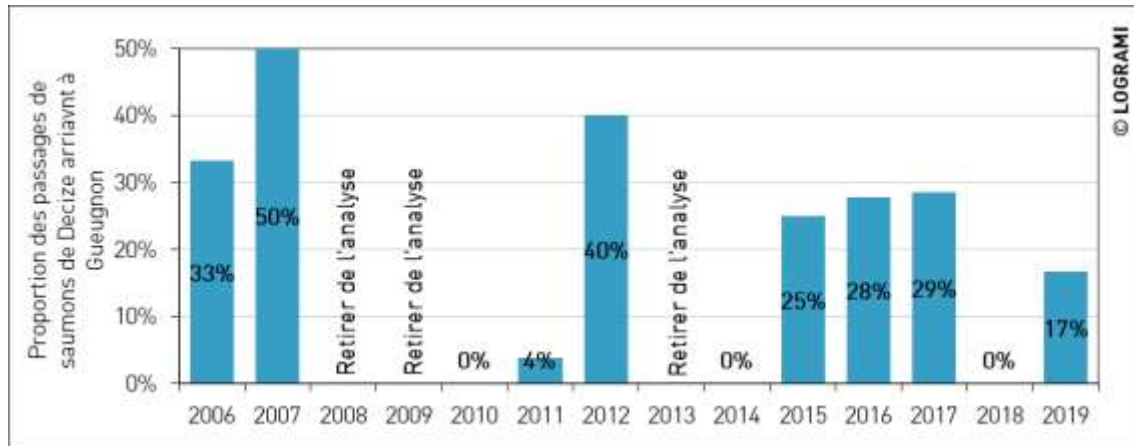
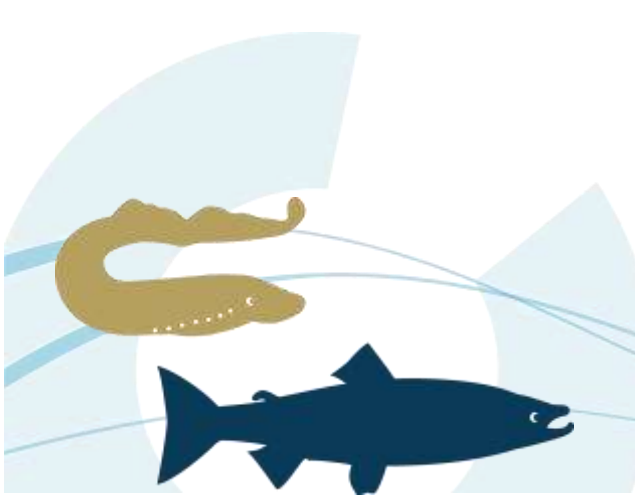


Figure 185: Bilan des taux de transfert de saumons atlantiques entre les stations de comptage Decize et Gueugnon sur l'axe Loire-Arroux depuis 2006

Ainsi concernant le bassin Loire amont, les quelques observations ponctuelles de saumons à la station de comptage de Roanne attestent qu'une partie des individus observés à Decize remonte sur l'axe principal de la Loire. Certains saumons peuvent également remonter sur d'autres affluents (Besbre, Aron...) qui accueillent historiquement des saumons.

Par exemple en 2012, sur le contingent des 25 saumons comptabilisés à Decize, 40 % atteignent Gueugnon (10 individus), 8 % Roanne (2 individus) et 52 % ne sont dénombrés à aucune station de l'axe (13 individus) (Figure 186).

En moyenne, 67 % +/- 21 des saumons n'atteignent aucune autre station après avoir été comptabilisés à Decize. Dans tous les cas, il est très probable qu'une forte proportion de ces individus ne parvient pas à se reproduire.



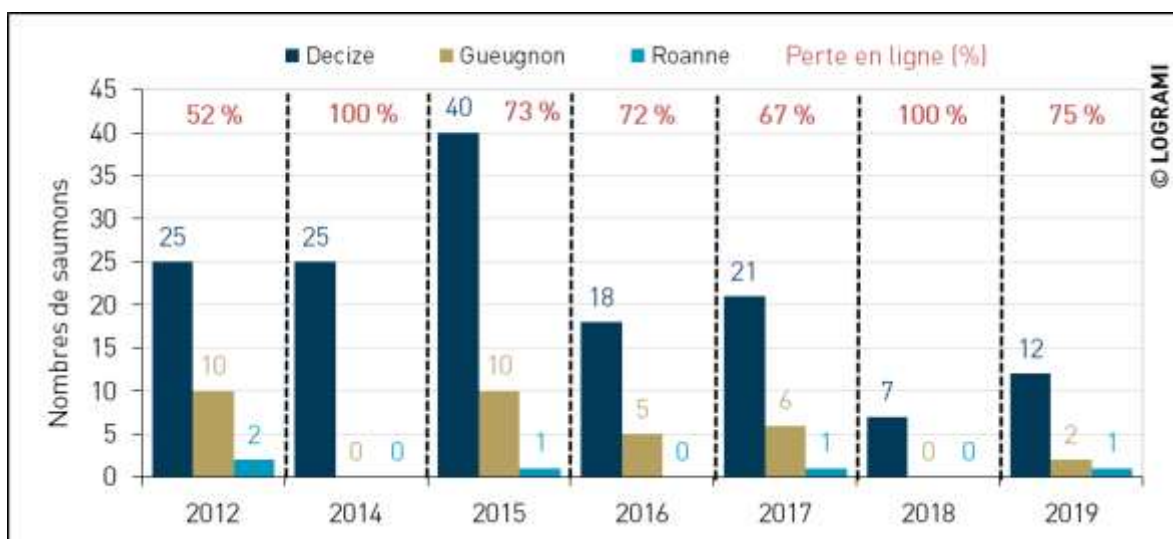


Figure 186 : Répartition des saumons comptabilisés à la station de Decize sur la Loire depuis 2012 aux stations de comptage situées en amont

### 5.1.3.5 Les effectifs de smolts en dévalaison

Certaines années des smolts en dévalaison sont observés devant les vitres des stations de comptages. Ces comptages ne doivent pas être considérés comme exhaustifs. Seuls les individus qui empruntent les passes à poissons sont contrôlés, ceux qui passent directement par-dessus les vannes (surverse) ou par les exécutoires de dévalaison (hormis Poutès avant 2018) ne font pas l'objet d'un suivi.

#### Axe Creuse-Gartempe

Aucun smolt n'a été observé sur la Creuse à la station de comptage de Descartes durant les mois de migration. Compte tenu de la configuration du barrage et de l'entrée hydraulique de la passe à poissons, les smolts doivent plutôt se diriger vers les clapets centraux et franchir le barrage par surverse.

#### Axe Loire à Decize

53 smolts ont été comptabilisés en 2019 à la station de comptage de Decize (Figure 187). Les résultats du suivi depuis 2009 laissent apparaître la dévalaison d'un faible nombre de smolts (moyenne 35 individus +/- 47). Le plan de grille de l'usine hydroélectrique de Decize n'étant pas équipé de grilles fines, lors de faibles débits sur la Loire, une grande majorité des individus doivent passer par les turbines.

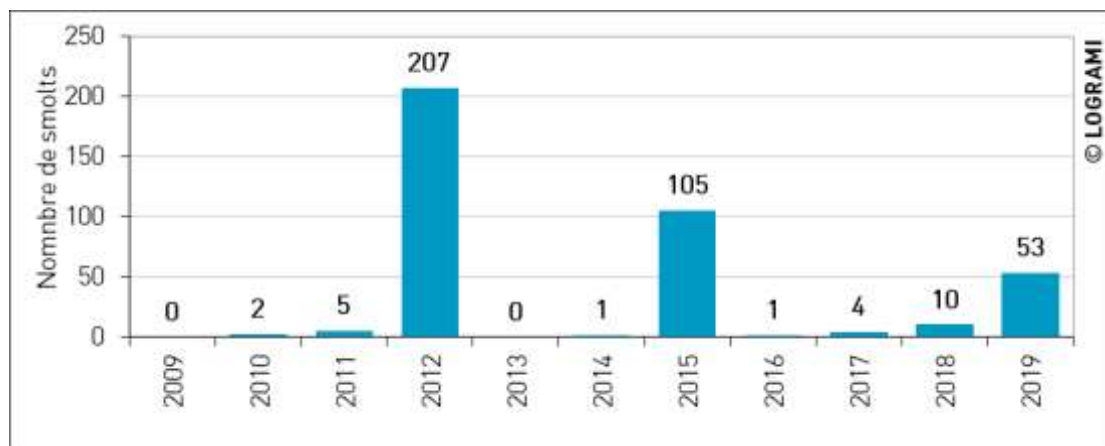


Figure 187 : Bilan des passages des smolts à la station de comptage de Decize depuis 2009

### Axe Sioule à Saint-Pourçain-sur-Sioule

Sur la Sioule à St Pourçain sur Sioule en 2019, 2 370 smolts ont été comptabilisés. C'est le plus fort effectif observé depuis le début du suivi de la station en 2017. Toutes ces observations attestent du problème chronique rencontré par les smolts pour trouver et emprunter l'exutoire de dévalaison au niveau du plan de grille de l'usine hydroélectrique. Un aménagement complémentaire semble nécessaire afin que le dispositif de dévalaison puisse être efficace.

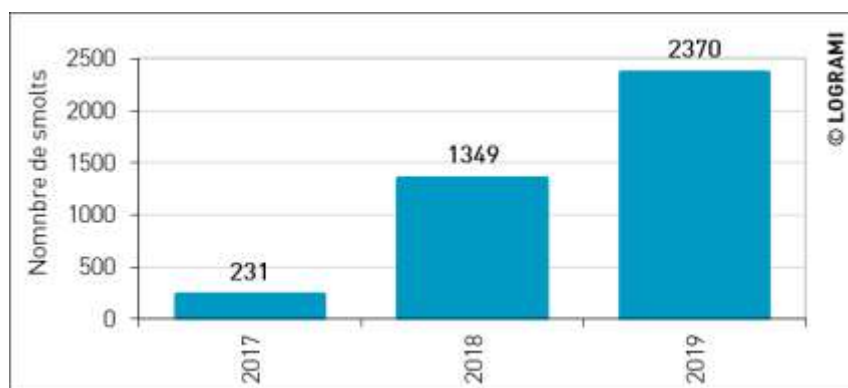
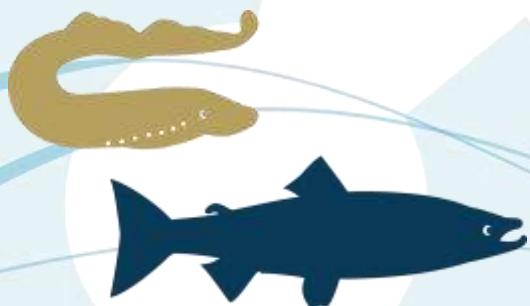


Figure 188 : Bilan des passages de smolts à la station de comptage de St Pourçain sur Sioule depuis 2017

### Axe Allier

#### Vichy

Durant la période de dévalaison des smolts (du 1<sup>er</sup> avril au 30 juin) lors de faibles débits sur l'Allier (inférieurs à 50 m<sup>3</sup>/s), le transit des poissons est facilité par une gestion des vannes du barrage en augmentant l'épaisseur de la lame d'eau sur un ou plusieurs clapets (Arrêté Préfectoral n°1083/01). Cependant, depuis la mise en service de la station de comptage en 1997, en moyenne 2 503 smolts +/- 3 520 y ont été observés. En 2019, 3 945 ont été comptabilisés (Figure 189). Ces comptages attestent que les smolts ont encore des difficultés à la dévalaison et empruntent la passe à poissons faute d'avoir trouvé un dispositif de dévalaison.



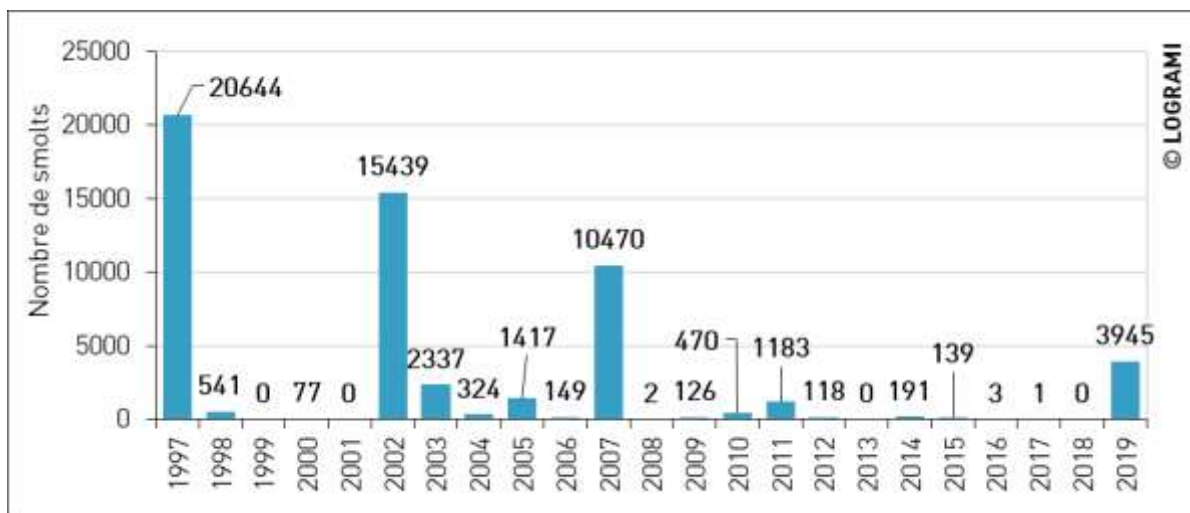


Figure 189 : Bilan des passages des smolts à la station de comptage de Vichy depuis 1997

### Poutès

Historiquement des comptages ont été effectués au niveau de la glissière de dévalaison de Poutès entre 1999 et 2018. Depuis le début des comptages en 1999, en moyenne 8 997 smolts +/- 8 572 ont été comptés (Figure 190). A partir de 2008, une forte diminution de l'effectif est constatée au barrage de Poutès. Le niveau de population atteint annuellement en moyenne 2 450 individus +/- 2 263.

Les années avec les comptages les plus importants (1999-2007 = 17 228 smolts +/- 9 210) ont eu lieu lors de la période des déversements d'alevins en amont de Poutès [jusqu'en 2007].

Il est important de préciser qu'en fonction des débits rencontrés pendant la période de dévalaison (mi-mars à mi-juin), des échappements de smolts peuvent se faire par les vannes du barrage (surverse). Les années avec des fortes possibilités d'échappements (2001, 2004, 2008, 2009, 2011, 2013), les comptages permettaient de dénombrer de 224 à plus de 14 735 smolts.

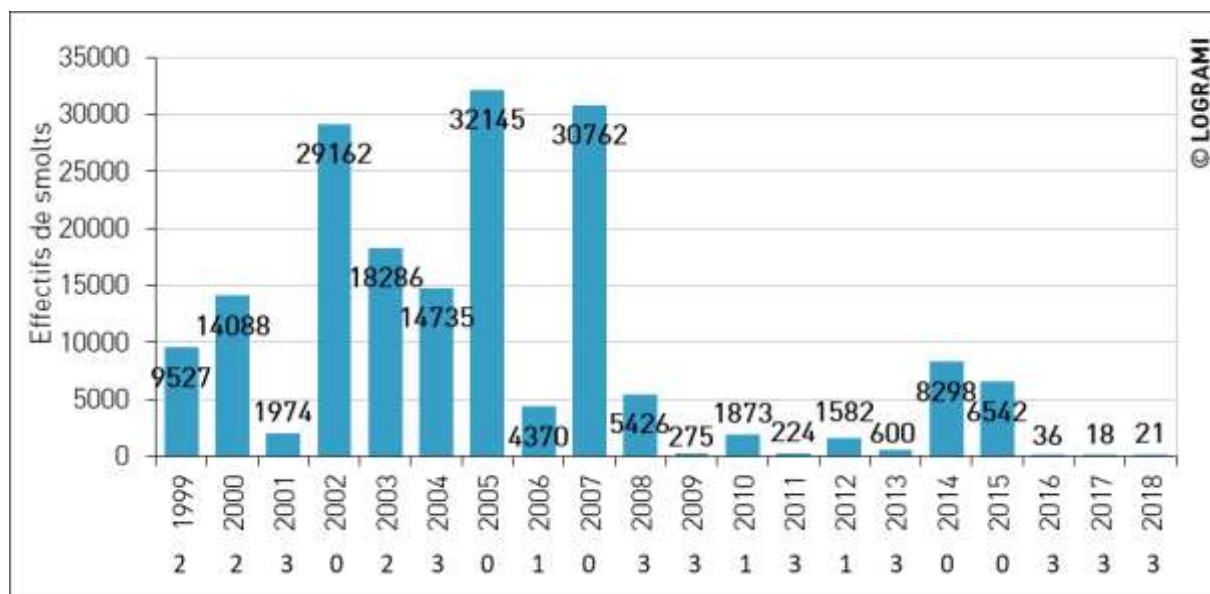


Figure 190 : Bilan des passages des smolts dans la glissière de dévalaison du barrage de Poutès de 1999 à 2018 (possibilité d'échappement sous les vannes : 0 = nulle ; 1 = faible ; 2 = moyenne ; 3 = forte)

### 5.1.3.6 Les effectifs de saumons « ravalés »

Le saumon atlantique est une espèce « itéropare », ce qui signifie qu'il peut se reproduire plusieurs fois. Néanmoins, la survie de ces géniteurs après reproduction est actuellement faible avec des valeurs de 0,5 à 3 % pour l'ensemble des populations françaises ([www.bretagne.developpement-durable.gouv.fr](http://www.bretagne.developpement-durable.gouv.fr)). Elle est due aux fortes températures, à la qualité dégradée de l'eau, de l'habitat aquatique et des conditions de dévalaison difficiles. Après la reproduction, les saumons, très fatigués et amaigris, peuvent être infectés par le champignon aquatique commun *Saprolegnia* spp (Figure 191).

Les « survivants » qui tentent une dévalaison vers la mer sont appelés des « ravalés », à tort parfois « bécards ». Les études radiopistage menées sur le bassin de l'Allier en 2009 (BACH et al, 2010), de la Sioule en 2012 (BACH et al, 2013) et de l'Allier en 2019 (MARCON et al., en cours, cf. § 3.3.4) mettent en évidence respectivement une **dévalaison de 19 %, 47 % et 57 % des poissons post-reproduction**. Les ravalés sont **majoritairement des femelles** : 50 % sur l'Allier en 2009 (BACH et al., 2011), 84 % sur la Sioule en 2012 (BACH et al., 2015) et 100 % sur l'Allier en 2019 (MARCON et al., en cours).



Figure 191 : Saumons ravalés en dévalaison observés en amont de l'usine hydroélectrique de Vieille Brioude sur le bassin de l'Allier (décembre 2009) (Source : LOGRAMI)

Des ravalés sont observés en dévalaison sur les stations de comptages de Poutès, Vichy et St Pourçain sur Sioule (Figure 192). Ils sont comptabilisés à Vichy et St Pourçain sur Sioule lorsqu'ils empruntent les passes de montaison pour dévaler. A Poutès, ces derniers étaient observés dans la goulotte de dévalaison des smolts installée entre du 15 mars et le 15 juin. Cependant, il existe également sur ces ouvrages d'autres voies de passage non contrôlées (surverse des vannes). Ces comptages ne doivent pas être considérés comme exhaustifs.



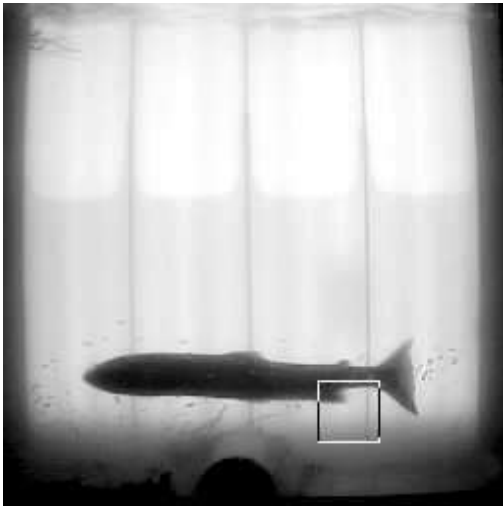


Figure 192 : Saumons ravalés en dévalaison observés à la station de comptage rive droite de Vichy (à gauche) et à l'entrée de la glissière de dévalaison de Poutès (à droite)

Comparativement aux effectifs en montaison, les ravalés comptabilisés à Poutès représentent entre 1 % et 27 % soit 8 +/- 9 ravalés en moyenne (Figure 193). Il est observé également sur cette station une hésitation des ravalés à emprunter la glissière de dévalaison. Le nombre d'individus dévalants est faible au regard du nombre d'observations faites sur la plaque en amont de la glissière de dévalaison. Au regard des détections à l'entrée de l'exutoire, les passages représentent un succès de 23 % +/- 24.

A Vichy, les observations par la passe de montaison sont naturellement moins élevées avec 0,4 % à 1,8 % soit 6 ravalés +/-4 en moyenne.

La plus forte valeur est observée sur la Sioule pour la montaison de 2018 avec 49 % (soit 17 ravalés sur 35 montaisons). Il est possible qu'il y ait une surestimation de cette proportion étant donné que les comptages au niveau de cet ouvrage ne sont pas exhaustifs. Une seconde voie de passage non contrôlée par vidéo est présente au niveau de la passe à poissons du barrage.

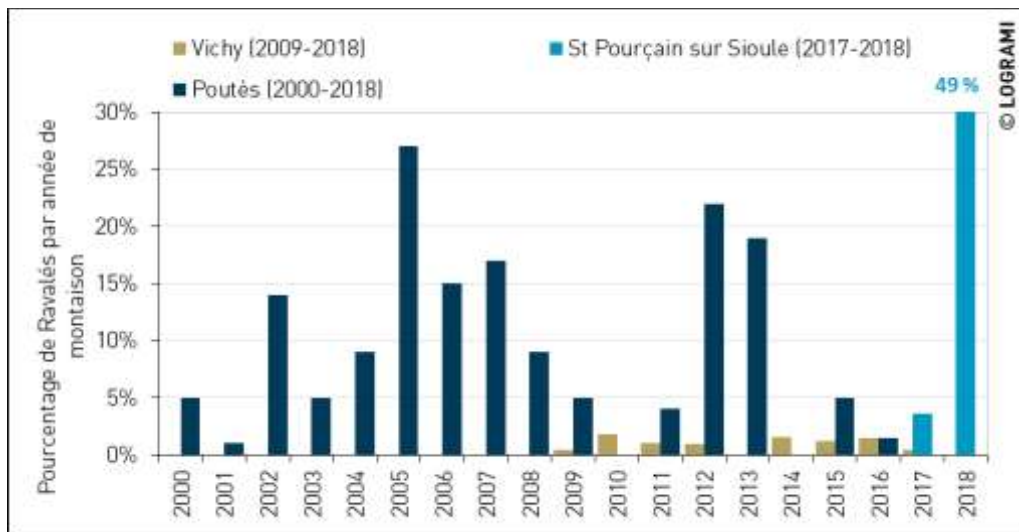


Figure 193 : Pourcentages de saumons ravalés par année de montaison observés aux stations de Poutès, Vichy et St Pourçain sur Sioule sur le basisn de l'Allier



La majorité des ravalés observés aux stations de comptage de Vichy et St Pourçain sur Sioule est composée d'individus de 2 ans de mer avec respectivement 71 % et 95 % des observations (Figure 194 et Figure 195). La répartition des classes d'âge pour les ravalés suit la même tendance que pour les géniteurs en montaison avec une proportion plus élevée pour les saumons de 2 ans de mer.

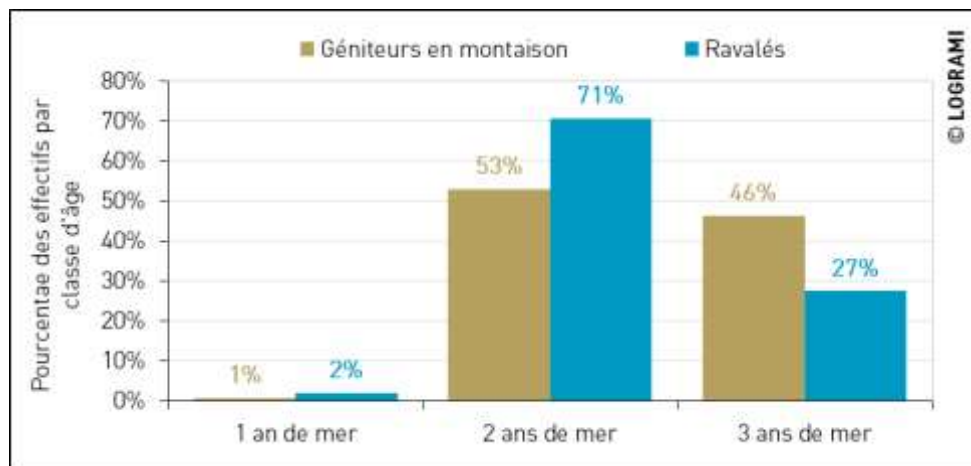


Figure 194 : Pourcentage des effectifs de géniteurs en montaison et de ravalés en fonction des classes d'âge à la station de comptage de Vichy sur l'Allier entre 2009 et 2019

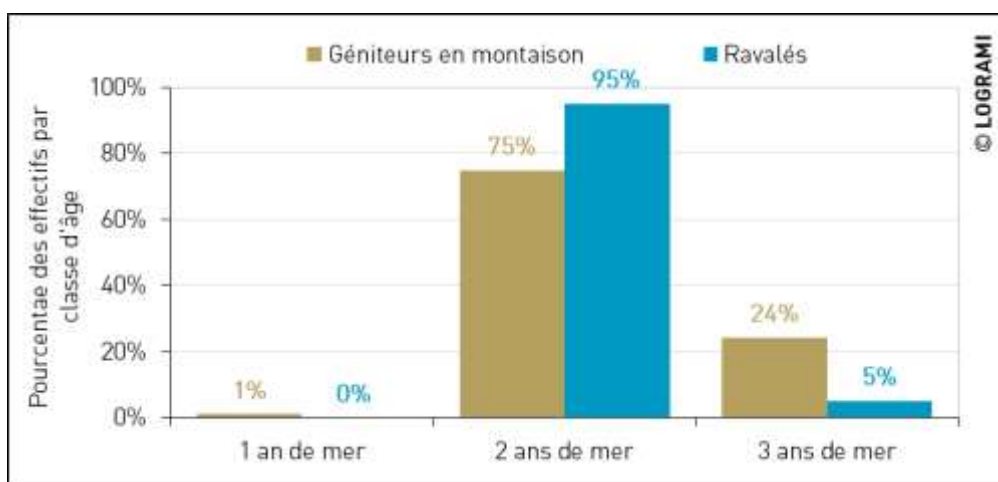
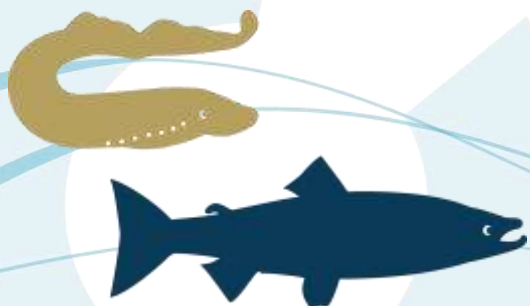


Figure 195 : Pourcentage des effectifs de géniteurs en montaison et de ravalés en fonction des classes d'âge à la station de comptage de St Pourçain sur Sioule sur l'Allier entre 2017 et 2019

Cependant, contrairement aux stations de comptage, les études de radiopistage mettent en évidence une majorité de ravalés de 3 ans de mer avec 66 % sur l'Allier 2009 (BACH et al., 2011), 57 % sur la Sioule en 2012 (BACH et al., 2015) et 75 % sur l'Allier en 2019 (MARCON et al., en cours).

La comparaison de ces résultats soulève l'hypothèse de choix différentiel de dévalaison entre les deux ans de mer (passe à poissons) et trois ans de mer (surverse).

Les stations de comptages du bassin de l'Allier et de la Sioule montrent que les ravalés représentent à minima entre 0,4 % et 49 % des saumons en montaison et entre 19 et 57 % des individus reproducteurs de l'année (BACH et al., 2011, BACH et al., 2015 et MARCON et al., en cours). Ils sont essentiellement composés de femelles. La fécondité des femelles étant liée à la taille, le potentiel reproducteur des saumons de deuxième retour s'avère très élevé. Les taux de survie des saumons



de 2ème retour sur le bassin du Scorff sont de l'ordre de 7 % (FDAAPPMA 56, 2018). Certaines données anciennes sur le bassin de l'Allier témoignent probablement de la présence de ces seconds retours (poissons de très grande taille).

Afin d'optimiser le retour de ces saumons, il s'avère important de favoriser leur échappement après la reproduction. Cependant aujourd'hui, les systèmes de dévalaison non adaptés retardent et réduisent les chances de survie de ces poissons.

### 5.1.4. Les effectifs de truite de mer

En 2019, 1 seule truite de mer a été comptabilisée, sur la Vienne à Châtellerault. Depuis le début des suivis, seulement 140 truites de mer ont été dénombrées sur l'ensemble des stations de comptage (54 à Vichy depuis 1997, 57 à Châtellerault 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 196).

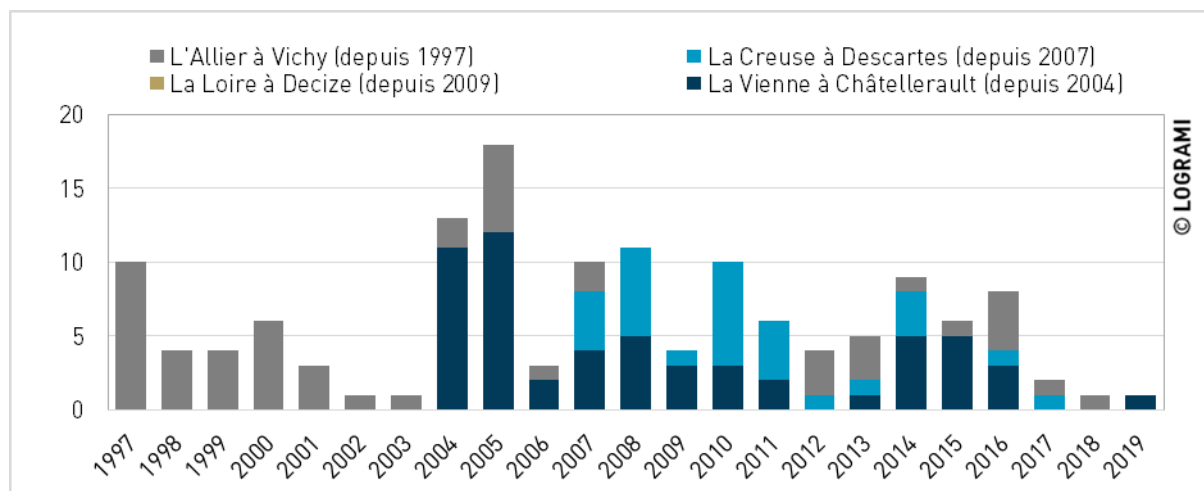


Figure 196 : Bilan des passages de truites de mer aux stations de comptage du bassin de la Loire depuis 1997

### 5.1.5. Les effectifs d'anguille européenne

Les comptages des anguilles en montaison sont rarement exhaustifs. En effet, les anguilles colonisantes de petites tailles 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. Ainsi, malgré un effort pour améliorer la perspective et un fond blanc, le contraste n'est pas suffisant pour détecter les plus petites anguilles.

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 béton 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 de futurs géniteurs.

### 5.1.5.1 Descartes

Sur la Creuse à Descartes, 8 anguilles en montaison et 3 anguilles en dévalaison ont emprunté la passe à bassins en 2019. Il est probable que de nombreuses anguilles aient franchi le barrage par la passe spécifique située au centre du barrage et non dotée d'un système de comptage.

### 5.1.5.2 Châtelleraut

Sur la Vienne à la station de comptage de Châtelleraut, les effectifs d'anguilles sont très variables (Figure 197). En 2018, 8520 anguilles ont franchi l'ouvrage alors qu'en 2011 seulement 47 individus ont été comptabilisés. Avec 2415 anguilles en montaison, l'effectif de l'année 2019 est très proche de la moyenne des années antérieures (2 414 anguilles +/- 2566). Il est possible qu'une partie de cet effectif provienne d'une action de repeuplement ayant eu lieu en 2013 sur l'aval de la Creuse. Six anguilles argentées ont par ailleurs emprunté la passe à poissons en dévalaison en 2018.

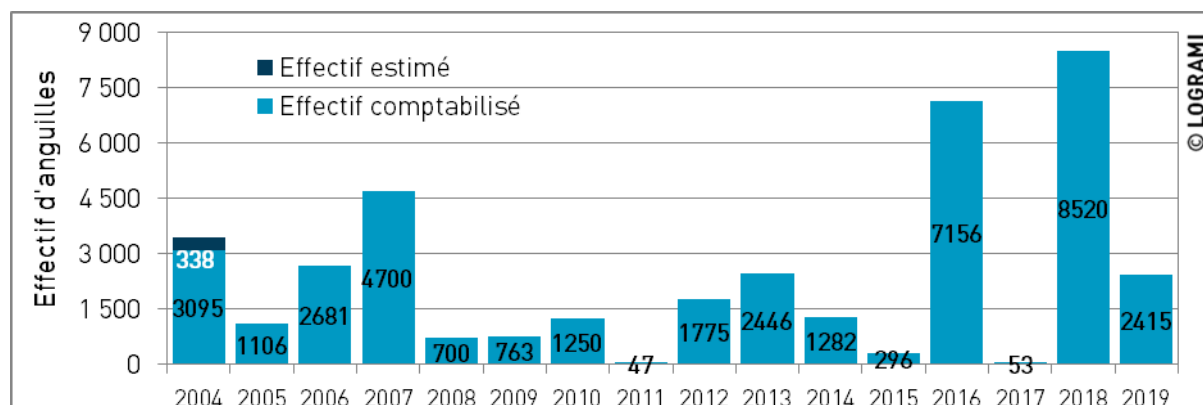


Figure 197 : Bilan des passages d'anguilles en montaison à la station de comptage de Châtelleraut depuis 2004

### 5.1.5.3 Decize

Depuis l'installation en 2009 de la station de comptage permanente à Decize, le comptage des anguilles montantes et dévalantes est possible mais pas exhaustif (Figure 198).



Figure 198 : Bilan des passages d'anguilles à la station de comptage de Decize depuis 2009

En 2019, pour les anguilles jaunes, 11 individus ont été comptabilisés. Les effectifs d'anguilles sont très variables et représentent en moyenne depuis 2009, 27 individus +/- 23.

Concernant les anguilles argentées, 3 individus ont été contrôlés. Les effectifs enregistrés depuis 2009 sont faibles et atteignent au maximum 4 individus en 2012 et 2013 (moyenne interannuelle = 1 individu +/- 1). Cependant, sur cet ouvrage en plus des dévalaisons par surverse, les espacements de barreaux des grilles laissent passer les anguilles vers la chambre des turbines.

#### 5.1.5.4 Gueugnon

Au cours de l'année 2019, 5 anguilles jaunes ont été comptabilisées à la station de comptage de Gueugnon (Figure 199). Une anguille argentée a également été observée.

Comparativement aux deux premières années de suivi (moyenne interannuelle anguilles jaunes : 52 +/- 3 ; moyenne interannuelle anguilles argentées : 42 +/- 21), le contingent d'anguilles observé sur l'Arroux depuis 2008 est faible. Cependant, leur présence à plus de 650 km de l'estuaire confirme la capacité de dispersion de l'espèce sur le bassin de la Loire.

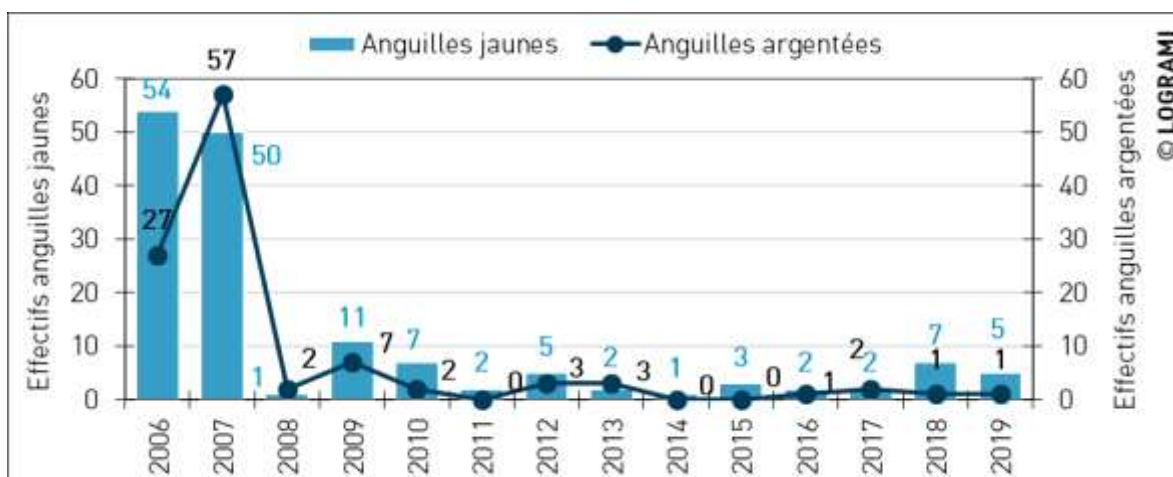


Figure 199 : Bilan des passages d'anguilles à la station de comptage de Gueugnon depuis 2006

#### 5.1.5.5 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 2019, 1 anguille jaune et 10 anguilles argentées ont été observées à la station de comptage de Roanne (Figure 200). La moyenne d'anguilles jaunes depuis 2012 est de 14 +/- 9 et la moyenne d'anguilles argentées est de 37 +/- 9.

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 200 : Bilan des passages d'anguilles à la station de comptage de Roanne depuis 2012

### 5.1.5.6 Saint-Pourçain-sur-Sioule

Depuis l'installation de la station de comptage en 2017 à Saint-Pourçain-sur-Sioule, des anguilles montantes et dévalantes peuvent être comptabilisées (Figure 201).

Au cours de l'année 2019, 2 anguilles jaunes ont été observées à la station de comptage. C'est la première fois depuis le début du suivi en 2017 que des anguilles montantes sont comptabilisées.

69 anguilles argentées ont été comptabilisées en 2019. Cet effectif est le plus fort enregistré. Il est probable que les anguilles aient emprunté la passe à poissons au niveau de l'usine hydroélectrique en absence de surverses et de dispositifs fonctionnels à la dévalaison. Les faibles débits rencontrés toute l'année sur le bassin de la Sioule ont contraint les géniteurs à dévaler les ouvrages par les voies disponibles.

Leur présence sur cet axe confirme la capacité de dispersion de l'espèce sur le bassin ainsi que l'intérêt que représente cet affluent pour le grossissement des géniteurs.

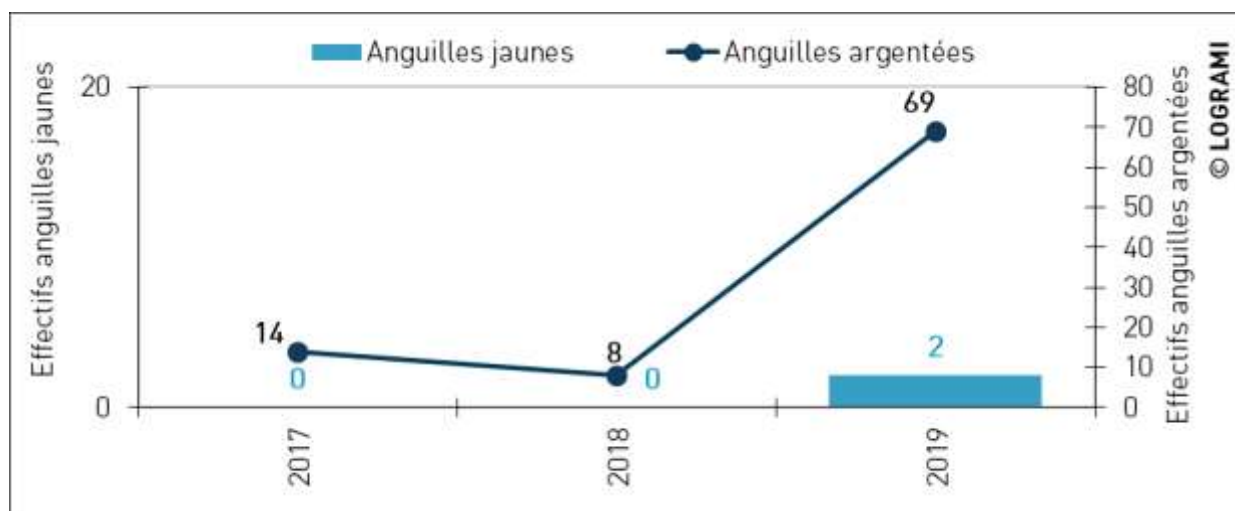
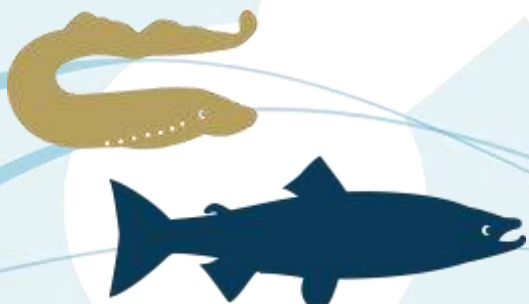


Figure 201 : Bilan des passages d'anguilles à la station de comptage de Saint-Pourçain-sur-Sioule depuis 2017



### 5.1.5.7 Vichy

Au cours de l'année 2019, 4 anguilles jaunes ont été observées dans les passes à poissons de Vichy (Figure 202). Cet effectif est faible par rapport aux données historiques avec une moyenne interannuelle de 267 passages +/- 255. 3 anguilles argentées ont été comptabilisées en 2019 (moyenne interannuelle de 3 passages +/- 3).



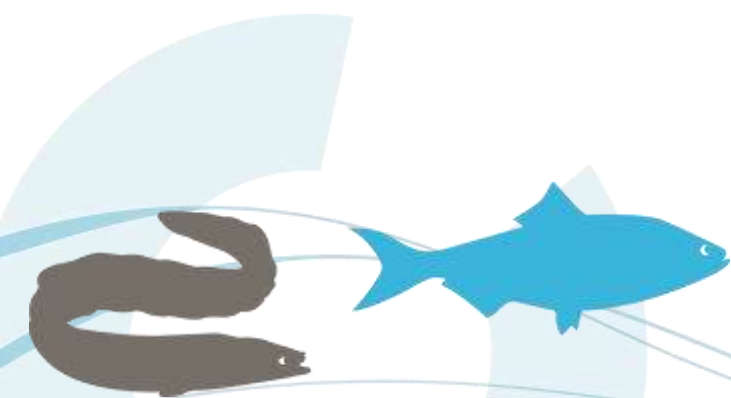
Figure 202 : Bilan des passages d'anguilles à la station de comptage de Vichy depuis 1997

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 (Chambord, 41) (DICHARRY et al., 2020).

### 5.1.5.8 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 2019, aucune anguille jaune n'est remontée par l'ascenseur en amont du barrage (Figure 203). 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<sup>er</sup> 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'être facilités.



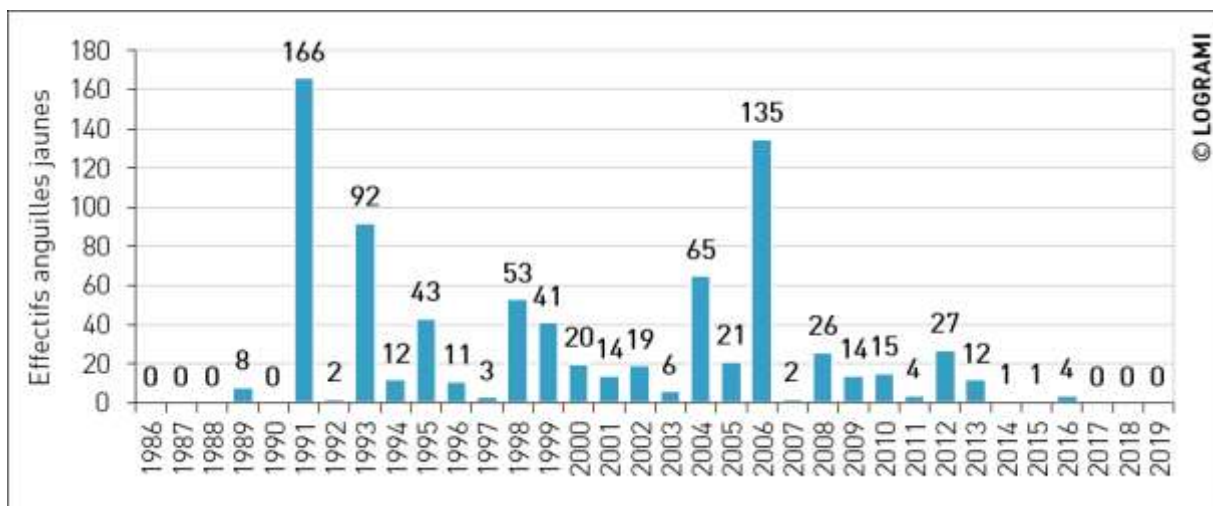


Figure 203 : Bilan des passages d'anguilles à la station de comptage de Poutès depuis 1986

## 5.1.6. Les effectifs de mulets porcs

Tout comme l'anguille européenne, le mulet porc est un migrateur thalassotoque. De ce fait, deux migrations peuvent être observées aux stations de comptage : l'une au printemps en montaison et l'autre à l'automne en dévalaison. Les effectifs montants peuvent être considérés comme exhaustifs, mais les effectifs dévalants sont bien souvent incomplets, certains individus pouvant passer par les clapets.

L'essentiel de la migration est contrôlé aux stations de comptage du bassin de la Vienne, plus proches de l'océan. Depuis quelques années, il n'est toutefois pas rare de voir quelques individus aux stations de comptage de Decize sur la Loire et de Vichy sur l'Allier. Ces individus, souvent isolés, montrent l'augmentation de l'aire de répartition de ce migrateur. Des observations ponctuelles, réalisées à l'aval des stations, montrent que les effectifs sont beaucoup plus importants et que les résultats aux stations de comptage pour cette espèce ne peuvent pas être considérés comme un indicateur quantitatif. En 2019, la totalité des mulets porcs a été comptée sur le bassin de la Vienne (73 % sur la Vienne à Châtelleraut et 27 % sur la Creuse à Descartes).

### 5.1.6.1 Descartes

Sur la Creuse, à la station de comptage de Descartes, 61 mulets porcs ont été comptés en 2019. Cet effectif est très inférieur à la moyenne des années antérieures (160 +/- 135), mais supérieur aux deux années précédentes. Un nombre important de mulets a été observé en dévalaison, 30 individus ont en effet réemprunté la passe pour rejoindre l'océan (soit 49 % de l'effectif annuel). Habituellement, très peu de poissons sont observés en dévalaison (en moyenne de 2004 à 2018, 8 % +/- 8 de l'effectif annuel). Les très faibles débits enregistrés durant les mois d'août et de septembre 2019 ont limité la surverse sur les clapets centraux du barrage et contraint la majorité des mulets à emprunter la passe à poissons.

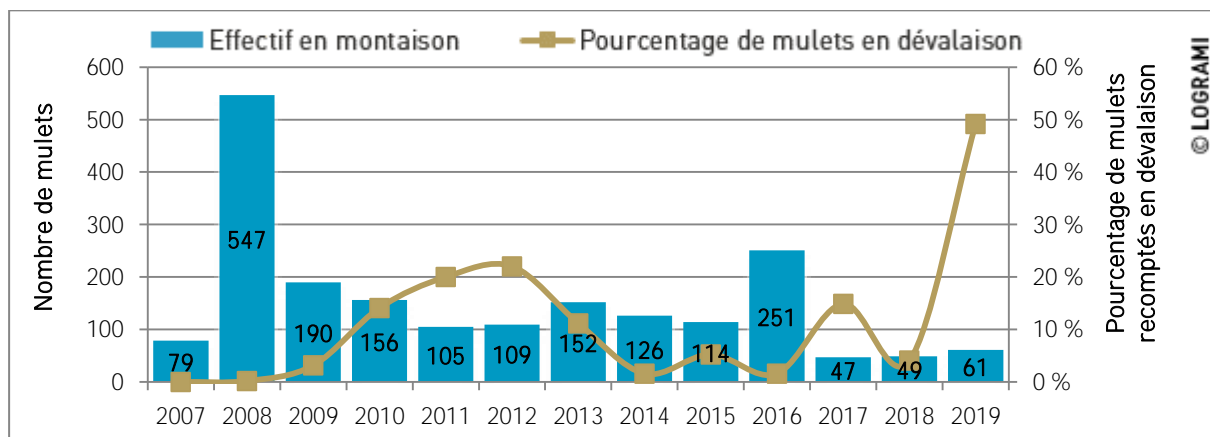


Figure 204 : Bilan des passages de mulets à la station de comptage de Descartes de 2007 à 2019

### 5.1.6.2 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 franchissait l'ouvrage et depuis 2014, 200 à 300 individus sont observés chaque année (Figure 205). En 2019, 168 mulets ont été comptabilisés, ce nombre est inférieur à la moyenne des cinq dernières années (261 mulets +/- 43 de 2014 à 2018) mais reste supérieur aux effectifs plus anciens. 84 % de ces mulets ont réemprunté la passe à poissons quelques mois plus tard pour rejoindre l'océan. Les autres individus ont pu emprunter les clapets pour dévaler ou être prédatés ou pêchés dans la retenue. En moyenne, de 2004 à 2018, ce taux est plus faible (61 % +/- 21). Il est variable en fonction des conditions hydrologiques et du fonctionnement de l'usine hydroélectrique.

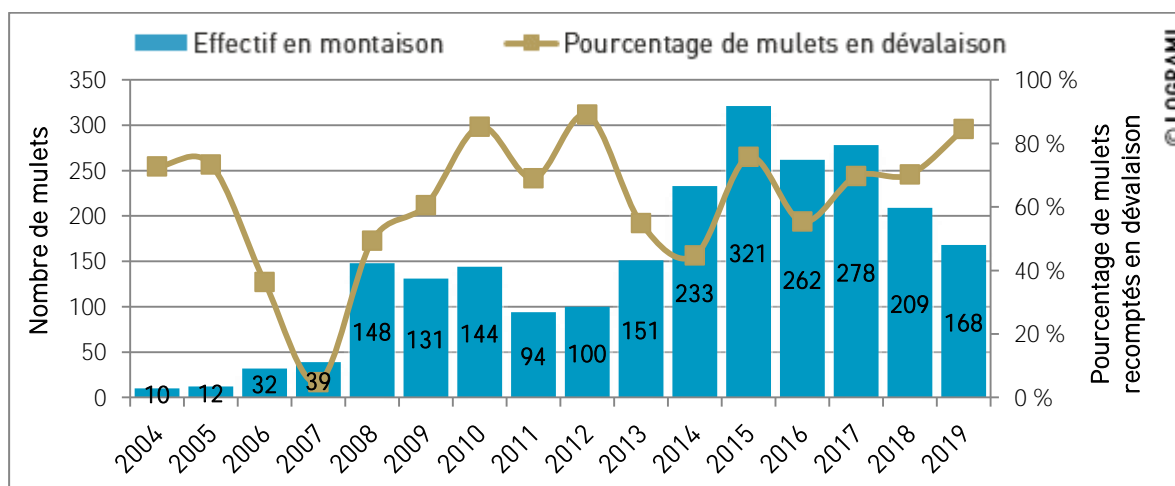


Figure 205 : Bilan des passages de mulets à la station de comptage de Châtelleraut de 2004 à 2019

## 5.2. Suivi de la reproduction des aloses et relation avec les géniteurs potentiels comptabilisés aux stations de comptage sur la Loire et l'Allier

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.

### 5.2.1. Préambule

Intrinsèquement, le **suivi de la reproduction est un indicateur de l'état des populations de poissons migrants**. 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.

Des moyens humains importants sont nécessaires pour suivre toute la saison de reproduction de l'alose sur plusieurs frayères. Pour réduire ces moyens, un échantillonnage des frayères suivies, mais aussi du nombre de nuits d'écoute (un minimum de trois par site) est réalisé. **Cet échantillonnage ne permet pas de quantifier le nombre de reproducteurs, mais permet de confirmer et d'évaluer le niveau d'abondance de la reproduction.**

Le programme de suivi en 2019 comprend les frayères situées à l'aval de Châtellerault sur la Vienne, à l'aval de Savonnières sur le Cher, à l'aval de Decize sur la Loire, à l'aval de Vichy, à l'aval de Moulins et à l'aval du barrage des Lorrains sur l'Allier (Figure 206). Les frayères suivies ont été sélectionnées en fonction des leurs fortes activités enregistrées les années antérieures (2010 à 2015). Par ailleurs, l'observation de plusieurs dizaines d'aloses, sur le Cher, a motivé un suivi ponctuel à l'aval de Savonnières.



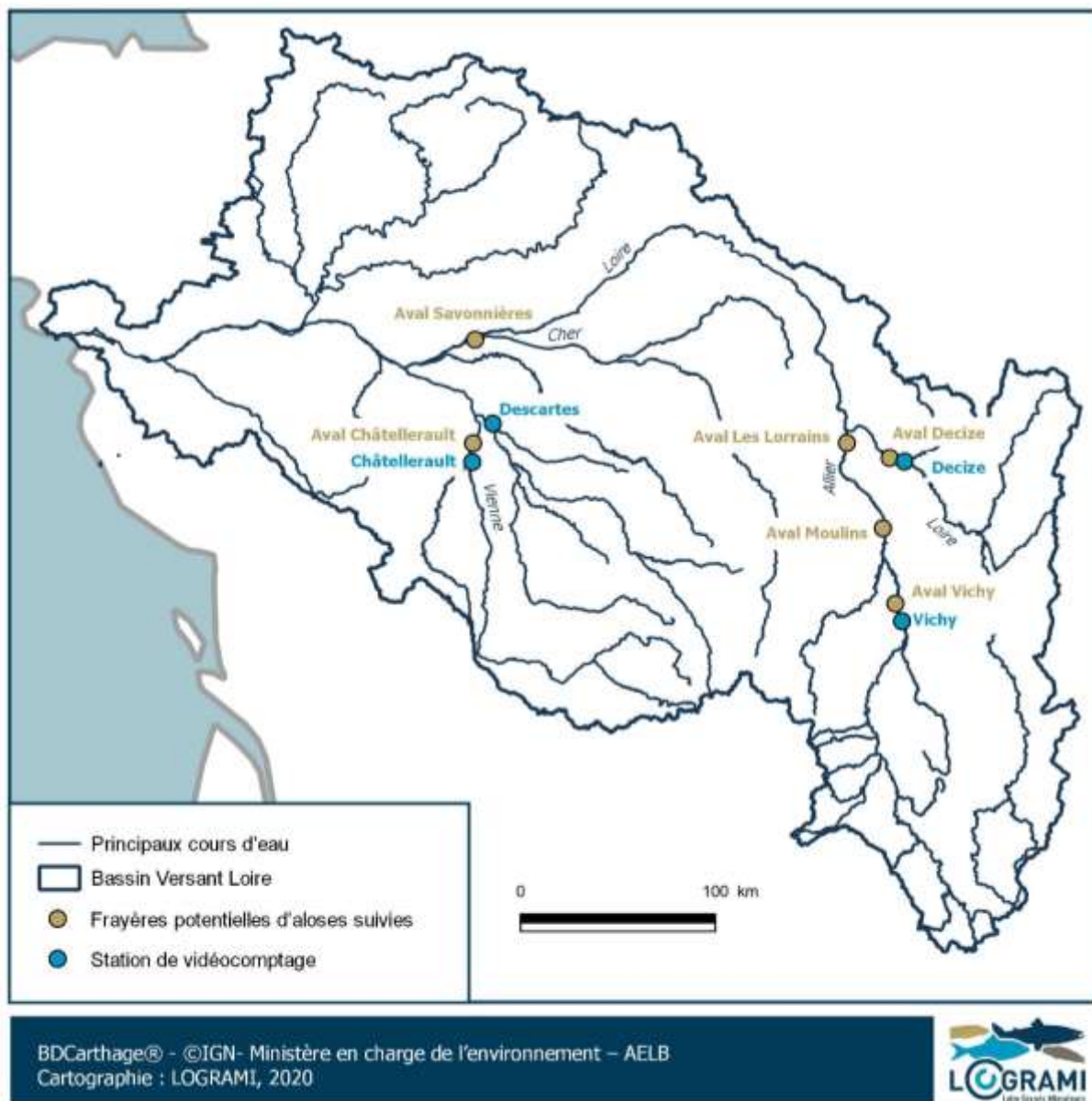


Figure 206 : Localisation des frayères références d'aloses sur le bassin de la Loire

## 5.2.2. Amplitude de la période de reproduction de l'alse

Le début de la saison peut être estimé assez facilement en analysant les températures de l'eau. Lorsque celle-ci dépasse 16 °C, elle est considérée comme favorable pour la reproduction des aloses. Ainsi, la date de début de reproduction de l'alse peut être estimée, a posteriori, sur les principales frayères suivies sur la Vienne, la Loire et l'Allier.

Le seuil de 16 °C est, en moyenne de 2010 à 2018, franchi le 23 avril à Châtelleraut sur la Vienne (+/- 12 jours), le 28 avril à Vichy sur l'Allier (+/- 18 jours) et le 29 avril à Decize sur la Loire (+/- 19 jours). Le début de la reproduction de l'alse est donc, en moyenne, plus précoce sur la Vienne. Ce constat n'est cependant pas vérifié chaque année, en effet les températures varient indépendamment d'un cours



d'eau à l'autre. Ainsi en 2014, le début de la reproduction sur la Vienne est estimé au 6 mai, soit 24 jours plus tard que sur la Loire à Decize (Figure 207).

En 2019, les températures étaient favorables pour le début de la reproduction à partir du 19 avril sur la Vienne à Châtellerault et du 20 avril sur l'Allier à Vichy. Suite à un dysfonctionnement technique, aucune donnée de température n'est disponible sur la Loire à Decize. Sur la Vienne et sur l'Allier, le début de la reproduction en 2019 était donc légèrement plus précoce que les années précédentes.

Le début réel de la reproduction n'est pas lié qu'aux paramètres environnementaux. Il dépend bien entendu de la présence de géniteurs matures sur les frayères.

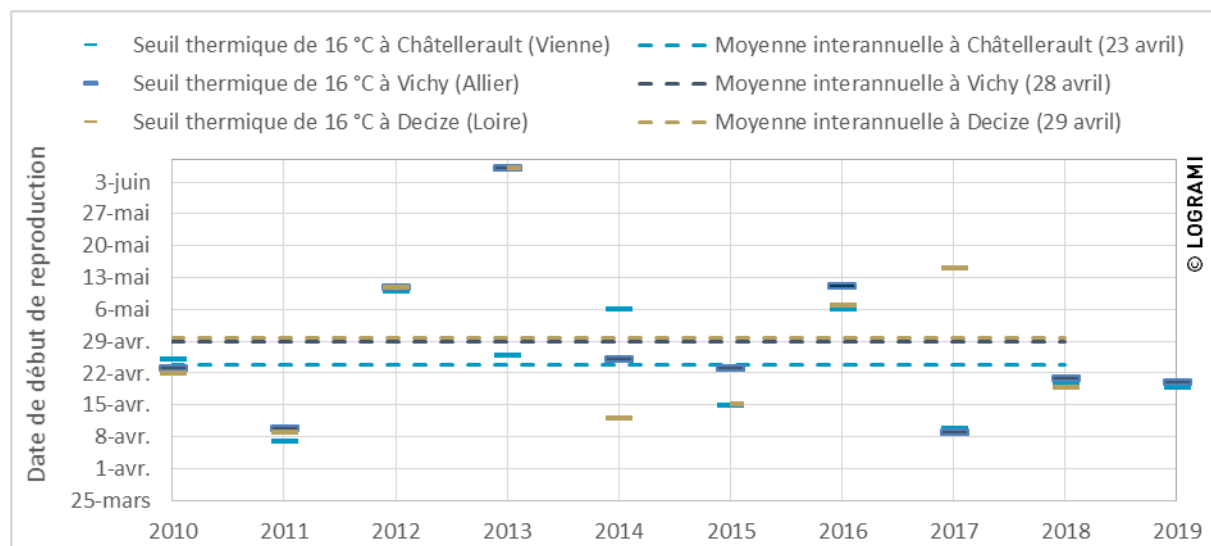


Figure 207 : Dates estimées de début de la reproduction de l'alose sur les frayères à l'aval de Châtellerault, Decize et Vichy sur le bassin de la Loire de 2010 à 2019

La fin de la période est plus complexe à définir, elle dépend notamment de la densité d'aloses présente sur la frayère et du fractionnement ou non de la période de reproduction. Elle a globalement lieu au début du mois de juillet.

### 5.2.3. Suivi de la reproduction des aloses sur le Cher à l'aval de Savonnières

Fin mai, un pêcheur amateur a informé la fédération de pêche et de protection du milieu aquatique de l'Indre et Loire, de la présence de plusieurs groupes d'aloses sur le Cher à l'aval du barrage de Savonnières. Plusieurs captures à la ligne ont par ailleurs été recensées sur ce secteur, fin mai et début juin.

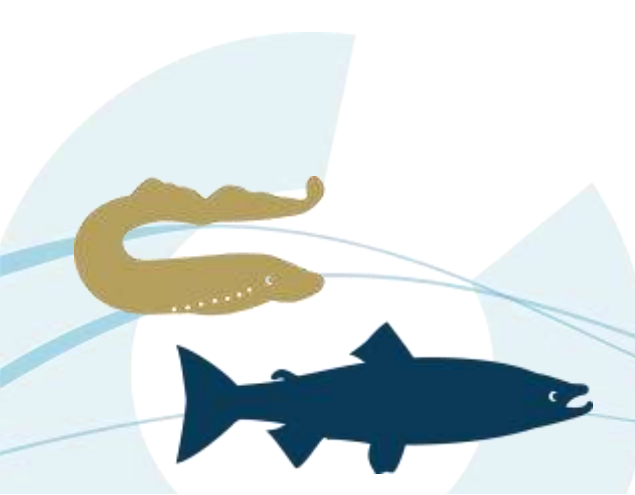




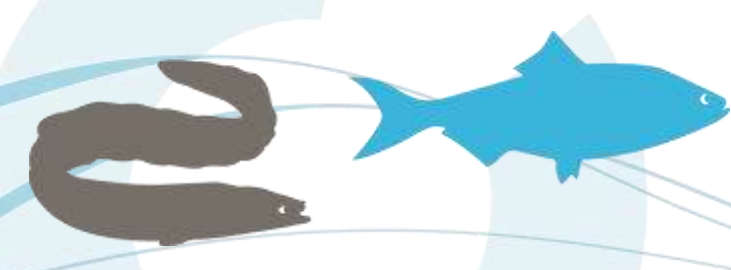
Figure 208 : Capture d'alose par un pêcheur amateur sur le Cher (à gauche) et d'un banc d'alose observé à l'aval du barrage de Savonnières (à droite) (Sources : A. Domain et LOGRAMI)

Très peu de données de présence et de reproduction d'alose (bulls) sont disponibles sur cet axe qui possède pourtant de nombreux habitats potentiels. Dans le but d'enrichir ces connaissances, un suivi a été réalisé le 17 juin par l'association LOGRAMI. La frayère à l'aval immédiat du barrage de Savonnières a fait l'objet d'une écoute directe et des enregistreurs audio ont été posés à proximité des frayères de la Sainterie (900 m à l'aval du barrage) et de la Ricardière (1 800 mètres à l'aval du barrage) (Figure 209). Les enregistrements ont par la suite été dépouillés au bureau afin d'identifier les bulls.



Figure 209 : Localisation des frayères d'aloses suivies en 2019 sur le Cher à l'aval de Savonnières (Données : EPL)

Le 17 juin, en fin d'après-midi, un banc d'alose d'une vingtaine d'individus a pu être observé en dessous du pont de Savonnières. Le suivi de la reproduction s'est déroulé de 23h à 3h (UTC +2h). La température de l'eau, d'environ 23 °C, était très favorable à la reproduction. Un total de 13 bulls a été confirmé sur la frayère de Savonnières, et 11 bulls ont été identifiés sur l'enregistrement de la frayère de la Ricardière. Aucun acte de reproduction n'a été entendu sur la frayère de la Sainterie. Il est possible que sur ce dernier site le micro ait été posé un peu trop en amont de la zone de reproduction. A noter que l'ensemble des bulls a eu lieu sur une courte durée, entre 0h et 2h45 (Figure 210).



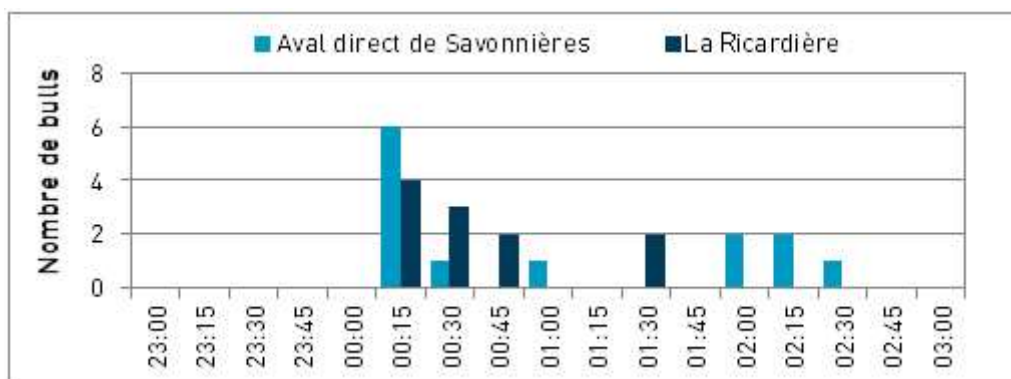


Figure 210 : Répartition du nombre de bulls par quart d'heure dans la nuit du 17 juin 2019 sur les frayères à l'aval de Savonnières sur le Cher

Ces données renseignent sur la présence effective de reproduction d'alose sur le Cher. Elles confirment l'intérêt de l'axe pour cette espèce et les besoins de rétablir l'accès aux zones de reproduction de qualité situées plus en amont. L'absence de dispositif de franchissement sur le barrage de Savonnières, associée aux faibles conditions hydrologiques n'a en effet pas permis aux aloses de coloniser l'amont de cet ouvrage.

## 5.2.4. Suivi de la reproduction des aloses sur la Vienne à l'aval de Châtelleraut

Sur la Vienne, seule la frayère du centre-ville de Châtelleraut a été suivie. Cette zone de reproduction est l'une des plus actives du bassin. Une partie des aloses se reproduisant sur ce secteur n'a probablement pas réussi à franchir le barrage de la manufacture, situé 1 km en amont.

Trois nuits d'écoute ont été réalisées les 22 avril, 9 juin et 18 juin. La température était respectivement de 19,5 °C, 23,8 °C et 22,4 °C. 110 bulls ont été entendus la première nuit, 81 la seconde et 23 la troisième. A noter que cette dernière nuit a été interrompue à 2h15 par un violent orage qui empêchait toute écoute et a probablement stoppé la reproduction. Le nombre de bulls compté est de faible ampleur, et ce malgré des conditions thermiques très favorables à la reproduction.

Depuis 2009, les effectifs d'aloses comptées aux stations de comptage sont très faibles. Une diminution de l'aire de répartition à l'aval des stations est une des hypothèses avancées pour expliquer la raréfaction de l'espèce. Sur le bassin de la Vienne, cette hypothèse ne peut pas être retenue. Le nombre d'actes de reproduction sur les frayères n'a en effet pas augmenté à l'aval des stations de comptage. Malgré un effort de suivi intense en 2014 et 2015, les pics de reproduction atteints par le passé n'ont jamais été dépassés (Figure 211). Le très faible nombre de bulls entendu en 2019 laisse même penser que le nombre de reproducteurs sur cette frayère est, tout comme à la station, bien moins important qu'auparavant.



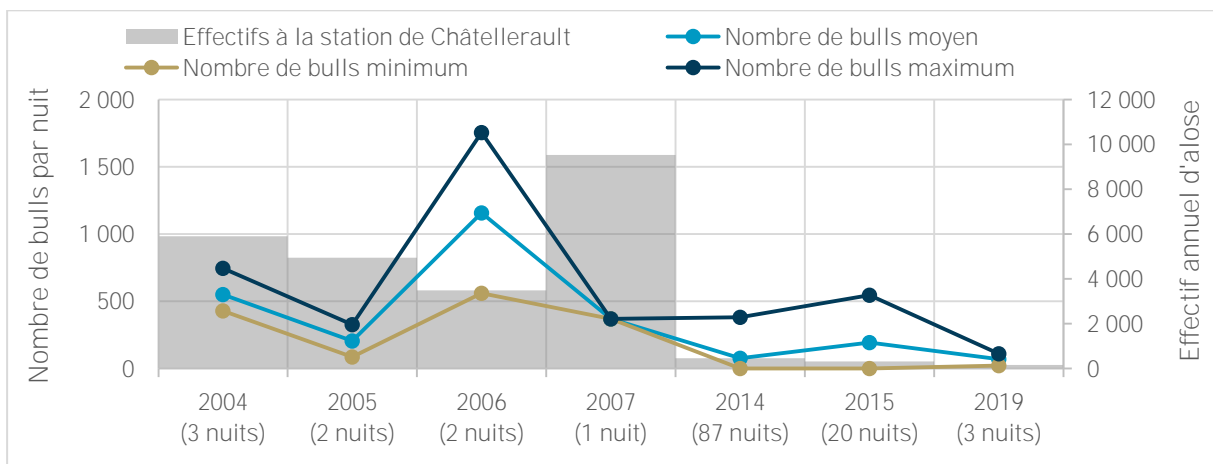


Figure 211 : Nombre de bulls d'aloses par nuit suivie de chaque année d'étude sur la frayère du centre-ville de Châtelleraut mis en relation avec les effectifs de la station de comptage de Châtelleraut sur la Vienne

## 5.2.5. Suivi de la reproduction des aloses sur la Loire en aval de Decize

Sur l'ensemble de la période de reproduction de l'alose en 2019, 5 nuits d'observations ont été réalisées (Figure 212) et 3 sites ont été suivis. Pour rassembler plus d'informations, plusieurs sites ont été suivis sur une même nuit.

Au niveau du Pont SNCF de Nevers, aucun bull n'a été observé lors de la seule nuit suivie le 18 juin entre 22h50 et 0h30. La température de l'eau était de 23,5 °C.

La frayère potentielle à Avril sur Loire a été suivie 4 fois, le 23 mai de 22h00 à 1h00, le 3 juin de 1h50 à 2h20, le 4 juin de 1h30 à 3h00 et le 18 juin de 22h00 à 3h15. **Lors des 2 dernières sorties, 4 et 6 bulls ont été observés.**

En aval du barrage de Decize, 3 nuits de suivi ont été réalisées et différents secteurs ont été prospectés. Certains points d'écoutes ont été réalisés sur plusieurs frayères dites « forcées » dues à l'ouvrage de Decize. Le 3 juin de 22h00 à 1h20, 2 frayères ont été suivies et **1 seul bull a été observé 500 m en aval de la STEP**. Le 4 juin de 22h00 à 0h45, 3 frayères ont été suivies, toutes en aval de la STEP mais aucun bull n'a été observé. La dernière nuit, **le 18 juin, la frayère située 1500 m en aval de la STEP a été suivie de 21h15 à 1h15 et 8 bulls ont été observés**. Suite à un problème technique, l'opérateur n'a pas pu rester sur site jusqu'à la fin de la reproduction. Durant cette nuit, l'épi d'enrochement en amont de la STEP a été suivi de 1h45 à 3h00 sans succès.

Les débits rencontrés pendant la période de reproduction sont très bas, 2 voire 2,5 fois inférieurs au débit moyen mensuel de référence à Nevers. Suite à un problème de sonde, les données de température de l'eau de la Loire ne sont pas disponibles pour la période de reproduction.

Le barrage de Decize constitue un obstacle majeur à la migration des aloses sur la Loire. Ces dernières sont obligées de se reproduire sur des frayères dites « forcées » et qui ne présentent **pas forcément les caractéristiques types d'une bonne frayère**. **Cependant, la nuit avec la plus « forte » activité, 8 bulls ont été observés sur une frayère qui semble de meilleure de qualité (frayère située environ 1500 m en aval de la STEP et environ 2,5 km en aval du barrage de Decize).**

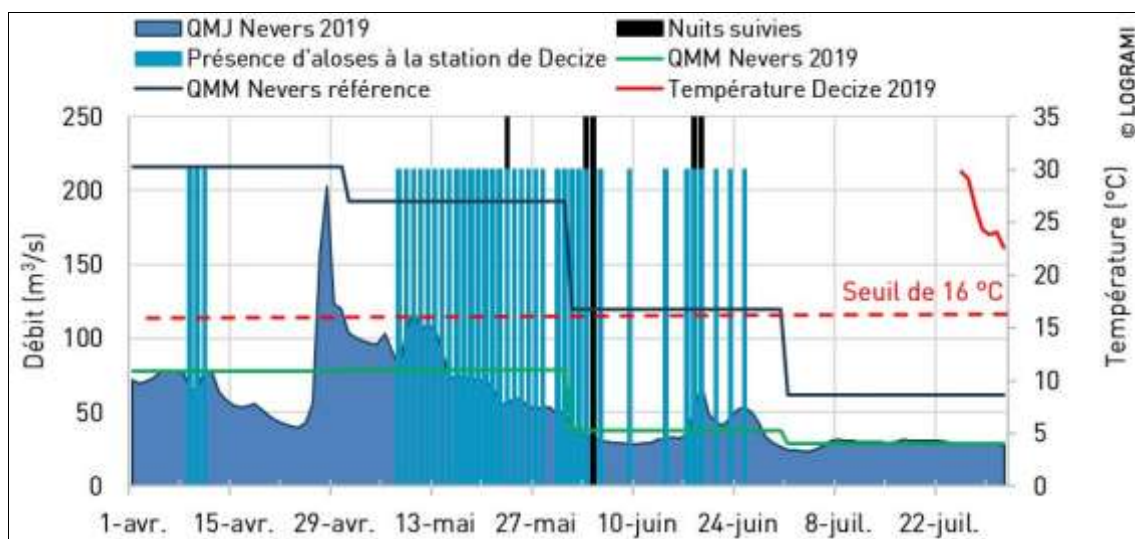


Figure 212 : Température de la Loire à Decize et débit de la Loire à Nevers durant le suivi de la reproduction de l'aloise sur le secteur « aval Decize » en 2019 (Sources LOGRAMI et DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

## 5.2.6. 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 2019, 5 nuits d'observations ont été réalisées (Figure 213) et 5 sites ont été suivis. Pour rassembler plus d'informations, plusieurs sites ont été suivis sur une même nuit.

À Vichy Rhue, aucun bull n'a été observé lors de la seule nuit suivie le 23 mai entre 22h45 et 1h15. La température de l'eau était de 19,3 °C.

L'aval du Pont de Régemortes à Moulins a été suivi 3 fois sans succès, le 24 mai de 0h15 à 1h45, le 3 juin de 23h00 à 00h20 et le 4 juin de 22h00 à 00h10. Les températures étaient respectivement de 18,5 °C, 23 °C et 24,2 °C.

L'aval de l'Hippodrome à Moulins a été suivi deux nuits, le 3 juin de 1h00 à 1h45 et le lendemain de 00:30 à 1h20. Aucun bull n'a été observé, la température était de 23 °C et 24 °C.

Le 19 juin, 2 sites ont été suivis : l'aval immédiat du barrage des Lorrains (de 1h00 à 2h30) et celui des Guétins (2h45 à 3h00). La température était de 23 °C. **Trois bulls ont été observés en aval immédiat du barrage des Lorrains.**

Les débits rencontrés pendant la période de reproduction sont très bas, 2 voire 3 fois inférieurs au débit moyen mensuel de référence à Moulins. Le seuil des 16 °C a rapidement été atteint mi-mai. **L'unique activité de reproduction a été observée en aval du barrage des Lorrains, soit 177 kilomètres en aval de la station de comptage de Vichy.** Les mauvaises conditions de débits pendant la migration des aloses ont sûrement contraint ces dernières à se reproduire plus en aval.

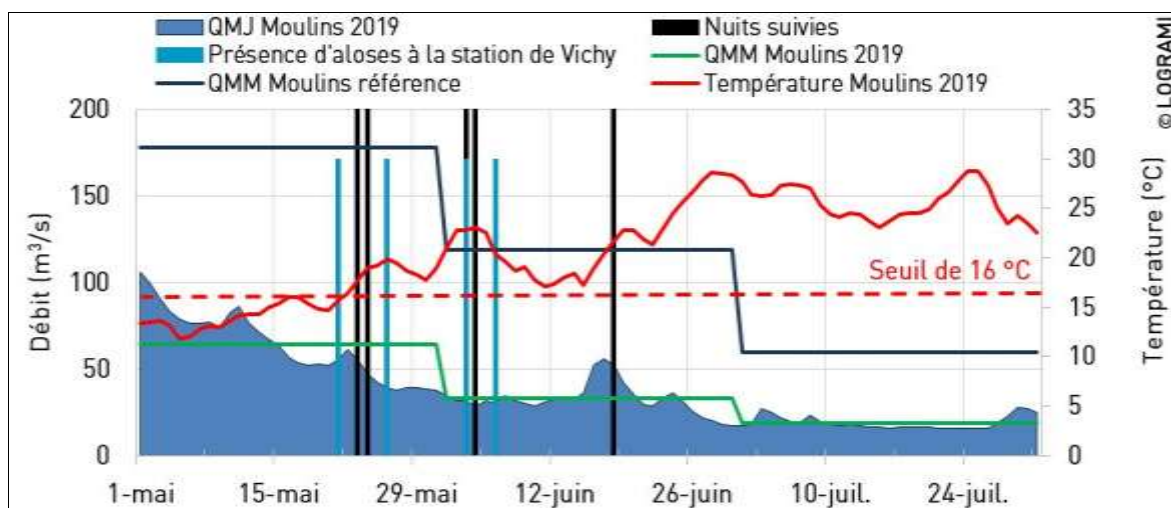


Figure 213 : Température et débit de l'Allier à Moulins pendant le suivi de reproduction de l'alose sur le secteur « aval Vichy » en 2019 (Sources LOGRAMI et DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

## 5.3. Relation entre le nombre de nids et l'abondance et la distribution des juvéniles

Le rapport entre la production estimée de juvéniles 0+ d'automne natifs (cf. § 2.3.2) et le nombre de frayères comptabilisées l'année précédente, quand celui-ci est connu, 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.

### 5.3.1. Productivité des frayères de saumon de l'Alagnon

Les 15 échantillonnages réalisés par pêche à l'électricité selon le protocole des « Indices d'Abondance Tacons » en septembre 2019 sur l'Alagnon (14 stations) et sur le Béal de l'Alagnon (1 station) ont permis d'estimer la production de tacons 0+ d'automne natifs de l'Alagnon à 49 918 individus. Ces tacons sont issus des 20 frayères comptabilisées en décembre 2018 (Association LOGRAMI, 2019) car l'Alagnon ne fait plus l'objet de déversements d'alevins de pisciculture depuis 2017. La productivité moyenne des frayères de saumons sur l'Alagnon en 2019 s'élève ainsi à 2464 tacons 0+ d'automne par frayère. Cette valeur est probablement très légèrement surestimée puisque des tacons natifs ont été capturés en amont de Massiac (Ferrières Saint-Mary) alors qu'aucune frayère n'avait été observée en 2018 (Ferrières Saint-Mary = limite amont du suivi aérien et visibilité limitée entre Ferrières Saint-Mary et Molompize) (cf. § 2.3.2.1).

Les deux secteurs du cours naturel (« Massiac-Barrage de Chambezou » et « Aval barrage de Chambezou ») présentent des productivités moyennes des frayères de saumons élevées sensiblement identiques (3435 et 3365 tacons 0+/frayère) (Figure 215). Avec une valeur de 158 tacons 0+/frayère, la productivité des frayères du Béal est quant à elle très nettement inférieure à celles constatées sur le bras principal de l'Alagnon. Même si cette dernière n'est probablement pas la plus représentative de la série chronologique obtenue sur le Béal depuis 2010 car uniquement calculée à partir d'un seul échantillonnage réalisé dans des conditions hydrologiques limitantes (débit du Béal très réduit durant l'étiage 2019 occasionnant l'annulation des échantillonnages programmés plus en aval), sa valeur



comparée à celles du bras principal permet toutefois de ré-affirmer que la reproduction « forcée » des saumons dans ce bras dérivé artificiel, induite par des problèmes de franchissement au barrage de Chambezon situé 1 kilomètre plus en amont, est contre-productive. La gestion future de ce bief et du barrage de Chambezon devrait en tenir compte.

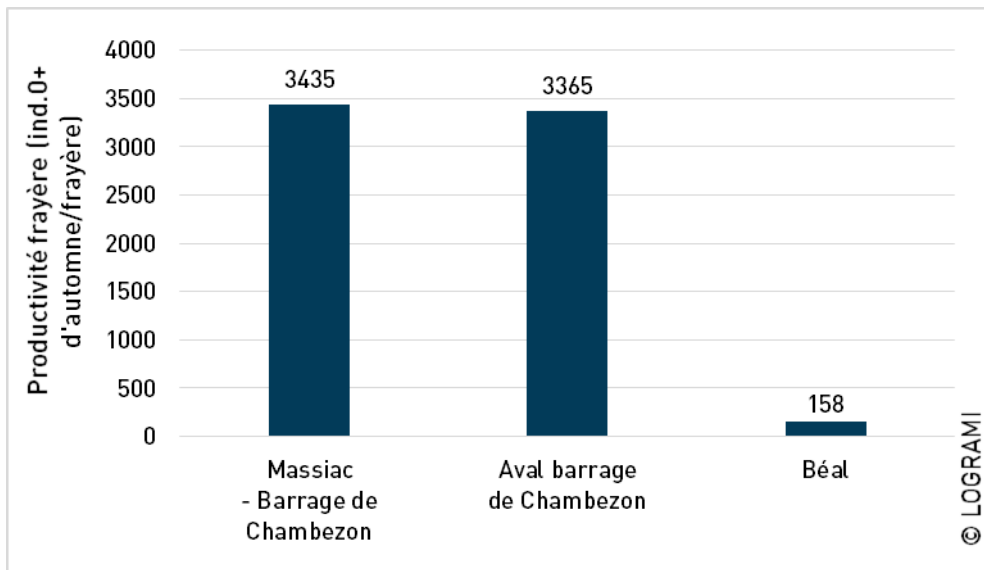


Figure 214 : Productivités moyennes des frayères de saumon atlantique des différents secteurs de l'Alagnon en 2019

La productivité moyenne des frayères de saumon de l'Alagnon en 2019 est nettement supérieure à celle observée en 2018 (2464 contre 145 tacons 0+ d'automne par frayère) (Figure 214). Par ailleurs, ce niveau de productivité n'a jamais atteint depuis que ces calculs sont possibles sur le bassin de l'Allier (existence de couples « production tacons-comptages frayères » sur des secteurs exempts d'alevinage), puisque le maximum recensé était de 2266 tacons par frayère sur le secteur S2 de l'Allier en 2014. Ainsi, malgré un nombre réduit de frayères comptabilisées en 2018 (Association LOGRAMI, 2019), les conditions de développement depuis la fécondation des œufs jusqu'au stade tacon d'automne semblent donc avoir été exceptionnellement favorables en 2019 sur l'Alagnon. L'absence de crue morphogène comme constatée en 2018 notamment durant la période d'incubation des œufs est probablement une des explications principales (Figure 216).

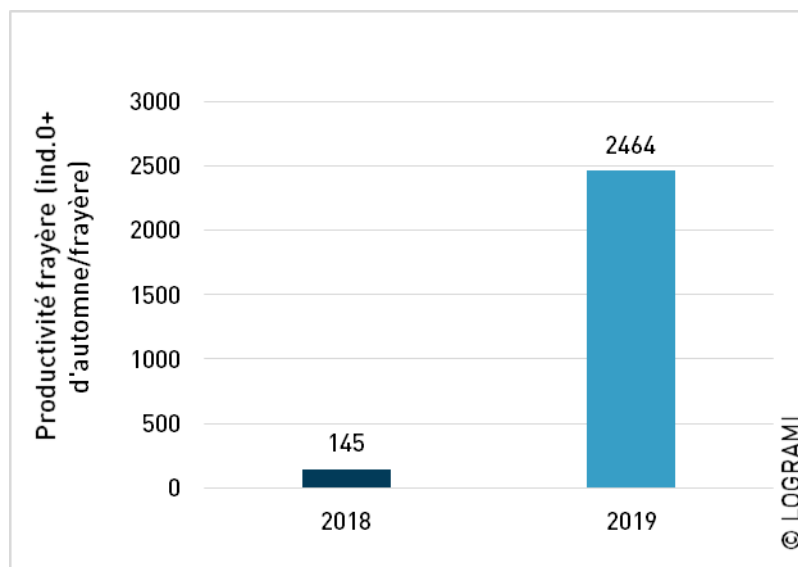


Figure 215 : Productivité moyenne des frayères de saumon atlantique de l'Alagnon en 2018 et 2019

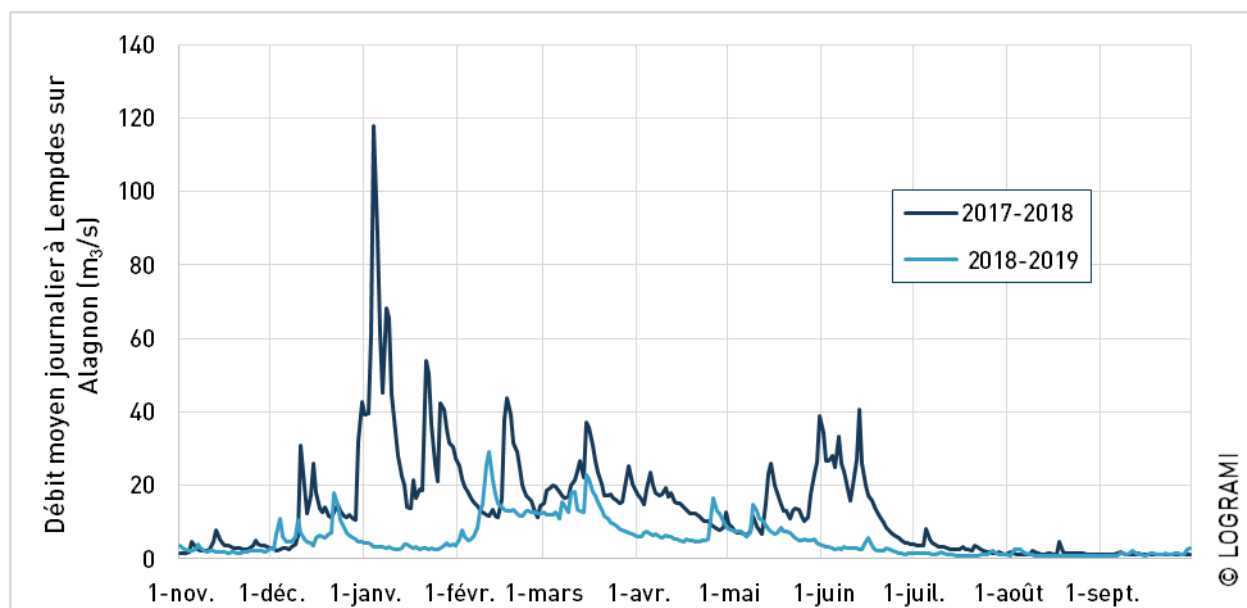


Figure 216 : Débit moyen journalier de l'Alagnon à Lempdes sur Alagnon en 2018-2019 durant la période de développement des juvéniles de saumons entre la fécondation et le stade tacon d'automne échantillonné en septembre (Données hydro : DREAL Auvergne-Rhône Alpes / HYDRO-MEDD/DE)

## 5.3.2. Productivité des frayères de saumon de la Sioule

### 5.3.2.1 Productivité des frayères de saumon de la Sioule

Sur la Sioule, un secteur de 9 km situé **entre l'amont des Thermes de Châteauneuf les Bains (63) et le barrage EDF de Queuille (infranchissable)** est dépourvu d'alevinage et situé en amont des zones de déversements d'alevins.

Les 5 échantillonnages réalisés par pêche à l'électricité selon le protocole des « Indices d'Abondance Tacons » en septembre 2019 sur ce secteur de la Sioule ont permis d'estimer la production de tacons 0+ d'automne natifs à 2 166 individus. Ces tacons sont issus des 5 frayères qui y ont été comptabilisées en décembre 2018 (Association LOGRAMI, 2019). Avec 433 tacons 0+ d'automne produits par frayère, la productivité moyenne des frayères de ce secteur de la Sioule est supérieure à la moyenne calculée sur la période 2012-2018 (307 +/- 387 tacons 0+/frayère) (Figure 221). Elle correspond à la 3<sup>ème</sup> meilleure productivité derrière celles de 2014 et 2017.



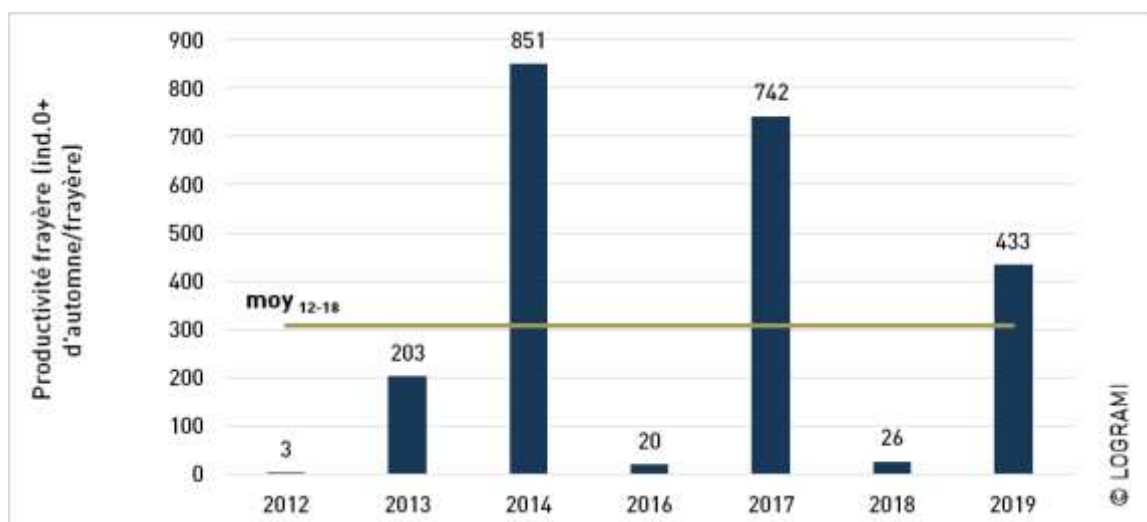


Figure 217 : Productivité des frayères de saumon atlantique de la Sioule en amont des thermes de Châteauneuf les Bains et indice de perturbation hydrologique correspondant depuis 2012

### 5.3.2.2 Relation avec les conditions hydrologiques durant la période de vulnérabilité des juvéniles

#### Problématique des conditions hydrologiques

La très forte variabilité de la productivité moyenne des frayères de ce secteur de la Sioule depuis 2012 met en évidence des problèmes de recrutement. Or la capacité des géniteurs à accéder, se reproduire et produire des alevins éclos avec des taux de survie jugés moyens sur ce secteur est avérée à partir de 2012-2013 grâce à différents suivis étudiant spécifiquement plusieurs stades du cycle biologique du saumon sur la Sioule (radio-télémetrie de géniteurs, comptage de frayères et survie sous gravier d'œufs de saumons) (BACH et al, 2013 et BACH et al, 2017), il est apparu pertinent d'approfondir les investigations au niveau des stades post-émergence afin de tenter d'expliquer où et quand interviendraient ces « pertes » (mortalités).

Le barrage EDF de Queuille étant situé en amont du secteur d'étude, son fonctionnement régit les conditions hydrologiques dans ce dernier et artificialise les régimes hydrologiques de l'axe. Nous nous sommes donc intéressés à la caractérisation des conditions hydrologiques durant la période de vulnérabilité des juvéniles de saumon atlantique correspondant à la période post-émergence.

Pour cela l'indicateur synthétique du niveau de perturbation hydrologique induit par les centrales hydro-électrique réalisant des éclusées (COURRET, 2014) a notamment été utilisé en complément de l'utilisation plus « classique » des valeurs moyennes journalières. Son objectif est de synthétiser les informations données par les différents descripteurs des régimes d'éclusées sous forme de 5 classes qualifiant le niveau de perturbation hydrologique (COURRET, 2014) (Figure 218 et Tableau 24).

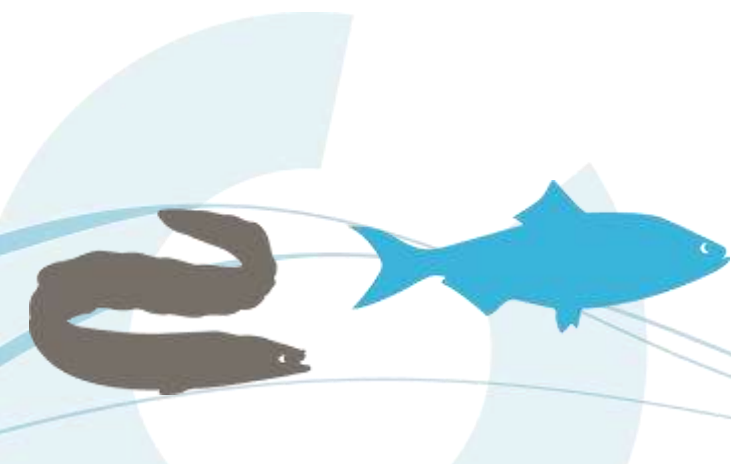
Cet indicateur peut être produit par période correspondant à des phases biologiques, dès lors, que la période soit suffisamment longue et contienne suffisamment d'éclusées pour que les valeurs de ces paramètres ne soient pas liées qu'à une éclusée (COURRET, 2014).

Selon la bibliographie (LASCAUX et al. 2006 et CAZENEUVE et al.2009 in COURRET, 2014), les alevins de salmonidés s'avèrent principalement sensibles au phénomène d'échouage-piégeage jusqu'à une taille d'environ 35 mm pour l'échouage sur les bancs de galets en lit mineur, et jusqu'à environ 50 mm pour le piégeage dans les dépressions des cordons rivulaires et dans les bras secondaires. Selon les



modèles de croissance des salmonidés, des tailles de 35 et 50 mm sont atteintes après environ 320-350 degrés-jour et 800-900 degrés-jour après l'émergence respectivement (LAGARRIGUE, 2000 in COURRET, 2014). Par ailleurs, les 2 et 3 juin 2015 soit approximativement 500 degrés-jour après l'émergence médiane, des juvéniles de saumons de taille comprise entre 36 et 53 mm (longueur totale) ont été capturés.

En regard de ces observations, à partir de nos données de thermie de l'eau de la Sioule (enregistrement au pas de temps horaire sur le secteur depuis 2011) ainsi que de notre expertise de la dynamique de reproduction du saumon sur ce secteur de la Sioule, il nous a été possible de définir les périodes de vulnérabilités de juvéniles de saumon pour chaque année (Tableau 25). Nous avons choisi de définir la période de vulnérabilité comprise entre l'émergence médiane et le dépassement des 900 degrés-jour cumulés afin d'obtenir une période la plus longue possible après l'émergence. La date médiane de reproduction des saumons atlantique étant définie au 1<sup>er</sup> décembre, les périodes de vulnérabilité obtenues présentent des durées comprises entre 72 et 79 jours ce qui paraît correspondre à la limite définie par COURRET, 2014 (2-3 mois minimum).



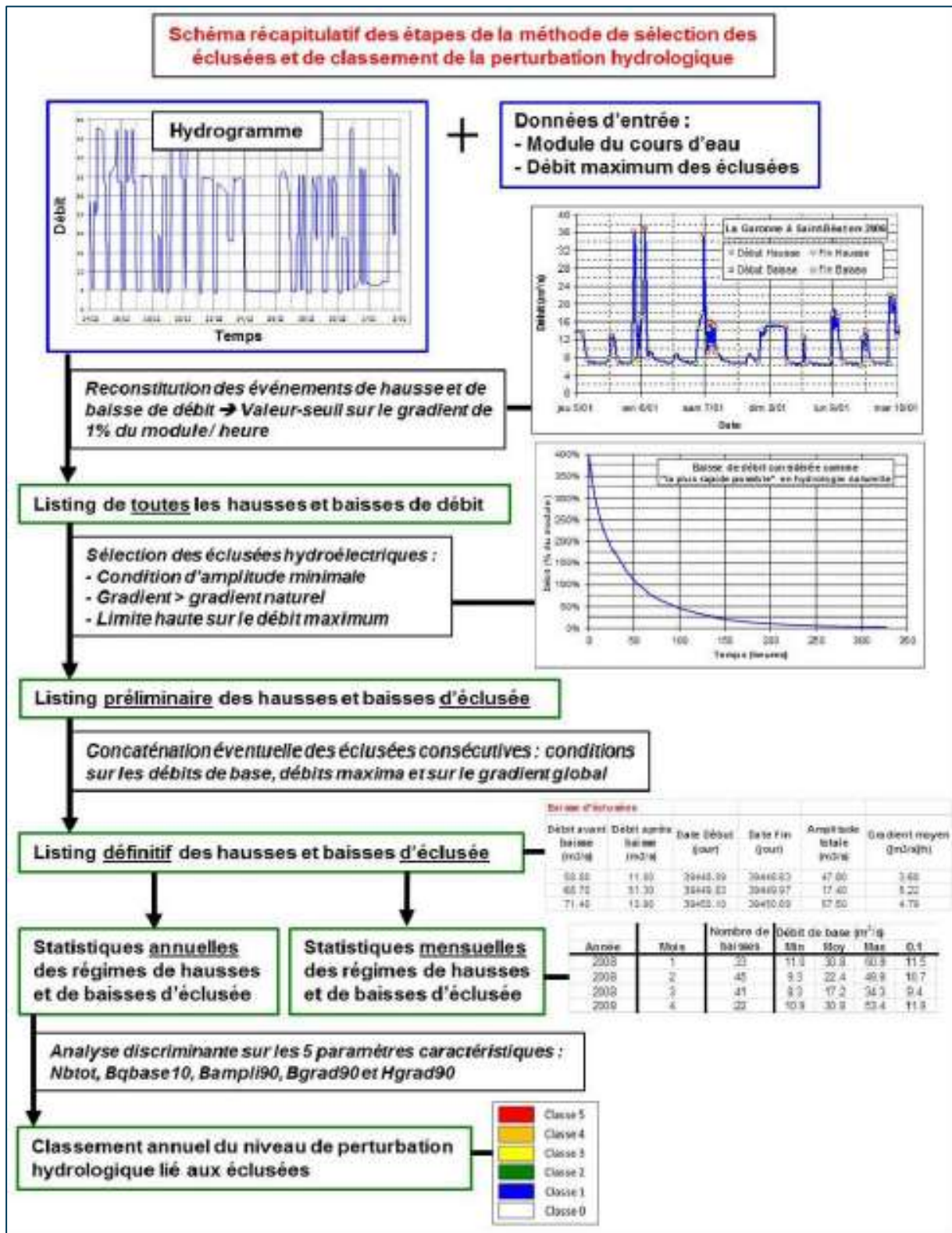


Figure 218 : Schéma récapitulatif des étapes de la méthode de sélection des éclusées et de classement de la perturbation hydrologique (COURRET, 2014)

Tableau 24 : Qualification du niveau de perturbation hydrologique associée à chaque classe (COURRET, 2014)

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.

Tableau 25 : Périodes de vulnérabilités des juvéniles de saumon atlantique et durées correspondantes définies pour le calcul de l'indice de perturbation hydrologique de la Sioule à Châteauneuf les Bains depuis 2012

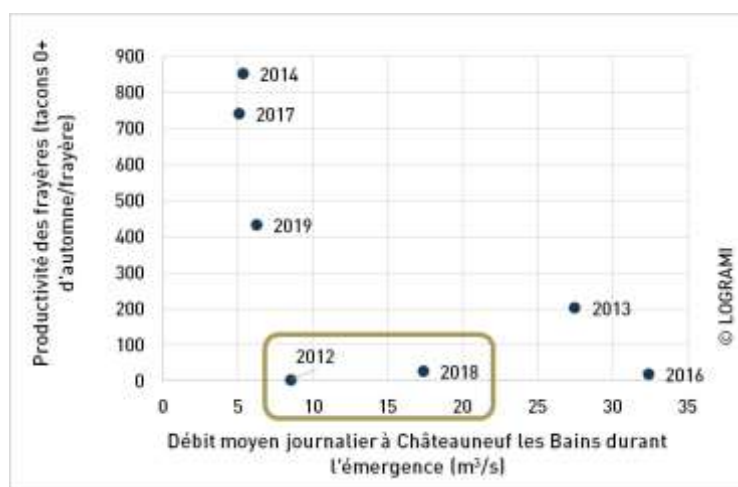
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Date d'émergence médiane (800 degrés-jour cumulés pour ponte 1 <sup>er</sup> décembre) = Début de la période de vulnérabilité	16-avr.	30-avr.	26-avr.	21-avr.	15-avr.	25-avr.	15-avr.	14-avr.
Date de dépassement des 900 degrés-jour cumulés après émergence médiane = Fin de la période de vulnérabilité	3-juil.	16-juil.	8-juil.	1-juil.	1-juil.	8-juil.	1-juil.	1-juil.
Durée de la période de vulnérabilité (jours)	79	78	74	72	78	75	78	79

Ces périodes ont été transmises à M. COURRET D., qui à partir de données hydrologiques à pas de temps variables (QTVAR) disponibles pour la station hydrométriques de Châteauneuf les Bains (Banque HYDRO ; <http://www.hydro.eaufrance.fr/>) a fait fonctionner sa macro EXCEL afin de nous faire parvenir dans un second temps la valeur de l'indice calculée pour chaque période correspondante.

## Résultats

Il semblerait que la productivité des frayères soit pour une part importante liée au débit observé durant la phase d'émergence des alevins (moyenne calculée pour les 15 jours encadrant la date d'émergence médiane). Plus le débit à l'émergence est faible, plus la productivité est élevée (Figure 219 et Tableau 26). Toutefois, ce constat ne paraît pas forcément évident pour l'année 2012 et dans une moindre mesure pour l'année 2018 qui présentent des productivités très faibles pour des valeurs de débit à l'émergence « intermédiaires ».

Figure 219 : Productivités des frayères du secteur de la Sioule situé entre les Thermes de Châteauneuf les Bains et le barrage EDF de Queuille depuis 2012 en fonction du débit à l'émergence



Le même constat est tiré pour la productivité des frayères et les débits maximum et moyen observés durant la phase de vulnérabilités des juvéniles de saumon (Figure 220 et Tableau 26).

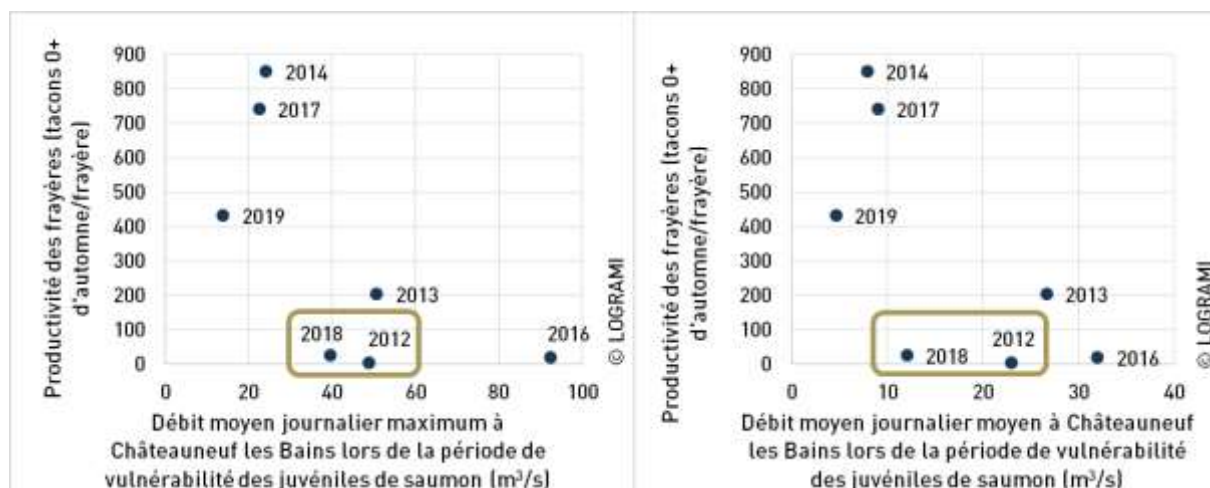


Figure 220 : Productivités des frayères du secteur de la Sioule situé entre les Thermes de Châteauneuf les Bains et le barrage EDF de Queuille depuis 2012 en fonction du débit maximum (à gauche) et du débit moyen (à droite) durant la phase de vulnérabilités des juvéniles de saumon

La variabilité des valeurs journalières expliquerait donc partiellement celle des productivités de frayère.

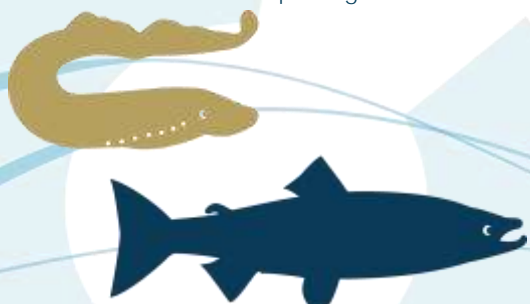
La variabilité de l'indice de perturbations hydrologiques calculée pour la station hydrologique de Châteauneuf les Bains (COURRET, comm. Pers.) sur la période de vulnérabilité des juvéniles de saumon expliquerait, de manière plus globale celle de la productivité des frayères de saumons sur la Sioule en aval du barrage EDF de Queuille (Figure 221 et Tableau 26).

En effet, depuis 2012 plus l'indice de perturbation hydrologique est important, moins la productivité des frayères de saumons est importante puisque pour la classe 1, la productivité est comprise entre 400 et 900 tacons 0+/frayère, pour la classe 2, la productivité comprise entre 20 et 200 tacons 0+/frayère et pour la classe 3, la seule productivité est presque nulle 3 tacons 0+/frayère.

Probablement, en lien avec l'application d'un « nouveau » règlement d'eau encadrant les éclusées dont la date légale d'application était fixée à juillet 2013 par arrêté préfectoral (article 7 et 13 de l'arrêté portant règlement d'eau de la chute de Queuille sur la Sioule dans le Puy de Dôme du 25/02/2013), la classe 2 (perturbation marquée) constitue la classe de perturbation non dépassées depuis 2014.

Toutefois avec 2 années de classes 2 (Perturbation marquée) sur 5 possibles depuis 2014, le fonctionnement par éclusées du barrage EDF de Queuille semble toujours avoir un impact non négligeable sur la reproduction des saumons atlantique malgré l'encadrement des éclusées inscrit dans le « nouveau » règlement d'eau. Ainsi même si naturellement, l'hydrologie printanière influence le niveau de recrutement de juvéniles de saumons, la présence de l'ouvrage hydroélectrique de Queuille semble amoindrir artificiellement les capacités productives potentielles de ce secteur de la Sioule qui pourrait constituer une « Zone Refuge ».

Avec les données dont nous disposons, nous ne sommes pas en mesure cibler précisément les événements perturbateurs induisant des pertes de juvéniles de saumons. Cependant, en application de l'article 7 l'arrêté du 25/02/2013 portant règlement d'eau de la chute de Queuille sur la Sioule dans le Puy de Dôme, une étude écologique réalisée par un bureau d'étude mandaté par EDF et encadrée par un comité de pilotage dont LOGRAMI est membre, devrait permettre normalement, si le protocole défini



initialement est respecté, d'évaluer l'impact des éclusées en croisant notamment des données topographiques et limnologiques avec des observations de piégeage-échouage de juvéniles.

A l'heure où nous écrivons ce rapport, nous n'avons pas été informés de la mise en œuvre de l'opération. En effet, le comité de pilotage n'a pas été réuni depuis le lancement en 2016. Nous ne disposons pas du rapport annuel de l'étude (comme prévu dans l'arrêté préfectoral). Néanmoins, au regard de la seule restitution publique de ces travaux (Présentation publique EDF – Réunion de la Commission Locale de l'Eau du SAGE Sioule 28/02/2019), le secteur d'étude présenterait 26 sites de bordures type plage (4734 m<sup>2</sup>) et 18 bras secondaires (5213 m<sup>3</sup>/s) à risque d'échouage-piégeage de juvéniles. Aussi, le manque de données historiques concernant les abondances de juvéniles et les variations hydrologiques annuelles constituerait une limite de l'étude avancée par les opérateurs. Dès lors, nous sommes vivement attachés à croiser nos données avec celles du bureau d'étude en charge du suivi hydro-écologique car nous disposons d'une série chronologique plus importante que ce dernier. De même, nous espérons une réunion du comité de pilotage de cette étude courant 2020.

Tableau 26 : Tableau synthétique des différentes variables hydrologiques durant la période de vulnérabilité des juvéniles de saumons et productivités des frayères du secteur de la Sioule situé entre les Thermes de Châteauneuf les Bains et le barrage EDF de Queuil le depuis 2012

	2012	2013	2014	2016	2017	2018	2019
Débit à l'émergence (moyenne sur les 15 jours encadrant la date médiane) (m <sup>3</sup> /s)	8,54	27,47	5,33	32,36	5,09	17,38	6,25
Débit journalier moyen durant la période vulnérabilité (m <sup>3</sup> /s)	22,9	26,68	7,85	31,98	8,99	12,02	4,65
Débit journalier maximum durant la période vulnérabilité (m <sup>3</sup> /s)	48,8	50,7	24,2	92,4	22,4	39,4	13,7
Indice "éclusées"	3	2	1	2	1	2	1
Productivité frayère (tacons 0+ d'automne/frayère)	3	203	851	20	742	26	433

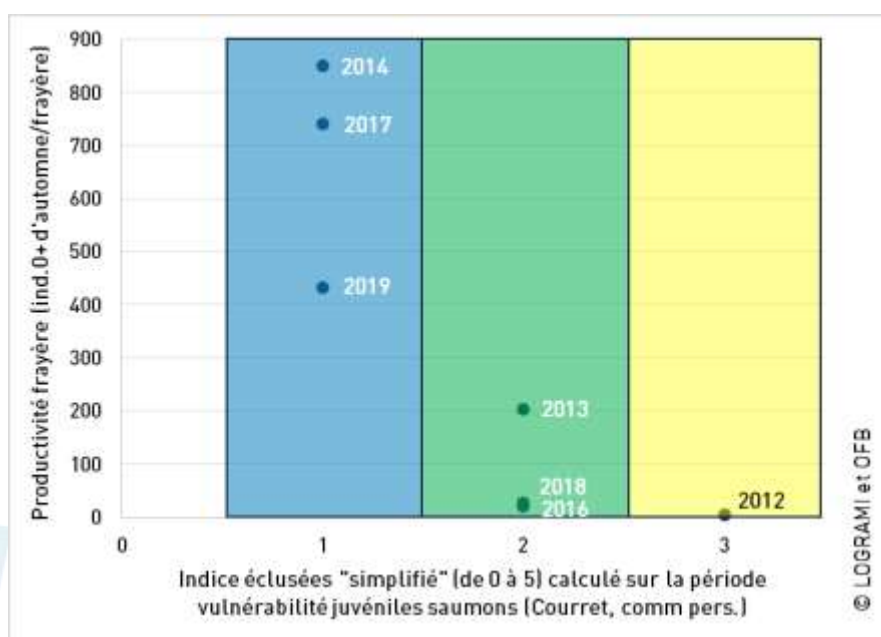


Figure 221 : Productivité des frayères de saumon atlantique de la Sioule en amont des thermes de Châteauneuf les Bains et indice de perturbation hydrologique correspondant depuis 2012

## 5.4. Abondance de juvéniles de saumons

### 5.4.1. Abondance de juvéniles de saumons sur la Gartempe

Suite aux faibles débits observés à l'été 2019 et aux arrêtés de crise pris dans les départements de la Creuse et de la Haute-Vienne interdisant les échantillonnages, les suivis de l'implantation des juvéniles de saumon atlantique sur la Gartempe n'ont pas pu être réalisés.

Les débits journaliers de la Gartempe ont été faibles à très faibles dès le mois de juillet. A la station de Folles (station de débit de référence pour les stations de *Moulin d'Ardent* à *Moulin Masvignier* comprise), les débits observés oscillent entre 0,323 et 0,741 m<sup>3</sup>/s entre le 20 août et le 20 septembre contre des débits moyens mensuels de référence de 2,79 et 3,06 m<sup>3</sup>/s en août et septembre (Figure 222). A Saint-Victor-en-Marche (station de débit de référence pour les stations de *Moulin Ribbes* à *Pont de Roubeau*), les débits moyens journaliers entre le 20 août et le 20 septembre 2019 ont varié entre 0,062 et 0,106 m<sup>3</sup>/s. Les débits mensuels de référence à la même station sont respectivement de 0,409 et 0,379 m<sup>3</sup>/s en août et septembre (Figure 223).

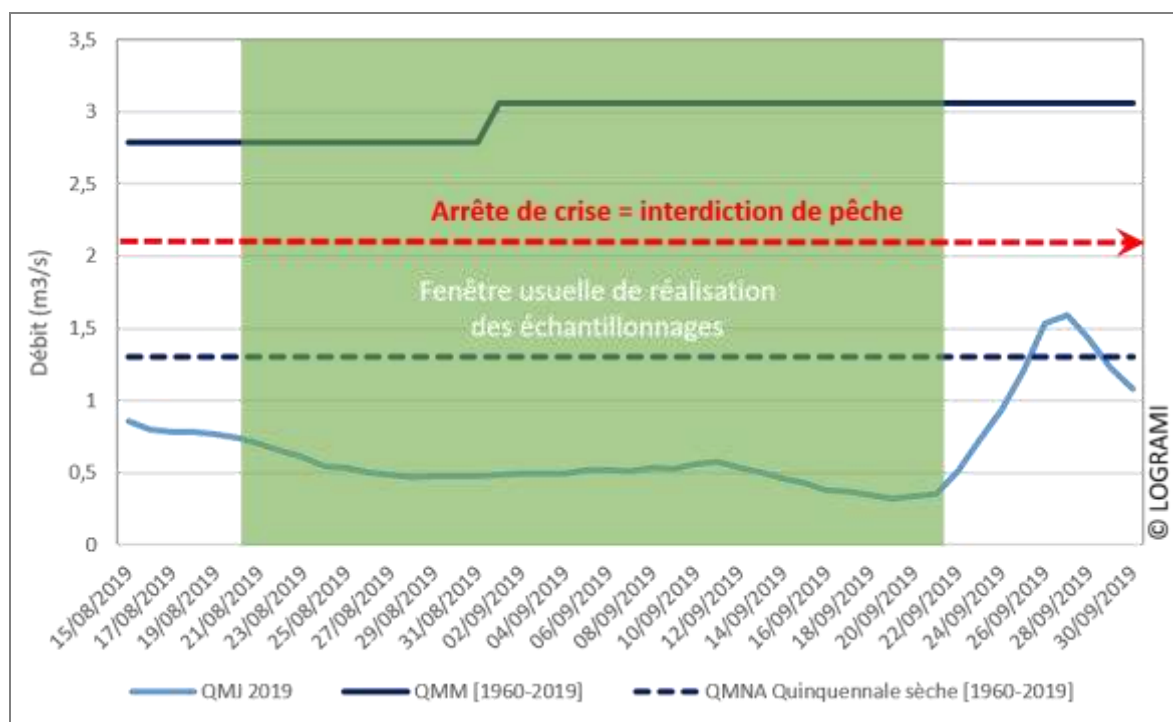


Figure 222 : Débits moyens journaliers et débits de référence de la Gartempe à la station de Folles (Bessines) en 2019 pendant la période usuelle d'échantillonnage des juvéniles de saumon (en vert) (Source : DREAL LIMOUSIN/HYDRO-MEDD/DE)

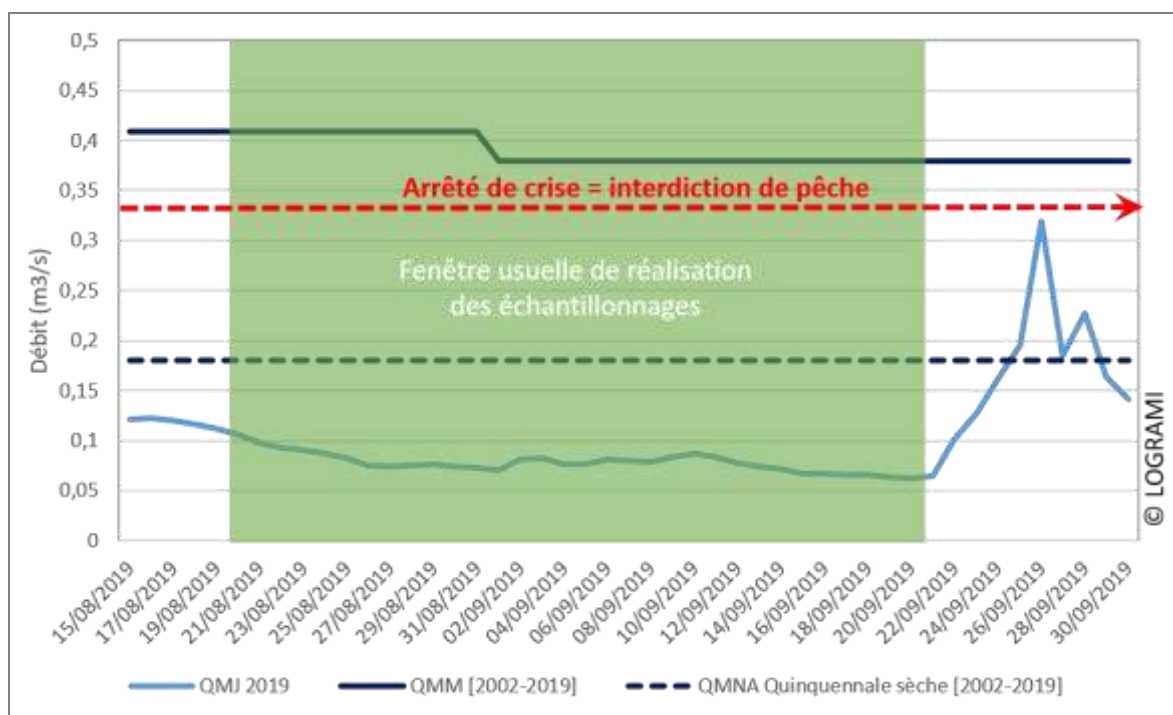


Figure 223 : Débits moyens journaliers et débits de référence de la Gartempe à la station de Saint-Victor-en-Marche en 2019 pendant la période usuelle d'échantillonnage des juvéniles de saumon (en vert) (Source : DREAL LIMOUSIN/HYDRO-MEDD/DE)

Deux arrêtés de crise ont été pris respectivement les 10 et 22 juillet 2019 dans les départements de la Creuse et de la Haute-Vienne avec effet jusqu'au 31 août. Ces arrêtés interdisaient notamment la pratique des échantillonnages scientifiques.

Les débits ont augmenté seulement à partir du 25 septembre pour atteindre au maximum 1,59 et 0,319 m³/s respectivement à Folles et Saint-Victor-en-Marche jusqu'à fin septembre. Malgré cela, les arrêtés de crise ayant été prolongés jusqu'au 31 octobre, les échantillonnages ont dû être définitivement annulés.

## 5.4.2. Abondance de juvéniles de saumons sur le bassin de l'Allier

### 5.4.2.1 Préambule

Sur le bassin de l'Allier, la campagne de suivi 2019 évalue la production de juvéniles issue :

- de la reproduction naturelle de 2018, année où 342 géniteurs potentiels ont été contrôlés à Vichy (389 – 47 géniteurs capturés par le Conservatoire National du Saumon Sauvage) dont 102 franchissent le barrage de Langeac (légère sous-estimation probable) et 19 celui de Poutès (Association LOGRAMI, 2019) ;
- des 809 626 alevins de pisciculture déversés (627 515 alevins déversés + estimation de 182 111 alevins en provenance des incubateurs) sur l'ensemble du bassin de l'Allier (539 871 sur l'Allier,





51 550 sur la Dore, 154 044 sur la Sioule, 30 912 sur la Senouire, 3 289 sur la Couze Pavin et 29 960 sur la Couze d'Ardes). Aucun déversement n'a été réalisé sur l'Alagnon en 2019.

#### 5.4.2.2 Localisation et caractéristiques des sites d'échantillonnage

En 2019, 91 stations ont été échantillonnées sur 10 cours d'eau du bassin de l'Allier (Figure 225). Cet échantillonnage est important au regard de l'historique depuis 2000 (Figure 224).

Les 91 stations se répartissent de la manière suivante :

- 📍 29 sur l'Allier entre Cournon (63) et Luc (07) (210 km) ;
- 📍 15 sur l'Alagnon entre la Combelle (63, à 1,5 km de la confluence avec l'Allier) et Ferrières St Mary (15) (48 km) (14 sur le cours principal de l'Alagnon et 1 sur le Béal) ;
- 📍 8 sur la Dore entre Peschadoires (63) et Job (63) (48 km) ;
- 📍 16 sur la Sioule entre Broût-Vernet (03) et l'aval du barrage de Queuille (63) (72 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 l'Espezonnette à proximité de la confluence avec l'Allier à Lesperon (07).



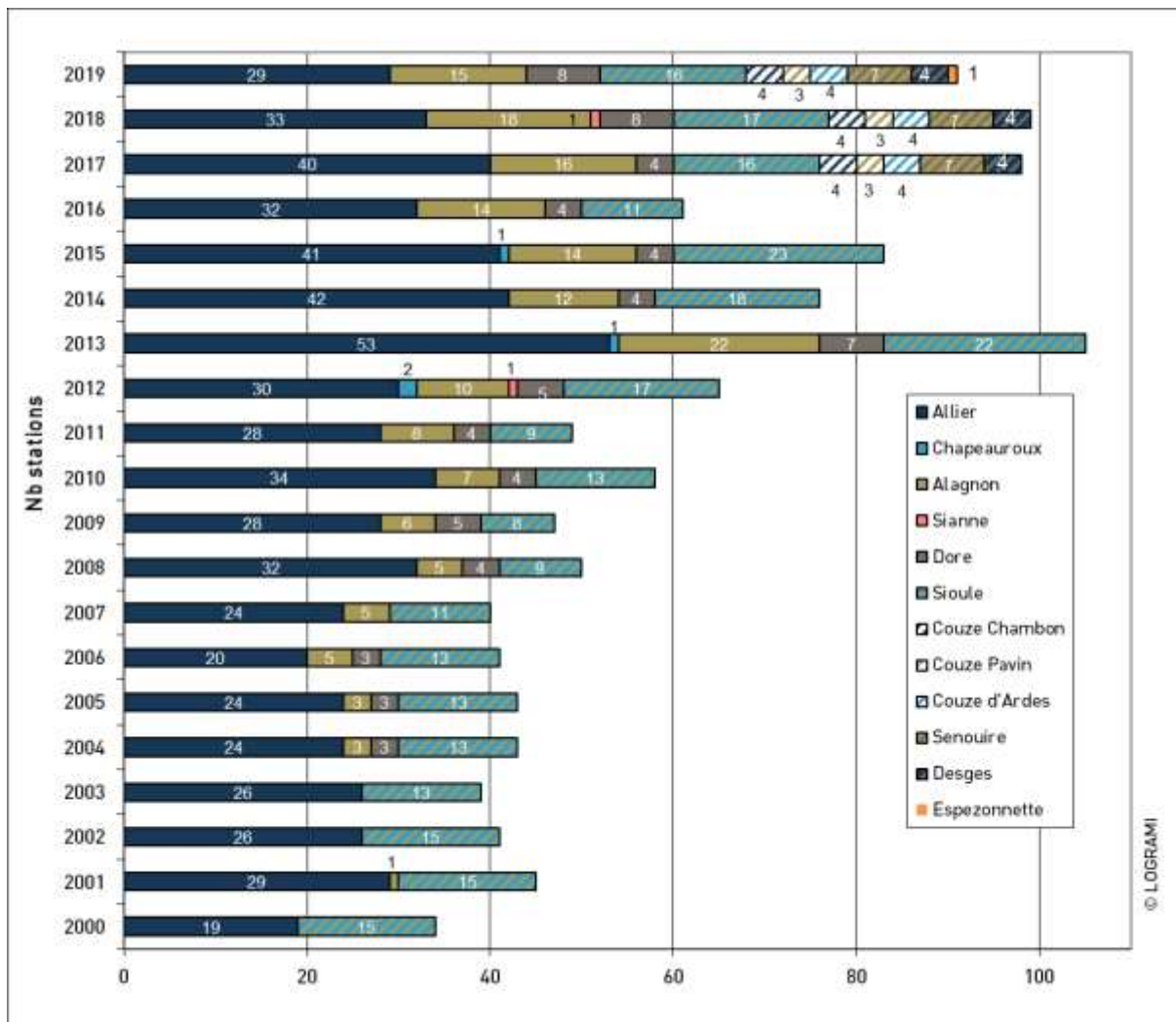


Figure 224 : Evolution du nombre de stations échantillonnées par pêche à l'électricité selon le protocole des indices d'abondance saumon sur les différents cours d'eau du bassin de l'Allier depuis 2000

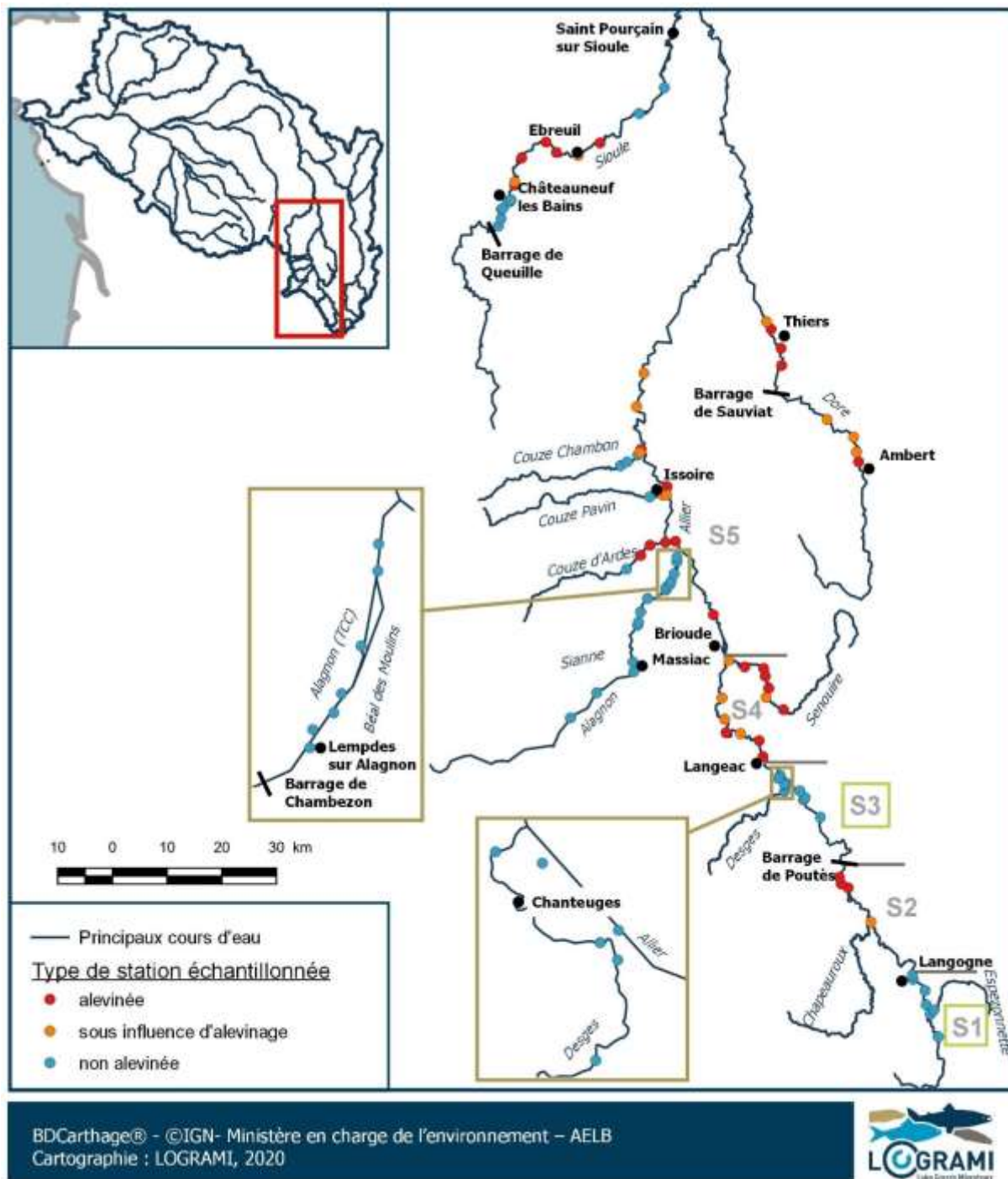


Figure 225 : Localisation des stations d'échantillonnage de suivi d'abondance de juvéniles de saumon atlantique sur le bassin de l'Allier en 2019

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 27).



Tableau 27 : Secteurs de l'Allier et nombre de stations d'échantillonnage de suivi d'abondance de juvéniles de saumon atlantique imparties en 2019

Secteur	Limites	Linéaire (km)	Nb stations 2019	Densité stations				
Zone refuge	S1	Amont Laveyrune - Langogne	18	96	6	17	0,33	0,18
	S2	Langogne - Barrage de Poutès	45		4		0,09	
	S3	Barrage de Poutès - Langeac	34		7		0,20	
Aval zone refuge	S4	Langeac - Brioude	39	122	6	12	0,15	0,10
	S5	Brioude - Pont du Château	83		6		0,07	

### 5.4.2.3 Déroulement des échantillonnages et conditions hydrologiques

15 jours d'échantillonnage répartis du 2 au 26 septembre ont été nécessaires pour 91 stations.

Excepté sur l'Allier en aval de la restitution de Naussac, qui bénéficiait du soutien d'étiage (notamment ressenti sur les secteurs S2, S3 et S4), toutes les stations ont été échantillonnées dans des conditions de débits d'étiage très faible, inférieures aux références du mois de septembre (Tableau 28).

Tableau 28 : Conditions hydrologiques lors des échantillonnages « Indice d'abondance tacons » sur le bassin de l'Allier en 2019 (source : <http://www.hydro.eaufrance.fr>)

Cours d'eau	Date	QJM (m3/s)	Qmsept réf	Station mesure
Allier	06/09/2019	0,04	0,66	Laveyrune
	05/09/2019	0,73	2,94	Langogne
	05/09/2019	11,00	8,53	Nouveau Monde
	04/09/2019	11,10	8,53	Nouveau Monde
	04/09/2019	11,20	10,00	Prades
	03/09/2019	11,20	10,00	Prades
	03/09/2019	11,80	12,00	Langeac
	02/09/2019	11,90	9,75	Vieille-Brioude
	02/09/2019	12,60	13,90	Pont d'Auzon
	02/09/2019	13,80	18,10	Coudes
Alagnon	16/09/2019	0,57	2,33	Jobsac
	16/09/2019	0,85		Massiac
	13/09/2019	0,70	3,31	Lempdes
	17/09/2019	0,64	3,31	Lempdes
Dore	11/09/2019	0,61	1,29	Ambert
	11/09/2019	1,48	4,20	Giroux
Stoule	19/09/2019	3,73	9,73	Châteauneuf les Bains
	20/09/2019	3,73	9,73	Châteauneuf les Bains
	20/09/2019	2,76	9,34	Ebreuil
	23/09/2019	2,79	9,34	Ebreuil
Senouire	12/09/2020	0,09	0,53	Paulhaguet
Desges	26/09/2020	0,28	0,66	Chanteuges
Couze Chambon	09/09/2019	0,46	1,10	Champeix
Couze Pavin	09/09/2019	0,62	1,62	St Floret



Cours d'eau	Date	QJM (m3/s)	Qmsept réf	Station mesure
Couze d'Ardes	13/09/2019	0,16	0,36	Madriat

#### 5.4.2.4 Indices d'abondances à l'échelle du bassin de l'Allier

Toutes stations confondues, l'indice d'abondance moyen du bassin s'élève en 2019 à 28,3 individus 0+/5 min +/- 33,8. Au regard du barème existant, celui-ci correspond à une abondance de tacons 0+ considérée comme faible. Les indices varient de 0 à 175 ind. 0+/5 mn (Tableau 29 et Figure 226).

Tableau 29 : Indices d'abondance tacons 0+ moyens et médians des cours d'eau échantillonnés en 2019 sur le bassin de l'Allier

	Indice d'Abondance moyen	Indice d'Abondance médian
Alagnon	26,7 +/- 21,2	32
Allier	39,3 +/- 43,3	25
Couze Chambon	1,7 +/- 3,5	0
Couze d'Ardes	41 +/- 51,4	24
Couze Pavin	33 +/- 32	35
Desges	4,2 +/- 6,1	2
Dore	14,6 +/- 6,2	12,5
Espezonnette	0	0
Senouire	29,3 +/- 15,9	25
Sioule	26,4 +/- 36,9	8,5

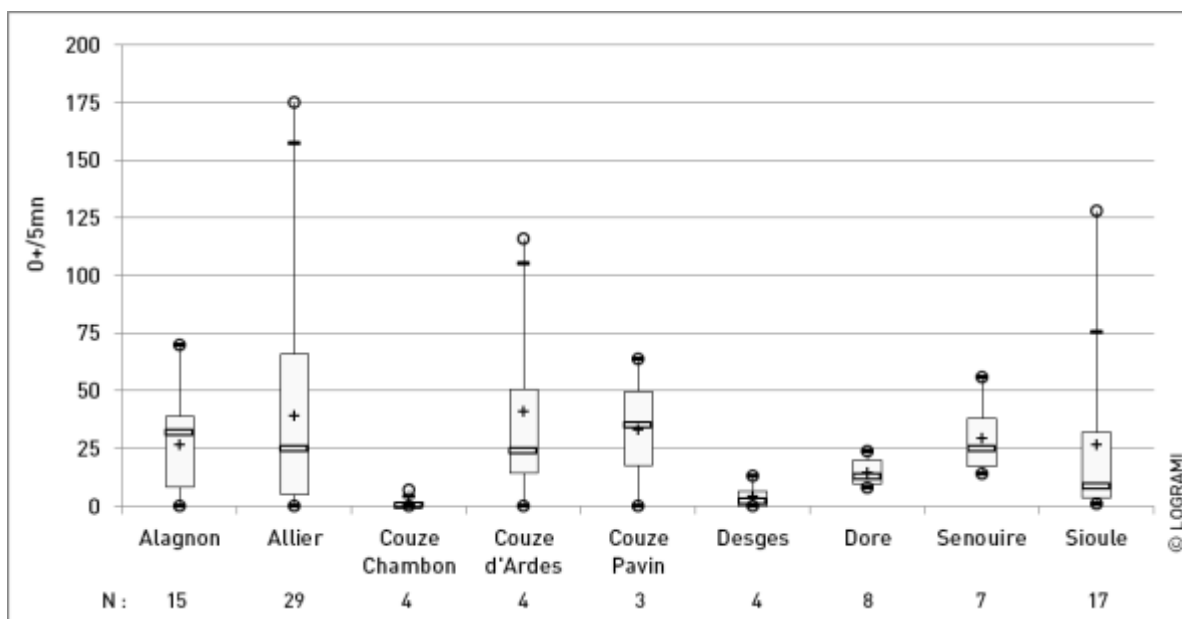


Figure 226 : Indices d'abondance tacons 0+ sur les cours d'eau du bassin de l'Allier en 2019 (91 stations)



### 5.4.2.5 Estimation de la production de juvéniles d'automne du bassin de l'Allier

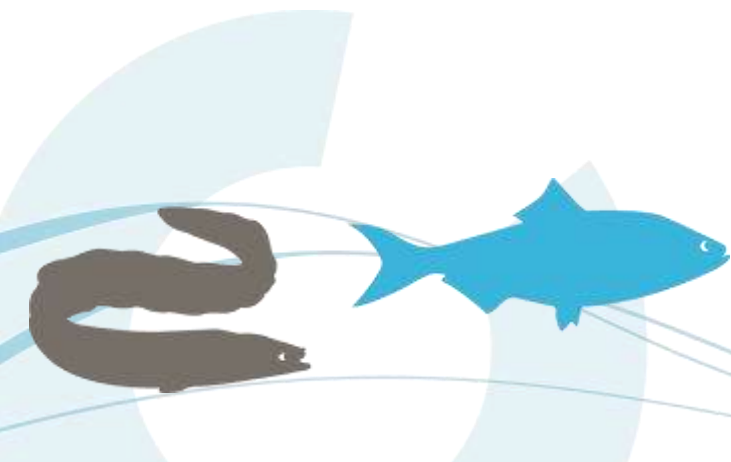
#### Production globale

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'Equivalents 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 30). Suivant la même logique, seuls les indices d'abondances obtenus dans ces secteurs ont été considérés pour calculer un indice moyen (IA moyen). Ainsi :

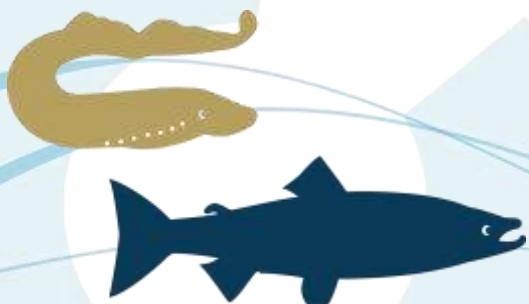
- ❶ Pour l'Alagnon, 4 secteurs ont été considérés : le cours principal entre le pont de Vernet et Massiac, le cours principal entre Massiac et le barrage de Chambezou, le cours principal en aval du barrage de Chambezou et le Béal des Moulins. **Tous les tacons produits sur l'Alagnon sont des natifs ;**
- 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 aval de Cournon, limite en aval de laquelle nous considérons qu'il est peu probable que des tacons 0+ soient présents (dernier point déversé situé 21 km 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 des secteurs S1 et S3 sont considérés comme natifs.** Pour la réalisation de ce bilan, **les tacons produits sur les secteurs alevinés S2, S4 et S5 ont été considérés comme un amalgame natifs-déversés (origines mixtes)** (présence probable de frayères). Cette production d'alevins correspond donc à une estimation globale ;
- ❸ Pour la Dore, 3 secteurs ont été considérés : le secteur aleviné « aval Ambert-Légat », le secteur sous influence d'alevinage « Légat-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 des Thermes de Châteauneuf les Bains », le secteur aleviné « Aval des Thermes de Châteauneuf les Bains- Viaduc Rouzat » et le secteur considéré comme non aleviné « Viaduc Rouzat -confluence Allier ». **Les tacons produits sur les 2 secteurs non alevinés sont considérés comme natifs.** Ceux du secteur aleviné sont considérés comme un amalgame natifs-déversés (origines mixtes) (présence de frayères avérée en 2018) ;



- 🔄 Pour la Couze Pavin, la Couze d'Ardes et la Senouire, les secteurs considérés correspondent aux secteurs alevinés en 2019. **Tous les tacons produits sur ces cours d'eau sont considérés comme des déversés ;**
- 🔄 Pour la Couze Chambon, non alevinée en 2019, le secteur considéré correspond aux premiers hectomètres situé en aval de l'A75 qui inclut la seule station présentant des tacons à l'automne (**très probablement issus de déversement sur l'Allier**).

**Tableau 30 : Bilan de l'estimation de la production de tacons 0+ d'automne des différents cours d'eau du bassin de l'Allier en 2019**

	Secteur considéré	Surface ERR (m²)	IA moyen (ind 0+/5mn)	Production tacons 0+ d'automne estimée	Origine présumée tacons	Part bassin
Alagnon	Pont du Vernet – Massiac (décrit en 1999)	90 735	1,5	806	natifs	0,2%
	Massiac – Barrage de Chambezou (décrit en 1999)	143 866	24,2	20 611	natifs	4,6%
	Barrage de Chambezou – confluence Allier (décrit en 1999)	114 526	39,7	26 916	natifs	6,0%
	Béal des Moulins décrit en 2018	11 410	14	946	natifs	0,2%
	<b>Total Alagnon</b>	<b>360 536</b>		<b>49 278</b>	<b>natifs</b>	<b>11,0%</b>
Allier	S1 (Amont Langogne –restitution Naussac 2) (décrit en 1999)	55 005	1,3	423	natifs	0,1%
	S2 décrit en 1999	297 065	46	80 897	mixtes	18,0%
	S3 décrit en 1999	253 594	67,2	100 886	natifs	22,4%
	S4 Langeac-La Bageasse (décrit en 2017)	177 191	76,8	80 561	mixtes	17,9%
	S5 La Bageasse – Cournon (décrit en 2018)	362 899	8,2	17 617	mixtes	3,9%
	<b>Total Allier</b>	<b>1 145 754</b>		<b>280 383</b>		<b>62,3%</b>
Dore	Secteur aleviné aval Ambert –Legat- (décrit en 1999)	25 232	24	3 585	déversés	0,8%
	Secteur non aleviné Legat-amont Courpière (décrit en 1999)	192 385	10,3	11 731	déversés	2,6%
	Secteur alevinés amont Courpière-Peschadoires (décrit en 1999)	29 535	15,5	2 710	déversés	0,6%
	<b>Total Dore</b>	<b>247 152</b>		<b>18 026</b>	<b>déversés</b>	<b>4,0%</b>
Sioule	Barrage de Queuille –Amont des Thermes de Châteauneuf les Bains (décrit en 1999)	34 841	9,1	1 877	natifs	0,4%
	Zone alevinée (Thermes Châteauneuf les Bains – Viaduc Rouzat (décrit en 1999)	198 750	51	60 007	mixtes	13,3%
	Aval Rouzat (décrit en 1999)	88 328	1	523	natifs	0,1%
	<b>Total Sioule</b>	<b>321 919</b>	<b>26,4</b>	<b>62 406</b>		<b>13,9%</b>
Couze Chambon	Aval A75 (décrit en 2015)	2 059	7	85	déversés	0,02%
Couze d'Ardes	Aval Barèges (décrit en 2015)	46 738	41	11 344	déversés	2,5%
Couze Pavin	Aval seuil Hôpital Issoire (décrit en 2015)	16 720	49,5	4 900	déversés	1,1%
Desges	Seuil de la Cambuse-confluence Allier (décrit en 2016)	14 227	8,5	716	natifs	0,2%
Senouire	Secteur aleviné 2018 (Barbanson-conf Allier) (décrit en 2016)	130 902	29,3	22 706	déversés	5,0%
<b>Total Bassin</b>		<b>2 286 007</b>		<b>449 845</b>		



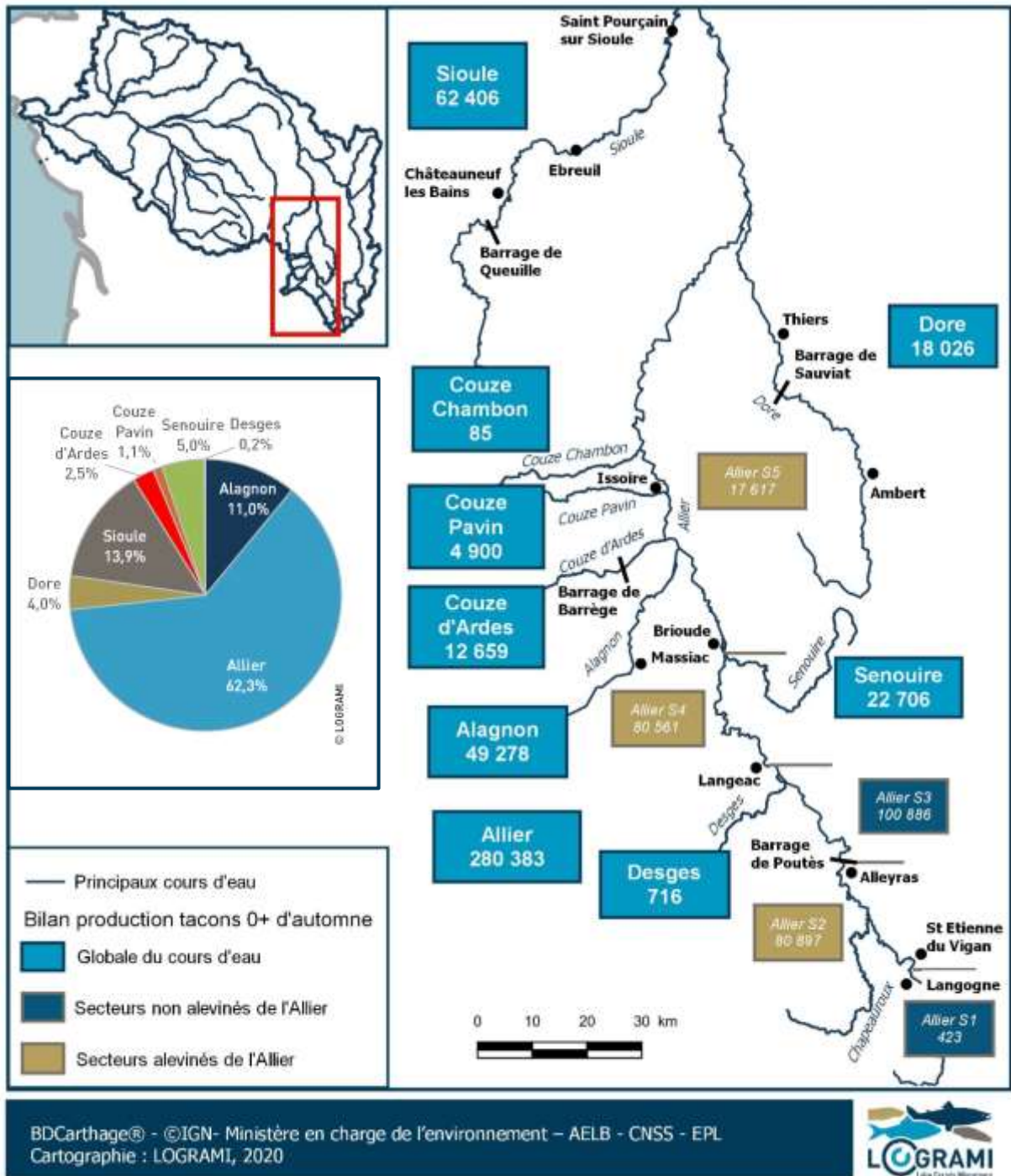


Figure 227 : Production de tacons 0+ d'automne des différents cours d'eau du bassin de l'Allier en 2019

Selon la méthode estimative employée, le **bassin de l'Allier aurait produit**, en 2019, 449 845 tacons d'automne (

Tableau 30 et Figure 227). Représentant une part de 62,3% (280 383 tacons 0+), l'Allier contribue fortement à la production globale du bassin. La Sioule et l'Alagnon contribuent dans une moindre mesure avec respectivement 13,9% et 11% de la production. Enfin la Dore, la Senouire, les 3 Couze(s) et la Desges contribuent encore plus faiblement avec des parts comprises entre 0,02% et 5%.



**L'Alagnon, non aleviné, a donc produit plus de tacons que la Dore et quasiment autant que la Sioule qui sont tous les deux alevinés.**

Globalement, hors année exceptionnelle (2014 survie exceptionnelle), la production du bassin, depuis 2010, oscille entre 300 000 et 500 000 tacons 0+ d'automne pour une moyenne de 433 268 +/- 145 077 (Figure 228). Ainsi, la production 2019 est légèrement supérieure à cette moyenne. Elle constitue la 3<sup>e</sup> meilleure production depuis 2010 derrière 2014 et 2012.

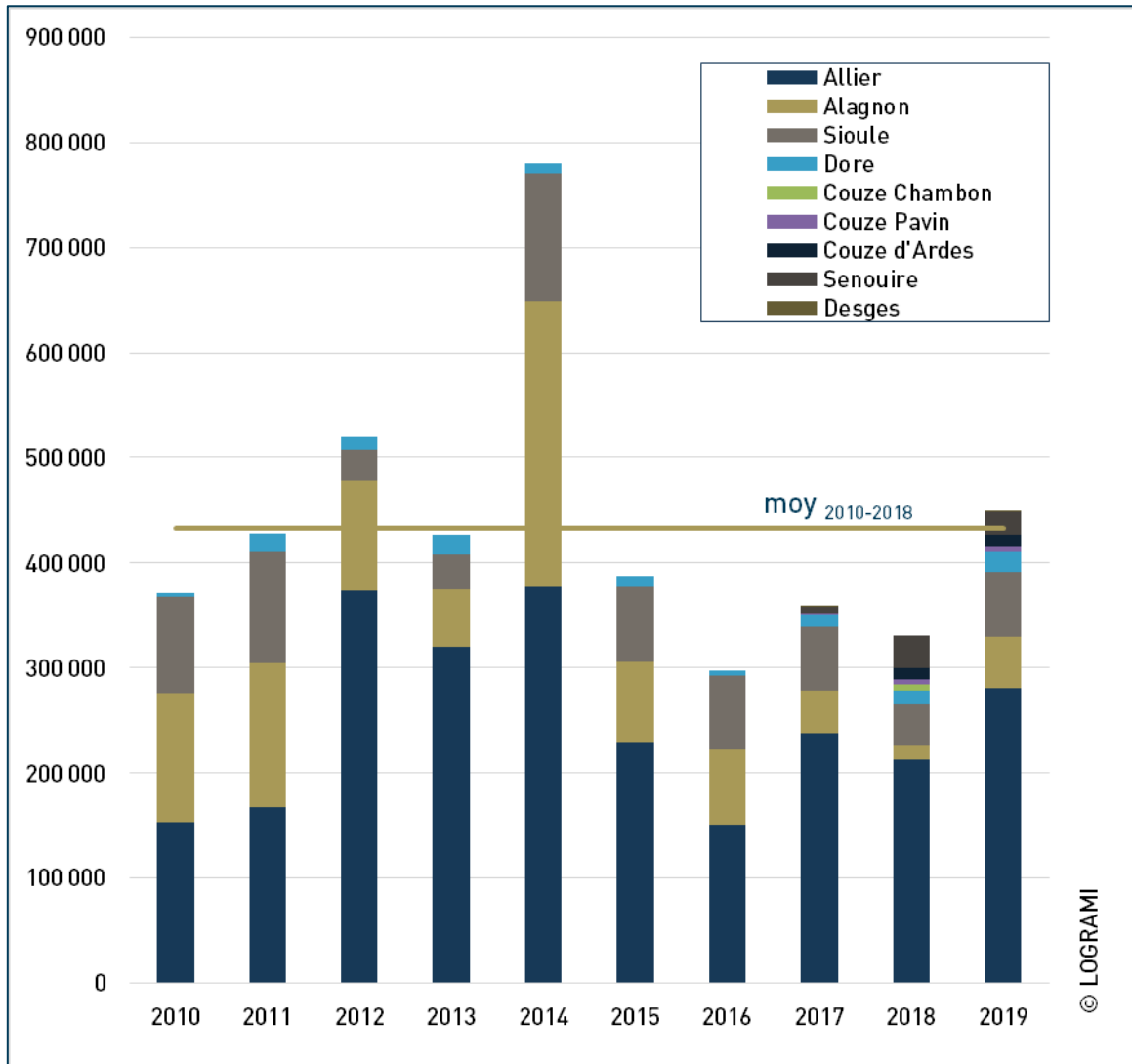


Figure 228 : Evolution de la production de tacons 0+ d'automne du bassin de l'Allier depuis 2010

### Production tacons 0+ natifs

34,1 % des tacons 0+ d'automne produits sur le bassin de l'Allier en 2019 (153 703) seraient des natifs. Cette proportion correspond quasiment à la moyenne observée depuis 2010 (34,6 +/- 12,5 %) (Figure 229). La présence de tacons natifs sur les secteurs alevinés de l'Allier, de la Sioule et de la Dore n'étant pas exclue, cette proportion doit être considérée comme minimale.



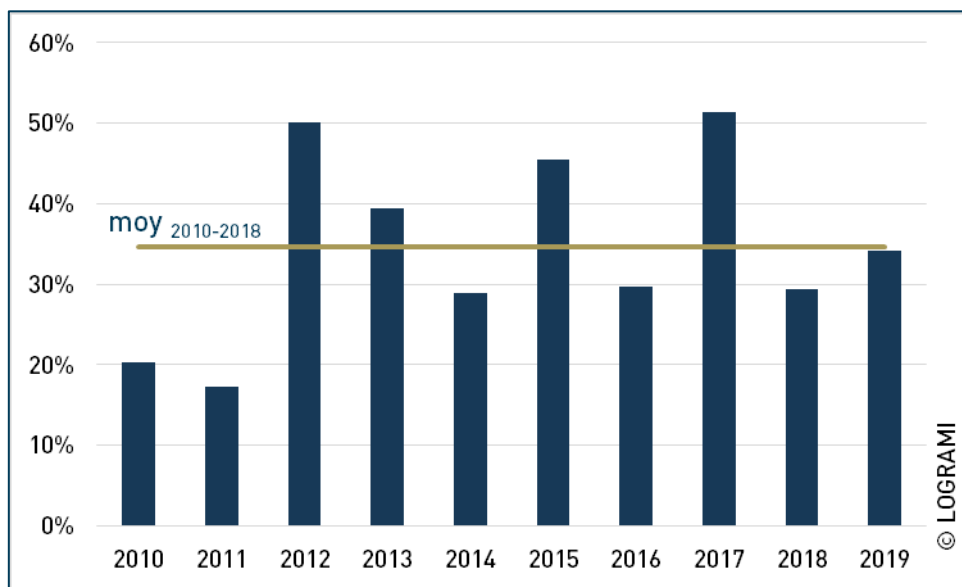


Figure 229 : Part minimale de tacons 0+ natifs dans la production globale estimée du bassin de l'Allier depuis 2010

En faisant fi des tacons natifs produits sur les secteurs alevinés de l'Allier (S2-S4 et S5) car d'origine mixte, avec 65,9 %, l'Allier représente la majorité de cette production de tacons natifs (103 309 tacons 0+) (Figure 230). L'Alagnon contribue à hauteur de 32,1% (49 278 tacons 0+). La part de l'Alagnon est la plus importante observée depuis la fin des alevinages sur ce cours d'eau en 2017 (Figure 231). Enfin la Sioule et la Desges apportent une très faible production avec respectivement 1,6% (2 400 tacons 0+) et 0,5 % (716 tacons 0+).

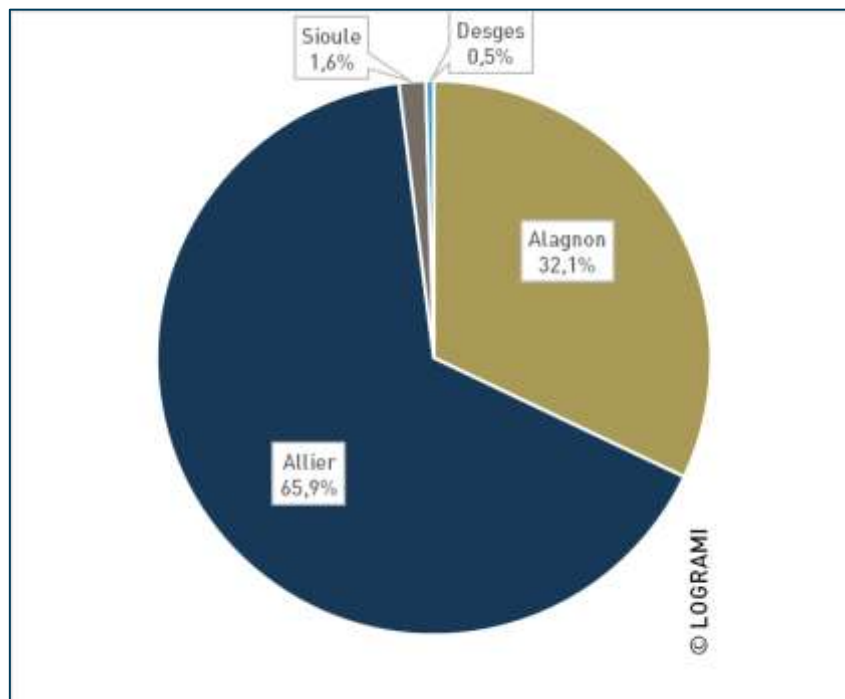


Figure 230 : Répartition de la production de tacons 0+ d'automne natifs du bassin de l'Allier en 2019 (sans les secteurs mixte natifs-déversés de l'Allier S4 et S5)

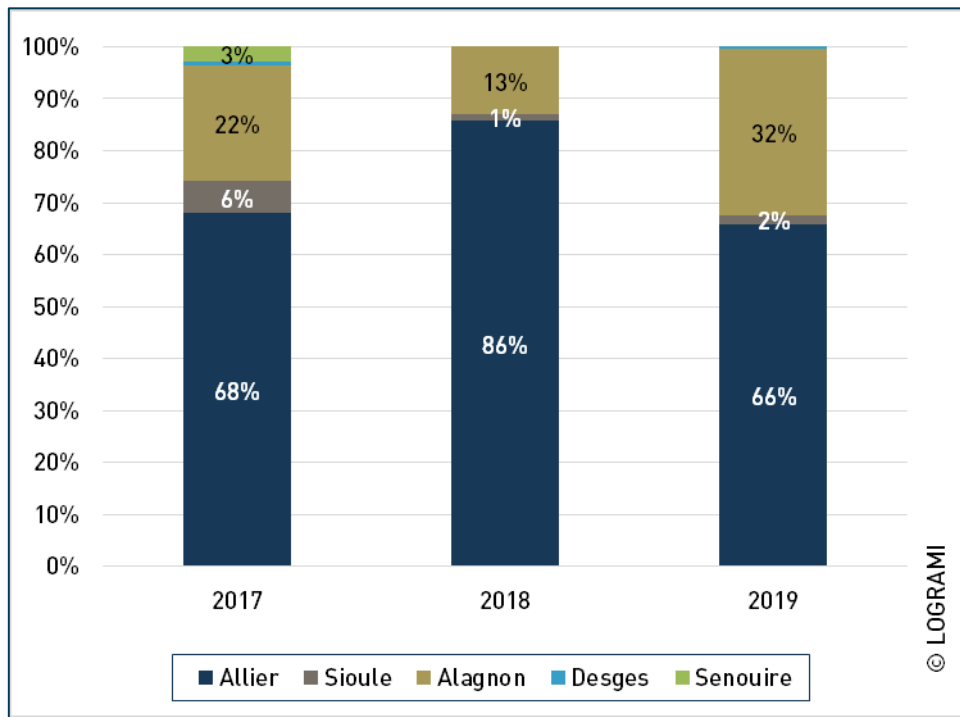


Figure 231 : Répartition des tacons 0+ d'automne natifs produits sur les différents cours d'eau du bassin de l'Allier depuis 2017

## 5.5. Conclusion

### Effectif de poissons migrateurs aux stations de comptage

L'étude annuelle du réseau de stations de comptage du bassin de la Loire permet de suivre l'évolution des effectifs de poissons migrateurs chaque année et représente un élément fondamental dans la gestion des différentes espèces. Complétés par l'ensemble des suivis reproduction, post-reproduction et stade alevin, ces comptages permettent d'évaluer le succès de la reproduction comparativement aux effectifs initiaux en migrations. Ces suivis à long terme permettent de disposer de séries chronologiques alimentant les études de dynamique de population.

Une régression importante du nombre d'aloses sur le bassin de la Loire est constatée depuis plusieurs années. Les résultats de l'année 2019 confirment une nouvelle fois cette tendance avec des effectifs très faibles (seulement 520 aloses dénombrées). Le bassin de la Vienne a accueilli la majorité de la population avec plus de 65 % 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 des individus. Les effectifs 2019 sont les plus faibles rencontrés depuis le début du suivi en 2004 (seulement 20 lamproies marines dénombrées). Ces résultats inquiètent quant au devenir de cette espèce patrimoniale.

La répartition des stations de comptage sur l'ensemble du bassin de la Loire permet de connaître précisément les abondances de saumons atlantiques en migration de reproduction chaque année sur les axes concernés. Les zones de reproduction se situent en effet systématiquement en amont des dispositifs de comptages. Afin d'appréhender les effectifs de géniteurs réels, il est nécessaire d'appliquer à ces comptages les mortalités estivales, la prédation, les captures illicites et pour le bassin de l'Allier les prélèvements de saumons pour la pisciculture de Chanteuges. Bien que l'effectif actuel soit essentiellement comptabilisé sur le bassin de l'Allier (86 % en 2019), il apparaît qu'une proportion non négligeable remonte sur le bassin de la Creuse (8 % en 2019).

Sur l'axe Creuse-Gartempe en 2019, 39 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 troisième année consécutive, même s'ils ne sont pas exhaustifs, révèlent que l'axe est fréquenté par plus de 3 % des effectifs du bassin, soit 13 saumons en 2019.

Sur l'axe Loire-Arroux, les effectifs sont modestes avec 14 saumons en moyenne à Decize. En 2019, 12 saumons ont été comptés à Decize, 2 individus ont été observés à Gueugnon 73 km en amont et 1 à Roanne 145 km en amont. Ce résultat traduit une importante perte en ligne de ces individus entre les différentes stations (en moyenne 67 %).

Sur l'Allier, la moyenne annuelle à Vichy est de 723 individus depuis 2011 alors qu'elle était historiquement (depuis 1997) de 608 saumons. Cette tendance d'augmentation encourageante n'est pas confirmée en 2019 où seulement 406 saumons ont été estimés. Les effectifs enregistrés à Langeac représentent 33 % des passages contrôlés à Vichy. Ce pourcentage est encourageant mais les passages au barrage de Poutès ne représentent que 25 % des individus comptabilisés à Langeac. Ce faible taux



de transfert entre Langeac et Poutès est vraisemblablement lié aux faibles débits automnaux rencontrés en 2019 qui ont limité la progression des saumons sur la partie amont du bassin de l'Allier.

Chaque année, des ravalés sont observés en dévalaison sur les stations de comptages du bassin de l'Allier faute de trouver d'autres alternatives pour leur dévalaison. Les données montrent qu'ils sont généralement des femelles et représentent à minima entre 0,4 % et 49 % des saumons en montaison et entre 19 et 57 % des individus reproducteurs. La fécondité des femelles étant reliée à la taille, ces saumons de deuxième retour participent de façon plus importante au renouvellement de la population.

Les truites de mer sont en effectif extrêmement faible depuis de nombreuses années. En 2019, seul un individu a été comptabilisé sur l'ensemble du réseau de comptage (Châtelleraut). 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).

Chaque année, des mulets porc sont contrôlés aux stations de comptage du bassin de la Vienne, plus proches de l'océan. Des individus isolés observés aux stations de Vichy et Decize montrent l'augmentation de l'aire de répartition de ce migrateur. En 2019, la totalité des mulets porcs a été comptée sur le bassin de la Vienne (73 % sur la Vienne à Châtelleraut et 27 % sur la Creuse à Descartes). 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.

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.

#### Suivi de la reproduction des aloses en aval des stations de comptages

Le suivi « allégé » de la reproduction des aloses sur les principaux axes du bassin de la Loire accueillant l'espèce a permis de mettre en évidence une très faible activité de reproduction cantonnée aux parties aval des axes en lien avec les faibles quantités de géniteurs observées aux stations de vidéo comptage. Ce constat établi de manière récurrente depuis plusieurs années maintenant est un signal alarmant quant à l'état de la population d'alooses du bassin de la Loire.

La présence effective de reproduction d'aloose sur le Cher, constatée de manière inédite en 2019, confirme l'intérêt de l'axe pour cette espèce et les besoins de rétablir l'accès aux zones de reproduction de qualité situées plus en amont.

#### Abondance des juvéniles de saumons

Faute de pouvoir réaliser les échantillonnages pour cause d'arrêtés préfectoraux « Sécheresse » dans les départements de la Creuse et de la Haute-Vienne, la production de juvéniles de saumon de la Gartempe n'a pu être estimée en 2019.



Les 91 stations échantillonnées durant la campagne « Indice d'Abondance tacons » 2019 réparties sur 10 cours d'eau du bassin de l'Allier ont permis d'estimer une production totale de 449 845 tacons 0+ toutes origines confondues.

Pour les secteurs non alevinés, cette production de juvéniles a pu être rapportée aux nombres de frayères comptabilisées en 2018 afin d'évaluer la productivité de ces dernières. Ainsi :

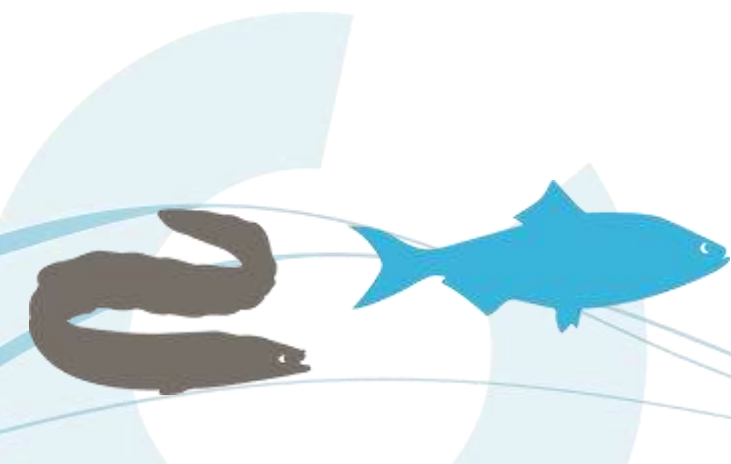
L'Alagnon aurait produit 49 278 tacons 0+ natifs (11 % des tacons du bassin de l'Allier toutes origines confondues mais 32,1 % des tacons natifs du bassin de l'Allier). En lien avec des conditions hydrologiques favorables (absence de crue morphogène durant les phases d'incubation et post-émergence), le niveau de productivité des frayères comptabilisées en 2018 est le plus important jamais observé sur le bassin de l'Allier. Les très faibles valeurs de productivité obtenues sur le Béal de l'Alagnon depuis 2010 mettent clairement en évidence que la reproduction forcée du saumon dans ce bras dérivé artificiel est contre-productive. La gestion future de ce bief devra en tenir compte.

L'Allier aurait produit 280 383 tacons 0+ (62,3% du bassin de l'Allier) dont 103 309 natifs dans la zone « refuge » en amont de Langeac (secteurs S1 et S3) et 177 074 d'origines mixtes (alevinés et natifs) dans les secteurs alevinés S2, S4 et S5. Au regard des données historiques, cette production est la plus importante des 5 dernières années.

La Dore aurait produit 18 026 tacons 0+ (4% du bassin de l'Allier). Avec une seule frayère comptabilisée sur l'extrémité aval de la Dore en 2018, l'apport d'alevins natifs étant très limité, la totalité des tacons produits sont considérés comme déversés.

La Sioule aurait produit 62 406 tacons 0+ (13,9% du bassin de l'Allier) dont une très grande majorité d'origine déversés (60 007 ; 96,1 %). La mise en évidence d'un lien entre l'indice de perturbation hydrologique et la productivité des frayères de la Sioule situées entre le barrage EDF de Queuille et les Thermes de Châteauneuf les Bains révèle que le fonctionnement par écluses du barrage EDF de Queuille durant la période de vulnérabilité des juvéniles impacte toujours le recrutement malgré un « nouveau » règlement d'eau.

Les « petits » affluents, la Couze Pavin, la Couze d'Ardes et la Senouire, alevinés pour la seconde année consécutives auraient produit en globalité 38 950 tacons 0+ soit 8,6 % de la production totale du bassin de l'Allier. Ces 3 cours d'eau sont donc en capacité de produire des tacons 0+ d'automne à partir d'alevins déversés. Réunies, leurs productions correspondent à plus du double de celle du secteur S5 de l'Allier (Brioude La Bageasse – Cournon d'Auvergne) (17 617).



## 6. Les traits de vie

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.

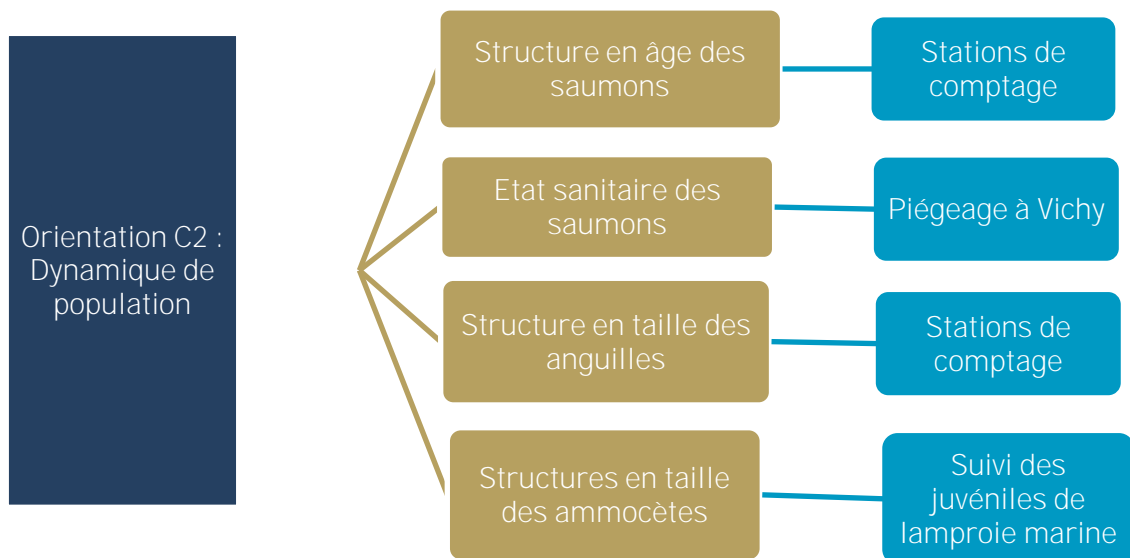


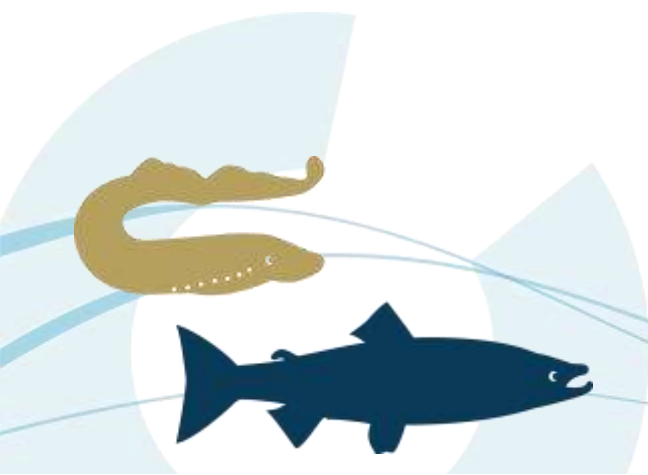
Figure 232 : Dendrogramme des actions menées dans le cadre de l'orientation C2 : Dynamique de population, traits de vie (Source LOGRAMI)

### 6.1. Structure en âge des saumons

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.

#### 6.1.1. Sur le bassin Creuse-Gartempe

Les 39 saumons comptabilisés à Descartes en 2019 ont pu être mesurés individuellement. Leurs tailles s'échelonnent de 51 à 97 cm pour une moyenne de 86 cm (+/- 9 cm).



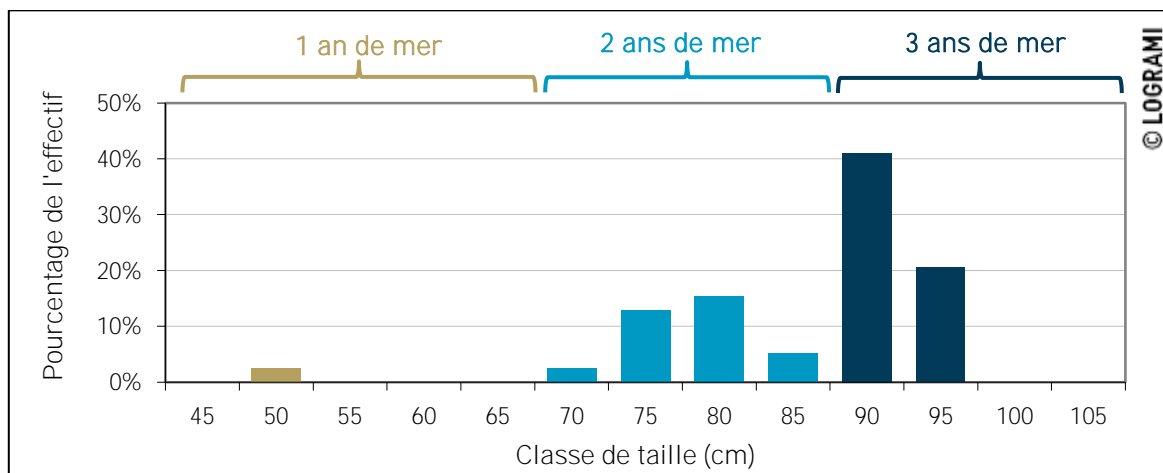


Figure 233 : Distribution en classes de taille des effectifs de saumon atlantique comptabilisés dans la passe à poissons de Descartes sur la Creuse en 2019 (n=39)

La classe de taille la plus représentée est celle de 90 cm totalisant 16 individus, soit 41 % 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. Les trois classes d'âges sont représentées en 2019 : 1 saumon de 1 an de mer (soit 3 % de l'effectif), 14 de deux ans de mer (soit 36 % de l'effectif) et 24 de trois ans de mer (soit 62 % de l'effectif) ont été comptés.

La population en migration de l'année 2019 est donc en majorité composée de poissons de trois ans de mer. Habituellement, cette classe d'âge n'est pas majoritaire (Figure 234). De 2007 à 2018, en moyenne seulement 21 % (+/- 13) des individus ont été considérés comme des individus ayant séjourné trois ans en mer. A l'inverse, la proportion de deux ans de mer est plus réduite que celle des années précédentes. En effet, en moyenne de 2007 à 2018, 65 % (+/- 16) des saumons franchissant chaque année le barrage de Descartes ont trois ans de mer. Depuis trois ans, le nombre de saumons d'un an de mer est très réduit. Les fortes températures rencontrées dès le mois de juin ont pu inhiber la migration de ces individus. Auparavant, de 2007 à 2016, en moyenne 13 % (+/- 9) des saumons remontant la Creuse chaque année avaient un an de mer.

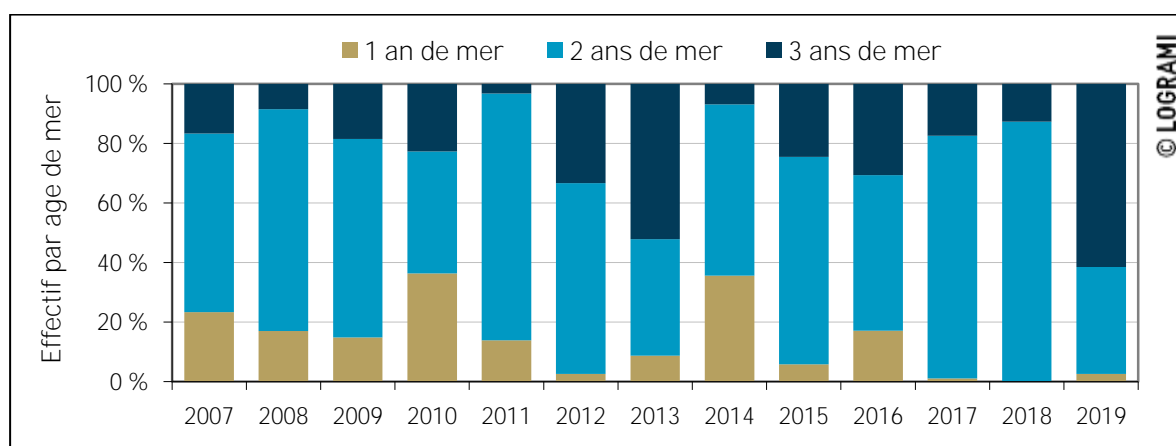
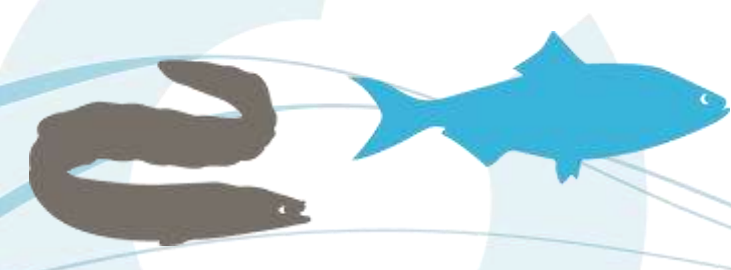


Figure 234 : Evolution de la répartition des classes d'âges de saumons à la station de comptage Descartes depuis 2007

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 235). 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 hydrologiques limitantes certaines années lors de la dévalaison des smolts ou lors de la montaison printanière.

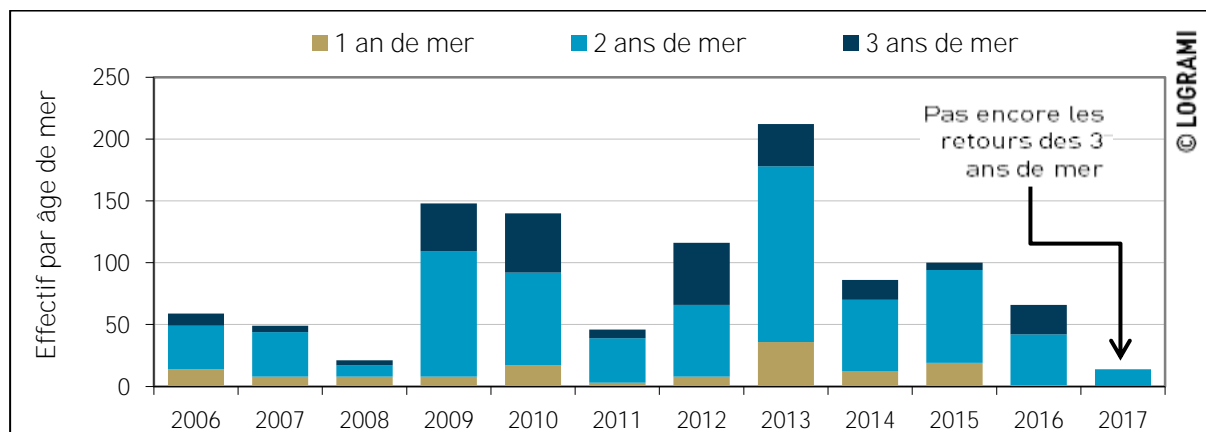


Figure 235 : Effectifs des retours de saumons par classe d'âge suivant leur année de dévalaison à Descartes (n=1 057)

Les retours des poissons issus de la dévalaison de 2017 sont incomplets. En effet, les trois ans de mer ne migreront à Descartes qu'en 2020. Les retours des deux étés de cette cohorte sont très faibles, ceci peut s'expliquer par des mauvaises conditions hydrologiques rencontrées lors de la dévalaison des smolts en 2017 (Indice hydrologique de 0,7, sur les mois de mars à mai, à Montmorillon sur la Gartempe) et lors de la montaison printanière en 2019 (Indice hydrologique de 0,6, sur les mois de mars à mai, à Leugny sur la Creuse).

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 hydrologiques et thermiques très défavorables rencontrées lors de la dévalaison.

## 6.1.2. Sur le bassin de la Loire amont

### 6.1.2.1 Station de comptage de Decize

Depuis l'installation de la station de comptage permanente de Decize en 2009, les géniteurs font l'objet d'une mesure de leur taille à partir du logiciel de vidéo-comptage.

Les 12 saumons comptabilisés à Decize en 2019 ont pu être mesurés individuellement. Leurs tailles s'échelonnent de 70 à 96 cm pour une moyenne de 85 cm (+/- 9 cm).

La classe de taille la plus représentée est celle de 95 cm totalisant 4 individus, soit 33 % de la population en migration.

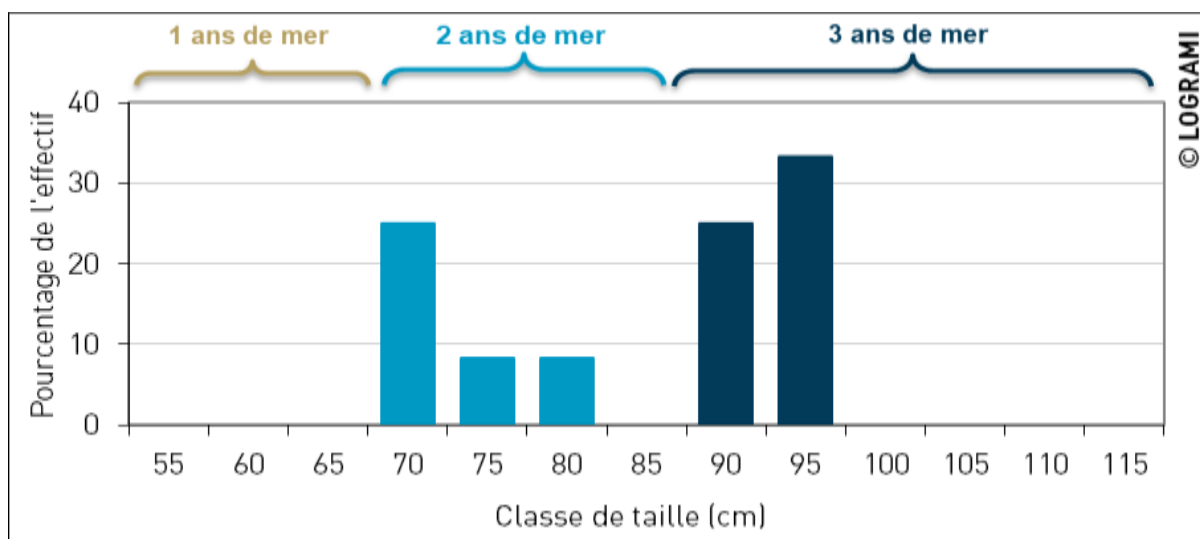


Figure 236 : Répartition des classes de taille de saumons à la station de comptage de Decize en 2019 (n=12)

Contrairement aux données antérieures, en 2019, le contingent migrant à la station de comptage de Decize est en majorité composé de poissons de 3 ans de mer (58 % soit 7 individus). Pour la quatrième fois depuis 2009 [2010, 2012, 2013 et 2019] aucun individu de 1 an de mer n'a été comptabilisé à la station. Depuis 2009, la classe de saumons de 2 étés est majoritaire avec en moyenne 78 % des passages (Figure 237).

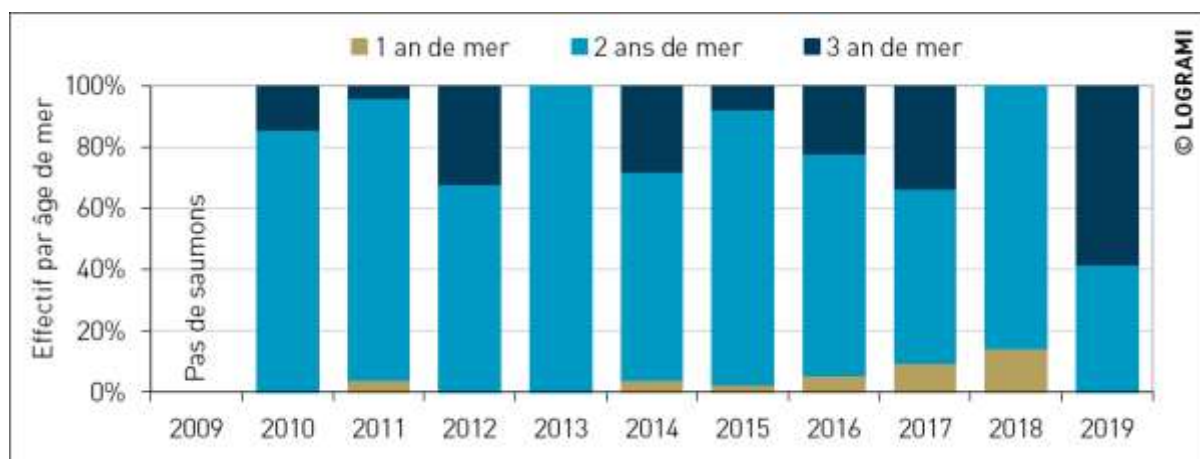


Figure 237 : Evolution de la répartition des classes d'âges de saumons à la station de comptage de Decize depuis 2009

Ces classes d'âge permettent de reconstituer le nombre de saumons de retour sur la Loire amont selon leur année de dévalaison (Figure 238). Les retours des poissons issus de la dévalaison de 2017 sont incomplets. En effet, les trois ans de mer de cette cohorte migreront à Decize en 2020. La moyenne interannuelle des retours de saumons par année de dévalaison à la station de comptage de Decize entre en 2008 et 2016 s'élève à 19 individus (+/- 8). 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 hydrologiques très défavorables rencontrées lors de la dévalaison. Depuis 2009, la classe de saumons de 2 étés est majoritaire avec en moyenne 72 % des passages.

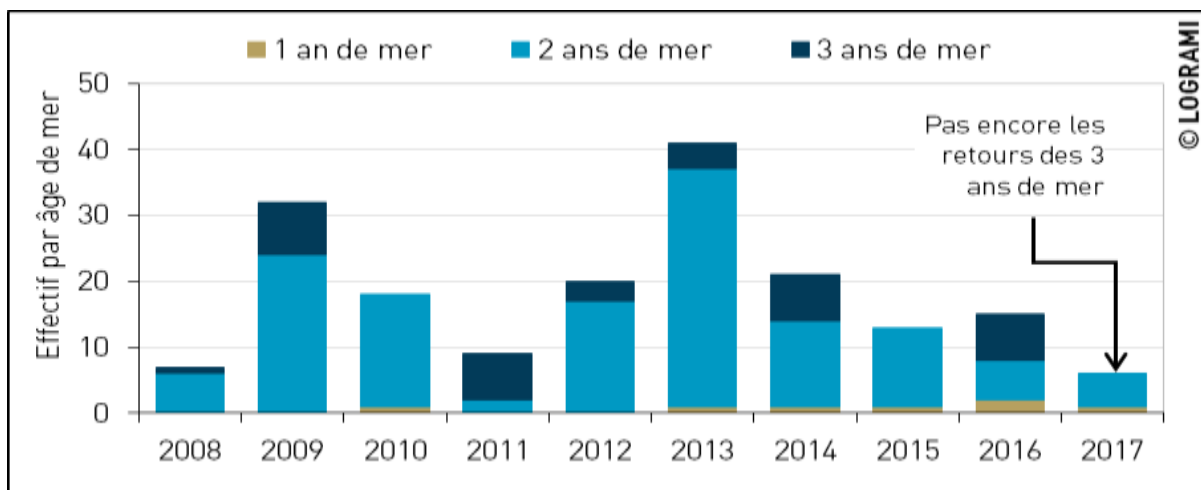


Figure 238 : Effectifs des retours de saumons par classe d'âge suivant leur année de dévalaison à Decize depuis 2008

### 6.1.2.2 Station de comptage de Gueugnon

En 2019, 1 individu de 2 ans de mer et 1 individu de 3 ans de mer ont été comptabilisés à Gueugnon. Au total depuis 2006, sur les 43 individus contrôlés, 36 saumons étaient des individus de 2 étés de mer (Figure 239). 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.

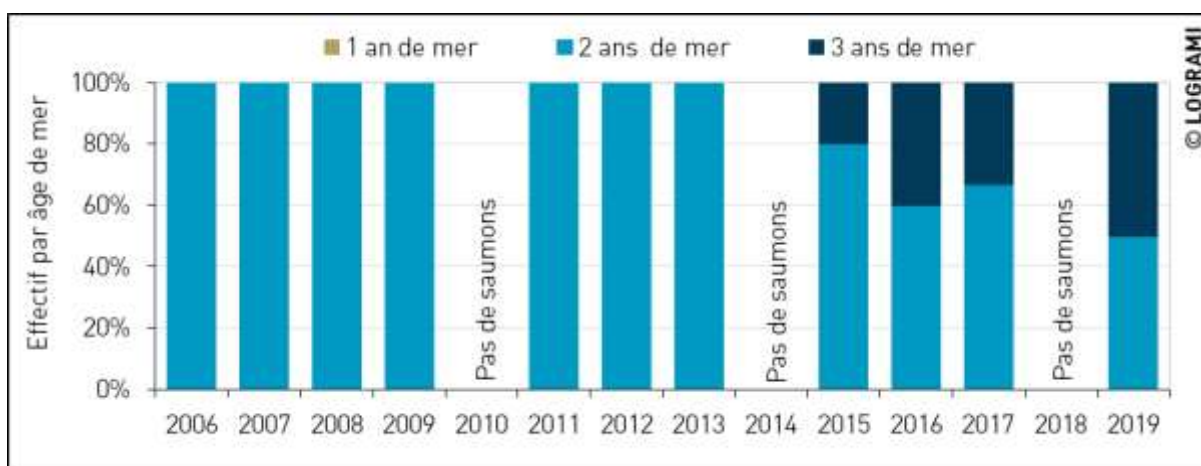


Figure 239 : Evolution de la répartition des classes d'âges de saumons à la station de comptage de Gueugnon depuis 2006

## 6.1.3. Sur le bassin de l'Allier

### 6.1.3.1 Station de comptage de Saint-Pourçain-Sur-Sioule

Les tailles des 13 saumons comptabilisés à la station de comptage de St Pourçain sur Sioule en 2019 s'échelonnent de 70 à 95 cm pour une moyenne de 84 cm (+/- 7 cm).



La classe de taille la plus représentée en 2019 est celle de 90 cm (4 individus) (Figure 240). Cette classe représente 46 % du total des passages. La classe la moins représentée est celle de 70 cm avec 1 individu contrôlé (8 % des passages).

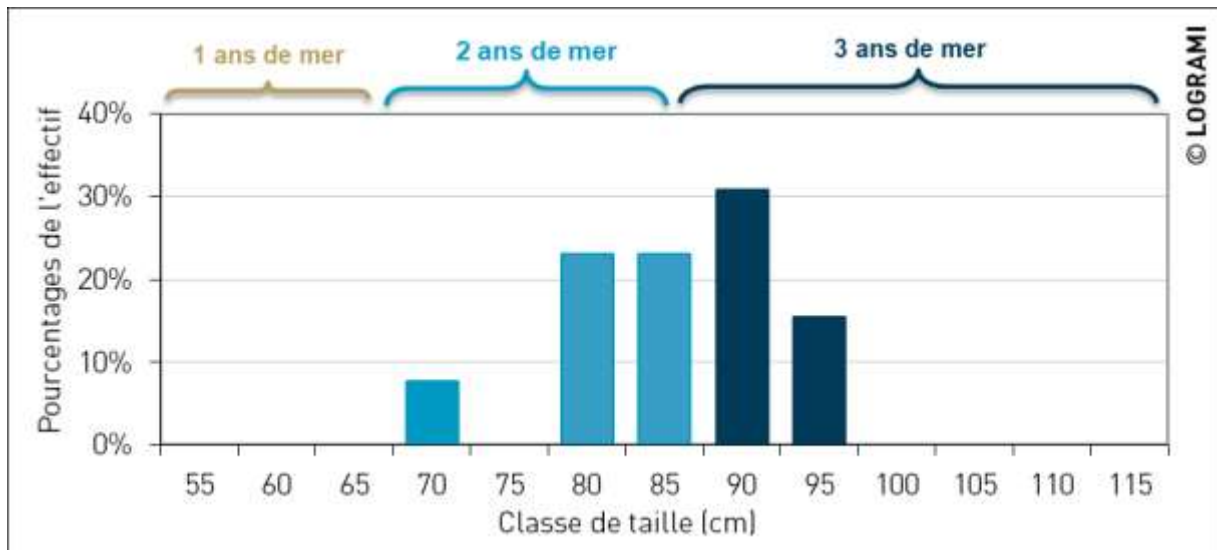


Figure 240 : Répartition des classes de taille de saumons à la station de comptage de St Pourçain sur Sioule en 2019 (n=13)

En 2019, le contingent de saumons contrôlés à la station de comptage est composé de 54 % de saumons de 3 étés (7 individus) et 46 % de saumons de 2 étés (6 individus). Aucun individu de 1 été n'a été comptabilisé en 2019 (Figure 240).

Pour la première fois depuis 2017, la proportion d'individus de 3 étés est majoritaire avec 54 % en 2019 contre 16 % en 2017 et 26 % en 2018 (Figure 241).

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 doit être légèrement sous-estimée en 2017.

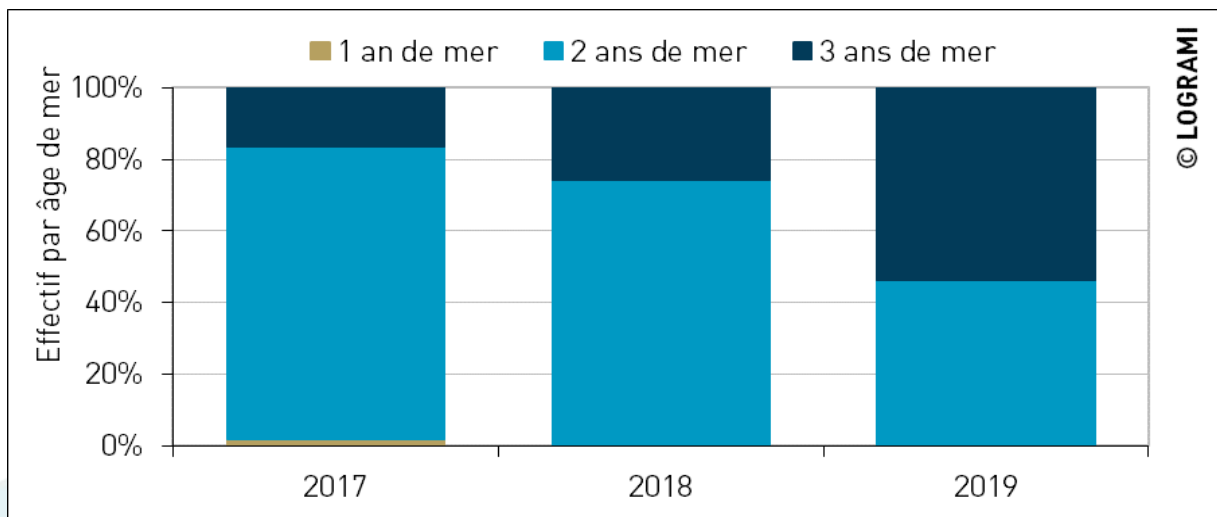


Figure 241 : Evolution de la répartition des classes d'âges de saumons à la station de comptage de St Pourçain sur Sioule depuis 2017

### 6.1.3.2 Station de comptage de Vichy

Les tailles des 374 saumons comptabilisés à la station de comptage de Vichy en 2019 s'échelonnent de 70 à 106 cm pour une moyenne de 89 cm (+/- 7 cm). La taille des 32 saumons estimés passés par les vannes ouvertes pendant les travaux dans la retenue du barrage (11 octobre 2018 au 25 mars 2019) ne figure pas dans les graphiques.

Les classes de tailles les plus représentées en 2019 à la station de comptage de Vichy sont celles de 90 cm (90 individus) et 95 cm (103 individus) (Figure 242) alors qu'elles sont probablement sous représentées du fait du passage possible non comptabilisé en début de saison. Ces classes représentent 54 % du total des passages. La classe la moins représentée est celle de 70 cm avec 2 individus contrôlés.

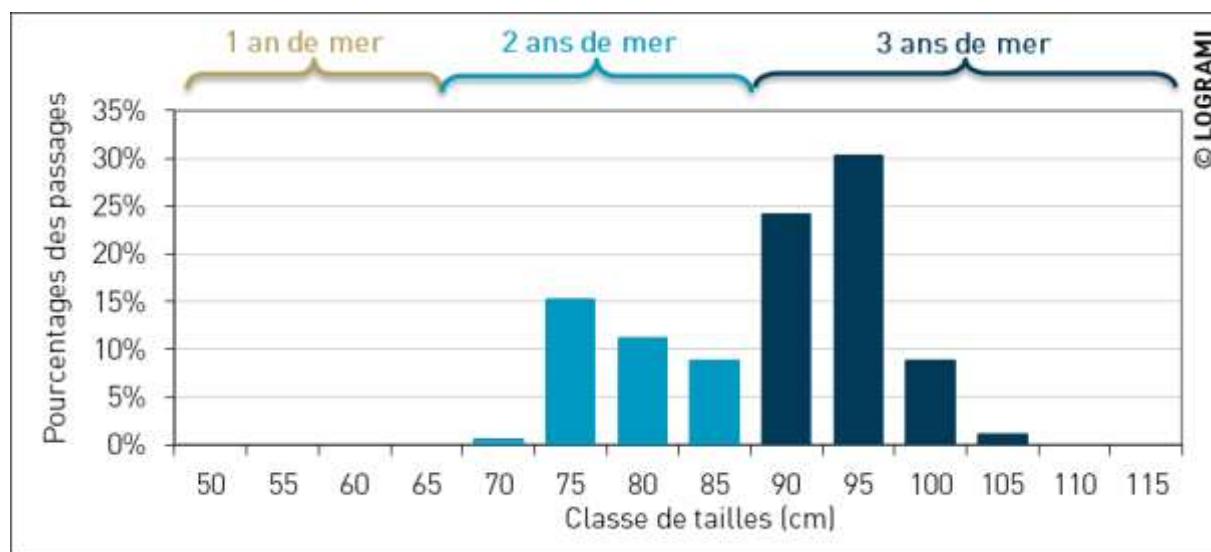
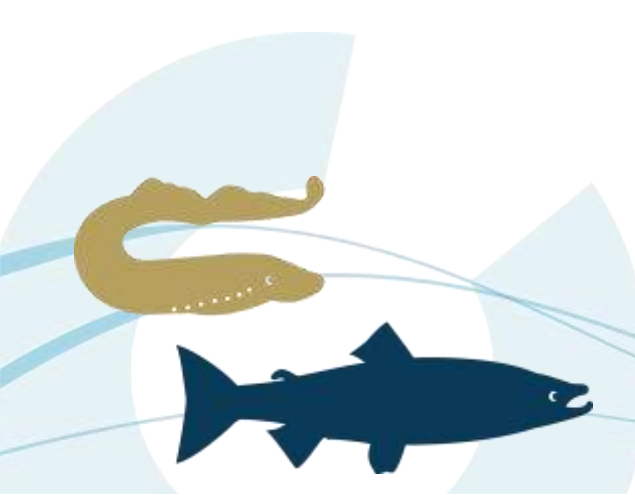


Figure 242 : Répartition des classes de taille de saumons à la station de comptage de Vichy en 2019 (n=374)

En 2019, le contingent de saumons contrôlés à la station de comptage de Vichy est composé de 36 % de saumons de 2 étés (134 individus) et 64 % de saumons de 3 étés (240 individus). Aucun individu de 1 an de mer n'a été comptabilisé cette année (Figure 243).

Depuis 1997, la proportion d'individus de 2 étés représente la classe majoritaire avec 56 % (+/- 13) des individus. L'année 2019 est donc atypique de ce qui est observé habituellement à la station de Vichy. Ceci peut s'expliquer, par les conditions environnementales rencontrées sur l'Allier durant le printemps 2019. Les conditions thermiques et hydrologiques étaient très défavorables durant la période de migration des 2 étés.

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 %.



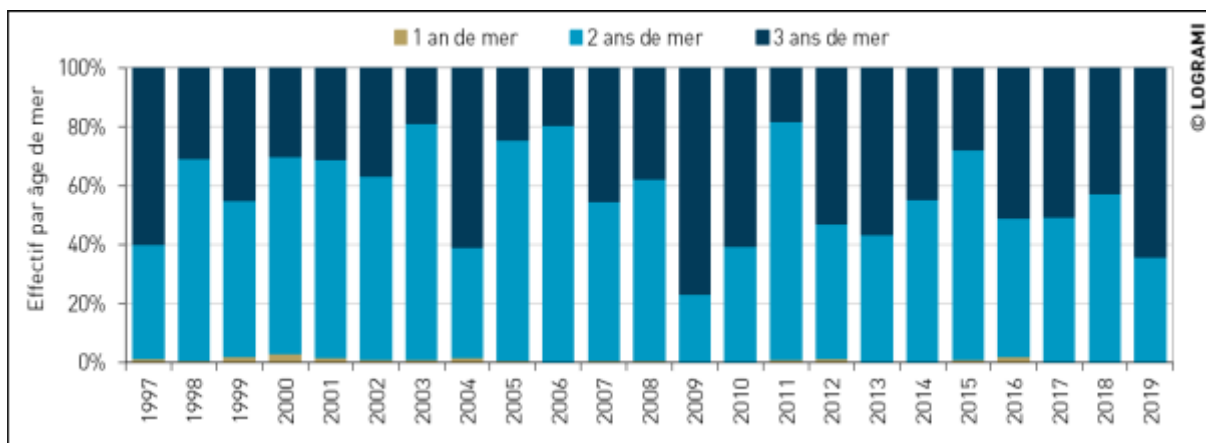


Figure 243 : Evolution de la répartition des classes d'âges de saumons à la station de comptage de Vichy depuis 1997

La moyenne interannuelle des retours de saumons par année de dévalaison à la station de comptage de Vichy entre en 1995 et 2016 s'élève à 611 individus (+/- 228) (Figure 244). Sur la période 1995-2016, la composition des retours de saumons par année de dévalaison en fonction des âges de mer des individus est la suivante : moyenne 1 été : 2 % (+/- 2) ; moyenne 2 étés : 57 % (+/- 10) ; moyenne 3 étés : 41 % (+/- 11). Depuis 2006, la part des 3 ans de mer a augmenté de 13 % (période 1995-2005 = 35 % ; période 2006-2014 = 48 %) (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 retours de poissons de 2 ans de mer qui arrivent plus tardivement que les 3 ans et ne sont pas encore arrivés à Vichy lors de l'arrêt estival. En effet, les mortalités estivales sur la partie basse de l'Allier sont très importantes, comme en aval du Saut du Loup (confluence Allier-Alagnon) (BACH et al., 2011).

Les retours les plus importants sont issus de la dévalaison des juvéniles de 2001 : 1 398 saumons de retour à Vichy (Figure 244). Pour l'année de dévalaison 2013, le retour des géniteurs de 2 étés de mer s'élève à 840 géniteurs et représente le deuxième meilleur retour après 2001 pour cette classe d'âge.

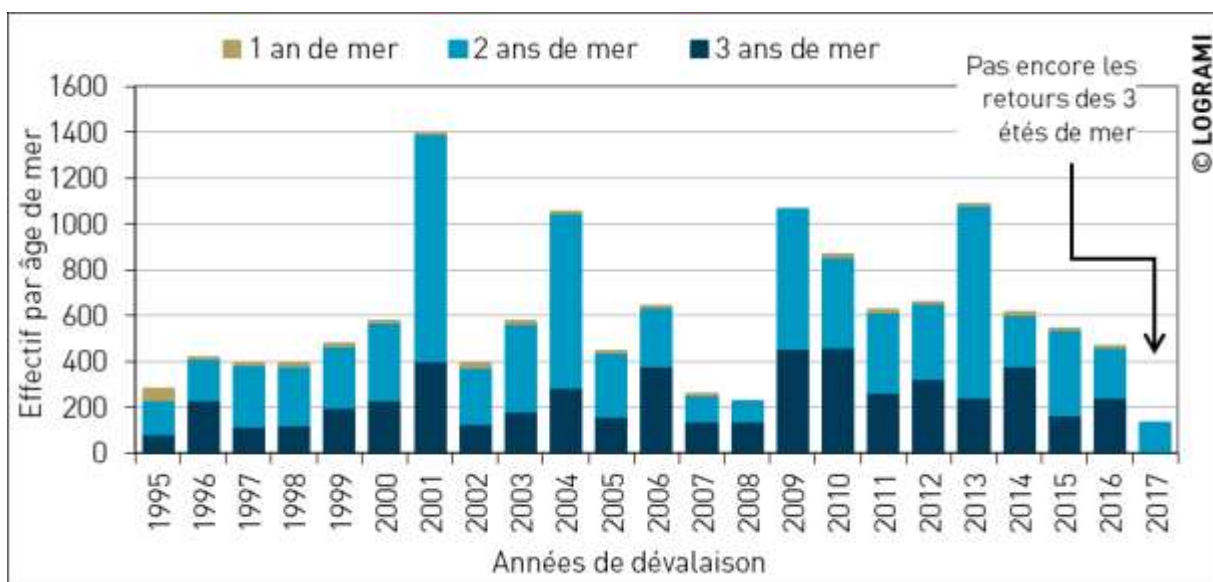


Figure 244 : Effectifs de retours de saumons par classe d'âge suivant leur année de dévalaison à Vichy depuis 1995

### 6.1.3.3 Station de comptage de Langeac

Les classes de tailles les plus représentées en 2019 à la station de Langeac sont celles de 85 cm (34 individus) et 90 cm (33 individus) (Figure 245). Ces classes représentent 55 % du total des passages. La classe la moins représentée est celle de 95 cm avec 10 individus contrôlés (8 % de l'effectif).

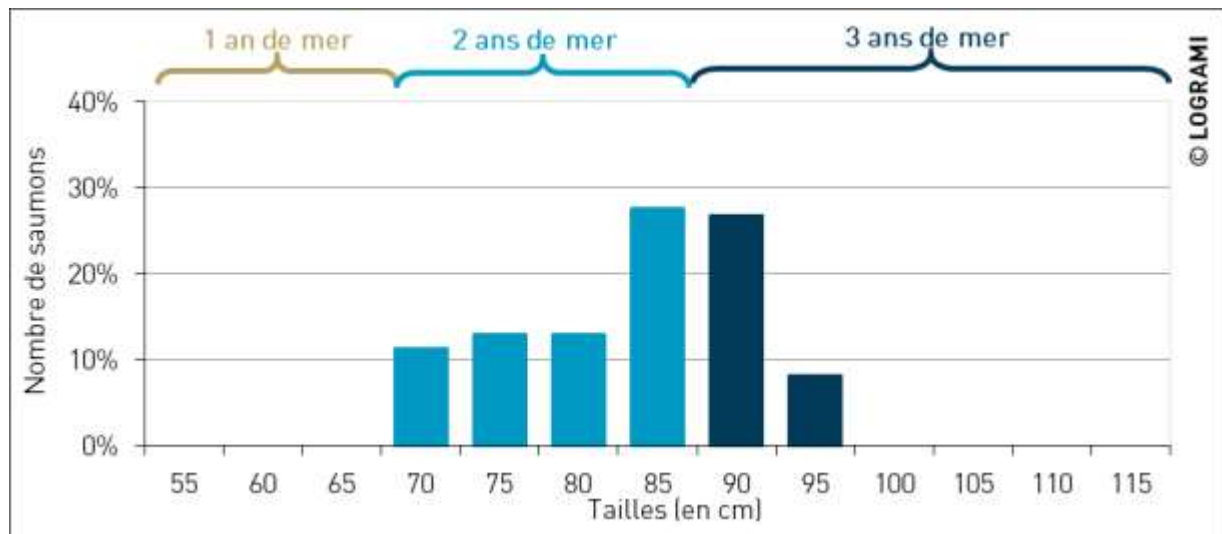


Figure 245 : Distribution en classes de taille des effectifs de saumon atlantique comptabilisés dans les passes à poissons de Langeac sur l'Allier en 2019 (n=123)

À Langeac, pour l'année 2019, la proportion de saumons de 3 ans de mer (35 %) est bien plus faible qu'à Vichy (64 %) alors que ces saumons passent plus précocement à Vichy que les saumons de 2 étés et 1 été de mer (Figure 246). Il est possible que les grands saumons aient eu des difficultés à progresser au niveau des aménagements de Langeac.

Depuis 2004, la proportion d'individus de 2 étés représente la classe majoritaire avec 69 % (+/- 15) des individus. Pour l'année 2019, cette proportion est moins élevée avec 65 % 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 2019.

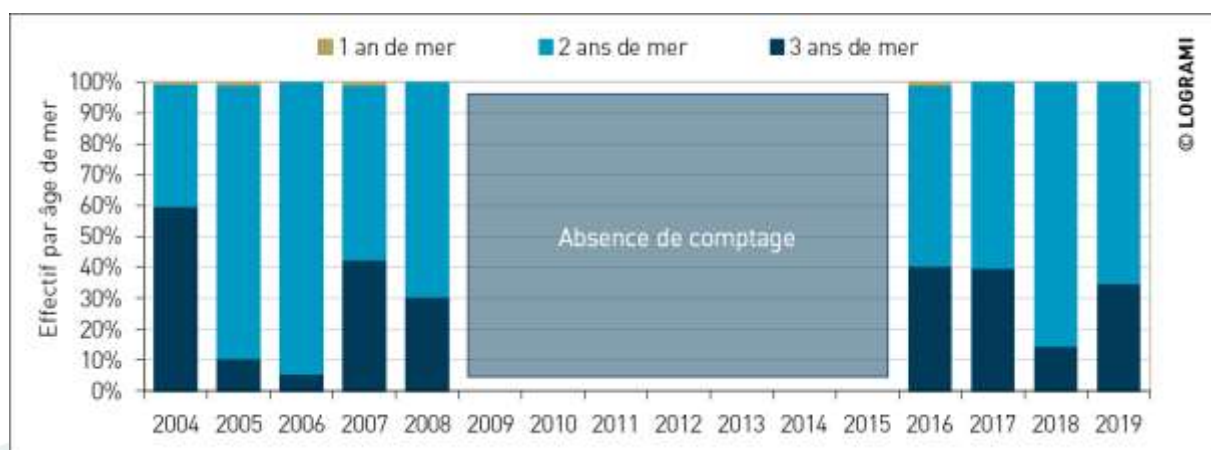
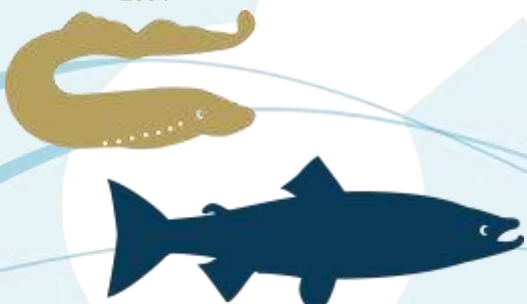


Figure 246 : Evolution de la répartition des classes d'âges de saumons à la station de comptage de Langeac depuis 2004



La moyenne interannuelle des retours de saumons par année de dévalaison à la station de comptage de Langeac pour les années complètes (2003, 2004, 2005, 2015 et 2016) s'élève à 112 (+/- 25) (Figure 247). Les meilleurs retours sont enregistrés pour les années de dévalaison 2003, 2004 et 2014.

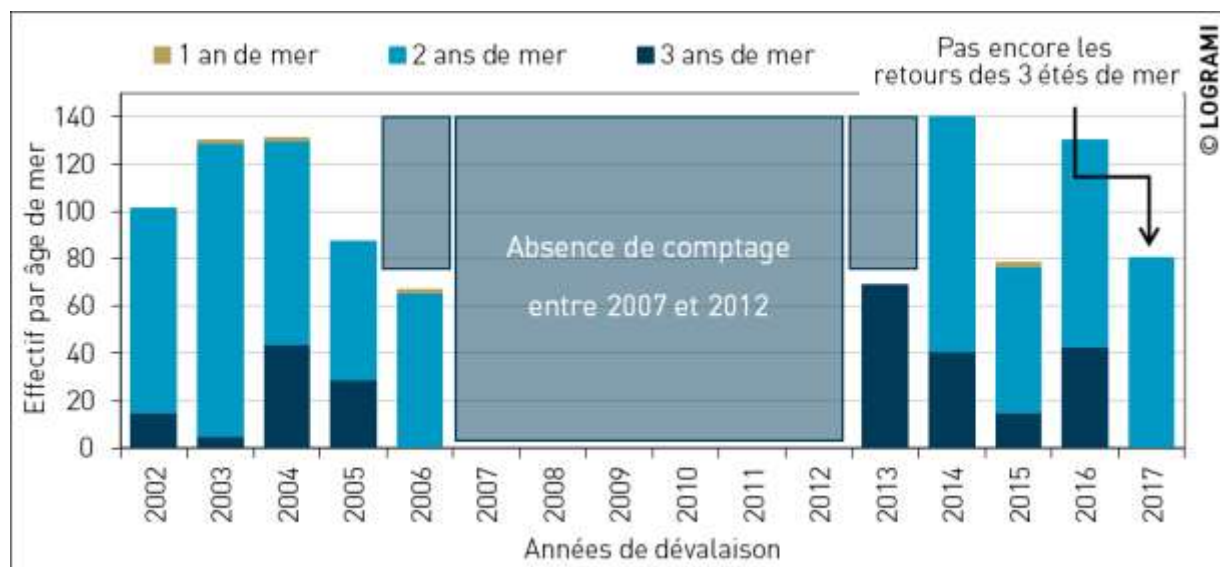


Figure 247 : Effectifs de retours de saumons par classe d'âge suivant leur année de dévalaison à Langeac depuis 2002

#### 6.1.3.4 Station de comptage de Poutès

La distribution en classes de taille des effectifs à Poutès en 2019 n'est pas représentative. La taille des 10 à 20 saumons estimés passés par la vanne de fond pendant la période de fermeture de l'ascenseur (22 février au 8 octobre) ne figure pas dans les graphiques.

Concernant les 21 saumons passés par l'ascenseur, la classe de taille la plus représentée est celle de 80 cm totalisant 6 saumons, soit 29 % (Figure 248). Leurs tailles s'échelonnent de 70 à 100 cm pour une moyenne de 84 cm (+/- 8 cm).

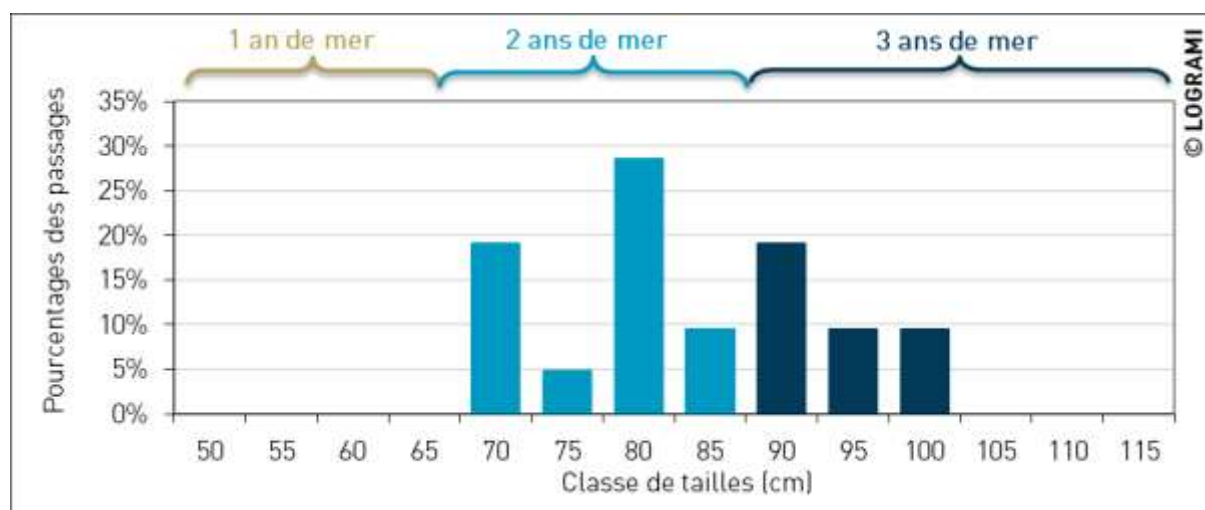


Figure 248 : Distribution en classes de taille des effectifs de saumon atlantique comptabilisés dans l'ascenseur de Poutès sur l'Allier en 2019 (n=21)



La population comptabilisée dans l'ascenseur en 2019 est en majorité composée de poissons de deux ans de mer (62 %). Les années précédentes cette classe d'âge était aussi majoritairement représentée (1986-2018 = 64 % +/- 17) (Figure 249). Le nombre de saumons de trois ans de mer en 2019 est aussi assez proche de celui de l'historique (8 individus = 38 %). En effet, en moyenne de 1986 à 2018, 32 % +/- 19 saumons de trois ans de mer franchissent chaque année le barrage de Poutès.

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) saumons de cette classe d'âge est observé à l'ascenseur. Depuis 2009, aucun individu de 1 an de mer n'a été comptabilisé.

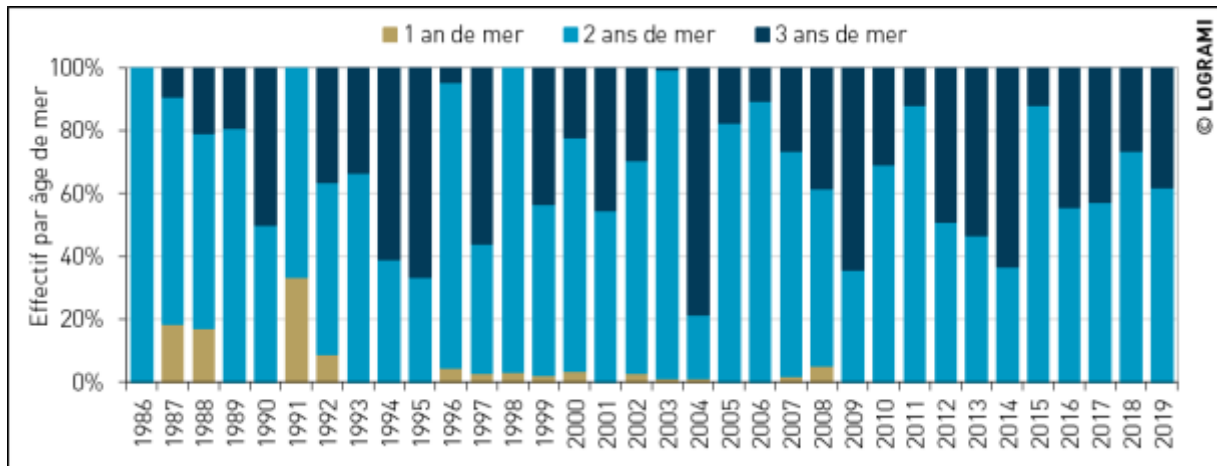


Figure 249 : Evolution de la répartition des classes d'âges de saumons à la station de comptage de Poutès depuis 1986

La moyenne interannuelle des retours de saumons par année de dévalaison à la station de comptage de Poutès de 1985 à 2016 s'élève à 55 (+/- 36) (Figure 250). Les variations annuelles sont très importantes, plus de 100 saumons sont enregistrés en 1998, 2001, 2004 et 2009 alors que certaines années, moins de 20 saumons franchissent le barrage par l'ascenseur. Les années record comme 2001 sont également constatées à Vichy.

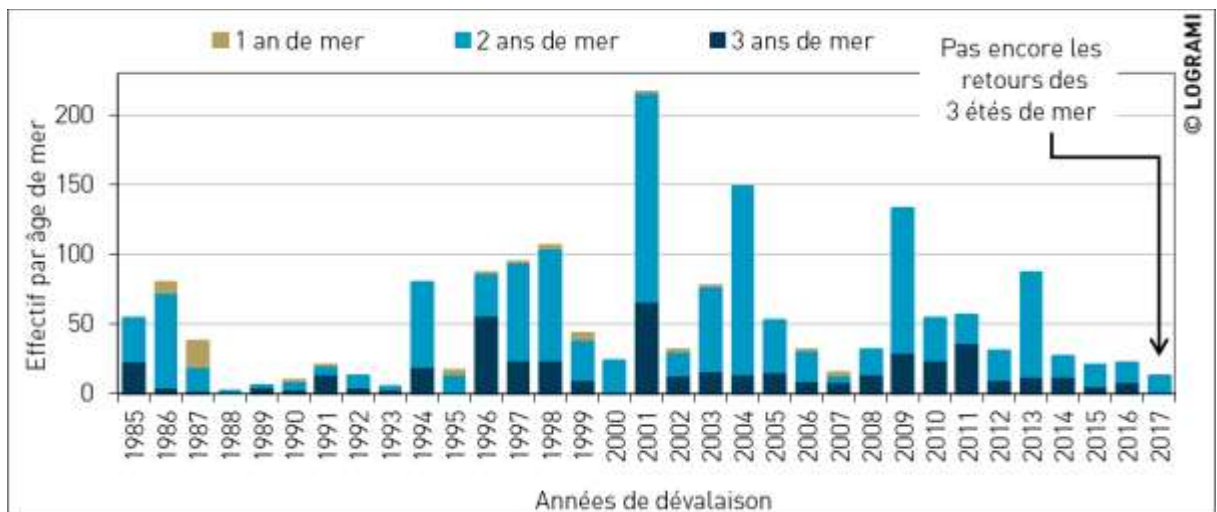


Figure 250 : Effectifs de retours de saumons par classe d'âge suivant leur année de dévalaison à Poutès depuis 1985

## 6.2. Etat sanitaire des saumons en 2019 à Vichy

En 2019, deux campagnes de piégeages distinctes ont eu lieu à Vichy. Le Conservatoire National du Saumon Sauvage (CNSS) a capturé des saumons pour alimenter la pisciculture en vue des déversements d'alevins. Le bureau d'études SCIMABIO a effectué des piégeages pour le compte de Vinci Autoroutes afin de marquer des individus par radio-télémetrie et évaluer l'aménagement du seuil de l'autoroute A89. Ainsi :

- 🌀 Le CNSS a capturé 27 saumons,
- 🌀 SCIMABIO a capturé 25 géniteurs. Parmi eux, 24 individus ont fait l'objet d'un suivi. Un individu supplémentaire a été capturé et relâché immédiatement sans faire l'objet d'une manipulation le 23 mai. Ce dernier présentait un état sanitaire « trop dégradé » pour pouvoir être manipulé.

Lors de l'échantillonnage, l'état sanitaire des poissons est relevé. Des classes ont été effectuées afin de qualifier de façon standard les observations (Rapport d'Exécution CNSS, 2019) :

- 🌀 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 fendue légère ;
- 🌀 3 = Etat fortement dégradé pouvant compromettre la survie du poisson : coupure profonde, peau arrachée, plaie profonde.

Lorsque l'on compare l'état sanitaire des captures entre les deux structures, un déséquilibre entre les classes sanitaires 2 et 3 est observé (Tableau 31). Une majorité des captures du CNSS (52 %) est considérée en état sanitaire « fortement dégradé ». Cette proportion est 2,6 fois moins élevée pour SCIMABIO (20 %). Cette différence peut traduire soit une réalité, soit un biais opérateur lors de l'évaluation de la classe sanitaire.

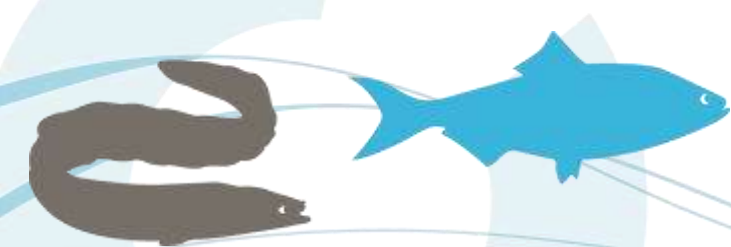
Tableau 31 : Etat sanitaire des saumons capturés à Vichy en 2019 par le CNSS et SCIMABIO

Classe Sanitaire	Captures 2019			
	CNSS		SCIMABIO	
0	0	0%	2	8%
1	5	19%	5	20%
2	8	30%	13	52%
3	14	52%	5	20%
	27		25	

Si nous partons de l'hypothèse que les jours de piégeages n'ont pas influencé le bilan de l'état sanitaire et qu'il n'y a pas de biais lié aux opérateurs, nous pouvons estimer que sur 52 poissons, 19 sont qualifiés d'état fortement dégradé (36,5 %). Rapportés à la population migrante, cela signifierait que 136 poissons présentaient dès Vichy un état sanitaire alarmant.

## 6.3. Structure démographique des anguilles européennes sur la Vienne

Les anguilles européennes observées à la station de comptage de Châtelleraut 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 2019, 2 054 anguilles ont pu être mesurées, soit 85 % de l'effectif annuel. Une partie des individus n'a pu être mesurée en raison d'une eau turbide. **La taille médiane de l'effectif de l'année est de 26 cm. Il s'agit de la taille médiane la plus faible depuis le début du suivi en 2004.** Elle est habituellement comprise entre 28 et 37 cm (moyenne des médianes annuelles de 32 cm +/- 2). La classe de tailles [15-30 cm] comprend la majorité de l'effectif, avec 78 % des anguilles mesurées (Figure 251). Cette classe correspond aux anguilles en phase de croissance (2 à 6 étés continentaux suivant les individus) (BRIAND et al., 2006).

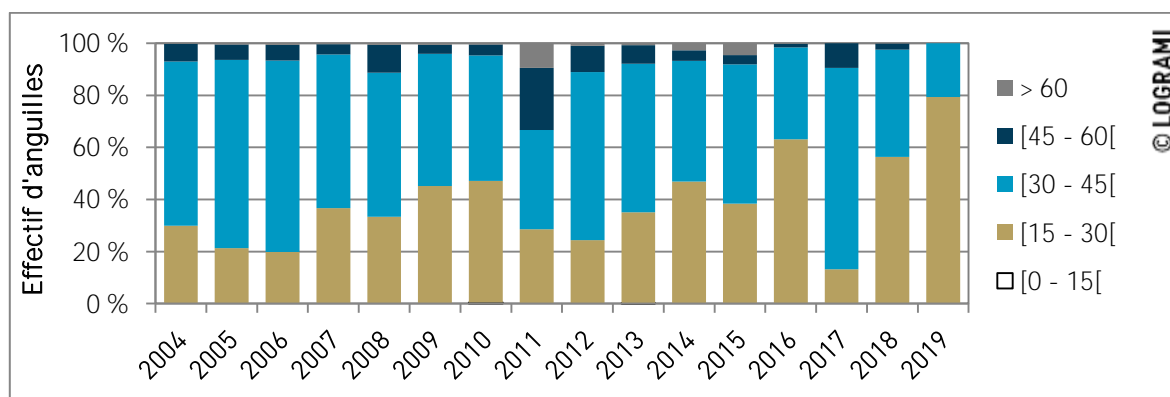


Figure 251 : Distribution en classes de taille (en cm) des anguilles à Châtellerauld depuis 2004 (n=31 326)

Par rapport aux années précédentes, la proportion d'anguilles comprises entre 15 et 30 cm est bien plus importante. En moyenne de 2004 à 2017, cette classe de taille comprend 36 % (+/- 14) de l'effectif annuel contre 78 % en 2019. Ce résultat peut s'expliquer par un bon recrutement les 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 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 suivis 2016 à 2019 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

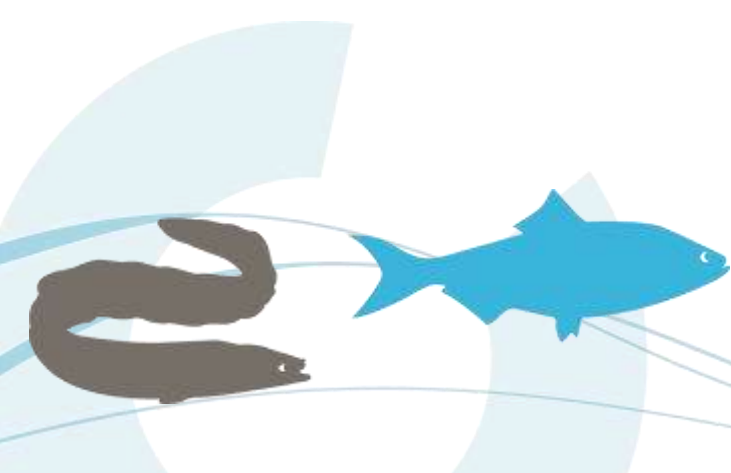
Les sites sont choisis le jour de l'échantillonnage. Ils correspondent à des habitats optimaux (type I) à sub-optimaux (type II) pour les larves de lamproies (Figure 252). La localisation des sites a été choisie en fonction de trois paramètres : la proximité d'une frayère de lamproie, une répartition 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 252 : 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 253).

D'autres critères tels que la vitesse du courant, la profondeur moyenne, la nature et l'épaisseur du substrat sont renseignés. La surface de la zone échantillonnée est par ailleurs précisément mesurée de manière à pouvoir calculer une densité d'individus.



Code	Définition synthétique	Observations complémentaires
SS	Sables stables	sables fins en surface, mélangé parfois avec des débris de bois grossiers en surface ou en profondeur
SC	Sables changeant	sables grossiers, sables dominants en surface et graviers dessous
LO	Litière organique	tapis de feuilles mortes plus ou moins décomposées, de petits débris de bois, d'algues en aval d'obstacles tels que les embâcles et dans les zones de contre-courant (bordures, anses)
SVA	sables et végétaux aquatiques	végétaux aquatiques poussant sur fond sablonneux de manière assez clairsemée pour que la nature du fond se voit
BVA	boue et végétaux aquatiques	en zone lenticule 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 ± lenticule substrat graveleux à caillouteux *
GVA	substrat grossier colonisé par des pieds disséminés de végétaux aquatiques	en zone ± lenticule 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 253 : Classification des méso-habitats (TAVERNY et al., 2005)

#### 6.4.1.2 Échantillonnage

L'échantillonnage est réalisé en fin 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 254). Les déplacements ont été effectués en bateau dans le but de faciliter l'accès aux habitats.



Figure 254 : Illustrations d'une pêche électrique d'échantillonnage des juvéniles de lamproie marine 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 sortir 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 monter 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 un échantillonnage 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 Benzocaïne. 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 255). 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).

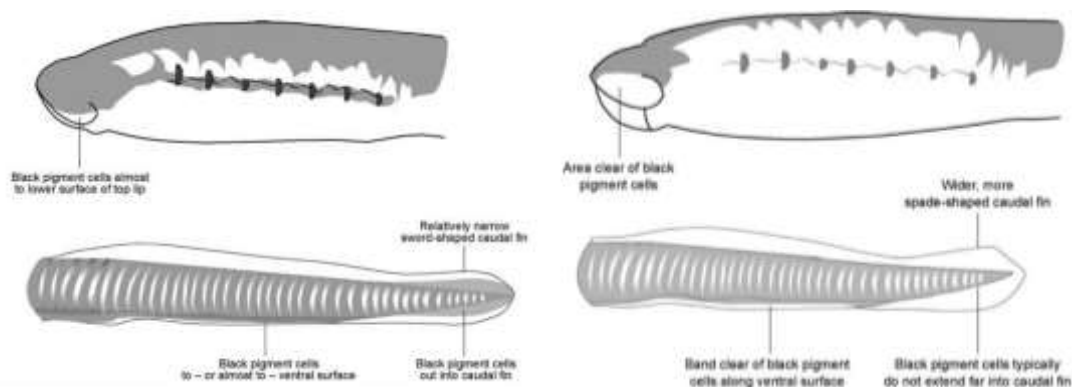


Figure 255 : Critères d'identification des genres *Petromyzon* (à Gauche) et *Lampetra* (à Droite) (illustration : Keith Mutch, GARDINER, 2003)

Cette technique d'identification n'est pas toujours fiable notamment pour les individus d'une taille inférieure à 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 2019, 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. 42 habitats ont été échantillonnés, 7 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 78,2 m<sup>2</sup>, soit en moyenne 1,9 m<sup>2</sup> (+/- 0,6) par habitat.

Les 42 sites échantillonnés sont répartis sur l'ensemble du réseau hydrographique suivi. Seul le tronçon entre Nouâtre et l'île bouchard n'a pas été prospecté (Figure 257). Cette partie de la Vienne possède peu d'habitats pour la reproduction des lamproies marines et accueille donc moins d'ammocètes. La majorité des sites échantillonnés se situe à proximité de frayères potentielles de lamproies marines. 76 % sont en effet à moins de 500 mètres à l'aval d'une zone de fraie (Figure 256).

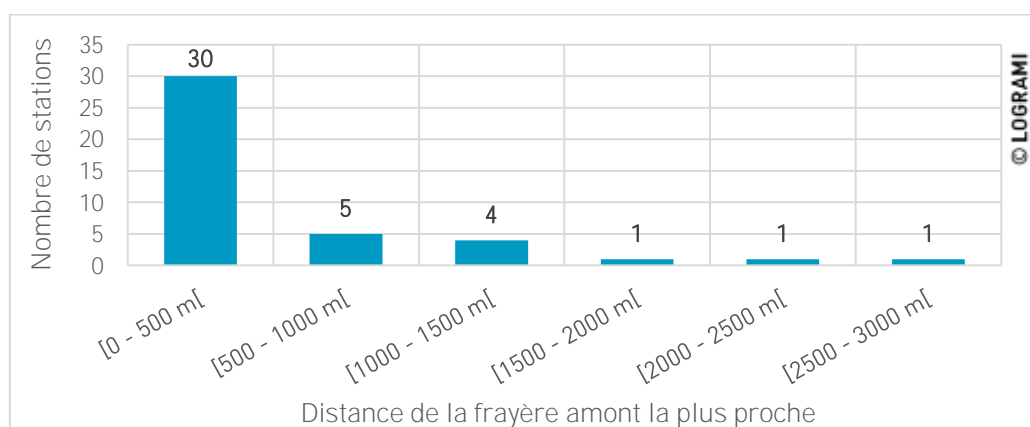
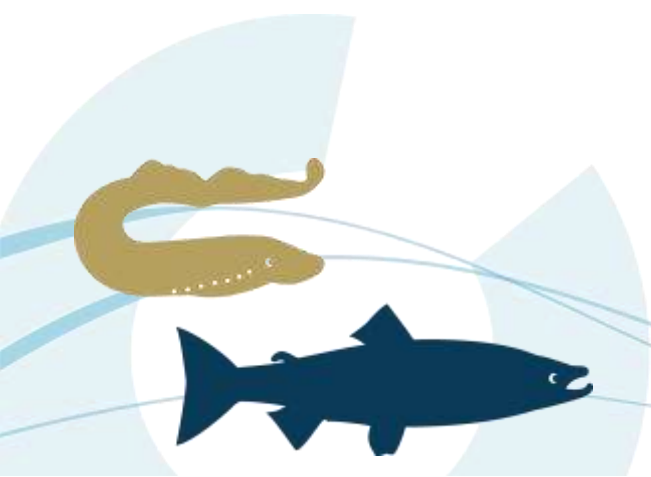


Figure 256 : Répartition des habitats à juvéniles de lamproie marine échantillonnés en 2019 par rapport aux zones potentielles de fraie du bassin de la Vienne

Les habitats échantillonnés présentent des caractéristiques de faciès et d'ambiance différentes. Ces critères ont permis de déterminer si ces habitats sont optimaux pour les ammocètes : 35 sites échantillonnés correspondent à des habitats de type I (optimaux) et 7 à des habitats de type II (sub-optimaux).



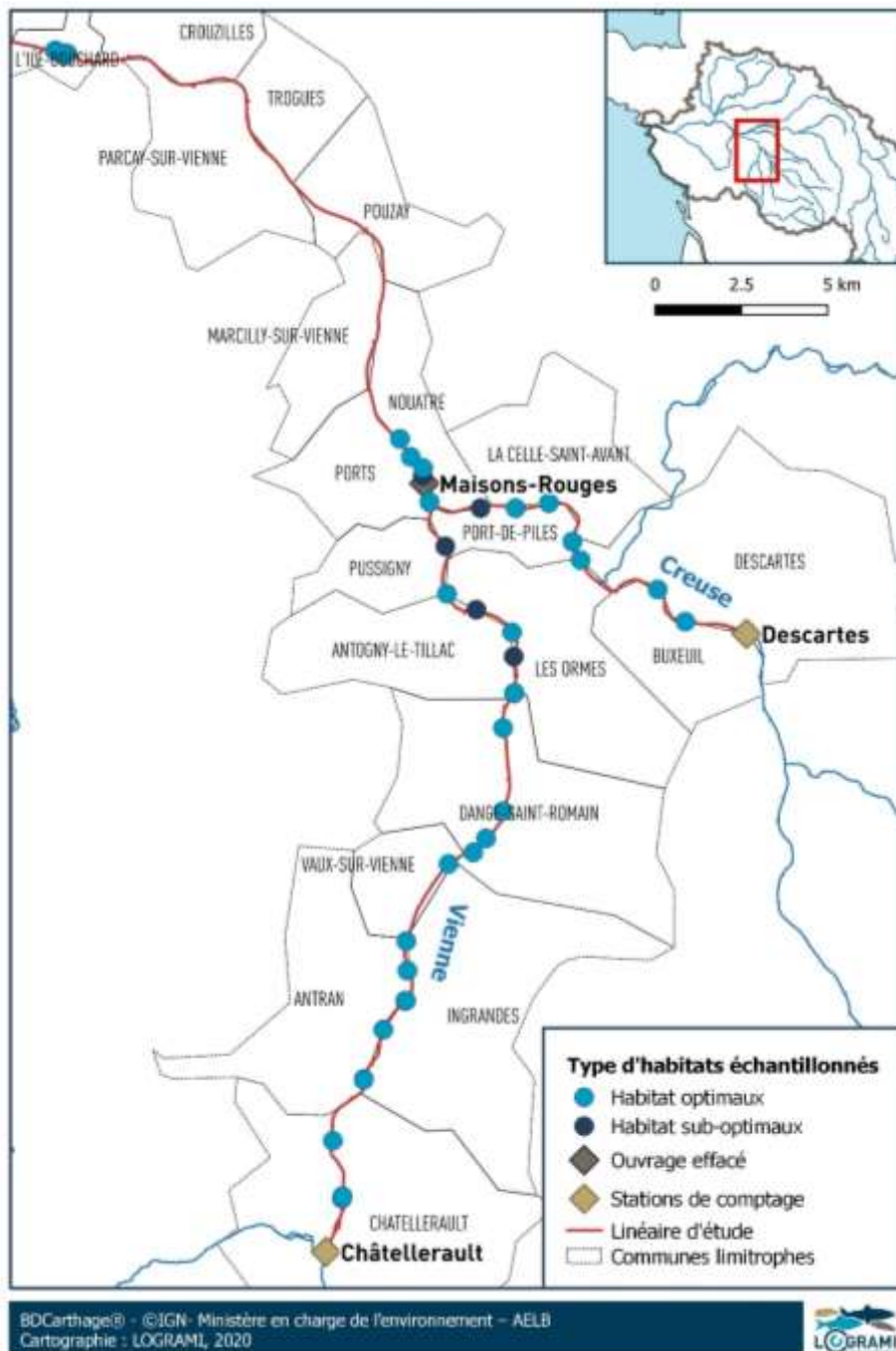


Figure 257 : Répartition des habitats à juvéniles de lamproie marine échantillonnés en 2019 sur le bassin de la Vienne

La campagne de pêche électrique s'est déroulée sur 7 jours répartis du 5 au 17 septembre 2019. Les débits de la Vienne durant la période de pêche ont varié. Ils furent en moyenne, à Ingrandes-sur-Vienne, de  $32 \pm 1 \text{ m}^3/\text{s}$  les 5 et 6 septembre et de  $19 \pm 1 \text{ m}^3/\text{s}$  du 9 au 12 septembre. Cette variation est due à un soutien d'étiage effectué pour la centrale nucléaire de Civaux. Sur la Creuse, les débits furent très faibles :  $6 \text{ m}^3/\text{s}$  à Leugny le 17 septembre (source : SPC VCA – Centre de Poitiers /HYDRO-MEDD/DE). Ces variations n'ont pas empêché le bon déroulement de l'opération, l'ensemble des secteurs prévu a pu être parcouru et échantillonné. Ces débits sont inférieurs à ceux de référence du mois de septembre ( $44 \text{ m}^3/\text{s}$  calculé sur 103 ans à Ingrandes-sur-Vienne et  $24 \text{ m}^3/\text{s}$  sur 57 ans) (origine des données : SPC VCA – Centre de Poitiers / HYDRO-MEDDE/DE).



## 6.4.2.2 Biométrie des ammocètes

### Identification

Un total de 217 lamproies a été échantillonné, dont 212 *Petromyzon marinus* et 5 *Lampetra sp.* (Figure 258). Ces dernières ont été capturées sur les communes de Châtellerault, Ports-Sur-Vienne et Nouâtre. 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 258 : Illustration de la différenciation *Lampetra* (haut) et *Petromyzon* (bas) par la pigmentation de la caudale

Parmi les 212 ammocètes de lamproie marine échantillonnées, 10 individus (5 %) 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. Les résultats de densité sont compris entre 0,0 et 10,8 ind/m<sup>2</sup>, avec une moyenne de 2,9 +/- 3,1 ind/m<sup>2</sup>. 9 sites échantillonnés ont une densité de 0 ind/m<sup>2</sup> (soit 21 % des stations). Ces derniers sont répartis sur l'ensemble du réseau suivi et ne peuvent pas être attribués à un secteur précis. Les sites échantillonnés à l'aval de la confluence Vienne – Creuse présentent les densités les plus importantes. Cela peut s'expliquer par la présence de zones de dépôts plus importantes et donc d'un habitat de meilleure qualité, et par une reproduction active constatée chaque année sur ce secteur (Figure 259).

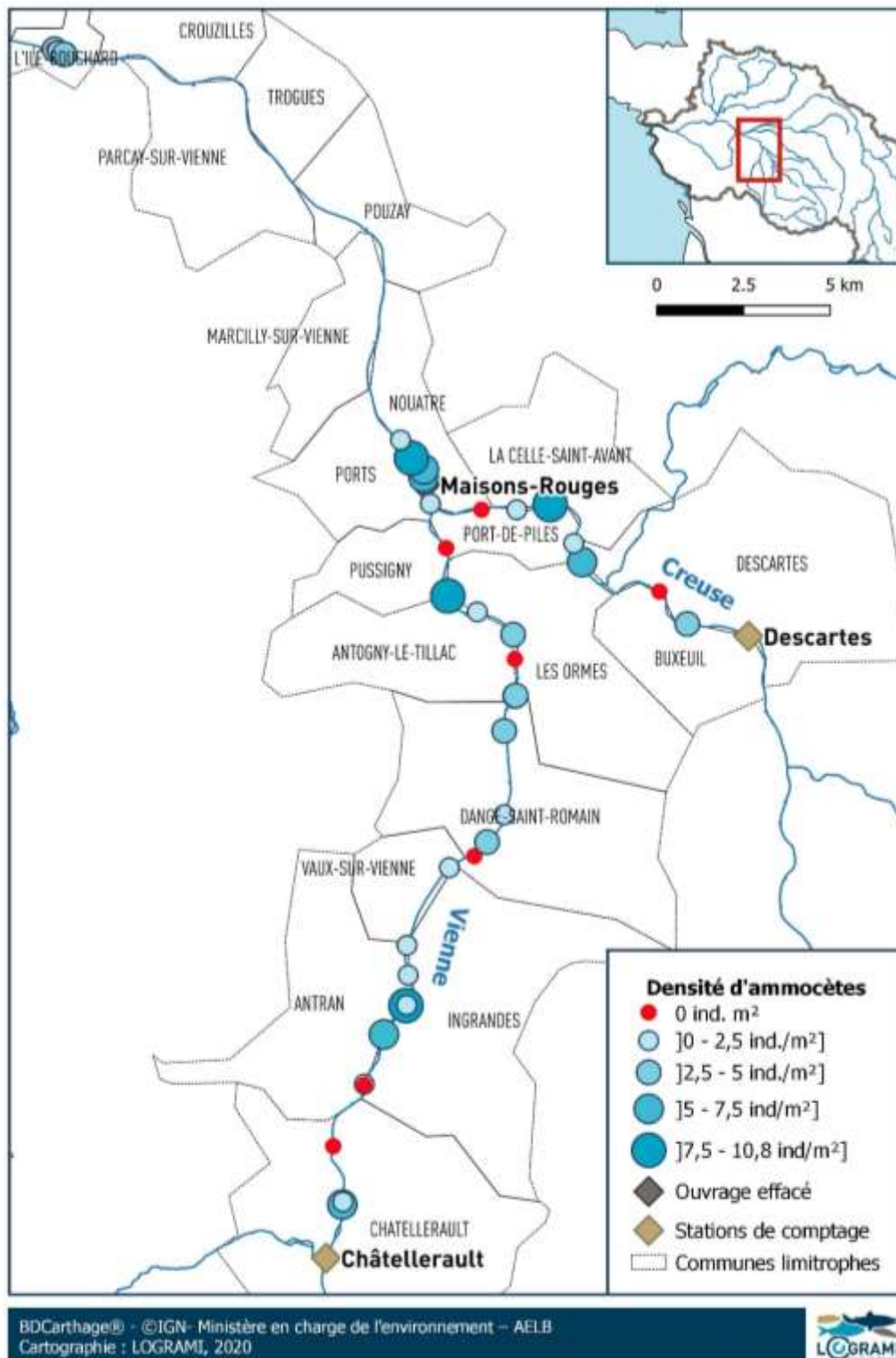


Figure 259 : Localisation des densités d'ammocètes échantillonnées en 2019 sur le bassin de la Vienne

Sur la Vienne, la densité sur les habitats de type I dits optimaux est supérieure ( $3,0 \pm 3,0$  ind/m<sup>2</sup>) à celle observée sur les habitats de type II dits sub-optimaux ( $2,0 \pm 2,6$  ind/m<sup>2</sup>). Ce constat est similaire aux résultats rencontrés dans la bibliographie (HARVEY et COWX, 2003) qui montre en général un

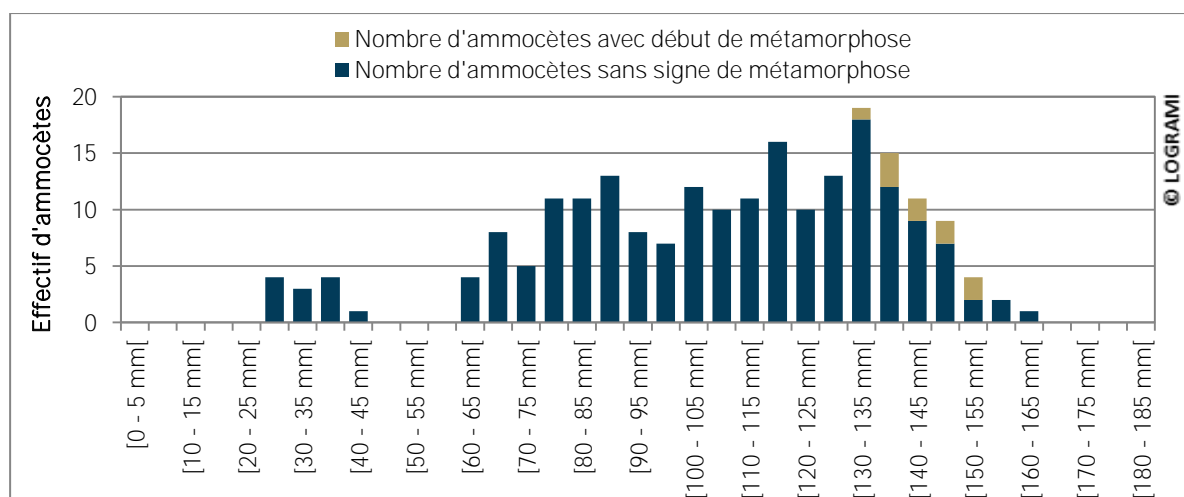
préférendum des ammocètes pour les habitats optimaux. Sur la Creuse, une seule station avec un habitat sub-optimal a été échantillonnée, la comparaison ne peut donc pas être faite. (Tableau 32).

**Tableau 32 : Récapitulatif des résultats d'échantillonnage de juvéniles de lamproie marine par rivière et type d'habitats en 2019 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	6	1
Nombre moyen d'ammocètes	5 +/- 5	3 +/- 4	7 +/- 9	0
Densité moyenne CS (ind/m <sup>2</sup> )	3,0 +/- 3,0	2,0 +/- 2,6	3,9 +/- 4,3	0

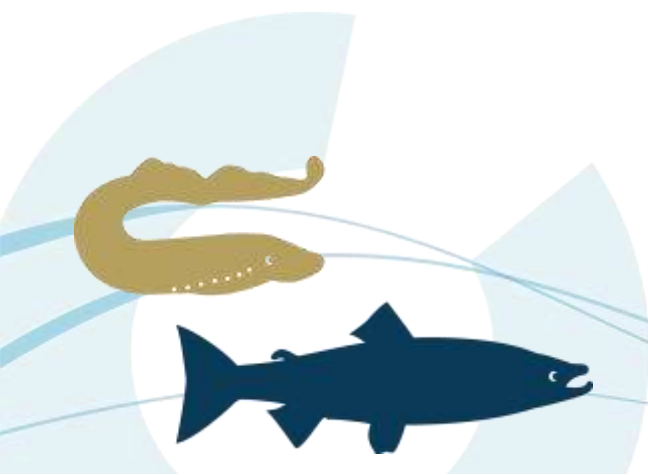
### Structure démographique

Les tailles des ammocètes varient de 26 à 164 mm. La taille moyenne des individus est de 107 mm (+/- 30). Les 10 lamproies présentant des caractéristiques de métamorphose ont une taille moyenne de 142 mm (+/- 6). Plusieurs classes d'âge ayant été capturées, la distribution ne suit pas une loi normale (Figure 260).



**Figure 260 : Distribution par classes de taille des larves de lamproies marines échantillonnées en 2019 (n=212)**

La majorité des lamproies mesure entre 100 et 140 mm (55 % de l'effectif). La classe de taille [130-135 mm] est la plus représentée avec 19 individus soit 9 % de l'échantillonnage. Avec 12 individus, les plus petites lamproies ne représentent que 6 % 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 261).



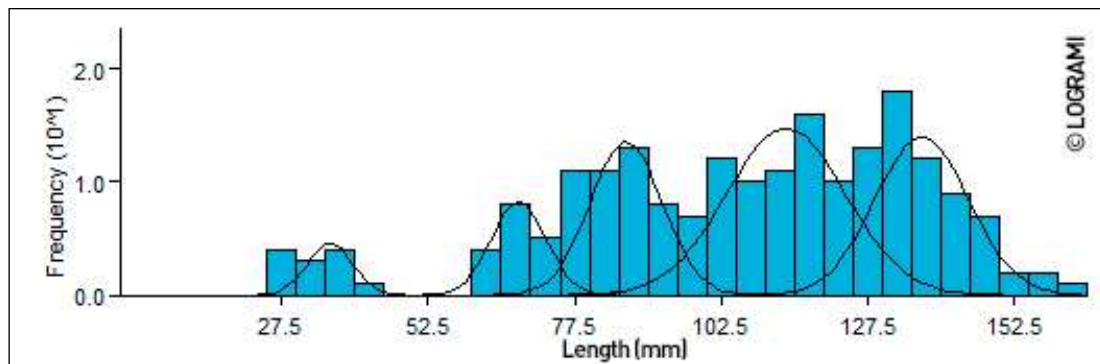


Figure 261 : Décomposition de la distribution de classes de tailles des ammocètes échantillonnées en 2019 sur le bassin de la Vienne suivant la méthode de BHATTACHARYA (1967) (n=212) (Sources : LOGRAMI et FISATII)

En 2019, cinq classes d'âges ressortent avec cette méthode graphique. 4 % de l'effectif échantillonné serait donc né dans l'année 2019 (0+), 9 % né en 2018 (1+) et 21 % né en 2017. Les cohortes de 3+ et 4+ sont les plus représentées avec 37 % et 28 % de l'effectif échantillonné. Ces ammocètes sont issues respectivement des reproductions des années 2016 et 2015.

Les années précédentes, cinq classes d'âges avaient aussi pu être identifiées (hormis en 2016 où seulement 4 classes d'âge se distinguaient).

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 statolithes 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

Depuis 2014, un total de 1 914 lamproies marines a été échantillonné. L'effort d'échantillonnage de 2019 est plus faible que lors des études 2017 et 2018 (respectivement 58 et 47 stations ont été échantillonnées) mais reste supérieur aux années antérieures (16, 22 et 43 sites ont été prospectés en 2014, 2015 et 2016). La densité moyenne des années précédentes est de 4,3 ind./m<sup>2</sup> (+/- 2,8), elle est supérieure à celle de 2019 (moyenne de 2,9 ind./m<sup>2</sup> +/- 3,1) (Figure 262).

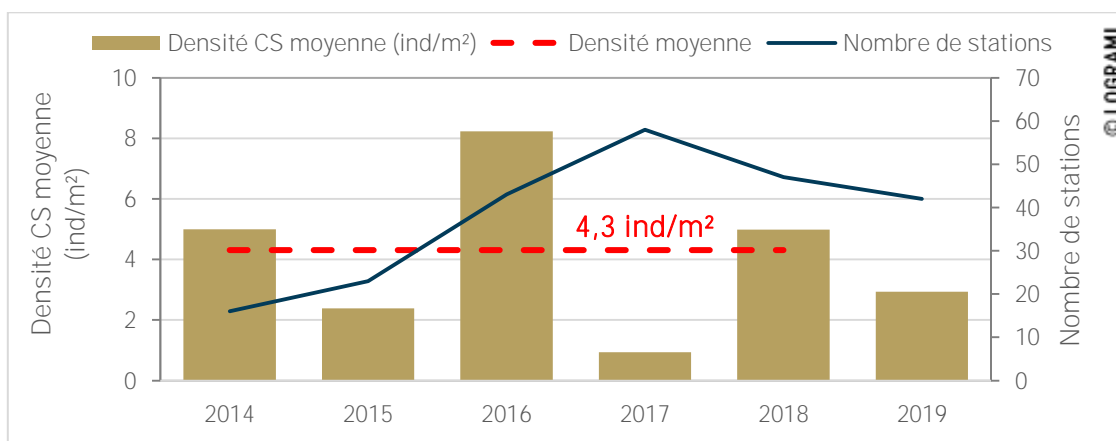


Figure 262 : Evolution de l'effort d'échantillonnage et de la densité d'ammocètes sur le bassin de la Vienne depuis 2014

Par ailleurs, 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 263).

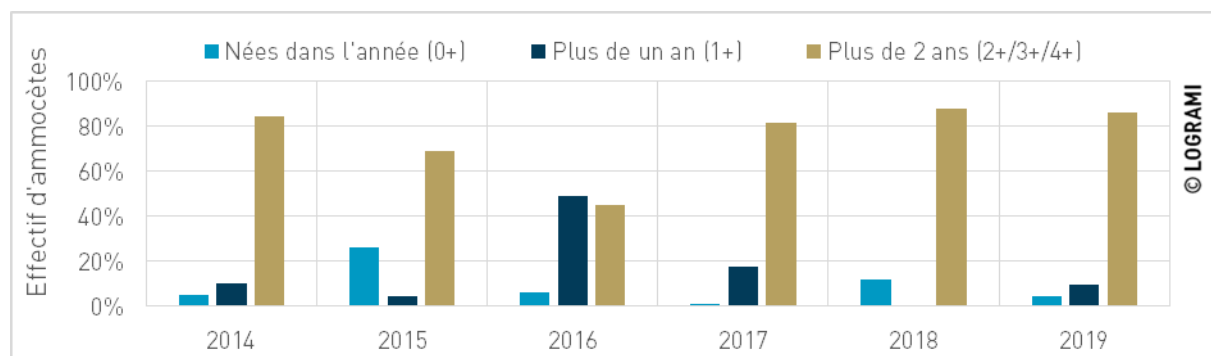


Figure 263 : Effectifs d'ammocètes de 2014 à 2019 par année d'échantillonnage sur le bassin de la Vienne (estimation par la méthode de BHATTACHARYA (1967))

L'absence d'ammocètes nées dans l'année (0+), constatée en 2017 a été confirmée en 2018, avec l'absence de 1+. La méthode graphique de Bhattacharya estime, cependant, que 21 % de l'effectif échantillonné en 2019 serait issu de cette reproduction (2+). Ce résultat est incohérent avec ceux des deux années précédentes et montre le manque de fiabilité de cette méthode d'estimation pour les classes d'âges supérieures à 1 an.

Les ammocètes nées en 2014 et 2016 sont 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 d'un an en 2015 et 18 % en 2017). De même, les individus nés en 2018 ont été retrouvés en faible effectif l'année suivante (9 % d'individus de plus de 1 an en 2019).

À l'inverse les résultats de la reproduction de 2015 semblent plutôt positifs (26 % de l'effectif de 2015, 49 % de celui de 2016). Ce bon recrutement n'a pas été renouvelé les années suivantes. L'analyse des tailles des ammocètes échantillonnées confirme ce résultat. Depuis 2016, la taille médiane des individus augmente : elle passe de 68 mm en 2016 à 113 mm en 2019. Cela indique un vieillissement de la population d'ammocètes du bassin de la Vienne dû à un faible renouvellement des plus jeunes stades. Ce non-renouvellement peut-être mis directement en relation avec la diminution du nombre de



géniteurs comptabilisés aux stations de comptage et plus généralement fréquentant le bassin de la Vienne.

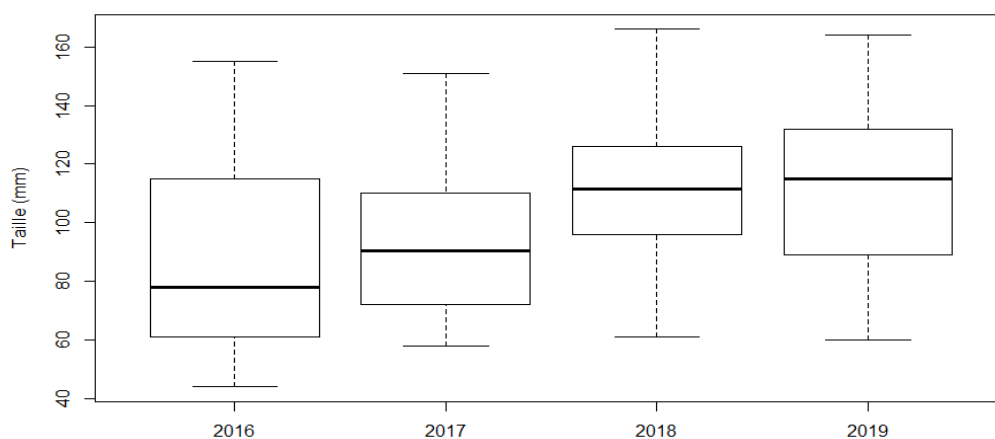


Figure 264 : Distribution des tailles d'ammocètes échantillonnées de 2016 à 2019 sur le bassin de la Vienne (n=1 497)

#### 6.4.2.4 Indication sur la fréquentation des frayères

L'ensemble des résultats ne peut pas être mis en relation avec la fréquentation annuelle des frayères à proximité des zones échantillonnées. Cette fréquentation par les géniteurs n'est en effet pas connue à l'aval du bassin. Néanmoins, la présence de 0+ donne une indication sur la reproduction de l'année. Les ammocètes restent en effet à proximité de leurs lieux de naissance durant plusieurs mois. En 2019, des 0+ ont été retrouvées à l'aval de seulement trois frayères. Malgré des effectifs de géniteurs de lamproies très faibles, de la reproduction active a donc eu lieu sur au moins trois communes : Ingrandes-sur-Vienne, Nouâtre et l'île Bouchard. Les données groupées des quatre dernières années montrent la présence de 0+ à proximité de la majorité des frayères connues sur le secteur d'étude et confirme donc leur potentialité (Figure 265).

A l'inverse, l'absence de 0+ ne permet pas d'indiquer qu'il n'y a pas eu de reproduction. Les sites d'échantillonnage sont parfois très réduits par rapport à l'habitat disponible et ne sont donc pas totalement représentatifs d'un secteur précis.

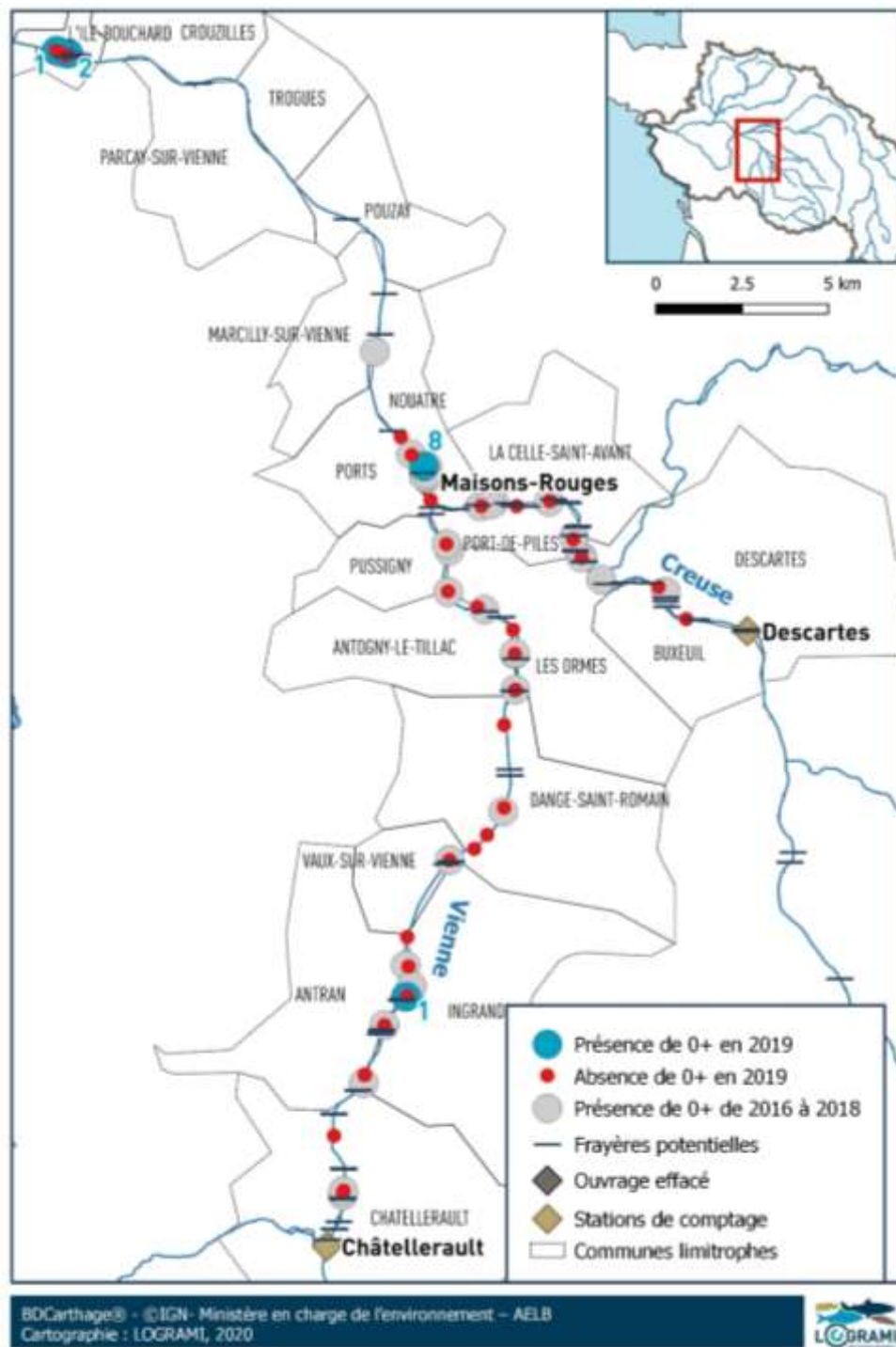
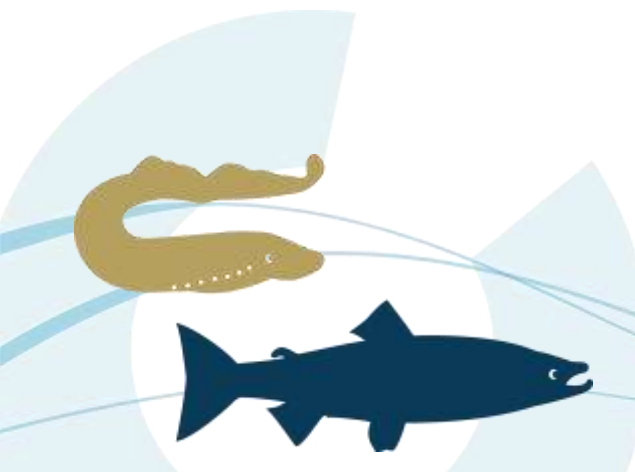


Figure 265 : Carte de localisation des ammocètes 0+ échantillonnées en 2019 et de 2016 à 2018 sur le bassin de la Vienne



## 6.5. 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 atlantiques, pour les anguilles jaunes ainsi que pour les juvéniles de lamproies marines.

Concernant le saumon atlantique, l'année 2019 est atypique. La proportion de saumons de 3 ans de mer est en effet majoritaire aux différentes stations de comptage d'entrée d'axe. Ainsi, elle représente 62 % de l'effectif comptabilisé à Descartes sur la Creuse, 58 % à Decize sur la Loire et 64 % à Vichy sur l'Allier. Bien qu'une forte variabilité des représentations des classes d'âge soit visible sur l'ensemble de la série chronologique, les 2 ans de mer sont habituellement majoritaires (de 1997 à 2018, la proportion d'individus de 2 étés représente 58 % des individus à Vichy, et de 2007 à 2018, 79 % à Descartes). Il semblerait que les températures printanières rapidement élevées en 2019 aient freiné considérablement la remontée des 2 ans de mer. A noter qu'aux stations de Langeac et de Poutès, sur le haut Allier, les saumons de 2 étés sont majoritaires (respectivement 65 % et 62 % de l'effectif annuel). Le déficit des 3 ans de mer sur ces deux sites est cependant un constat régulier pour partie lié aux difficultés de franchissement que rencontrent les plus gros poissons de 3 ans. Ce résultat questionne sur le devenir des saumons de 3 étés à l'aval de Langeac.

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. Cependant, depuis trois ans, le nombre de saumons d'un an de mer est très réduit (un seul individu en 2019). Les fortes températures rencontrées ces dernières années dès le mois de juin ont pu inhiber leur migration. Auparavant, de 2007 à 2016, en moyenne 13 (+/- 9) saumons d'un an de mer remontaient la Creuse chaque année.

Considérant l'année de dévalaison quelques soient les sites (Descartes ou Vichy), il apparaît nettement que les années 2009, 2010 et 2013 sont les plus productives en retour de géniteurs. Sur la série chronologique de Vichy, l'année de dévalaison 2001 est l'année qui a montré le plus de retours. 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.

Ces résultats soulignent que les conditions rencontrées par les saumons lors de la dévalaison semblent conditionner de façon notable les quantités de poissons issus d'un même historique de dévalaison quel que soit leur âge de retour.

Bien qu'incomplets, les retours de la dévalaison de 2017 sont très faibles. Les conditions hydrologiques lors de la dévalaison en 2017, mais aussi lors de la montaison printanière des 2 ans de mer en 2019, étaient très faibles. Ces conditions défavorables expliquent en partie les faibles effectifs comptabilisés en 2019.





Les mesures sanitaires effectuées sur les saumons lors d'opérations de piégeage apportent des informations complémentaires sur l'état de santé de la population à Vichy. Depuis plusieurs années, des signes alarmants de dégradation de l'état sanitaire sont soulignés par le CNSS. Les mesures effectuées en 2019 conjointement entre deux structures permettent d'obtenir un échantillon plus important mais interpelle sur la variabilité des proportions de classes sanitaires entre opérateurs. Au-delà de ce constat, l'extrapolation à l'ensemble de la population nous alarme cependant sur la proportion importante (36,5%) des poissons en situation d'état sanitaire très dégradé en 2019.

L'étude de la structure démographique de l'anguille sur la Vienne à Châtellerault montre que la majorité des individus migrants sont des anguilles en phase de croissance (2 à 6 étés continentaux suivant les individus). La taille médiane de l'effectif de l'année est la plus faible depuis le début du suivi en 2004 (26 cm). Ces résultats confirment ceux de 2018, et s'expliquent par un bon recrutement les années antérieures sur la Loire.

L'échantillonnage par pêche électrique des juvéniles de lamproies marines à l'aval des stations de comptages du bassin de la Vienne a permis, en 2019, d'échantillonner 212 lamproies marines. Ces individus ont été capturés sur des habitats diversifiés. Les densités sont comprises entre 0 et 11 ind./m<sup>2</sup>, (avec une moyenne de 3 +/- 3 ind/m<sup>2</sup>). La densité moyenne est inférieure à celle des années antérieures (4 ind/m<sup>2</sup>), témoignant d'un faible renouvellement de l'espèce sur le bassin ces dernières années. Ce constat est confirmé par l'analyse de la taille des ammocètes : de 2016 à 2019 la taille médiane de l'échantillon est passée de 68 mm à 113 mm. Cette augmentation indique, en l'absence de recrutement, un vieillissement de la population.

La détermination de l'âge des ammocètes 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. Elle renseigne aussi sur la présence de reproduction sur certains secteurs non suivis au printemps. Ainsi en 2019, plusieurs ammocètes de l'année ont été retrouvées sur l'aval du bassin, notamment sur le site de l'ancien barrage de maisons rouges. Malgré des effectifs de géniteurs très faibles (20 individus comptabilisés en amont aux stations de comptage), quelques lamproies ont donc réussi à se reproduire.

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.



# 7. Evolution de la colonisation du silure

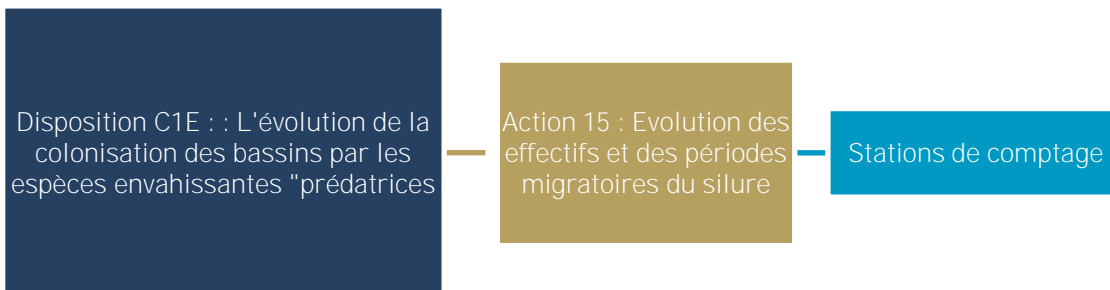


Figure 266 : Dendrogramme des actions menées dans le cadre de l'orientation C1E : L'évolution de la colonisation des bassins par les espèces « envahissantes prédatrices » (Source LOGRAMI)

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 267). 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.

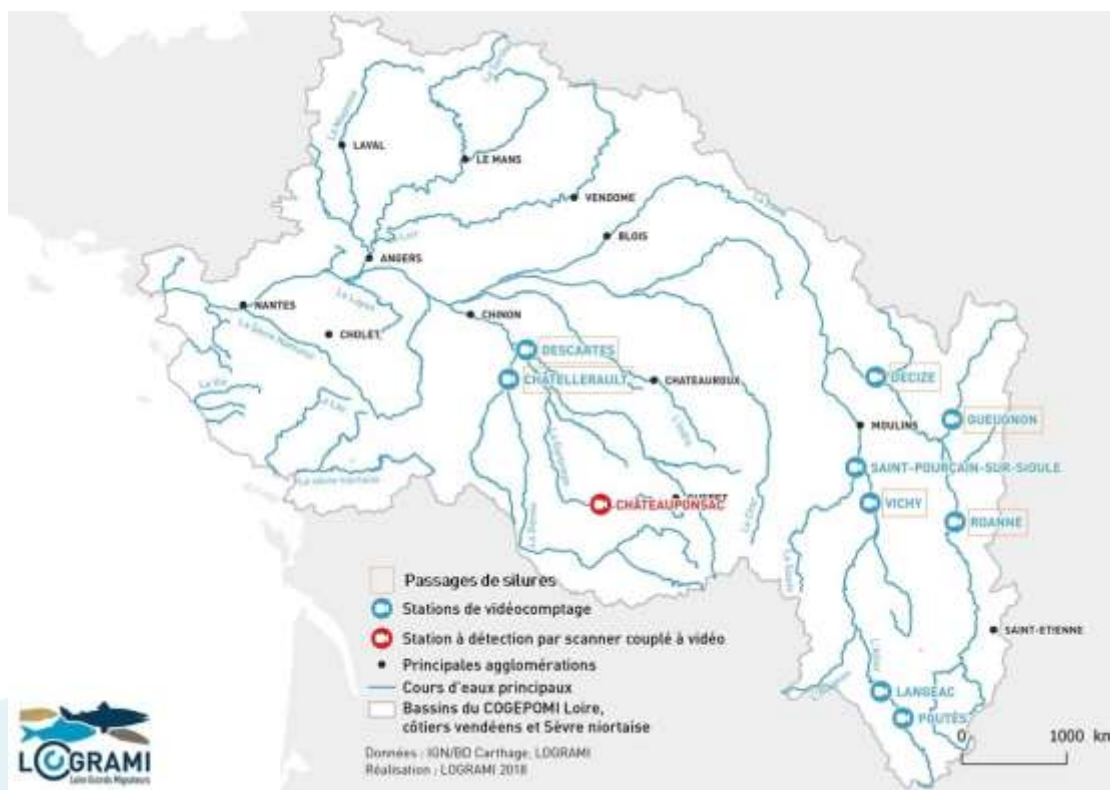


Figure 267 : Stations de comptage du bassin de la Loire permettant le comptage des passages de silures (Sources LOGRAMI)

## 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 2019, les effectifs de silures comptabilisés sur l'ensemble des stations de comptage totalisent 604 individus (Figure 268). La moyenne interannuelle des passages de silures sur l'ensemble des stations de comptage du bassin de la Loire entre 2012 (début de la mise en service de la station de Roanne) et 2018 est de 704 individus (+/- 226).

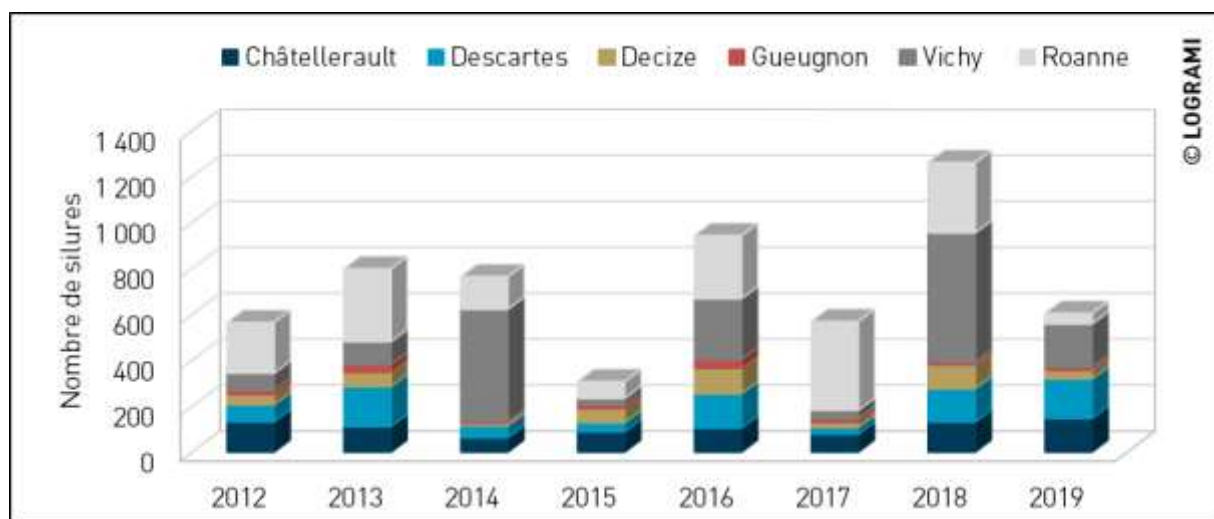


Figure 268 : Effectifs de silures cumulés sur l'ensemble des stations de comptage du bassin de la Loire depuis 2012

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 (33 %) et de Vichy sur l'Allier (30 %) (Figure 269). Sur le bassin de la Vienne, nous observons une répartition quasi-équivalente entre les deux axes : 13 % Creuse et 14 % Vienne. 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 l'amont de l'Allier et St Pourçain sur Sioule sur l'aval de la Sioule.

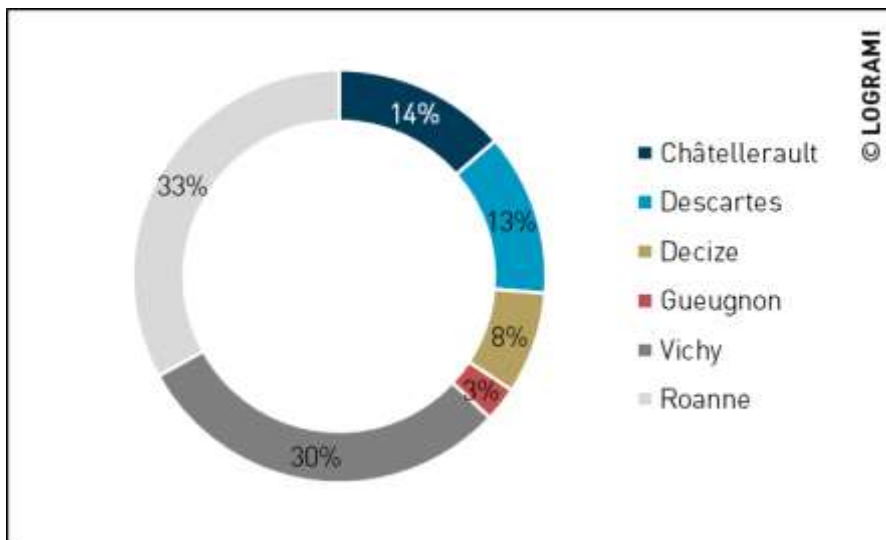


Figure 269 : Répartition des effectifs moyens de silures aux stations de comptage du bassin de la Loire entre 2012 et 2017

L'année 2019 est atypique en termes de répartition des effectifs avec une majorité des silures comptabilisés à Vichy (31 %), à Descartes (28 %) et à Châtelleraut (24 %). Très peu d'individus sont comptabilisés cette année à la station de Roanne avec 8 % contre 33 % +/- 13 les années précédentes. Les autres sites montrent des proportions dans la moyenne des années d'observation.

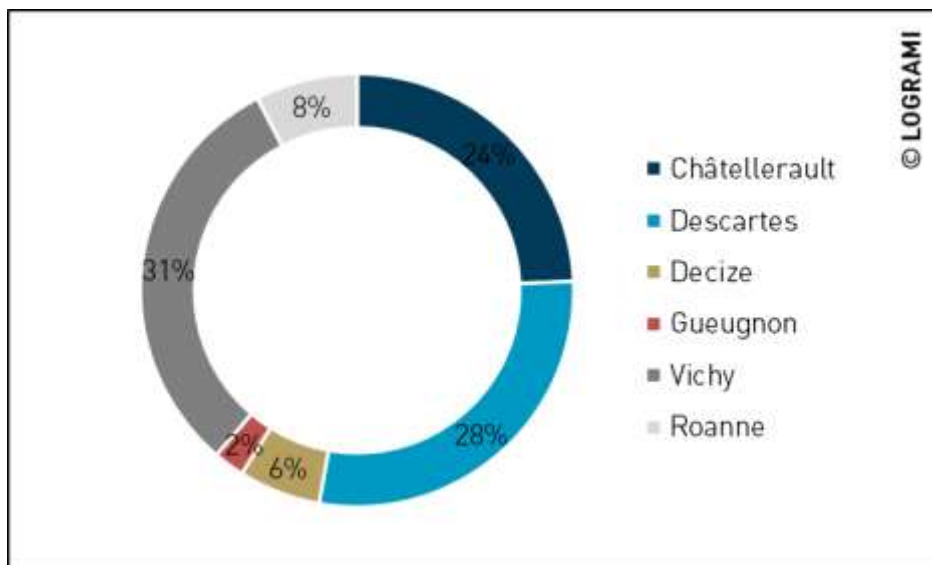
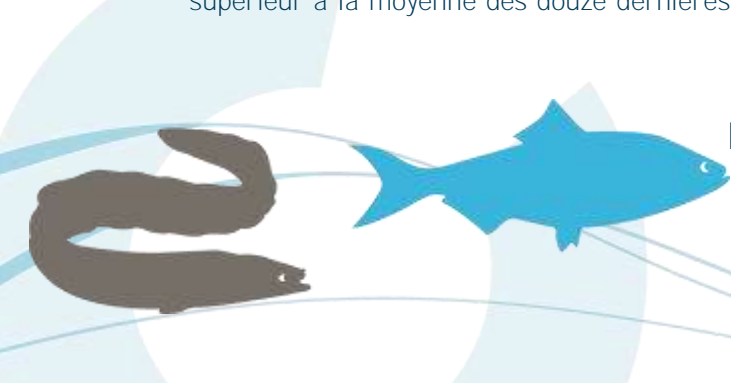


Figure 270 : Répartition des effectifs de silures aux stations de comptage du bassin de la Loire en 2019

## 7.1.2. Evolutions des effectifs de silures par site

### 7.1.2.1 Descartes

Au barrage de Descartes sur la Creuse, 172 silures ont été comptabilisés en 2019. Cet effectif est supérieur à la moyenne des douze dernières années (79 individus +/- 52). 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 271).

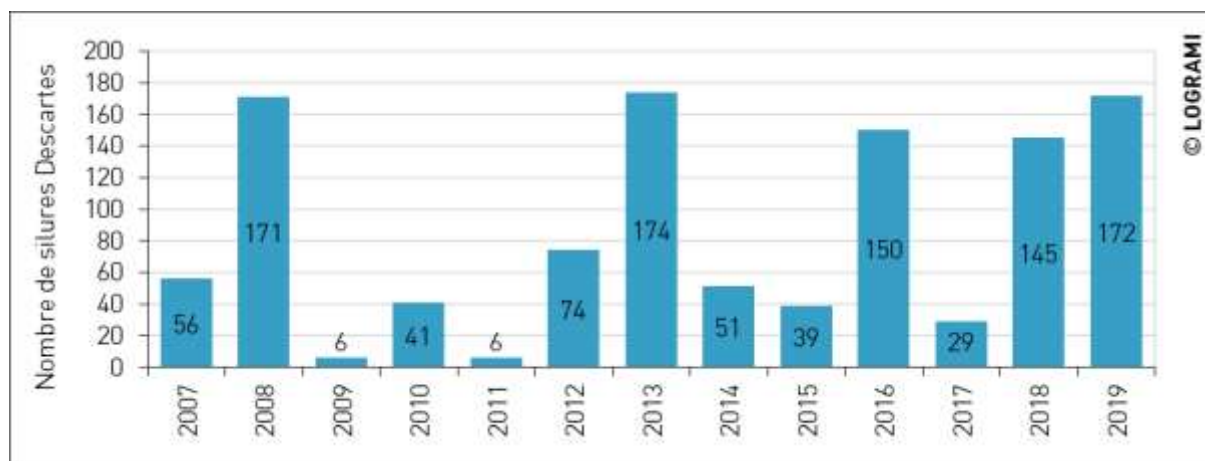


Figure 271 : Bilan des passages de silures à la station de comptage de Descartes depuis 2007

### 7.1.2.2 Châtelleraut

Sur la Vienne, 147 silures ont franchi le barrage de Châtelleraut en 2019. C'est le plus fort effectif enregistré depuis le début du suivi de la station de comptage en 2004. Depuis 2012, nous observons une augmentation du nombre de passages de silures (période 2004-2011 = 60 +/- 36 ; période 2012-2018 = 101 +/- 21 ; Mann Whitney : p-value 0,04 ; alpha 0,05). L'effectif comptabilisé en 2019 est supérieur à la moyenne des sept dernières années (2012-2018) (Figure 272).

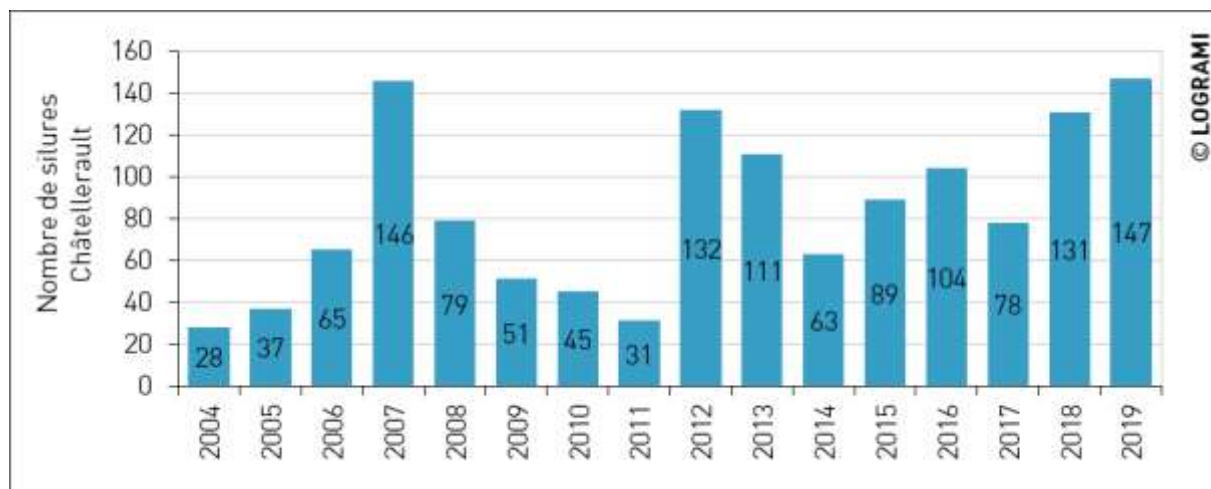


Figure 272 : Bilan des passages de silures à la station de comptage de Châtelleraut depuis 2004

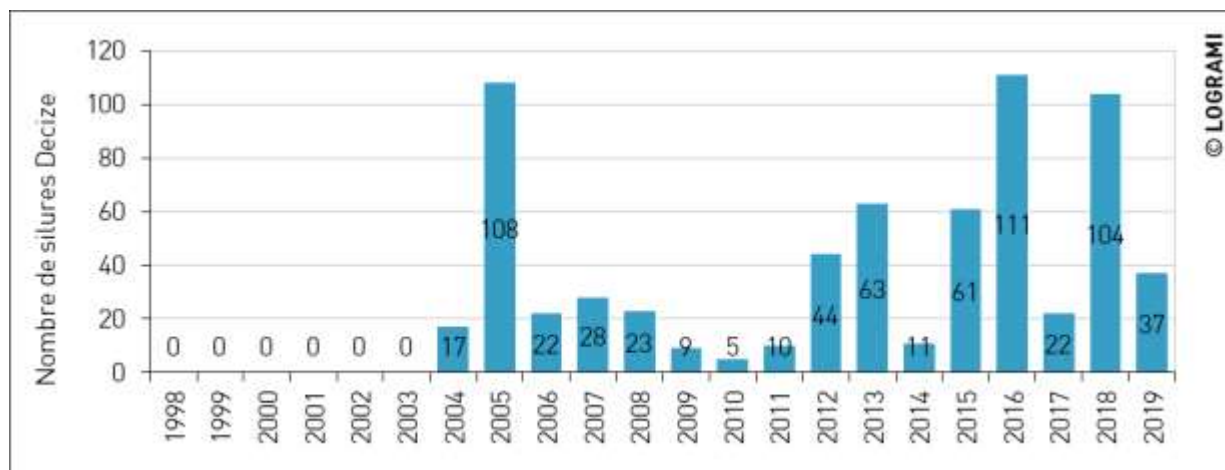
### 7.1.2.3 Decize

Au barrage de Decize sur la Loire amont, 37 silures ont été comptabilisés en 2019. Depuis le comptage exhaustif annuel des individus débuté en 2009, en moyenne 44 poissons ont été contrôlés (+/- 33) (Figure 273). Ces effectifs sont très supérieurs à la moyenne interannuelle calculée sur la période 1998-2008 (18 individus +/- 20).



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 Châtellerault depuis 2012, nous observons une augmentation du nombre de passages de silures à Decize (période 1998-2011 = 16 +/- 27 ; période 2012-2018 = 57 +/- 34 ; Mann Whitney : p-value 0,0073 ; alpha 0,05).



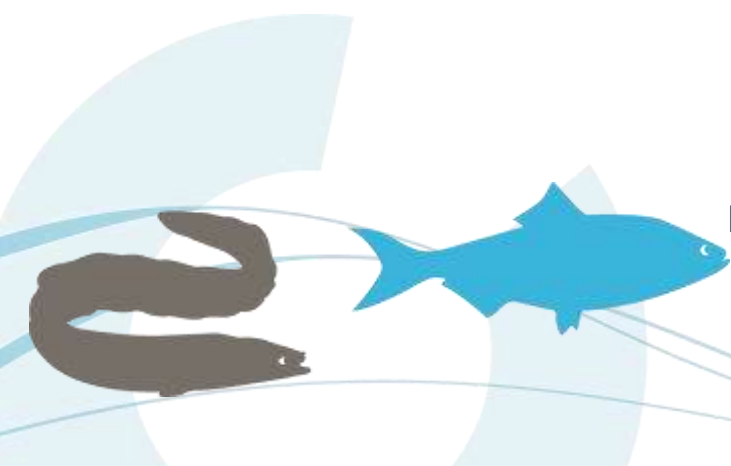
\* Les moyens mis en œuvre jusqu'en 2008 à la station de Decize (station de comptage à visualisation par le dessus) ne permettaient pas d'avoir un comptage exhaustif des individus sur l'ensemble de la saison de migration. En effet, ces suivis n'étaient pas réalisés sur toute l'année, mais uniquement 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 273 : Bilan des passages de silures à la station de comptage de Decize depuis 1998

#### 7.1.2.4 Gueugnon

Les résultats du suivi de la station de comptage depuis 2006 mettent en avant un faible contingent de silures comptabilisé sur le bassin de l'Arroux. Entre 2006 et 2018, 146 individus ont franchi la station de comptage (moyenne de 11 poissons +/- 12) (Figure 274). Les effectifs sont plus conséquents depuis 2012. En 2019, 14 silures ont été comptabilisés à Gueugnon. Ces faibles effectifs obtenus depuis 2006 mettent en évidence un désintérêt des silures pour cet axe.



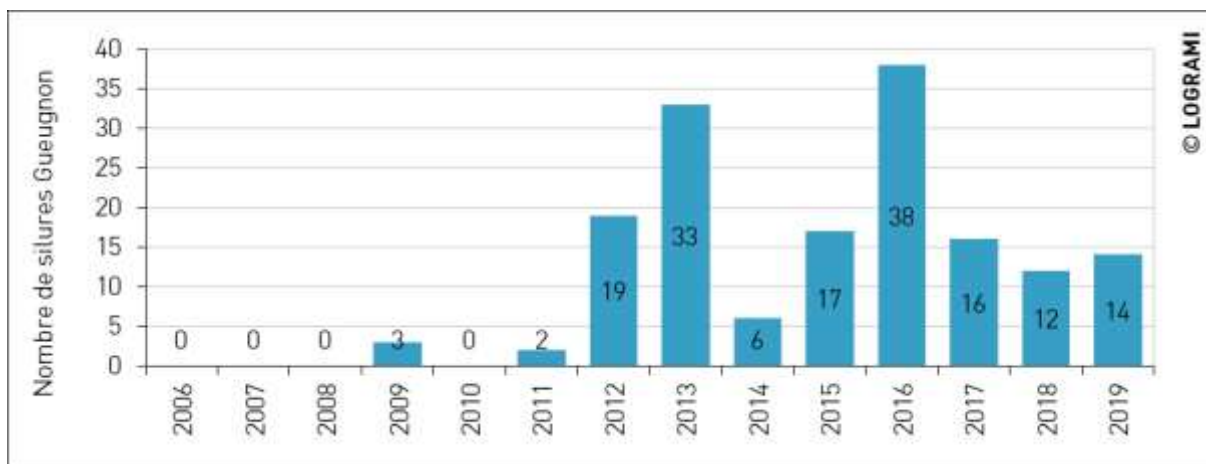


Figure 274 : Bilan des passages de silures à la station de comptage de Gueugnon depuis 2006

### 7.1.2.5 Vichy

A la station de comptage de Vichy sur l'Allier en 2019, 188 silures ont été comptabilisées (Figure 275). Cet effectif est supérieur à la moyenne interannuelle calculée depuis l'ouverture de la passe de la station de comptage en 1997 (131 individus +/- 131). En 2009, 2014 et 2018, l'effectif annuel avoisine les 500 individus comptabilisés. 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.

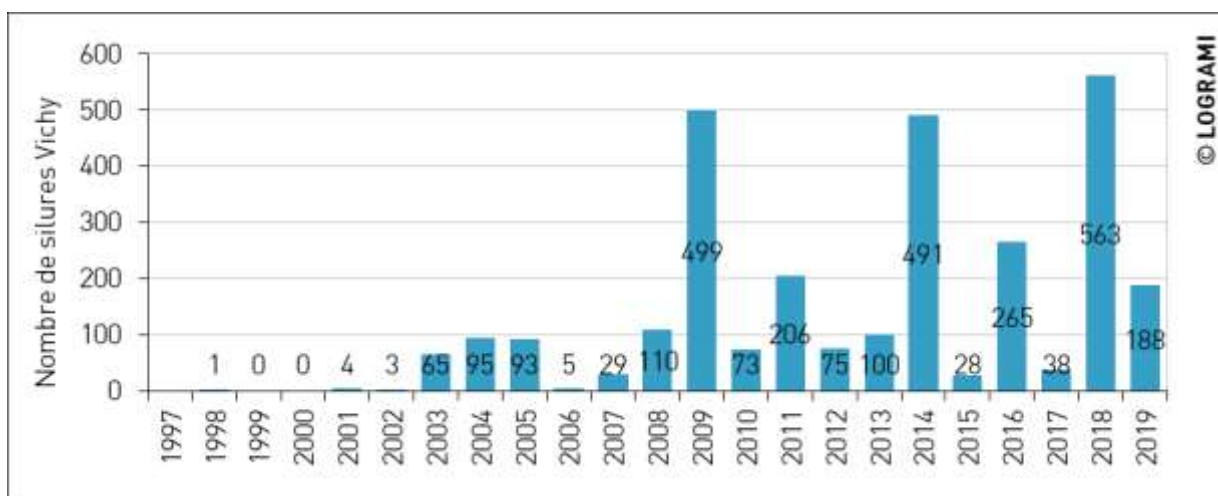


Figure 275 : Bilan des passages de silures à la station de comptage de Vichy depuis 1997

### 7.1.2.6 Roanne

Au barrage de Roanne sur la Loire amont, 46 silures ont été comptabilisés en 2019. C'est l'année qui comptabilise le plus faible nombre de passages depuis l'ouverture de la station en 2012.

La moyenne interannuelle des effectifs comptabilisés est de 246 individus (+/- 95) (Figure 276). En moyenne, sur la série de données, cette station enregistre tout de même le plus grand nombre de passages de silures sur le bassin de la Loire depuis son ouverture en 2012.



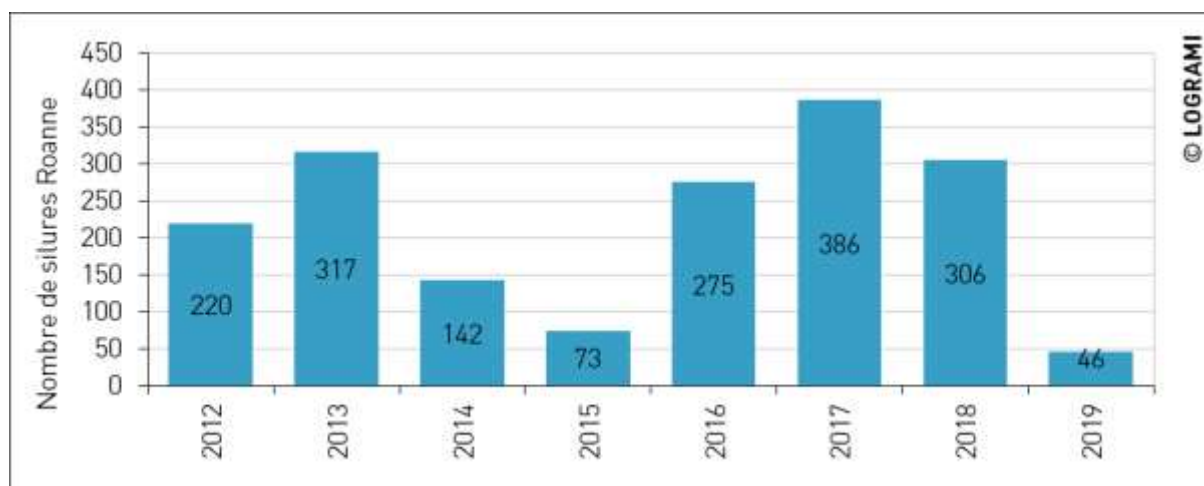


Figure 276 : Bilan des passages de silures à la station de comptage de Roanne depuis 2012

## 7.2. Amplitude de migration aux stations de comptage

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 277) début mai. La période de migration est très proche sur ces trois stations de comptage. 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.



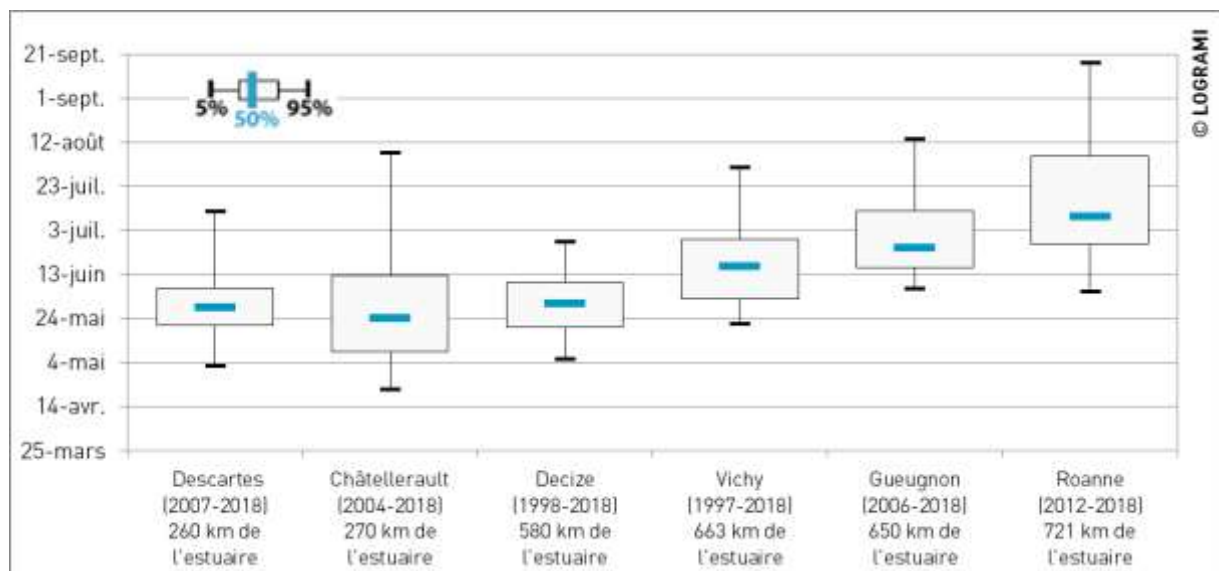


Figure 277 : Comparaison des périodes de passages des silures aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire en moyenne sur chaque site depuis la mise en place des stations

En 2019, 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 Châtelleraut est précoce.

A 50 % de migration, les décalages temporels entre 2019 et les données antécédentes représentent + 8 jours pour la station de Châtelleraut et - 19 jours pour celle de Decize (Figure 278).

L'amplitude de migration pour 90 % des passages en 2019 est moins importante que celle des années antécédentes pour Descartes (48 jours), Châtelleraut (84 jours) et Vichy (66 jours). A contrario, cette amplitude de migration est plus importante en 2019 pour les stations de Decize (150 jours) et Roanne (141 jours).

Au cours de la saison 2019, 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 2019 (14 individus).

Contrairement aux autres stations du bassin, la station de Roanne présente une migration automnale. En 2019, cette dernière représente 26 % de la migration (soit 12 individus sur 46 comptabilisés). Des dévalaisons sont également constatées aux mois d'août et septembre (16 individus).

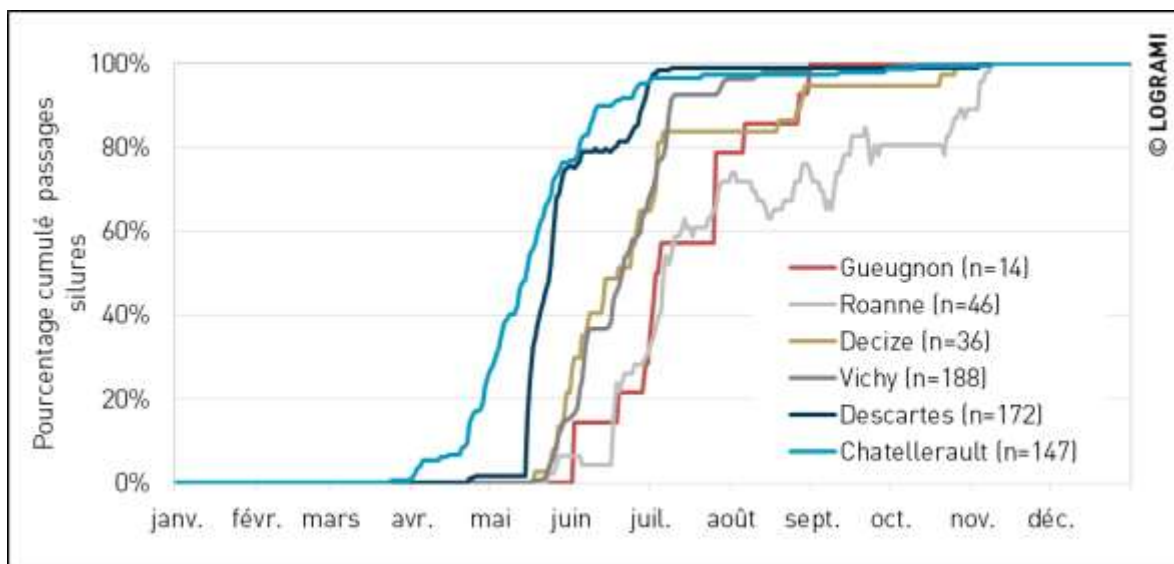


Figure 278 : Comparaison des rythmes de migration des silures aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire en 2019

## 7.2.1. Comportement nycthéral de migration aux stations de comptage

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 compilés pour décrire les migrations nycthérales du silure.

La migration des silures est souvent décrite comme nocturne dans la littérature (KEITH et al. 2011). Mais depuis le début des suivis, seulement 74 % 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 entre 0-3 h UTC, ils avoisinent les 11 % par heure. Un pic d'activité est observé pour la tranche horaire 0-1 h UTC durant laquelle 11,6 % de l'effectif total a franchi l'ouvrage. L'activité diminue par la suite progressivement jusqu'en milieu de matinée (Figure 279).

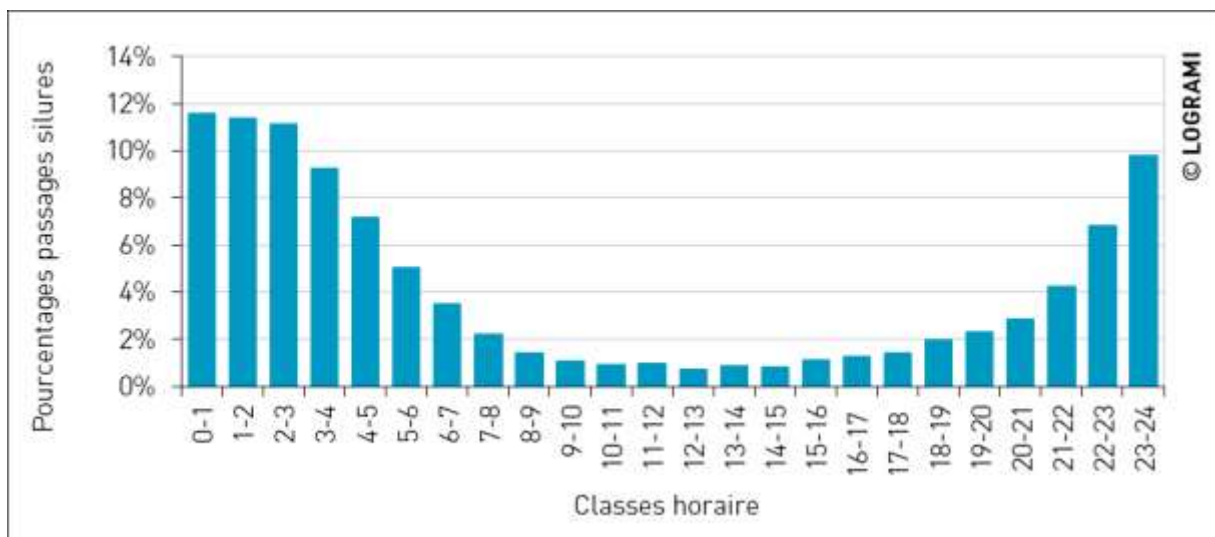


Figure 279 : Passages horaires des silures aux stations de comptage du bassin de la Loire (n=7977)

## 7.2.2. Analyse biométrique des individus aux stations de comptage

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 oscillent entre 85 et 121 cm (Figure 280). D'après l'étude de BOISNEAU 2015, ces silures correspondent à des individus âgés de 3 à 7 ans environ. 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 (263 cm). Les premiers silures de plus de 2 m à la station de Vichy sont apparus depuis 2018.

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).

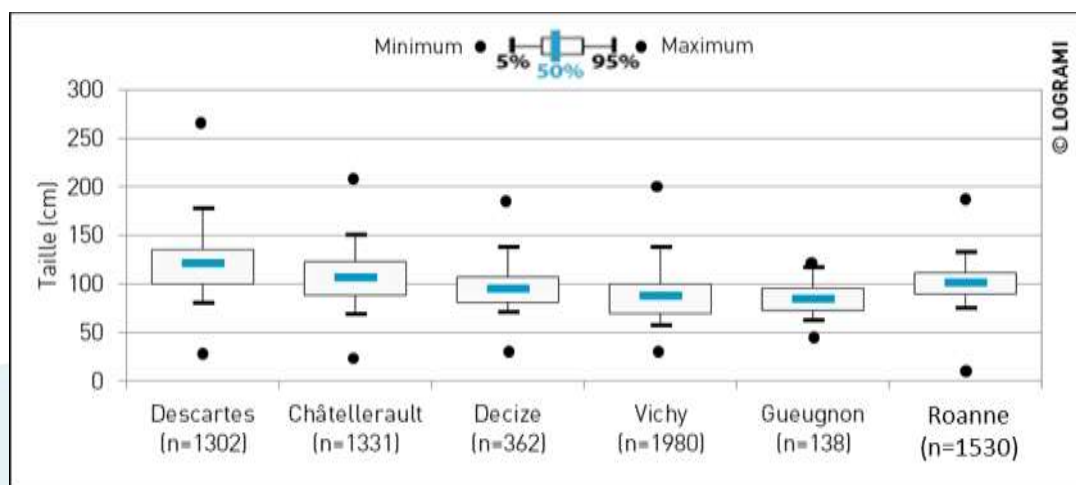


Figure 280 : Comparaison des tailles des silures aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire en moyenne sur chaque site depuis la mise en place des stations

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 estimés des silures comptabilisés aux stations de comptage du bassin de la Loire toutes années confondues oscille entre 5 et 14 kg (Figure 281). 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 121 kg pour un poisson mesurant 263 cm.

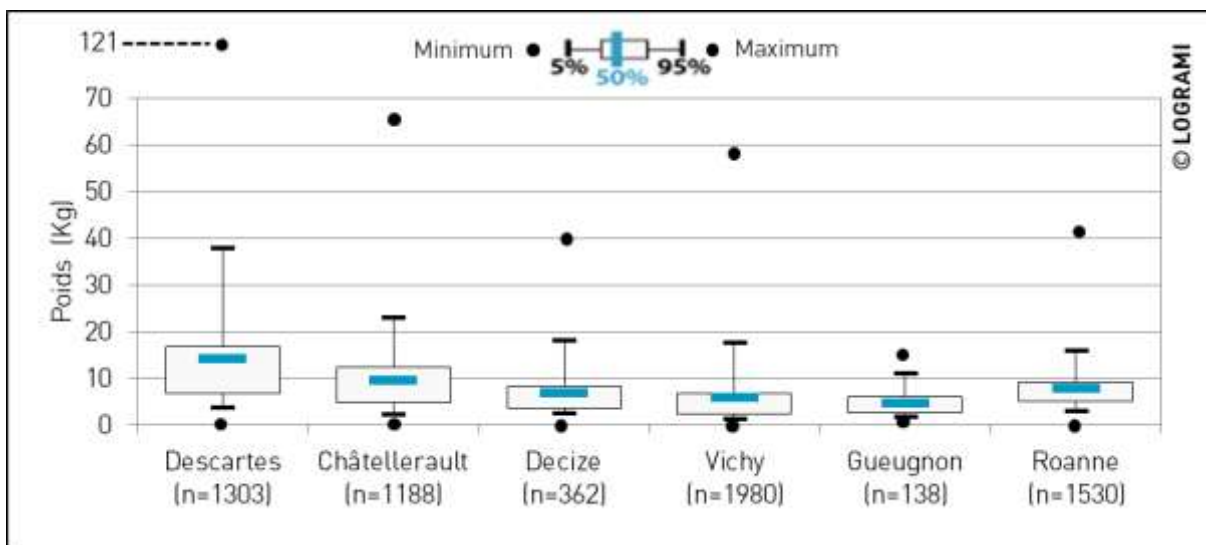


Figure 281 : Comparaison des poids estimés des silures aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire en moyenne sur chaque site depuis la mise en place des stations

## 7.3. Influence des conditions environnementales sur les migrations aux stations de comptage

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 déplacements de poissons.

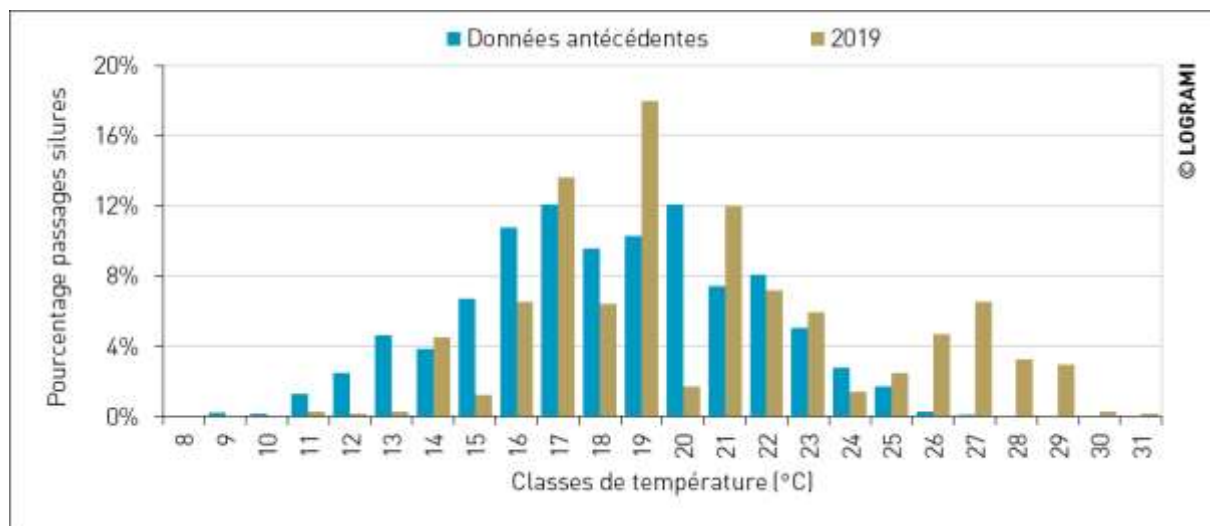
### 7.3.1. La température

Les données antécédentes montrent que les silures utilisent majoritairement les passes à poissons lorsque la température de l'eau varie entre 16 °C et 22 °C (77 % des comptages, min = 8,3 °C, max = 27,6 °C) (Figure 282).



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).

Contrairement aux valeurs antécédentes, en 2019 des passages ont été observés avec une température plus élevée comprise entre 26 et 29 °C. Ils représentent 18 % des passages enregistrés sur l'ensemble du bassin de la Loire. Ce constat est beaucoup plus marqué à la station de Vichy avec plus 36 % (85 silures sur 236 comptabilisés) des passages observés dans cette gamme de température.



*\*manque des données 2019 de Châtelleraut : Problème de sonde température*

Figure 282 : Occurrence des températures de l'eau pour les passages des silures pour l'ensemble des stations de comptage du bassin de la Loire historiquement observés (n=9818) et en 2019 (n=639)

## 7.3.2. Les débits

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. 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.

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 silures.

Toutes stations de comptage confondues, les données antécédentes nous montrent une distribution bimodale des passages de silures en fonction du rapport « débit journalier/module » (Figure 283) :

- 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). Cette distribution est due aux forts passages enregistrés à la station de Descartes pendant la période avril-mai des saisons 2008, 2013 et 2016 (344 individus) lors d'importants pics de crue sur la Creuse. 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).

En 2019, la distribution des occurrences est unimodale. La majorité des passages sont observés pour un rapport compris entre 25 et 50 % (58 % des passages).

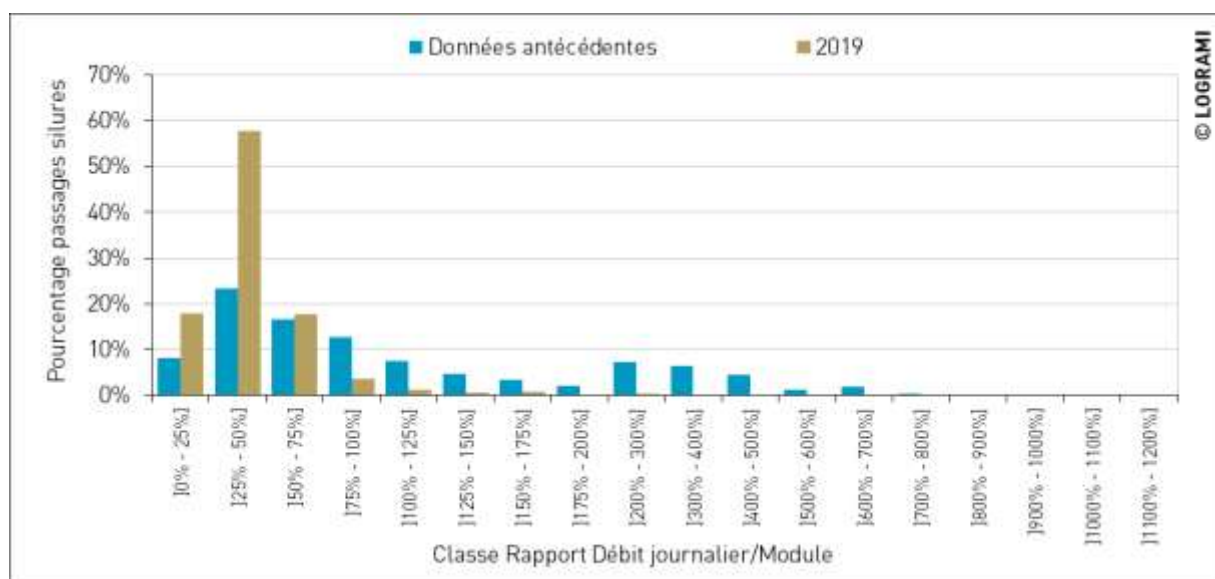


Figure 283 : Occurrence des débits (rapport QJM/module) pour les passages des silures pour l'ensemble des stations de comptage du bassin de la Loire historiquement observés (n=7378) et en 2019 (n=825)

## 7.4. Conclusion

Les données fournies par les stations de comptages du bassin de la Loire permettent d'avoir une vision de l'évolution des effectifs ainsi que de la dynamique migratoire de cette espèce. 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 donc 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 ou à la sortie de la passe à poissons.

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 des 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). En 2019, des forts passages sont enregistrés sur les stations du bassin de la Vienne (Descartes et Châtelleraut). A contrario, des faibles effectifs sont observés à la station de Roanne sur l'amont du bassin de la Loire. Ces faibles effectifs peuvent être liés au dysfonctionnement de l'usine hydroélectrique toute au long de la saison de migration ayant pu réduire l'attractivité du canal de fuite et donc de l'entrée de la passe à poissons.

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. En 2019, 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 Châtelleraut est précoce.

La taille moyenne des silures observés sur l'ensemble des stations de comptage est d'environ 100 cm pour un poids moyen estimé de 8 kg. Cette taille moyenne se situe au-dessus de la taille à partir de laquelle les silures sont susceptibles de prédater les aloses, soit la classe 80-120 cm (BOISNEAU, 2015) mais en-dessous de la taille de prédation des saumons (120 cm). Les plus grands individus observés aux stations de comptage peuvent donc 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, des vertèbres ainsi que l'émetteur d'un individu radio-marqué ont été retrouvés sur un nid de silure pendant la période de fraie de celui-ci (BACH et al., 2012).

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 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 outre, 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). En 2019, des passages ont été enregistrés dans une gamme de températures plus élevées comprises entre 26 et 29 °C sur les stations de Vichy (36 %) et Descartes (9 %). Ces observations sont liées à la précocité du réchauffement de la température des cours d'eau pendant la période de migration des silures engendrée par une canicule dès la fin du mois de juin (cf § 3.1.2.2).



Concernant les débits, les valeurs du rapport « débit journalier/module » attribuées 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 %. En 2019, cette gamme de passage est d'autant plus important (58 %) suite à une hydrologie particulièrement faible des cours d'eau pendant la période de migration des silures (cf § 3.1.1.1).

Il apparaît donc que dans le cadre du réchauffement climatique, les modifications de débits et de températures sont susceptibles de modifier les périodes de migrations ainsi que leur intensité. Les territoires aujourd'hui exempts de l'espèce pour de probables raisons de seuils thermiques pourraient dans l'avenir être favorables à leur accueil.

Afin d'appréhender l'impact que pourrait avoir le 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.





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

## 8.1. Contexte de l'étude

L'objectif central du Plagepomi pour le saumon est de garantir la pérennité de la population, et d'aboutir à terme à une population sauvage autonome, autrement dit, d'améliorer son statut de conservation. Le recours au déversement est parfois nécessaire, quand le saumon a complètement disparu d'un cours d'eau (repeuplement) ou si son niveau est faible (déversement ou soutien d'effectif). La population du bassin Loire réduite numériquement a fait l'objet depuis de nombreuses années d'opérations de soutien d'effectifs. Ainsi, des déversements sont effectués sur l'Allier afin de renforcer la population. Des repeuplements sont également effectués sur la Gartempe et l'Arroux pour réinstaller une population qui avait disparue.

Cependant, le modèle de dynamique de population développé sur la population de l'Allier par l'INRA et actuellement porté par le Tableau de Bord SALT (Marion Legrand) nous apprend que si le déversement permet de maintenir la population en dehors du risque d'extinction, il ne participe pas à la dynamique de population du saumon et ne permet pas d'augmenter significativement les potentialités d'auto régénération.

Pour rappel, les grandes conclusions en 2012 étaient que la population de saumons de l'Allier n'est actuellement pas viable. En l'absence de déversement, la population à Vichy décroît. La contribution du programme de déversement à la production de 0+ est importante depuis les années 90 mais le programme n'a pas résolu le problème du rétablissement d'une population se maintenant de façon autonome. Le taux de retour « 0+ - adulte » a sévèrement baissé depuis les années quatre-vingt. Ainsi, P. Martin (Conservatoire National du Saumon Sauvage) a rappelé à Oloron Sainte Marie en 2009 que « la pisciculture n'est que palliative et n'a de sens que si les problèmes sont réglés en parallèle ».

Les déversements dans le bassin de la Loire portent sur plusieurs stades : œufs, alevins, smolts. Les jeunes saumons issus de pisciculture et relâchés à un stade précoce (œufs et alevins) ne sont pas marqués, ce qui ne permet pas de les différencier visuellement par la suite des saumons nés dans la rivière. Les saumons relâchés au stade tardif du smolt (prêts à migrer vers la mer), après au moins un an de vie en élevage, subissent en revanche une ablation de la nageoire adipeuse qui permet de les distinguer ultérieurement (en particulier aux stations de comptage) des saumons natifs ou déversés à un autre stade.

Par ailleurs, des analyses génétiques effectuées sur les saumons de retour sont à même de permettre la caractérisation de leur provenance lorsque les géniteurs de la pisciculture dont ils proviennent potentiellement ont été génotypés. Il s'agit donc d'évaluer la portée de l'opération de soutien d'effectifs et de mesurer sa contribution à la restauration de l'espèce.



Ce chapitre porte sur 6 indicateurs de l'opération de soutien d'effectifs :

- 🌀 l'impact de l'opération de piégeage sur le comportement de migration des saumons,
- 🌀 la représentativité des captures pour la pisciculture,
- 🌀 la production de juvéniles à partir d'incubateurs,
- 🌀 l'implantation des juvéniles déversés au stade alevins et la production des tacons d'automne,
- 🌀 les taux de retour des juvéniles lâchés au stade pré-smolts,
- 🌀 la dynamique migratoire génésique selon l'origine des saumons.

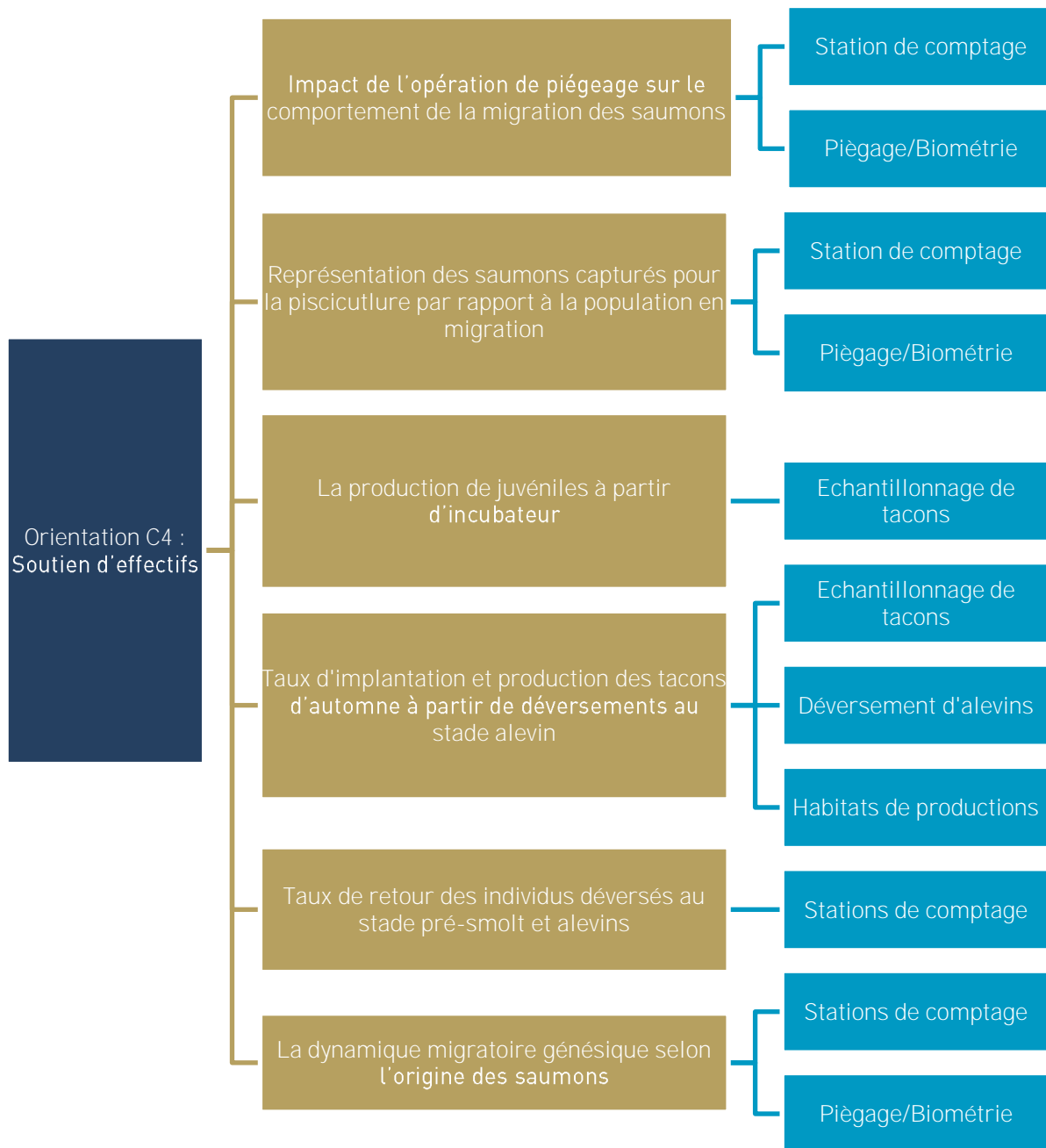


Figure 284 : Dendrogramme des actions menées dans le cadre de l'orientation C4 : Soutien d'effectif (Source LOGRAMI)

## 8.2. Impact du piégeage sur le franchissement des saumons

Les opérations de capture mettent en œuvre un dispositif de piégeage susceptible de modifier les comportements migratoires des saumons.

Afin de mesurer 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.

### 8.2.1. Impact du piégeage sur les horaires de passages

L'action de piégeage impacte le comportement des saumons en modifiant les créneaux horaires de passages. Suite aux recommandations de LOGRAMI, à compter de 2014, les temps journaliers d'opérations de piégeage de géniteurs pour la pisciculture du Conservatoire National du Saumon Sauvage (CNSS) ont été allongés sur la journée. Habituellement réalisées entre 6h et 14h (GMT), elles sont depuis opérées jusqu'à 16h. Cette modification a pour but d'augmenter les chances de captures au cours d'une même journée et de réduire à terme le nombre de journées de piégeage par semaine (BACH et al, 2015).

Suite à cet allongement des journées de piégeage, le comportement des passages de saumons a été modifié. Avant 2014, les passages des saumons après le piégeage entre 15h et 18h représentaient 39,5 % (+/- 4) contre 25,4 % (+/-3) pour les journées sans piégeage (Figure 285). Depuis 2014, la différence des passages en fin de journée après le piégeage est moins marquée avec 14,9 % des passages entre 17h et 19h contre 10 % pour les journées sans piégeage (Figure 286). **L'extension des journées de piégeage a rendu les journées plus hermétiques à la migration des saumons et augmenté les chances de captures des géniteurs.**

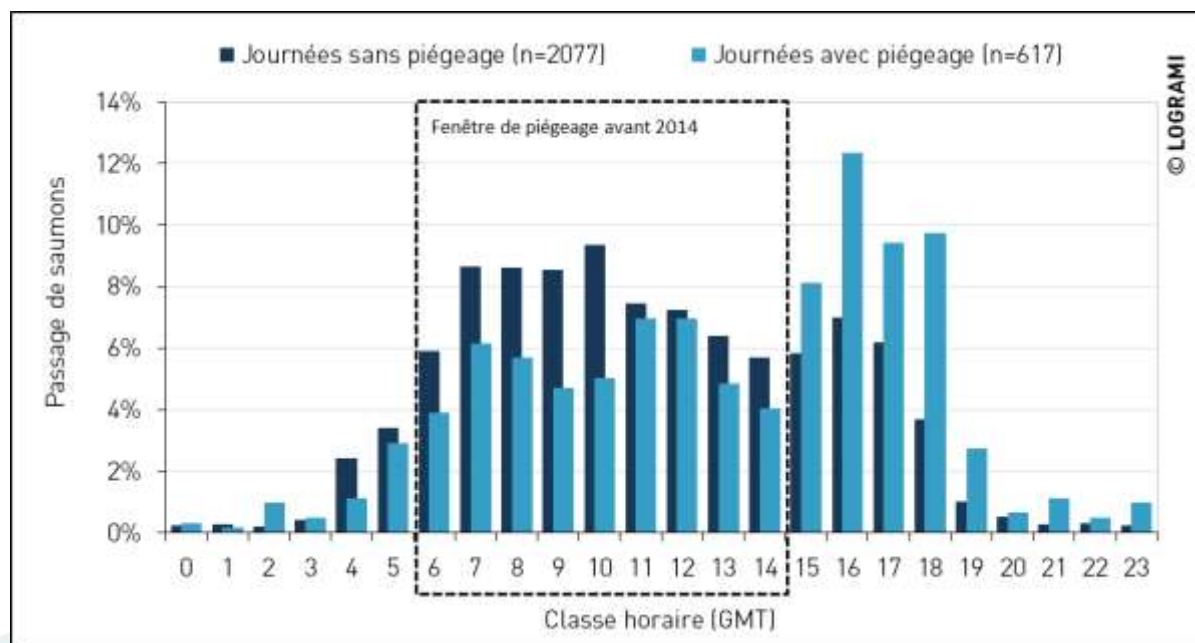


Figure 285 : Répartition des passages de saumons par classe horaire devant la vitre de comptage de Vichy (Allier) les jours avec et sans piégeage sur la période 2019-2013



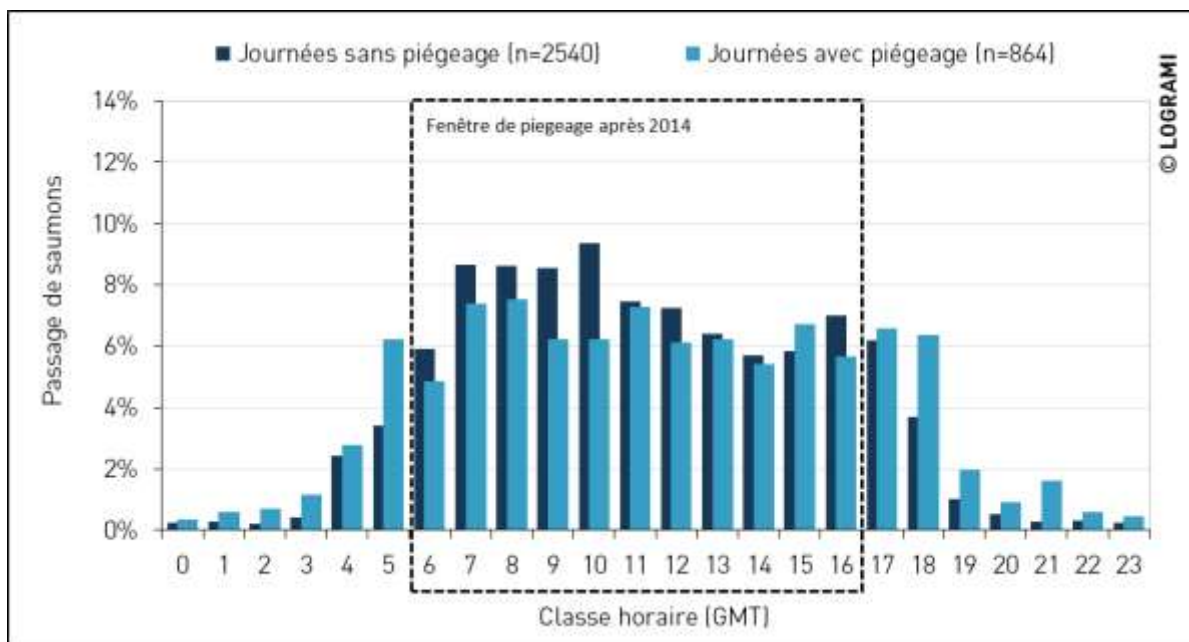


Figure 286 : Répartition des passages de saumons par classe horaire devant la vitre de comptage de Vichy (Allier) les jours avec et sans piégeage sur la période 2014-2019

En 2019, les passages matinaux entre 6h et 7h sont réduits (4,6 %) probablement par l’effarouchement causé par la mise en place du piège au profit des passages de fin d’après-midi qui sont augmentés en moyenne de + 6 % entre 16h et 17h avec 19,5 % contre 12,9 % pour les journées sans piégeage (Figure 287).

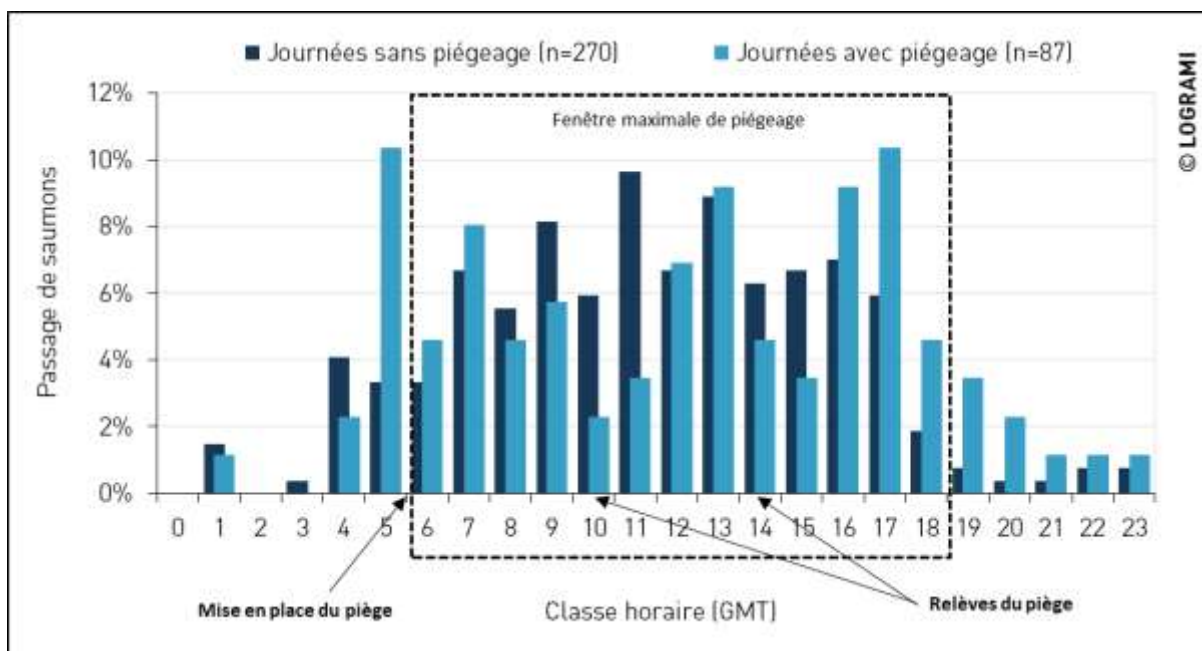


Figure 287 : Répartition des saumons par classe horaire de leur passage devant la vitre de comptage de Vichy (Allier) les jours avec et sans piégeage en 2019

Pendant les journées de piégeage, un passage plus important est observé avant la mise en place du piège entre 5h et 6h (10, 3 %).

Des chutes de passages durant les créneaux 10h-11h et 14h-15h sont observés pendant les journées de piégeage. Cette observation n'est pas constatée pendant les journées sans piégeage. Ces créneaux semblent être liés aux relèves de piège réalisées en moyenne vers 10h et 14h. La manutention du piège occasionne un effarouchement des poissons.

Lors des journées de piégeage, 77 % des passages sont réalisés entre 6h et 18h (amplitude de piégeage maximale). Sans piégeage, cette plage horaire présente 82 % des passages. **Il semblerait que les opérations de piégeage, telles qu'elles ont été menées en 2019, n'ont pas significativement perturbé la répartition horaire des passages de saumons les jours avec piégeage.** Les passages les jours de piégeage semblent plus étalés dans la journée avec des passages plus abondants en début de nuit. Nous constatons que la part de saumons passant entre 19h et 23h augmente de 6 % par rapport aux journées sans piégeage (3 % des passages sans piégeage contre 9 % avec piégeage).

## 8.2.2. Impact du piégeage sur le comportement des saumons

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 2009-2019 (Figure 288), durant les journées sans piégeage, en moyenne 57 % +/- 4 des saumons passent en amont de la vitre de comptage sans réaliser d'aller-retour contre seulement 35 % +/- 4 les jours de piégeage. **Ainsi, l'opération de piégeage augmente de 22 % 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 du rétro-éclairage et l'obscurité de la retenue ayant pour conséquence un refus de passage.



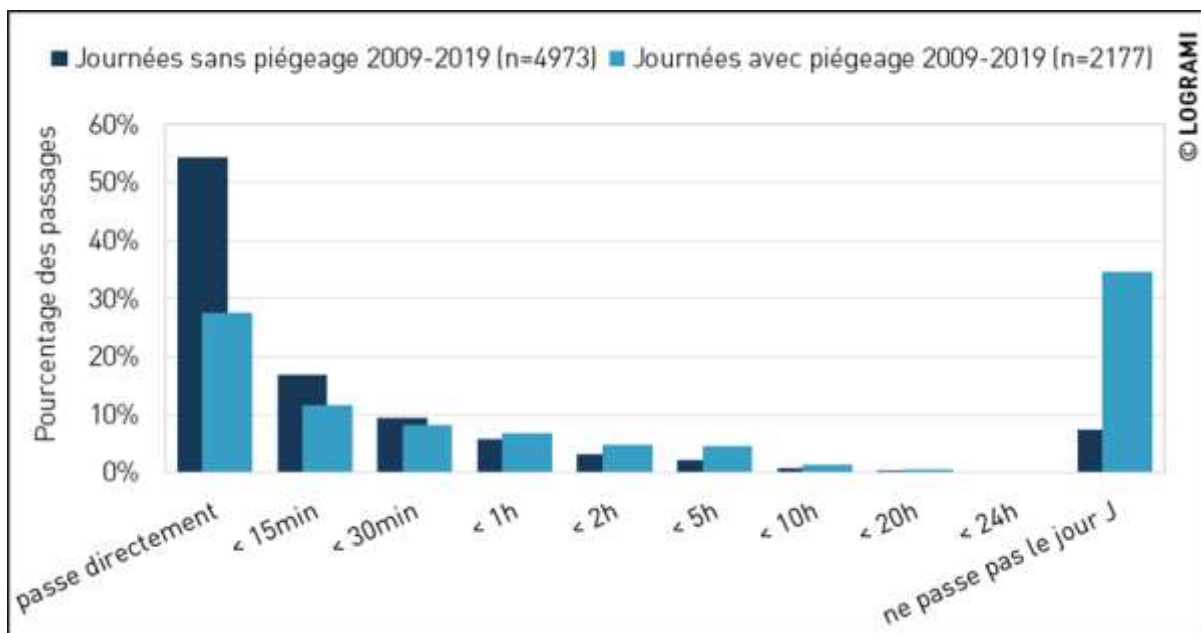


Figure 288 : Comportement des saumons après leur première visualisation à la station de comptage rive droite de Vichy sur l'Allier en fonction de la mise en œuvre ou non du piège sur la période 2009-2019

En 2019, les journées sans piégeage, 62 % des saumons passent directement en amont de la vitre de comptage sans aller-retour contre seulement 24 % les jours de piégeage (Figure 289). Ainsi, l'opération de piégeage a augmenté de 38 % les comportements d'allers-retours avant le passage. Le piégeage mené en 2019 à Vichy est près de deux fois plus impactant que sur la période 2009-2019.

En 2019, l'opération de piégeage à Vichy a été partagée entre deux structures : le CNSS et SCIMABIO Interface. Le piégeage réalisé par SCIMABIO a été plus impactant avec une augmentation de 45 % les comportements d'allers-retours avant le passage des saumons contre 30 % pour le CNSS.

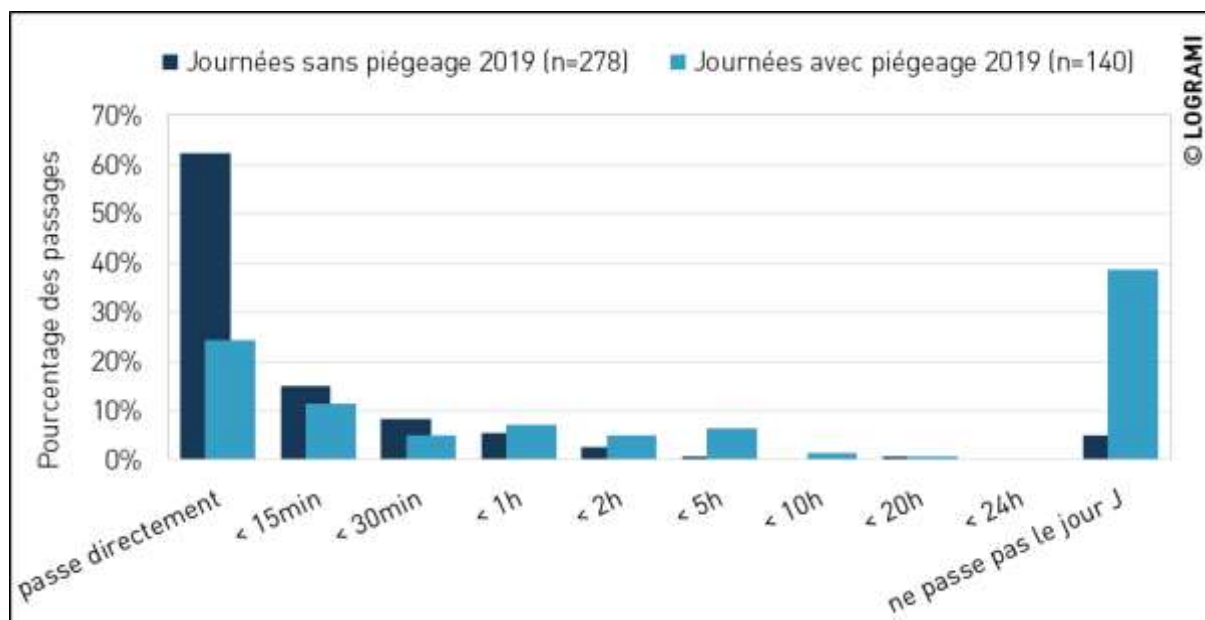


Figure 289 : Comportement des saumons après leur première visualisation à la station de comptage rive droite de Vichy sur l'Allier en 2019 en fonction du piégeage

### 8.2.3. Impact du piégeage sur le retard de franchissement

De 2009 à 2019, les opérations de piégeage ont provoqué un retard moyen de franchissement de l'ouvrage de 27 minutes +/- 9 (Tableau 33). En 2019, un retard de franchissement de 43 minutes est constaté.

Tableau 33 : Retard moyen des saumons au droit de la vitre de comptage rive droite de Vichy sur l'Allier depuis 2009 les jours avec et sans piégeage

	Retard moyen (hh:mm:ss)		
	Sans piégeage	Avec piégeage	Différence
2009	00:13:44	00:34:46	00:21:02
2010	00:27:49	00:53:37	00:25:48
2011	00:31:01	01:19:08	00:48:07
2012	00:27:39	00:44:54	00:17:15
2013	00:21:45	00:30:08	00:08:23
2014	00:31:55	00:59:34	00:27:39
2015	00:21:57	00:50:22	00:28:25
2016	00:07:53	00:34:03	00:26:10
2017	00:23:54	01:07:01	00:43:07
2018	00:18:41	00:42:22	00:23:41
2019	00:15:11	00:58:11	00:43:00
Moyenne 2009-2019	00:22:38	00:49:35	00:26:58

Depuis l'allongement du temps des journées de piégeage en 2014, le temps moyen journalier de piégeage a été augmenté en moyenne de 2 heures et 11 minutes par rapport à la période 2009-2013 (Figure 290). Cette modification de stratégie a engendré une légère augmentation du temps de franchissement des saumons de 8 minutes (24 minutes pour la période de 2009-2013 contre 32 minutes pour la période 2014-2019).

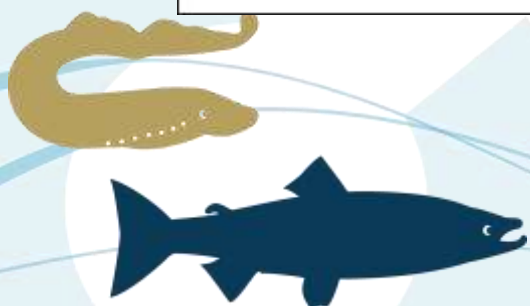
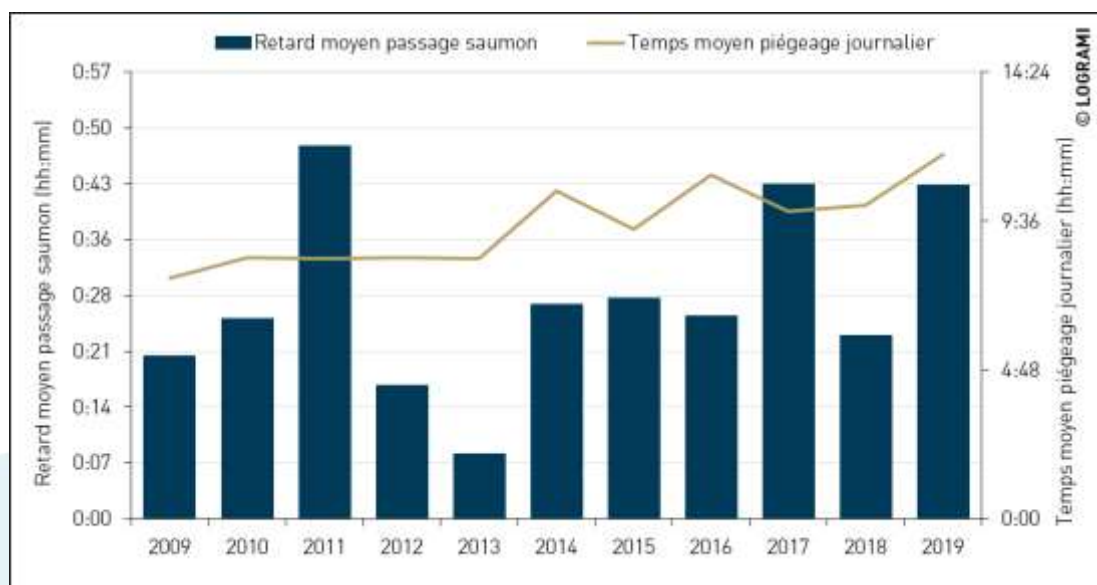


Figure 290 : Retard moyen du franchissement des saumons occasionné par le piégeage à Vichy sur l'Allier au regard du temps moyen journalier de piégeage

## 8.3. Captures de géniteurs à Vichy pour la pisciculture

Pour répondre à l'obligation d'alimenter la pisciculture avec des géniteurs de retour (comprenant des sauvages et des retours issus de déversement), des saumons sont piégés au niveau de la station de comptage de Vichy. L'opération de piégeage est assurée par le CNSS depuis 2009.

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. En moyenne, depuis 2009, 42 individus +/- 14 par an sont capturés à Vichy pour participer au programme de soutien d'effectifs.

Entre 2009 et 2016, conformément à l'arrêté portant sur l'autorisation de capture et de transport du poisson à des fins scientifiques (N°3569/2009), le nombre de captures annuelles sans remise à l'eau autorisées pour le CNSS était de 50 saumons maximum sans excéder 10 % des remontées constatées à la station de comptage de Vichy l'année N avec un maximum de 7 individus par jour.

Depuis 2017, suite à un changement de stratégie préconisant dorénavant le déversement d'alevins issus des géniteurs sauvages, le nombre de captures annuelles 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 (Arrêté préfectoral N°3569/2018).

Ainsi, afin de garantir la représentativité de l'échantillon capturé par le CNSS et de limiter la perturbation sur la migration, le piégeage est autorisé 3 jours maximum par semaine.

En 2019, l'opération de piégeage a été partagée entre deux structures : le CNSS et SCIMABIO Interface. Un suivi de la migration de saumons adultes en montaison par radiopistage a été réalisé sur l'Allier en amont de Vichy par SCIMABIO Interface afin d'évaluer l'efficacité des travaux de rétablissement de la continuité écologique effectués par Vinci Autoroutes au niveau du Seuil de l'A89 (Martres de Veyre, 63) en 2017. Pour cela, des individus ont été capturés au niveau de la station de piégeage de Vichy à raison d'une soirée (mercredi soir après le CNSS) et d'une journée complète (jeudi).

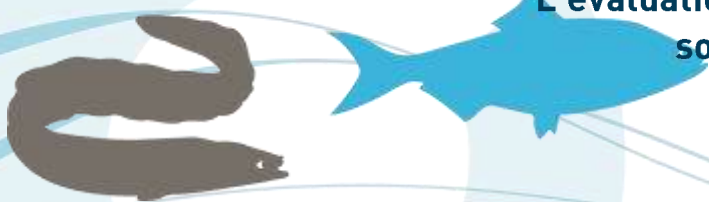
Le CNSS a piégé seulement 2 jours par semaine les mardis et mercredis toute la journée de 7h30 à 18h.

### 8.3.1. Historique des campagnes de piégeage

De 2009 à 2016, en moyenne 22 journées de piégeage étaient autorisées (+/- 2) entre les semaines 14 et 22. Suite aux recommandations de LOGRAMI en 2014, afin d'optimiser la représentativité de l'échantillon capturé annuellement en couvrant 90 % de la migration, la fenêtre de piégeage a été élargie du 15 mars au 8 juin (selon les années de la semaine 9, 10 ou 11 à la semaine 23) (BACH et al., 2014). Depuis 2017, en moyenne 33 jours (+/- 8) de piégeage sont autorisés pour prélever des géniteurs à Vichy (Tableau 34).

Depuis 2009, le piégeage est effectué 91 % +/- 1 du temps autorisé. Les journées où les opérations de piégeage n'ont pas été réalisées correspondent à :

- des journées où les passes à poissons sont restées fermées pour éviter leur endommagement suite à une crue de l'Allier.





Le règlement d'eau du barrage de Vichy (Arrêté préfectoral N°1083/01) prévoit la fermeture des passes à poissons pendant une crue supérieure à 300 m<sup>3</sup>/s pour éviter leur encombrement. Cette situation s'est présentée en 2016 et 2018. La crue a empêché le piégeage ces années là respectivement pour 1 journée et 3 journées.

🔄 la présence d'aloses dans la passe à poissons.

En raison de la fragilité et de la sensibilité au stress des aloses, l'opération de capture des saumons doit être interrompue lors des pics de migration des aloses pour éviter tous risques de mortalités des sujets piégés en même temps que les saumons. Ce cas de figure s'est présenté en 2009. Il a occasionné la suppression de 3 jours de piégeage en toute fin de période de piégeage (fin mai).

🔄 l'atteinte du nombre de captures autorisées par semaine.

L'arrêté de piégeage précise que les captures sur une semaine donnée ne devront pas excéder un certain pourcentage des passages déjà dénombrés à Vichy la semaine précédente (10 % avant 2017 et 15 % après 2017). Ainsi, lorsque cet objectif est atteint, le piégeage est arrêté le reste de la semaine. Cette situation s'est présentée en 2012 et 2018 provoquant respectivement la suppression d'une et dix journées de piégeage.

🔄 et l'atteinte de l'objectif annuel des captures.

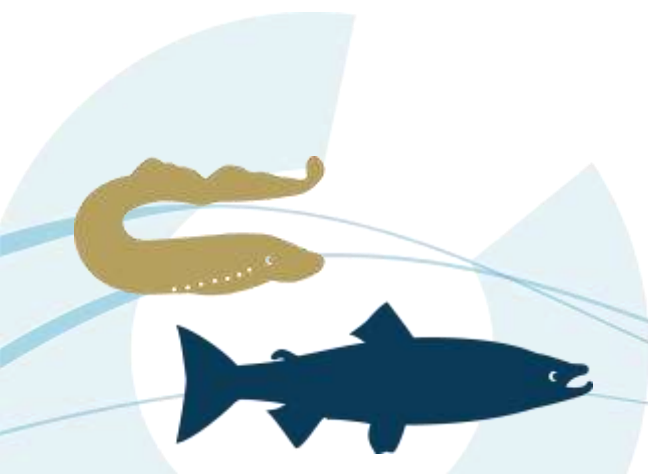
L'objectif de piégeage a été atteint à 4 reprises en 2011, 2012, 2013 et 2015. En 2015, l'objectif est atteint très rapidement le 29 avril. Seulement 12 jours sur les 21 autorisés ont suffi pour capturer l'intégralité des saumons. Il aurait été cependant judicieux de répartir les captures sur l'ensemble de la période de piégeage autorisée afin d'avoir une meilleure représentativité de l'échantillon en termes de dynamique migratoire.

**Tableau 34 : Effort d'échantillonnage des campagnes de piégeage de saumons adultes à Vichy sur l'Allier pour la pisciculture de Chanteuges depuis 2009 (Sources : CNSS)**

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Nombre semaines de piégeage autorisés	5	8	8	8	8	7	7	8	13	13	11
Nombre de jours de piégeage autorisés	20	24	24	24	24	21	21	24	39	39	22
Nombre de jours piégés	18	24	23	22	24	21	12	23	39	28	22
Nombre d'heures de piégeage	140	202	192	210	*	187	77	162	386	290	228
Nombre de captures	35	14	50	50	50	24	50	31	81	47	27
Nombre de passages annuels	491	227	755	861	819	595	1177	472	754	389	406
Part de la population	7,1%	6,2%	6,6%	5,8%	6,1%	4,0%	4,2%	6,6%	10,7%	12,1%	6,7%

Depuis 2009, la part de la population piégée à Vichy s'élève à 6,9 % (+/- 2) de la population migrante (Figure 291). En 2019, cette proportion est similaire avec 6,7 % de la population piégée.

Cette proportion bien plus élevée en 2017 et 2018 (11 % et 12 %) est liée à l'augmentation du nombre d'heures de piégeage. Ainsi, les recommandations proposées par LOGRAMI en 2014 permettent d'optimiser la représentativité de l'échantillon et d'augmenter la part de la population échantillonnée.



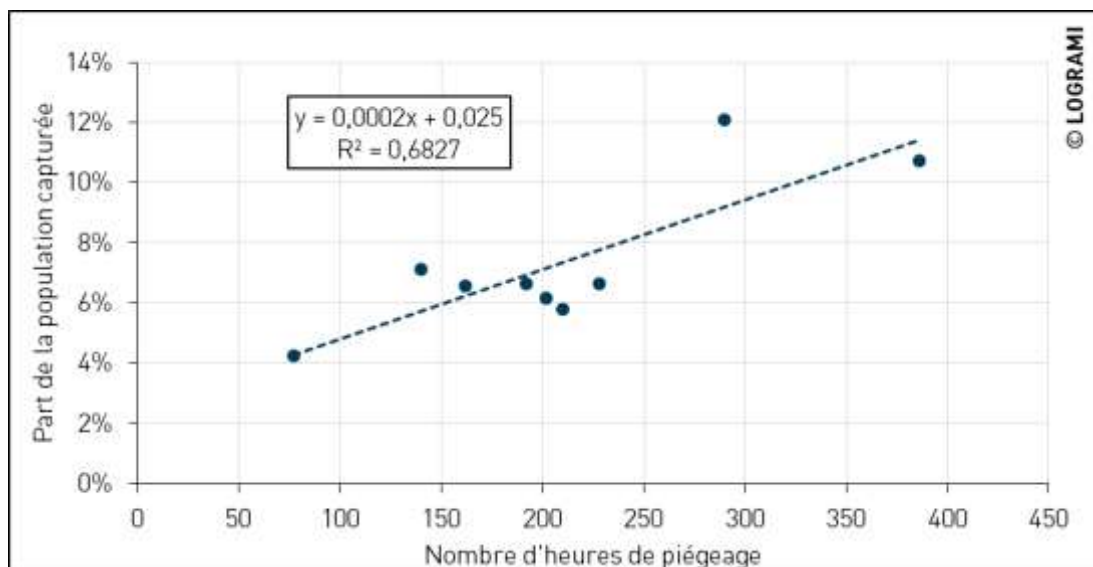


Figure 291 : Part de la population échantillonnée de saumons atlantiques en fonction du nombre d'heures de piégeage annuel à Vichy sur l'Allier depuis 2009 (Source LOGRAMI)

Depuis 2009, le nombre de jours de piégeage représente en moyenne 17 % +/- 4 du temps de migration printanier. La migration des saumons s'étale en moyenne sur 142 jours +/- 23. Le faible rapport enregistré en 2015 est lié à la rapidité de l'atteinte de l'objectif de capture annuel (50 géniteurs en seulement 12 jours). A contrario, en 2017, 39 jours de piégeage ont eu lieu pour une période de migration de 138 jours.

En 2019, le piégeage a été opéré 23 % du temps de la migration malgré une réduction du nombre jours de piégeage du CNSS par semaine suite à l'alternance des opérateurs (Etude SCIMABIO). L'hydrologie particulièrement faible tout au long de la migration printanière additionnée à la précocité de l'élévation de température a été défavorable et limitante pour la migration des saumons réduisant ainsi la période d'activité (94 jours de migrations).



Figure 8 : Rapport entre le nombre de jours de piégeage et le nombre de jours de migration printanière à Vichy sur l'Allier depuis 2009 (Source LOGRAMI)

## 8.3.2. Effort de piégeage 2019

Depuis 2009, La Capture Par Unité d'Effort varie entre 0,07 et 0,65 pour une moyenne toutes années confondues de 0,23 +/- 0,1 (Figure 292). La CPUE très élevée en 2015 est due aux forts passages de saumons enregistrés au cours de la saison (1 177 géniteurs). En 2019, le CNSS a capturé 27 saumons soit une CPUE de 0,12 saumon par heure de piégeage.

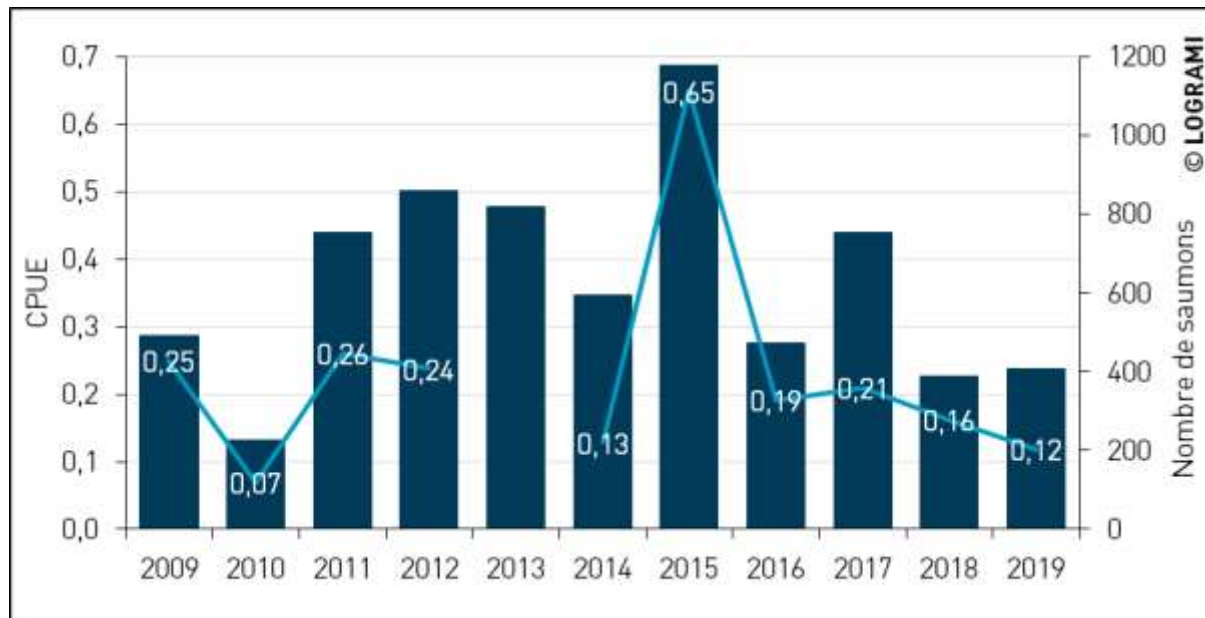


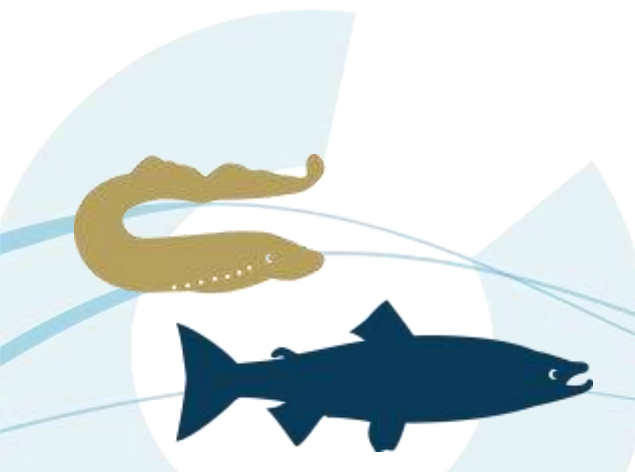
Figure 292 : CPUE pour chaque campagne de piégeage de saumons atlantiques du CNSS à Vichy sur l'Allier depuis 2009

En 2019, le nombre de captures (27) ne dépasse pas les quantités prélevables par le CNSS en respect de la règle des 15 % et du quota maximum de 100 géniteurs. Durant cette même période, 364 saumons avaient franchi le barrage de Vichy, correspondant donc à un maximum de 54 saumons prélevables pour la pisciculture.

## 8.3.3. Captures hebdomadaires 2019

En 2019, un maximum de 7 saumons a été capturé la semaine 17. A contrario, aucun individu n'a été piégé les semaines 18 et 23 (Figure 293).

Suite à la recommandation de l'allongement de la journée de piégeage entre 14h et 16h (GMT) proposé par LOGRAMI en 2014, 9 saumons supplémentaires ont pu être capturés pour le CNSS lors de ces journées de piégeage (33 % de l'échantillon).



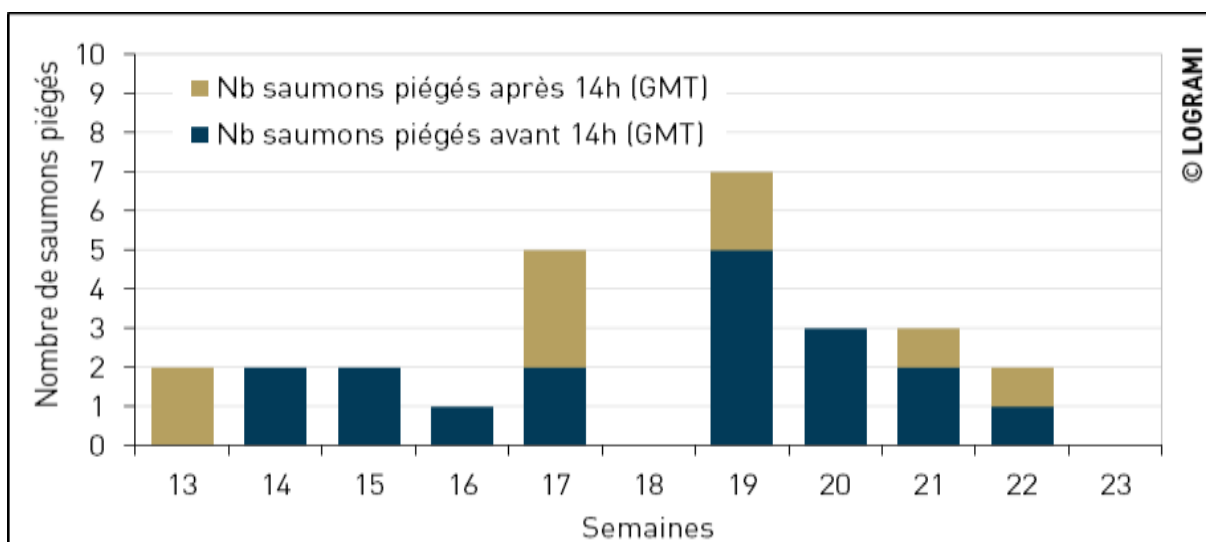


Figure 293 : Répartition par semaine des captures de saumons réalisées par le CNSS à Vichy sur l'Allier en 2019 (Sources CNSS)

En moyenne depuis 2017, le CNSS a augmenté ses captures de 32 % +/- 15 en allongeant le temps journalier de piégeage (Figure 294). En 2018, plus de 53 % (27/47) des saumons ont été piégés après 16h. **Afin d'optimiser durablement le nombre de captures journalières et de diminuer le nombre de jours de piégeage hebdomadaires, il convient de maintenir cette stratégie de piégeage.**



Figure 294 : Proportion de saumons capturés à Vichy (Allier) par le CNSS après 14h depuis 2017 (Sources CNSS)

### 8.3.4. Représentativité des captures 2019

L'échantillon prélevé chaque année pour la salmoniculture doit être le plus représentatif de la population étudiée afin de respecter au mieux la diversité en âge et en dynamique migratoire (potentiellement la diversité du patrimoine génétique).

Du 11 octobre 2018 au 25 mars 2019, le plan d'eau de Vichy a été abaissé pour des travaux dans le lit de la rivière (Figure 295). Durant cette période, les passes à poissons ont été fermées par la ville de Vichy et la station de piégeage inopérante. Cependant, les poissons ont pu franchir le barrage par les clapets

laissés ouverts via la partie aval des passes à poissons qui est restée fonctionnelle. Grâce aux suivis antérieurs et la connaissance de la dynamique migratoire, le nombre de saumons ayant pu échapper au comptage pendant ce laps de temps a été estimé à 32 individus.

En 2019, le piégeage a commencé le 26 mars (semaine 13) et s'est terminé le 6 juin (semaine 23). Durant cette période, **88,9 % de l'effectif de saumons migrants est passé à Vichy.**

### 8.3.4.1 Répartition des saumons en migration et piégés sur l'ensemble de la période de migration 2019

Les résultats montrent qu'une partie des saumons en début et fin de période a échappé à l'échantillonnage (Figure 295). La campagne de piégeage s'étalant du 26 mars au 6 juin, les individus de début et de fin de cohorte n'ont pas été échantillonnés, soit 8 % de la population en migration avant le 26 mars (32/406) et 4 % de la population en migration après le 5 juin (15/406).

Les captures réalisées en avril (37 % des captures (10/27)) et en mai (55 % des captures (15/27)) sont déséquilibrées au regard de la population en migration à Vichy (48 % des passages (198/406) en avril et 33 % des passages (135/406) en mai). Toutefois, les écarts observés entre l'échantillon capturé et la migration représentent seulement 3 à 6 saumons.

La journée de piégeage la plus efficace est enregistrée le 9 mai avec 5 saumons piégés. Les captures réalisées cette journée représentent 45 % de la population en migration journalière (5/11).

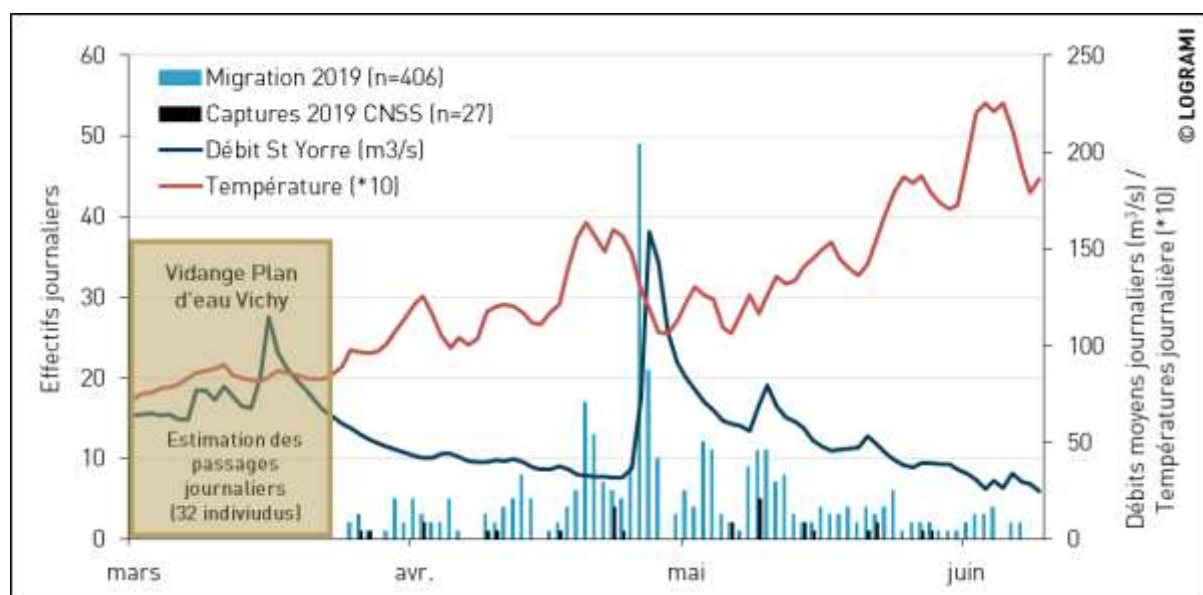
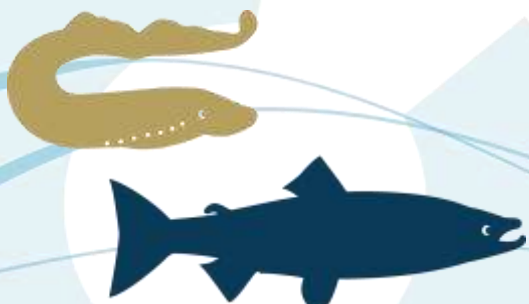


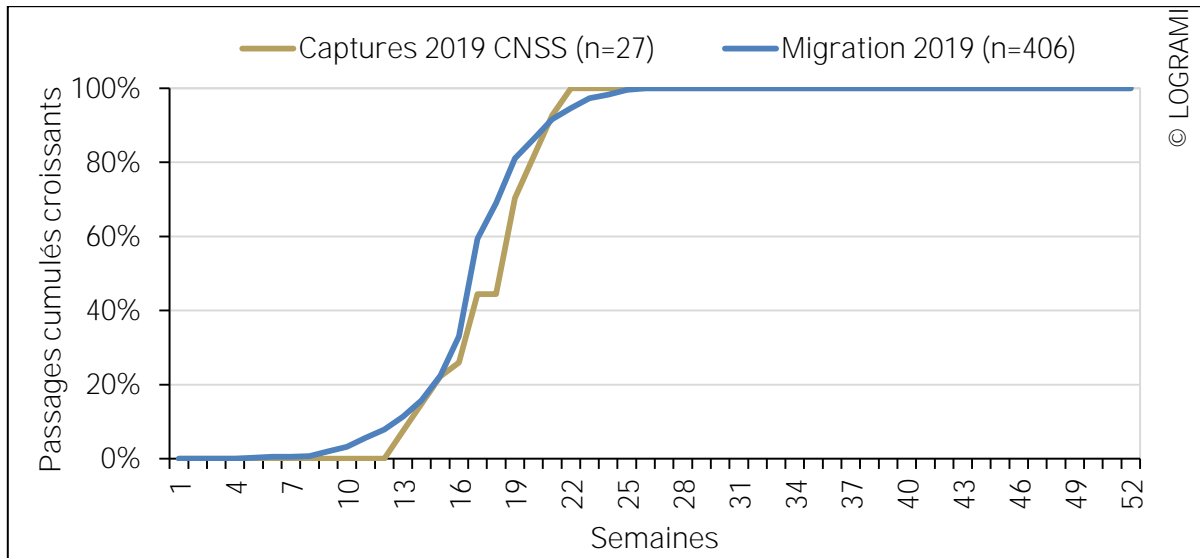
Figure 295 : Effectifs de saumons piégés et migrants sur la période de migration (début mars à fin juin) observés dans la passe à poissons RD Vichy (Allier) en 2019 (Source LOGRAMI)

### 8.3.4.2 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 2,4 individus par semaine (+/- 1,5) avec une semaine particulière (semaine 17) où 7 saumons ont été piégés (Figure 296).



\*Les dates de passages des 32 saumons passés par les vannes ouvertes pendant la période des travaux dans la retenue (11 octobre 2018 au 25 mars 2019) ont été estimées

Figure 296 : Comparaison du rythme migratoire et des captures de saumons atlantiques à Vichy sur l'Allier en 2019 (Source LOGRAMI)

Le début de la migration (semaine 10 à 12) est sous représenté car le piégeage n'était pas possible pendant cette période (passes à poissons fermées). **Une sous représentativité de l'échantillon est également constatée entre les semaines 17 et 19. Elle est liée à l'absence de capture lors de la semaine 18.**

Ainsi, puisque l'échantillonnage mené en 2019 suit significativement la tendance des passages ( $R^2 = 0,97$ ) (Figure 297), 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, en 2019 la période d'échantillonnage des effectifs de la semaine 13 à 23 s'est révélée favorable à un échantillonnage représentatif.

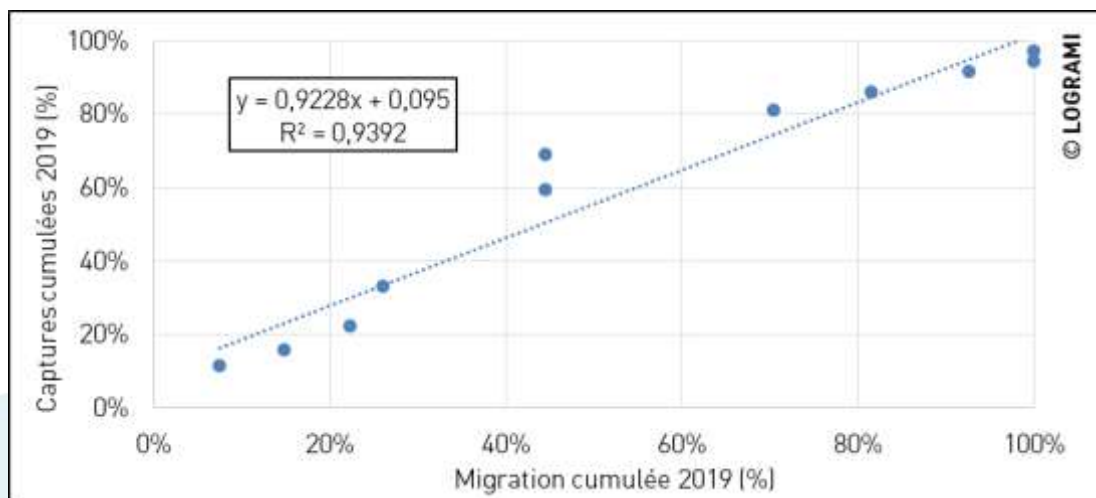


Figure 297 : Droite de régression captures /migration des saumons par semaine à Vichy sur l'Allier en 2019 (Source LOGRAMI)

### 8.3.4.3 Comparaison des classes d'âges de l'échantillon avec la population en migration

La répartition des saumons capturés en 2019 par âge de mer est la suivante :

- 0 saumon de 1 an (1 été) de mer (0 %)
- 10 saumons de 2 ans (2 étés) de mer (37 %)
- 17 saumons de 3 ans (3 étés) de mer (63 %)

Tableau 35 : Comparaison des effectifs des classes de tailles des saumons migrants observés à Vichy (Allier) en 2019 avec les individus piégés (Source LOGRAMI et CNSS) Erreur ! Liaison incorrecte. Si nous comparons la répartition annuelle par classe d'âge de mer, nous observons une légère sur-représentation des saumons de 2 étés de mer et une sous-représentation des saumons de 3 étés de mer dans l'échantillon des captures (Figure 298). Il n'est pas surprenant de ne pas avoir capturé de saumon de 1 été de mer, étant donné que sur l'axe Loire-Allier, les proportions de ces individus y sont très faibles (1% en moyenne sur la période historique entre 1997 et 2018 (N=129)).

Les écarts observés (1 % pour les 2 étés et les 3 étés) entre l'échantillon capturé et la migration représentent seulement 1 saumon. Ce résultat traduit un **effort de piégeage constant sur l'ensemble de la période de piégeage**.

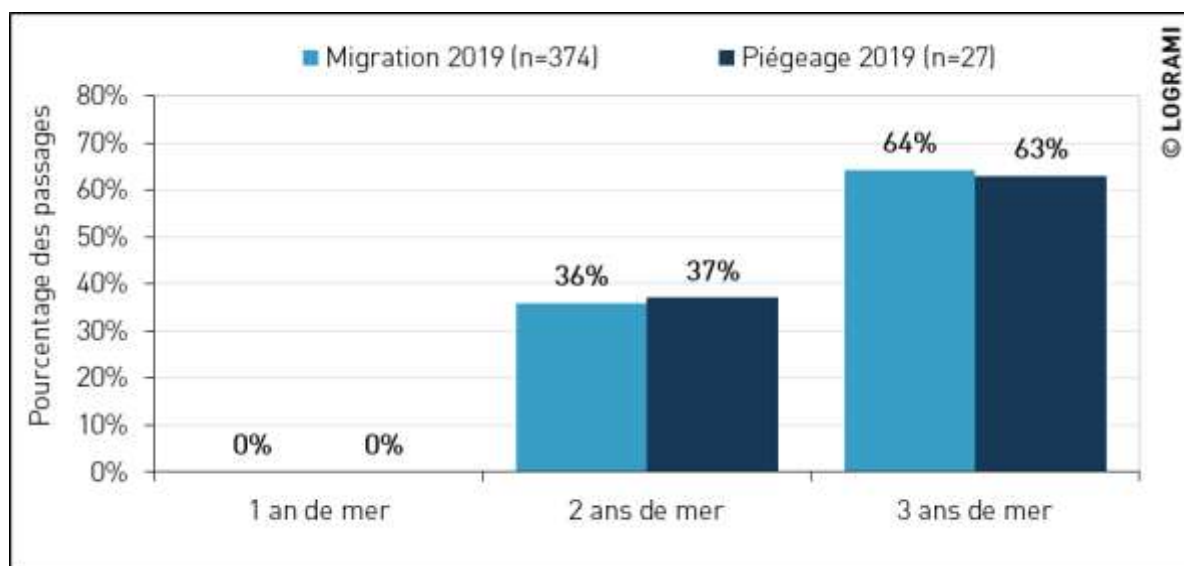
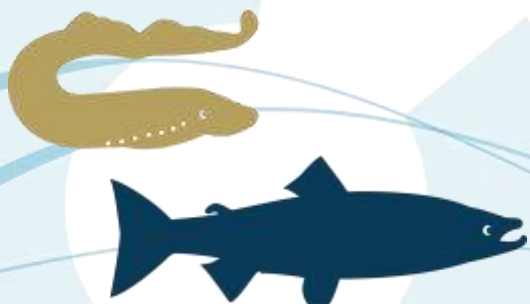


Figure 298 : Comparaison de la répartition des classes de tailles des saumons migrants observés à Vichy (Allier) en 2019 avec celles des individus piégés (Source LOGRAMI)

### 8.3.4.4 Comparaison des individus avec et sans adipeuse

Pour les poissons capturés sans nageoire adipeuse, l'origine de pisciculture est déjà connue. Ces poissons ne devraient pas entrer dans l'échantillon des 100 poissons nécessaires à l'étude génétique dirigée par l'INRA.



En 2019, aucun saumon capturé ne présentait une ablation de la nageoire adipeuse (Tableau 36). L'échantillon piégé est non représentatif de la population migrante étant donné que le passage des individus sans adipeuse représente 6,1 % en 2019 (soit 25 individus sur 406 passages). Cependant, cette proportion représente un à deux individus (1,6) qui auraient dû être capturés par le CNSS.

Tableau 36 : Comparaison des effectifs par classes de tailles des saumons sans adipeuse (AD-) observés à Vichy (Allier) en 2019 avec les individus piégés (Source LOGRAMI, CNSS et SCIMABIO)

	1 été	2 étés	3 étés	Total
Migrations 2019 Sans Adipeuse	0	3	22	25
Piégeage 2019 Sans Adipeuse	0	0	0	0

### 8.3.4.5 Etat sanitaire des saumons capturés en 2019

Lors de l'échantillonnage, l'état sanitaire des poissons est relevé. Des classes ont été effectuées afin de qualifier de façon standard les observations (Rapport d'Exécution CNSS, 2019) :

- 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 fendue légère ;
- 3 = Etat fortement dégradé pouvant compromettre la survie du poisson : coupure profonde, peau arrachée, plaie profonde.

L'état sanitaire des saumons est noté depuis 2006 (Figure 299). Nous pouvons distinguer deux périodes. De 2006 à 2014, un nombre peu élevé de poissons présentait des lésions sévères classant les poissons en état fortement dégradés. Depuis 2015, il semblerait que la proportion de ces poissons augmente significativement d'années en années. Les années 2009 et 2014 se particularisent par une absence ou rareté de cette catégorie de poissons.

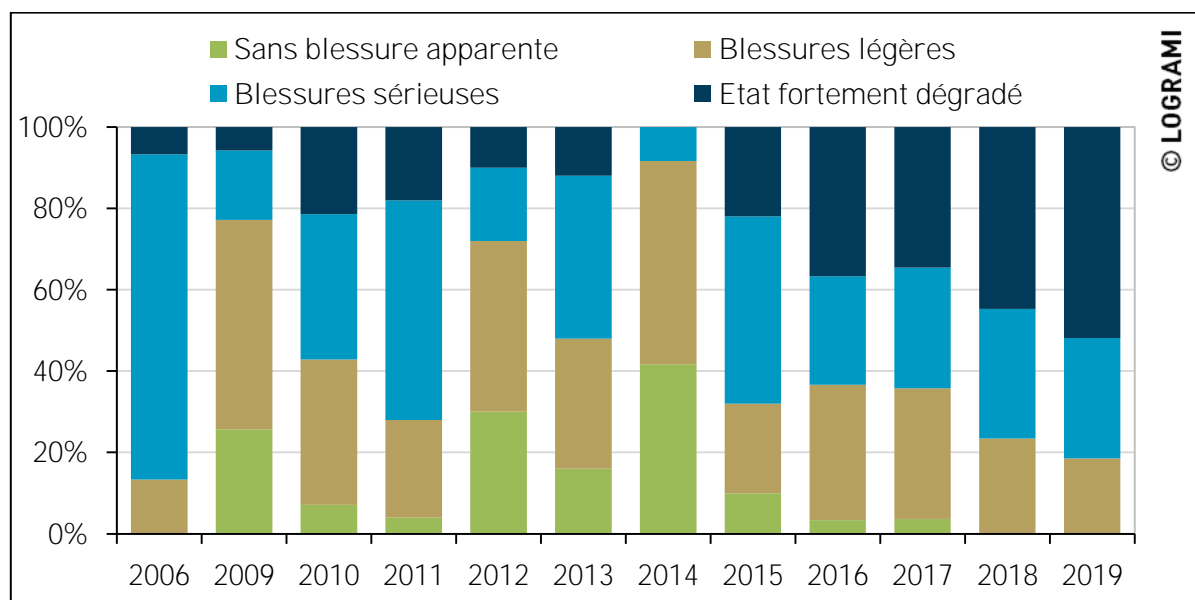


Figure 299 : Etat sanitaire des saumons capturés au printemps sur l'Allier depuis 2006 (Sources CNSS)



## 8.4. Production de juvéniles à partir d'incubateur

### 8.4.1. Contexte

Depuis 2015, sous l'impulsion de différentes collectivités piscicoles de la région Roannaise (Loire, 42), un incubateur à saumons est mis en charge avec 10 000 œufs en provenance du Conservatoire National du Saumon Sauvage. L'incubateur est implanté sur le Renaison, petit affluent rive gauche de la Loire aux caractéristiques salmonicoles, dans le parc Beaulieu sur la Commune de Riorges (Roannais Agglomération). Une étude spécifique sur les habitats favorables au développement des juvéniles de saumon atlantique a montré que le tronçon du Renaison situé entre l'incubateur et la confluence avec la Loire présente environ 8 500 m<sup>2</sup> d'équivalents Radier-Rapide (ASCONIT, 2012).

Afin d'évaluer la production de juvéniles de ce type d'installation, LOGRAMI, en collaboration avec la FDAAPPMA 42, a mis en place, en 2015, un suivi par 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 300).

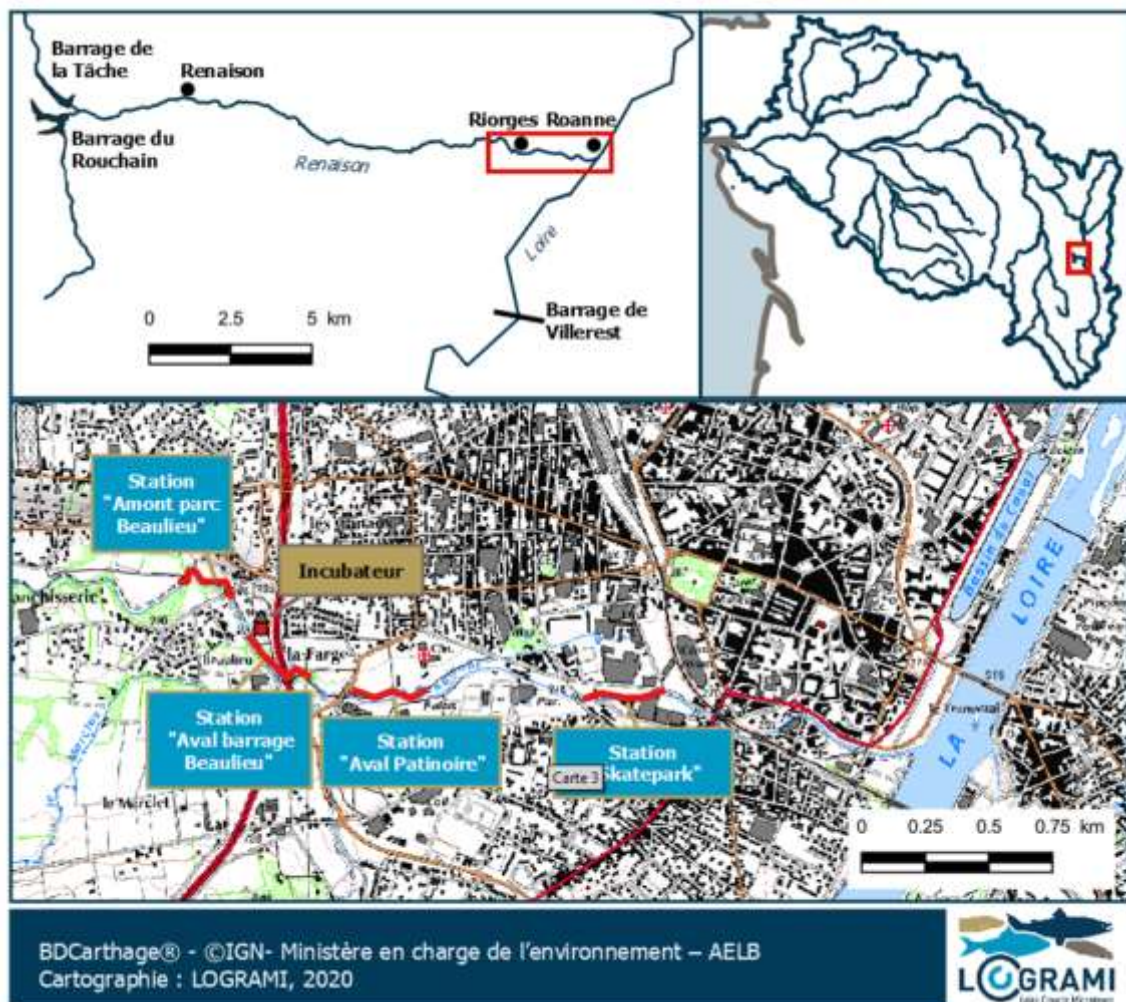
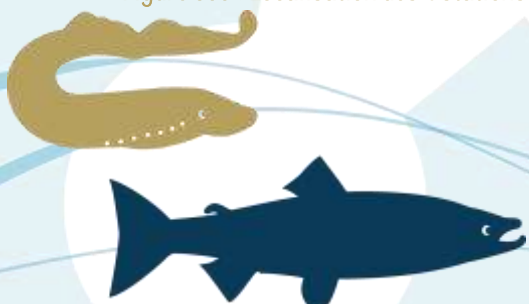


Figure 300 : Localisation des 4 stations de pêche d'échantillonnage de juvéniles de saumon sur le Renaison en 2019



Les surfaces favorables au développement des juvéniles de saumons étant connues (ASCONIT, 2012), la production de l'incubateur peut être estimée grâce aux « Indice d'abondances » (individus 0+/5 minutes) convertis en densités (individus 0+/m<sup>2</sup>) avec le coefficient utilisé sur le bassin de l'Allier (Figure 301).

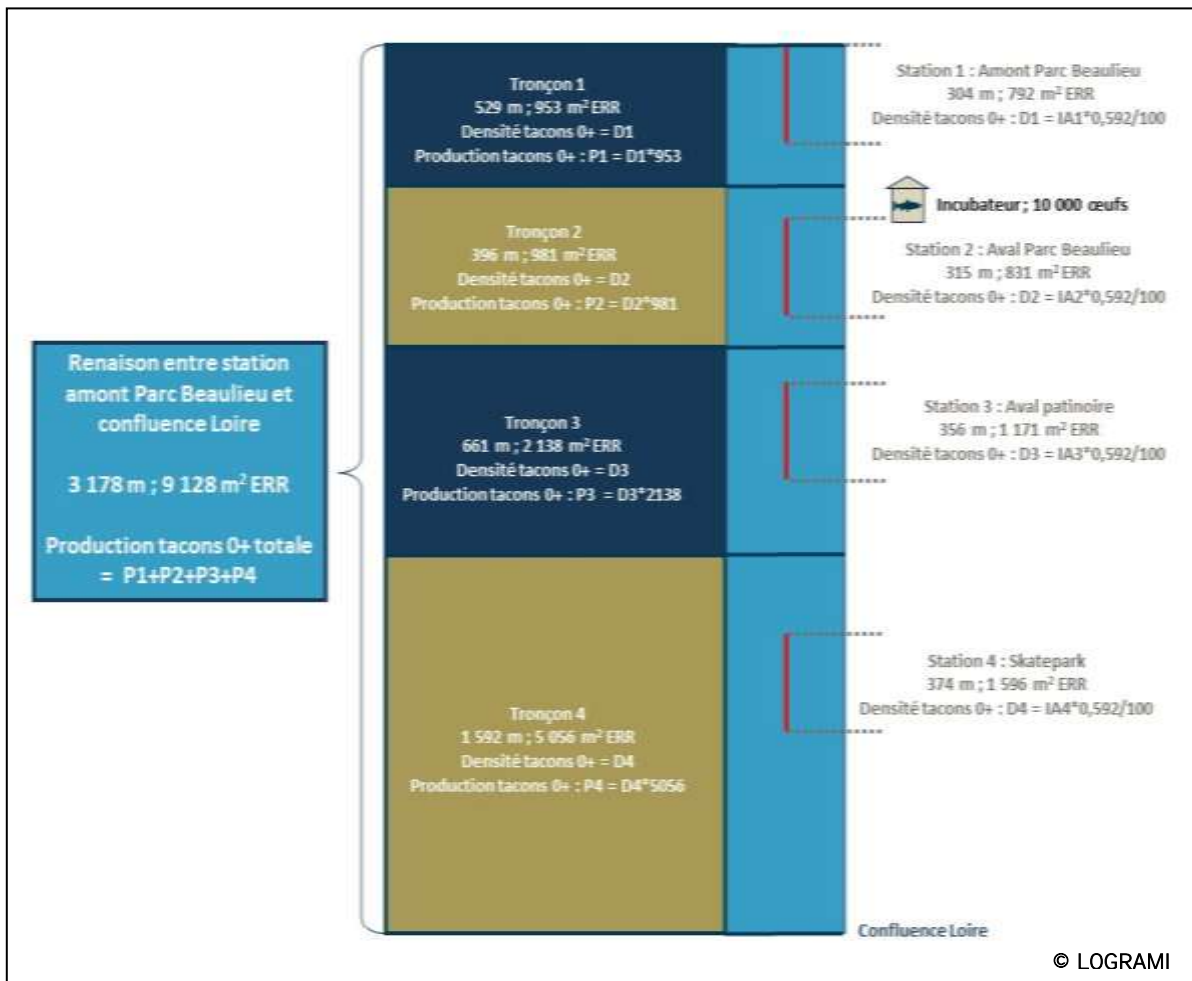


Figure 301 : Schéma de principe du calcul de la production automnale de tacons 0+ de l'incubateur implanté sur le Renaison à Rlorges (42) (ERR: Equivalent Radier-Rapide = surface favorable au développement des juvéniles de saumons ; IA: Indice d'abondance (tacons 0+ capturés en 5 minutes) ; 0,592/100 : coefficient conversion IA-densité du « bassin Allier » (Données habitats : Roannais Agglomération – ASCONIT, 2012)

## 8.4.2. Résultats 2019

Depuis 5 ans, les quatre stations sont échantillonnées au printemps et à l'automne. En 2019, les échantillonnages ont été effectués le 11 juin au printemps et le 03 septembre à l'automne. Les résultats peuvent être comparés aux années précédentes.

Tableau 37 : Indices d'abondances en juvéniles de saumon printaniers et automnaux sur le Renaison depuis 2015

Tacons 0+/5 minutes - PRINTEMPS					
	01/06/2015	20/06/2016	08/06/2017	08/06/2018	11/06/2019
Amont parc Beaulieu		0	0	0	0
Aval barrage Beaulieu	126	0	115	122	57
Aval patinoire	2	1	30	33	12
Skate-park		5	0	7	9
moyenne	64	1,5	36,25	40,5	19,5

Tacons 0+/5 minutes - AUTOMNE					
	09/10/2015	06/10/2016	05/10/2017	09/10/2018	03/10/2019
Amont parc Beaulieu	0	0	1	0	0
Aval barrage Beaulieu	82	0	36	51	41
Aval patinoire	46	5	46	42	28
Skate-park		6	14	4	12
moyenne	42,67	2,75	24,25	24,25	20,25

Tableau 38 : Production automnale de tacons 0+ de l'incubateur du Renaisn depuis 2015

	2015	2016	2017	2018	2019
Tronçon 1 Amont parc Beaulieu	0	0	6	0	0
Tronçon 2 Aval barrage Beaulieu	476	0	209	296	238
Tronçon 3 Aval patinoire	582	63	582	532	354
Tronçon 4 Skate-park		180	419	120	359
Production totale	1058	243	1216	948	952
Mise en charge (œufs)	10000	10000	10000	10000	12000
Implantation = survie entre œuf fécondé et tacon d'automne (%)	10,6%	2,4%	12,2%	9,5%	7,9%



Le suivi de la production de l'incubateur sur le Renaison en 2019 met en évidence (Tableau 37 et Tableau 38) :

- Une production printanière plus réduite que celles de 2015, 2017 et 2018 ;
- 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 production automnale estimée à 952 tacons 0+, répartie entre l'aval du seuil du parc Beaulieu et la confluence avec la Loire, soit une implantation de 7,9 % des œufs mis en place dans l'incubateur (12 000 en 2019).

Les débits observés en 2019 ont permis aux juvéniles de saumons produits par l'incubateur de s'implanter convenablement dans le Renaison, situant l'année dans une fourchette basse du taux d'implantation comparativement aux années 2015, 2017 et 2018.

**Hors événement exceptionnel telle qu'une crue printanière pendant ou juste après l'émergence, le fonctionnement du système « Incubateur saumon-Renaison » présente une relative constance en termes de production globale de tacons 0+ d'automne (1000 ind.) et de répartition saisonnière des tacons (diffusion vers l'aval en cours de saison).** Ainsi, le suivi en 2020 va être allégé avec seulement un échantillonnage en octobre pour continuer de suivre la production automnale du Renaison.

## 8.5. Production des tacons d'automne à partir des déversements au stade alevin

**Le taux d'implantation** est obtenu grâce au suivi, par pêches électriques, des juvéniles de saumon 0+. Il a pour objectifs de connaître la survie des juvéniles déversés au stade alevin et de vérifier la fonctionnalité des zones favorables à leur croissance.

Dans cette partie, et compte tenu de l'absence de marquage physique des alevins déversés, nous considérerons l'ensemble des juvéniles de saumon pêchés sur les stations déversées comme étant des individus issus de déversement.

Les indices d'abondance sur les stations déversées ne tiennent pas compte des différences de densité au déversement entre les stations. Ainsi, l'évaluation de l'efficacité de l'alevinage repose sur une estimation du **taux d'implantation** des alevins déversés sur chaque station alevinée. Il est exprimé en pourcentage de la densité observée lors des pêches électriques par rapport à la densité alevinée (BACH et al, 2010) :

$$\text{Taux d'implantation} = \text{« Densité tacons pêchée »} / \text{« Densité d'alevins déversés »} * 100$$

Avec :

- La densité 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.

Le nombre d'alevins déversés est fourni par le Conservatoire National du Saumon Sauvage responsable des déversements (EPL, non publié). La densité d'alevins déversés préconisée par le cahier des charges du marché de repeuplement sur le bassin de la Loire est de 1 alevin/m<sup>2</sup> de surface de production. Néanmoins, cette densité théorique doit être recalculée post-déversements chaque année pour chaque radier.

Un taux d'implantation de 10 % est considéré comme une survie moyenne pour des alevins nourris jusqu'au stade alevin 3 mois (pré-estivaux) (RICHARD A., non daté). Un taux d'implantation de 20 % correspond à une bonne survie selon la même référence et pour les mêmes stades. Si nous considérons la survie du stade d'ensemencement pré-estivaux (alevins d'1 à 3 g) au tacon de 1 été, un taux d'implantation de 20 % correspond à une bonne survie (RICHARD A., non daté). C'est donc à partir de ces références bibliographiques que vont être évalués les taux d'implantation des alevins déversés sur les différents axes du bassin de la Loire.

### 8.5.1. Implantation des juvéniles déversés sur la Gartempe

En 2019, 132 484 alevins de saumon ont été déversés sur la Gartempe par le Conservatoire National du Saumon Sauvage les 6 et 7 juin (EPL, non publié).

Suite aux faibles débits observés à l'été 2019 et aux arrêtés de crise pris dans les départements de la Creuse et de la Haute-Vienne interdisant les opérations scientifiques, les échantillonnages par pêche des juvéniles de saumon atlantique sur la Gartempe n'ont pas été réalisés. L'évaluation de l'implantation des juvéniles déversés n'est donc pas possible pour l'année 2019.

---

<sup>2</sup> La relation de conversion de l'abondance en 5 mn en densités de saumons pour 100m<sup>2</sup> révisée pour le bassin de la Gartempe est :  $D=0,334*I$  avec D : densité (ind/100m<sup>2</sup>) 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.



## 8.5.2. Implantation de juvéniles déversés sur le bassin de l'Allier

### 8.5.2.1 Répartition des déversements et densités moyennes déversées

Sur le bassin de l'Allier en 2019, **627 515 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 seconde année consécutive sur la Senouire, la Couze Pavin et la Couze d'Ardes (Figure 302). La grande majorité des alevins sont toutefois déversés sur l'Allier (57 %) et la Sioule (24,5%).

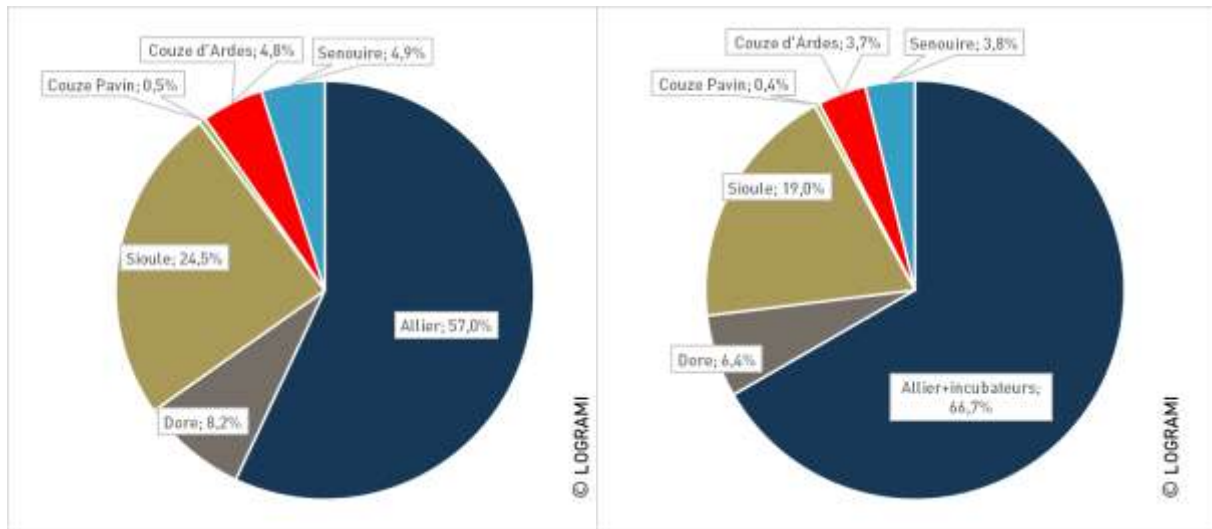


Figure 302 : Répartition des alevins de saumon issus de pisciculture sur les différents cours d'eau du bassin de l'Allier en 2019. A gauche uniquement les alevins déversés. A droite avec prise en compte des alevins issus des incubateurs sur les affluents de l'Allier entre Brioude et Langeac (EPL, non publié)

Afin de préciser au mieux les calculs, il s'avère nécessaire d'ajouter à la somme totale des alevins déversés, les alevins issus des 4 incubateurs de terrains situés sur des affluents de l'Allier (Arçon, Blassac, Cronce et Peyrusse) au niveau du secteur S4 (Langeac-Brioude). De manière à estimer au mieux le nombre d'alevins issus de ces incubateurs colonisant l'Allier en fin de printemps, un taux de survie arbitraire de 0,9, tenant compte des mortalités pouvant être observées depuis la mise en charge de l'incubateur jusqu'à la colonisation de l'Allier, a été appliqué à la somme totale des 202 346 œufs mis en charge dans ces 4 incubateurs en 2019. Ainsi, 182 381 alevins en provenance des incubateurs peuvent être ajoutés à aux 627 515 alevins déversés, ce qui porte à un total de **809 626 alevins de pisciculture apportés sur le bassin de l'Allier en 2019**. Cette considération induit, de fait, une augmentation de la contribution de l'Allier aux dépens des autres affluents (Allier =66,7%) (Figure 302 et Figure 303).

Afin de calculer des densités moyennes déversées (alevins/m<sup>2</sup> d'ERR), des secteurs englobant l'ensemble des points de déversements ont été considérés pour chaque cours d'eau et/ou secteur de cours d'eau (Tableau 40 et Figure 303).

En termes de répartition des alevins déversés, les particularités ou adaptations singulières du plan d'alevinage mis en œuvre en 2019 par rapport aux dernières années sont les suivantes :

- Sur l'Allier, le plan d'alevinage a été modifié. Il se cantonnait depuis 2008 à des déversements sur les secteurs S4 et S5 suite la définition de la « Zone Refuge » qui les avait proscrits en amont de Langeac, afin de sanctuariser cette zone pour de la reproduction et de la production naturelle d'alevins. En 2019, des déversements ont été réalisés en réponse aux demandes transmises à la DREAL de bassin, « pilote » du PLAGEPOMI, d'un collectif d'usagers et de collectivités locales du « Haut Allier ». Cette demande était motivée par la volonté d'accentuer artificiellement la recolonisation en amont de Poutès sans attendre la fin des travaux de reconfiguration en 2021-2022. Ainsi, 174 588 alevins ont été déversés sur le secteur S2 répartis sur 130 points entre St Etienne du Vigan et Alleyras. Les géniteurs de retour de ces alevins seraient donc attendus à l'horizon 2022 ou 2023 au moment de l'ouverture.
- Sur la Dore, pour la deuxième année consécutive, 2 secteurs distincts ont été alevinés : « l'aval du barrage de Sauviat » et « l'amont du barrage de Sauviat ». Cette modification du plan d'alevinage a été opérée en 2018 afin d'optimiser le rendement de ces déversements en réduisant les pertes potentielles lors de la dévalaison des smolts issus de ces derniers, qui étaient tous historiquement réalisés en amont de plusieurs centrales hydro-électriques aux dispositifs de dévalaison défaillants. Grâce à des échantillonnages réalisés en 2018, cette adaptation a pu être évaluée comme une alternative recevable puisque le taux d'implantation moyen du secteur « Aval de Sauviat » était supérieur à celui du secteur « Amont de Sauviat » (Association LOGRAMI, 2019). Cette distinction a donc été reconduite en 2019 mais les quantités déversées en amont de Sauviat quoiqu'encore majoritaires voient leur part diminuer par rapport à 2018 (60 % contre 74 %).
- La Couze Pavin, la Couze d'Ardes et la Senouire ont été alevinés pour la deuxième année consécutive. Cette reconduction des déversements d'alevins sur ces affluents fait suite aux très bons taux d'implantation moyens constatés en 2018 grâce aux échantillonnages réalisés sur ces 3 affluents de l'Allier qui permettaient de qualifier ces secteurs comme productifs et de meilleure qualité que le secteur S5.

En termes de répartition, les déversements réalisés en 2019 sur la Sioule et les secteurs S4 et S5 de l'Allier revêtent, quant à eux, un caractère plus classique comparativement à l'historique.



Tableau 39 : Bilan de répartition des quantités et des densités d'alevins de saumon de pisciculture déversés sur les différents cours d'eau du bassin de l'Allier en 2019

	Secteur aleviné considéré	Nb alevins déversés	Nb de points déversés	ERR disponibles du secteur (m <sup>2</sup> )	Densité moyenne déversée (alv./m <sup>2</sup> )
Allier	S2 St Etienne du Vigan-Alleyras (décrit en 1999)	174 588	130	297 065	0,6
		72 872	29		177 191
	S4 Langeac-La Bageasse (décrit en 2017)	<i>" +202 346 *90% sur 4 incubateurs "</i>	33	1,4	
		254 983			
	S5 La Bageasse - Cournon (décrit en 2018)	110 300	29	362 899	0,3
	<b>Total Allier sans incubateurs</b>	<b>357 760</b>	<b>188</b>	<b>837 155</b>	<b>0,4</b>
<b>Total Allier avec incubateurs</b>	<b>539 871</b>	<b>192</b>	<b>0,6</b>		
Dore	Aval Ambert - Legat (décrit en 1999)	30 931	5	25 232	1,2
	Amont Courpière-Peschadoires (décrit en 1999)	20 619	13	29 535	0,7
	<b>Total Dore</b>	<b>51 550</b>	<b>18</b>	<b>54 767</b>	<b>0,9</b>
Sioule	Thermes Châteauneuf les Bains - Viaduc Rouzat (décrit en 1999)	154 044	26	198 750	0,8
Couze d'Ardes	Aval Barège (décrit en 2015)	29 960	9	46 738	0,6
Couze Pavin	Aval seuil Hôpital Issoire (décrit en 2015)	3 289	1	16 720	0,2
Senouire	Barbanson-conf Allier (décrit en 2016)	30 912	19	130 902	0,2
<b>Total Bassin</b>		<b>627 515</b>	<b>261</b>	<b>1 285 032</b>	<b>0,5</b>
<b>Total Bassin avec incubateurs</b>		<b>809 626</b>	<b>265</b>		<b>0,6</b>



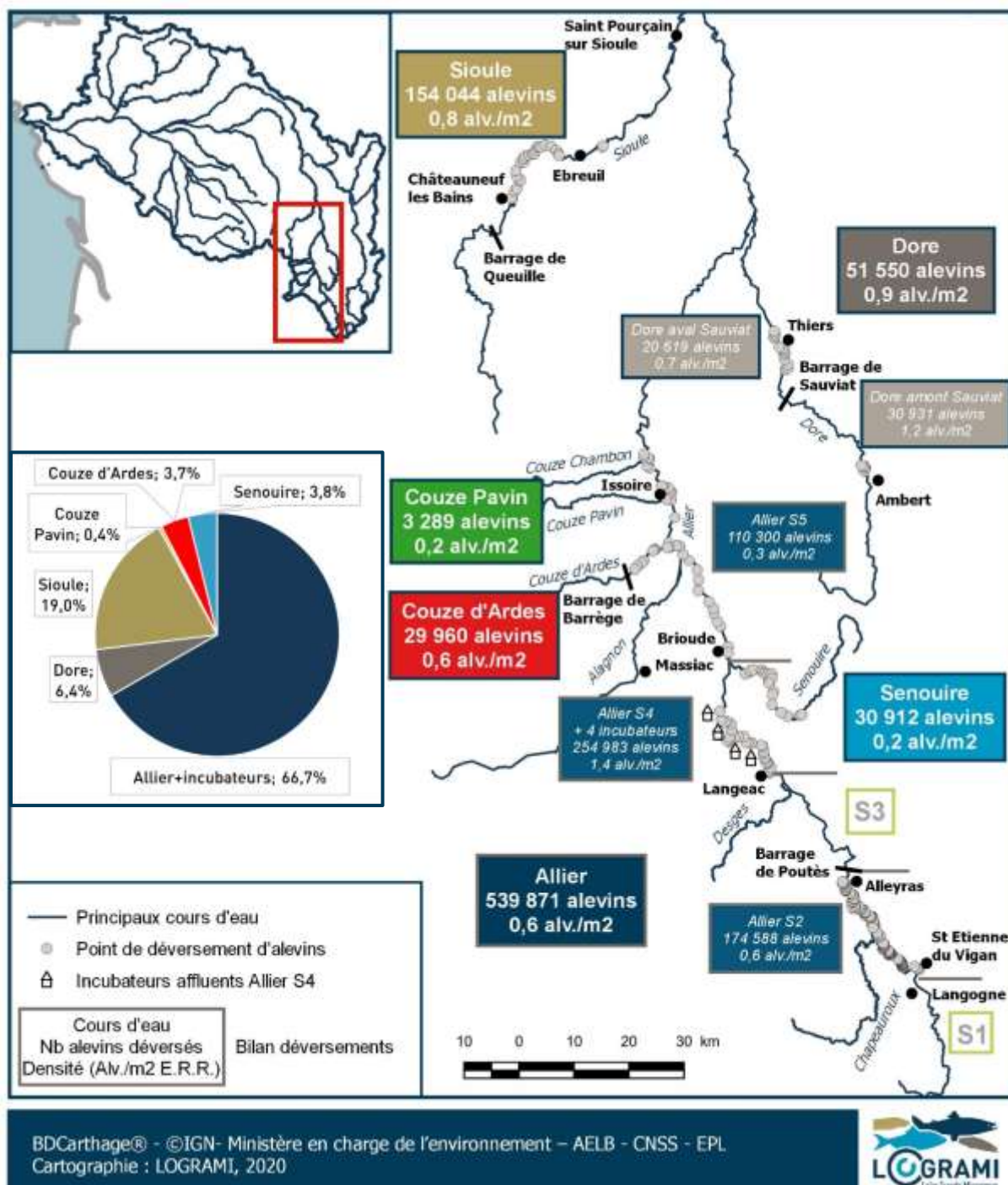
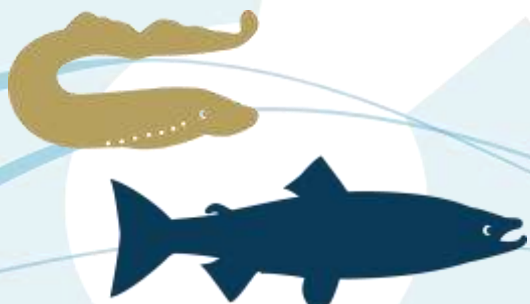


Figure 303 : Répartition des quantités et des densités d'alevins de pisciculture déversés sur les différents cours d'eau du bassin de l'Allier en 2019

En se référant aux densités moyennes déversées, la Dore, la Sioule, l'Allier et la Couze d'Ardes avec respectivement 0,9, 0,8, 0,6 et 0,6 alevins déversé/m<sup>2</sup> d'ERR, sont les cours d'eau aux secteurs les plus densément alevinés (Figure 303 et Tableau 39). Avec respectivement 1,2 et 1,4 alevins déversé/m<sup>2</sup> d'ERR disponibles, les secteurs Dore « Amont Sauviat » et Allier S4 (en considérant les apports des incubateurs) présentent des densités moyennes déversées supérieures à 1 alevins/m<sup>2</sup> d'ERR. La Senouire et la Couze Pavin sont quant à elles moins densément déversées (0,2 alevins/m<sup>2</sup> d'ERR).



### 8.5.2.2 Production estimée et taux d'implantation moyens

*Les productions et donc les taux d'implantation moyens calculés pour la Sioule et l'Allier et par conséquent également pour le bilan global du bassin de l'Allier sont surestimés par l'apport probable de tacons natifs. Ces valeurs doivent donc être considérées comme des valeurs maximales.*

#### A l'échelle du bassin de l'Allier

A l'occasion des échantillonnages, des tacons 0+ considérés comme issus de déversements d'alevins de pisciculture (absence très probable de reproduction même si elle ne peut pas être complètement exclue) ont été capturés sur deux secteurs n'ayant pourtant pas fait l'objet d'alevinage : sur la Couze Chambon aval et sur la Dore entre les deux secteurs alevinés. Sur la Couze Chambon ces tacons 0+ sont très probablement issus d'alevinage réalisés à proximité (100 m) de la confluence avec l'Allier, comme cela a déjà pu être constaté (BACH et al., 2018). Sur le secteur de la Dore intercalé entre les 2 secteurs alevinés, ces tacons ont été considérés comme issus d'une dispersion vers l'aval des alevins à partir des points de déversements situés plus en amont. Ces individus ont été comptabilisés dans la production totale d'alevins issus de pisciculture du bassin de l'Allier.

Ainsi, la production de tacons 0+ d'automne issus des déversements d'alevins de pisciculture sur l'ensemble du bassin de l'Allier est estimée à **297 456 tacons** soit une implantation globale de **47,4 %** ou **36,7%** en considérant les apports issus des incubateurs (Tableau 40), ce qui peut être considéré comme **une bonne survie** (RICHARD A., non daté).

Cette production est principalement assurée par l'Allier (60,2 %) et la Sioule (20,2 %). Les 4 autres affluents, la Senouire, la Dore, la Couze d'Ardes et la Couze Pavin, contribuent dans une moindre mesure à hauteur respective de 7,6 %, 6,1 %, 4,3 % et 1,6 %. A l'exception de la Senouire, cette répartition correspond sensiblement à celle des quantités d'alevins déversés, ce qui met en évidence une certaine homogénéité des taux d'implantation moyens (Figure 303).

Concernant les taux d'implantation moyens, la Couze Pavin est écartée car elle présente une valeur aberrante (149 %). Il est probable que des alevins du cours de l'Allier aient trouvé refuge dans cet affluent s'additionnant alors aux alevins déversés. Les 85 alevins échantillonnés sur la Couze Chambon argumentent d'ailleurs en ce sens puisqu'il n'y a eu aucun alevinage et à priori pas de frayère en 2018.

La Senouire (73,5 %) se détache bien d'un groupe Allier-Sioule-Dore-Couze d'Ardes dont les taux oscillent entre 33,2 et 42,3 % (Tableau 40 et Figure 304). A l'échelle globale, l'Allier est le cours d'eau qui présente le plus faible taux d'implantation moyen (33,2 %). Au regard des classes définies par RICHARD A. (non daté), **tous les cours d'eau alevinés sur le bassin de l'Allier présentent de bonnes survies en 2019.**

Tableau 40 : Production de tacons 0+ d'automne des secteurs alevinés et taux d'implantation correspondants sur le bassin de l'Allier en 2019

	Secteur considéré	ERR disponibles (m <sup>2</sup> )	Nb de stations échantillonnées	Production tacons 0+ d'automne estimée	Déversement	Implantation
Allier	S2 St Etienne du Vigan-Alleyras (décrit en 1999)	297 065	4	80 897	174 588	46,3%
	S4 Langeac-La Bageasse (décrit en 2017)	177 191	6	80 561	72 872	111,0%
					" <u>+202.346*90%</u> <u>sur 4 incubateurs</u> " 254 983	31,6%
	S5 La Bageasse - Cournon (décrit en 2018)	362 899	6	17 617	110 300	16,0%
	<b>Total Allier sans incubateurs</b>	<b>837 155</b>	<b>16</b>	<b>179 074</b>	<b>357 760</b>	<b>50,1%</b>
<b>Total Allier avec incubateurs</b>	<b>539 871</b>				<b>33,2%</b>	
Dore	Aval Ambert-Legat (décrit en 1999)	25 232	1	3 585	30 931	11,6%
	Legat-amont Courpière (Secteur non aleviné) (décrit en 1999)	192 385	3	11 731		
	Amont Courpière-Peschadoires (décrit en 1999)	29 535	4	2 710	20 619	13,1%
	<b>Total Dore</b>	<b>247 152</b>	<b>8</b>	<b>18 026</b>	<b>51 550</b>	<b>35,0%</b>
Sioule	Thermes Châteauneuf les Bains - Viaduc Rouzat	<b>198 750</b>	7	<b>60 007</b>	<b>154 044</b>	<b>39,0%</b>
Couze Chambon	Aval A75 (décrit en 2015)	<b>2 059</b>	1	<b>85</b>		
Couze d'Ardes	Aval Barège (décrit en 2015)	<b>46 738</b>	4	<b>12 659</b>	<b>29 960</b>	<b>42,3%</b>
Couze Pavin	Aval seuil Hôpital Issoire (décrit en 2015)	<b>16 720</b>	2	<b>4 900</b>	<b>3 289</b>	<b>149,0%</b>
Senouire	Barbanson-confluence Allier (décrit en 2016)	<b>130 902</b>	7	<b>22 706</b>	<b>30 912</b>	<b>73,5%</b>
Total Bassin sans incubateurs				<b>297 456</b>	<b>627 515</b>	<b>47,4%</b>
Total Bassin avec incubateurs					<b>809 626</b>	<b>36,7%</b>



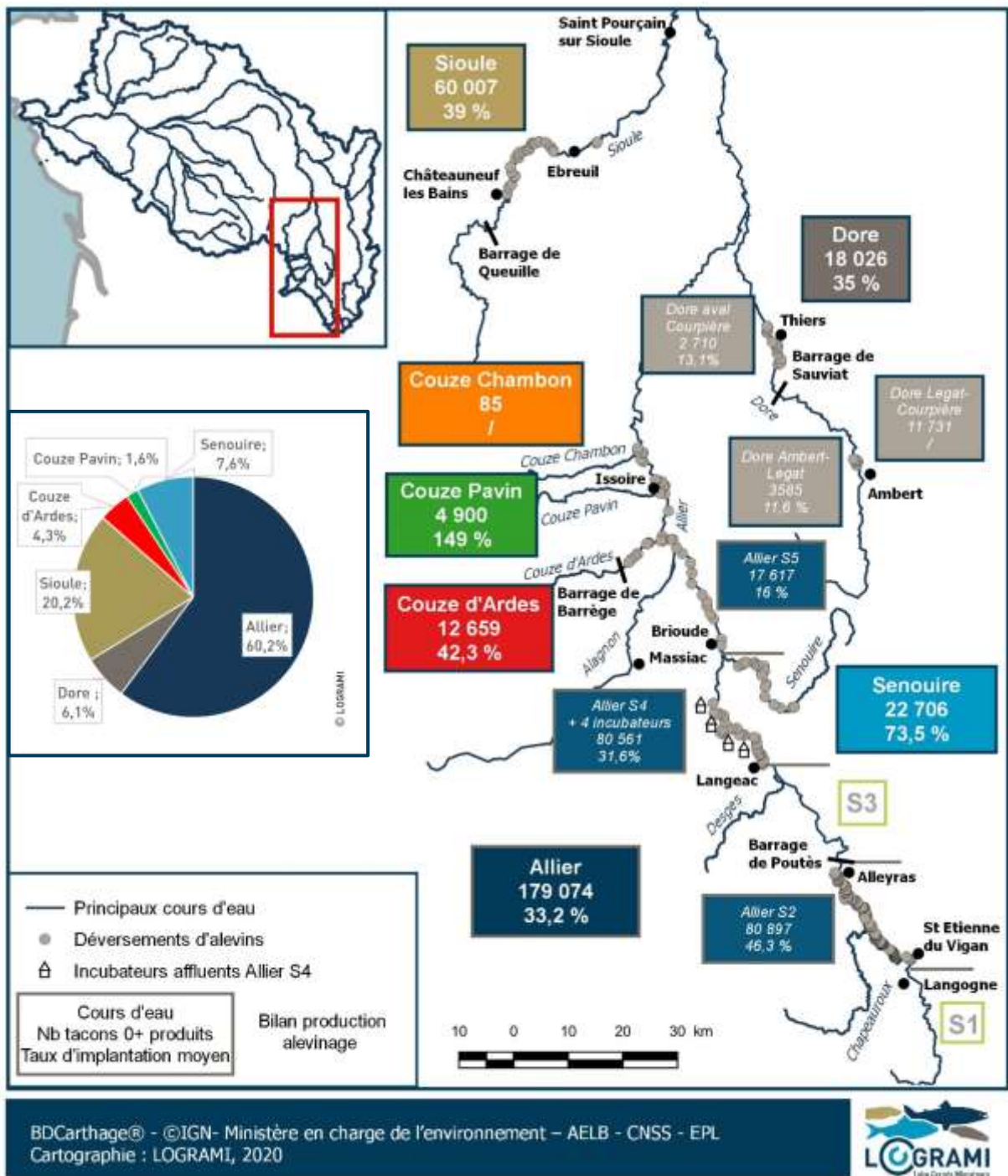


Figure 304 : Répartition des tacons 0+ issus de déversements d'alevins de pisciculture sur les différents cours d'eau du bassin de l'Allier en 2019 et taux d'implantation moyens correspondants

## Sur l'Allier

Les 16 échantillonnages réalisés sur les 3 secteurs alevinés de l'Allier ont permis d'estimer la production totale de l'Allier à 179 074 tacons 0+ issu d'alevins de pisciculture dont 80 897 sur S2, 80 561 sur S4 et 17 617 sur S5 (Tableau 40 et Figure 304). Les taux d'implantation moyens qui en découlent décroissent selon le gradient amont-aval de la rivière (46,3% sur S2, 31,6% sur S4 en considérant les apports des incubateurs et 16 % sur S5).

### Secteur S5

A Cournon, station échantillonnée située la plus en aval sur le secteur S5, 2 tacons 0+ ont été capturés alors qu'aucun n'avait été capturé aux Martres de Veyre, 7 km plus en amont. Ces captures ont été réalisées à 21 km en aval du dernier point aleviné sur l'Allier où 9 748 alevins avaient été déversés (Figure 306). La surface d'habitats entre ces 2 points correspond à 147 000 m<sup>2</sup> d'Equivalents Radier Rapide. La reproduction naturelle étant jugée fortement compromise sur ce secteur, ces individus ont été considérés comme étant issus des déversements réalisés sur le secteur aleviné situé en amont. **Cette observation ponctuelle révèle l'importante distance pouvant être parcourue en dispersion vers l'aval par certains alevins déversés et les précautions à prendre quant à la compétition avec les alevins natifs que cela pourrait engendrer sur des secteurs où la reproduction est avérée.**

Ainsi, les 6 échantillonnages réalisés sur le secteur S5 ont permis d'estimer sa production à 17 617 tacons 0+ issu d'alevins de pisciculture. Avec une valeur de 16 %, le taux d'implantation moyen sur le secteur S5 de l'Allier en 2019 reflète une survie moyenne des alevins qui y sont déversés. Ce taux est légèrement inférieur à la moyenne observée depuis 2010 (18,5 % +/- 5,2) (Figure 305). Au regard des données « historiques », ce taux moyen semble toutefois s'intégrer dans la certaine homogénéité constatée depuis 2011 qui suppose que les conditions de développement des alevins déversés sur ce secteur sont certes les moins favorables de l'Allier mais que leur variabilité est réduite.

Compte tenu de la faiblesse de la reproduction naturelle sur ce secteur, les déversements effectués même s'ils présentent des résultats d'implantation moindres sont un complément de production pour la population (de l'ordre de 17 000 alevins en 2019) qui n'aurait pas été constaté sans déversement. Les alevins déversés sont cependant issus de captures de géniteurs à Vichy. Aussi, en termes de coût-bénéfice, les déversements au sein de ce secteur pourraient être envisagés lors de surplus de production par exemple.



Figure 305 : Taux d'implantation moyens des juvéniles de saumon déversés sur le secteur S5 de l'Allier depuis 2010

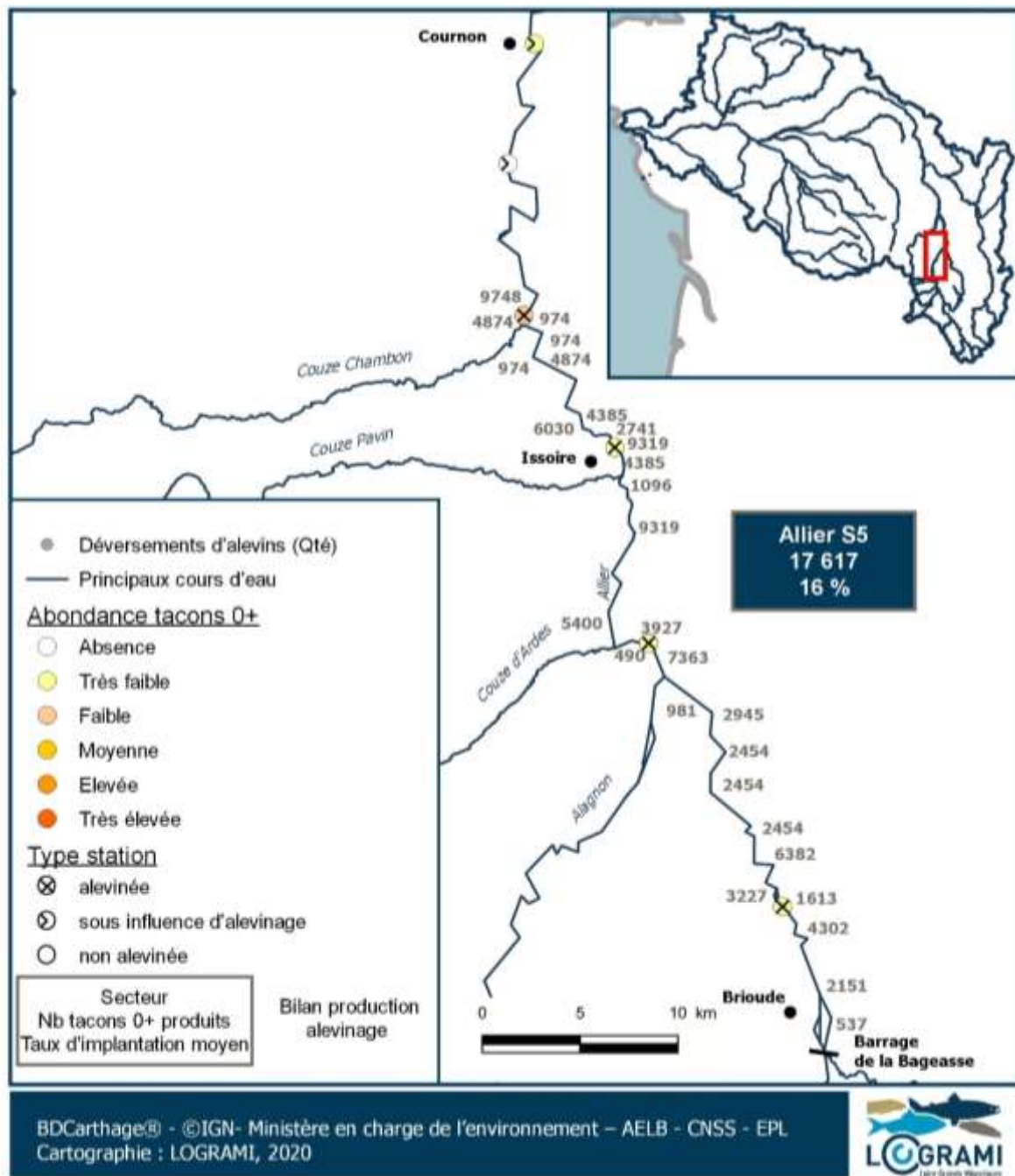


Figure 306 : Répartition des tacons 0+ issus de déversements d'alevins de pisciculture sur le secteur S5 de l'Allier en 2019 et taux d'implantation moyen correspondant

#### Secteur S4

Les 6 échantillonnages réalisés sur le secteur S4 ont permis d'estimer sa production à 80 561 tacons 0+ issu d'alevins de pisciculture (Figure 307). La non prise en compte, dans la quantité totale déversée, des alevins issus des incubateurs de terrain situés sur des affluents engendre une surestimation du taux d'implantation moyen des alevins réellement déversés au stade alevins par le CNSS sur ce secteur (111%) (Tableau 40). Malgré cet ajustement, comme rappelé en introduction, la présence très probable d'individus natifs dans les captures réalisées sur ce secteur engendre aussi une surestimation du taux d'implantation moyen de ce secteur.

Avec une valeur de 31,6 %, le taux d'implantation moyen prenant en compte les alevins issus d'incubateurs sur le secteur S4 de l'Allier en 2019 est supérieur à la moyenne observée depuis 2010 (21,3 % +/- 8,7) (Figure 308). Il s'apparente à ceux de 2013 et 2014. Ce bon résultat, au regard des données « historiques », semble suggérer de bonnes conditions de développement des alevins déversés sur ce secteur de l'Allier en 2019.



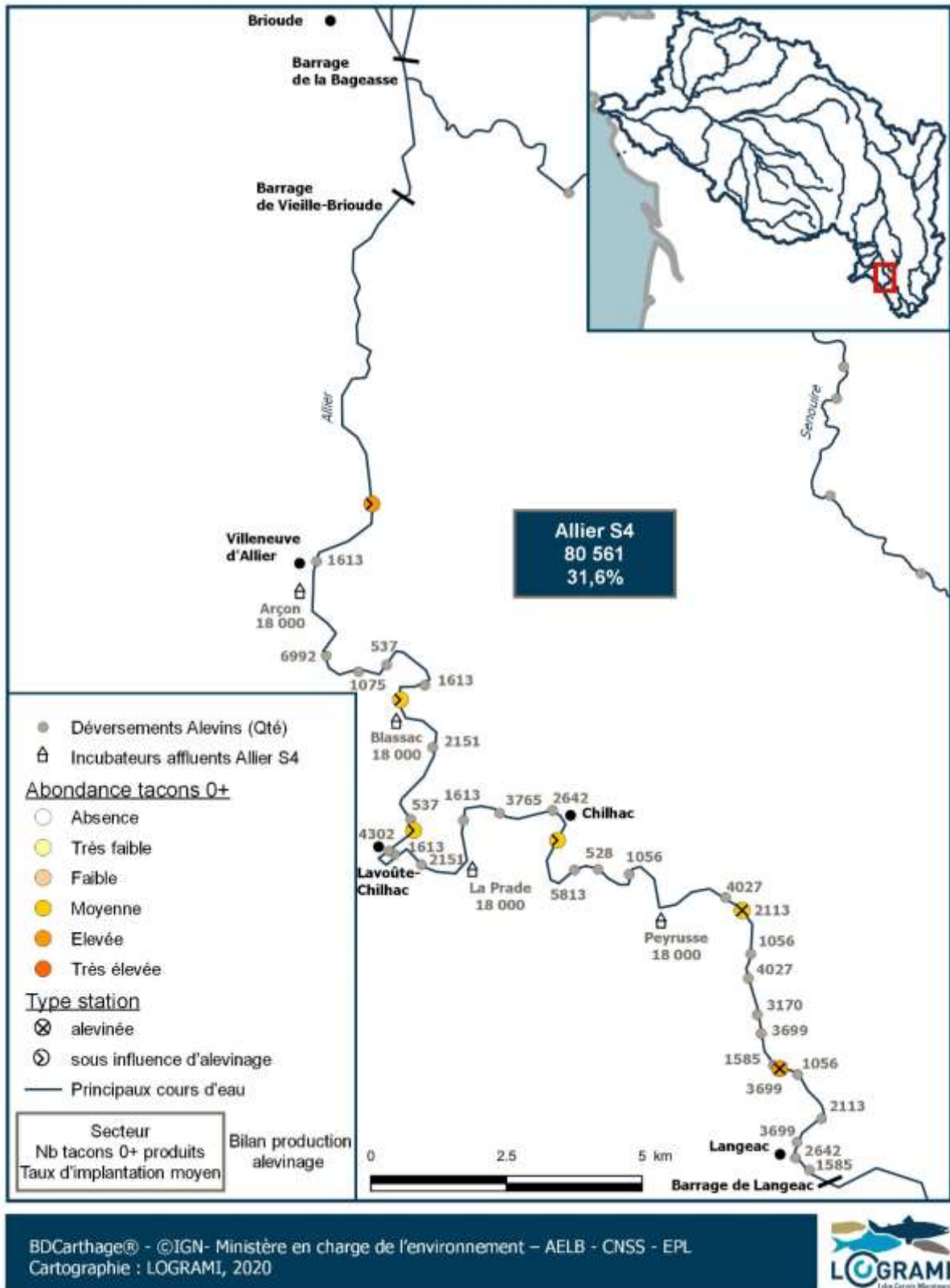
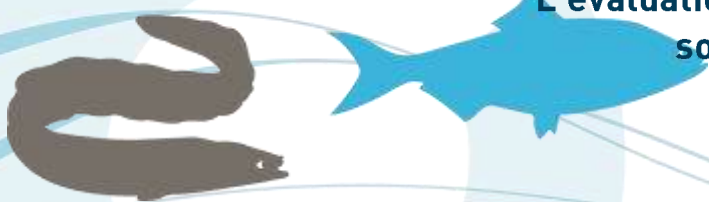


Figure 307 : Répartition des tacons 0+ issus de déversements d'alevins de pisciculture sur le secteur S4 de l'Allier en 2019 et taux d'implantation moyen correspondant





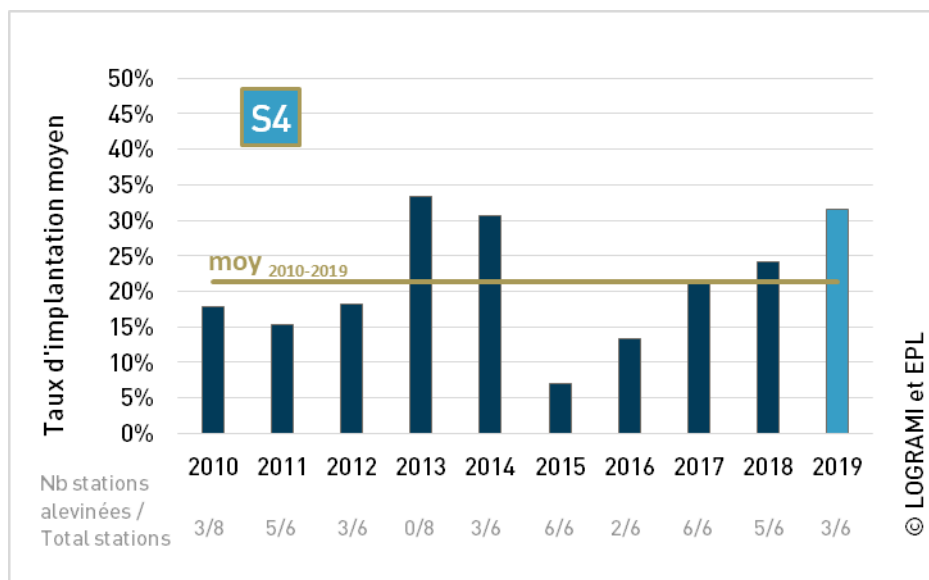


Figure 308 : Taux d'implantation moyens des juvéniles de saumon déversés sur le secteur S4 de l'Allier depuis 2010

### Secteur S2

Les 4 échantillonnages réalisés sur le secteur S2 ont permis d'estimer sa production à 80 897 tacons 0+ issu d'alevins de pisciculture (Figure 309).

Afin de caractériser le taux d'implantation moyen observé en 2019 sur le secteur S2, celui-ci a été comparé à ceux obtenus sur la période 2001-2007, période durant laquelle des déversements d'alevins étaient réalisés avant d'être suspendus en 2008 (définition de la Zone Refuge en amont de Langeac).

Avec une valeur de 46,3 %, le taux d'implantation moyen sur le secteur S2 de l'Allier en 2019 est inférieur à la moyenne observée entre 2001 et 2007 (57,7 % +/- 16,2) (Figure 310). Il s'apparente à ceux de 2002 et 2003 qui sont les années aux plus faibles effectifs de géniteurs de saumon comptés à Poutès sur la période d'analyse 2001-2007. Comme cela est présenté depuis le début de cette analyse, il est évident que la participation de la reproduction naturelle dans le calcul de la production de tacons d'automne du secteur induit une surestimation du taux d'implantation, qui croit, à priori, avec le nombre de saumons comptabilisés à l'ascenseur de Poutès l'année précédente. Au regard du faible nombre de géniteurs comptabilisés en 2018 (19), l'estimation du taux d'implantation 2019 est probablement la moins biaisée par la présence de tacons natifs dans la production estimée. Ainsi le taux d'implantation moyen des alevins de pisciculture déversés sur le secteur S2 de l'Allier en 2019 peut être considéré comme très bon.

Ces résultats confortent l'excellente productivité de ce secteur et la nécessité de donner accès aux géniteurs à cette zone de production. A partir de 2022, grâce aux mesures de transparence de l'ouvrage de Poutès, le dénombrement des géniteurs (par l'ascenseur et durant l'ouverture des vannes par caméra acoustique) et les échantillonnages à l'automne devraient permettre de calculer la productivité naturelle de ce secteur en absence de déversement. Il sera alors possible de mesurer la productivité avant l'ouverture (période 2009-2018) et après.

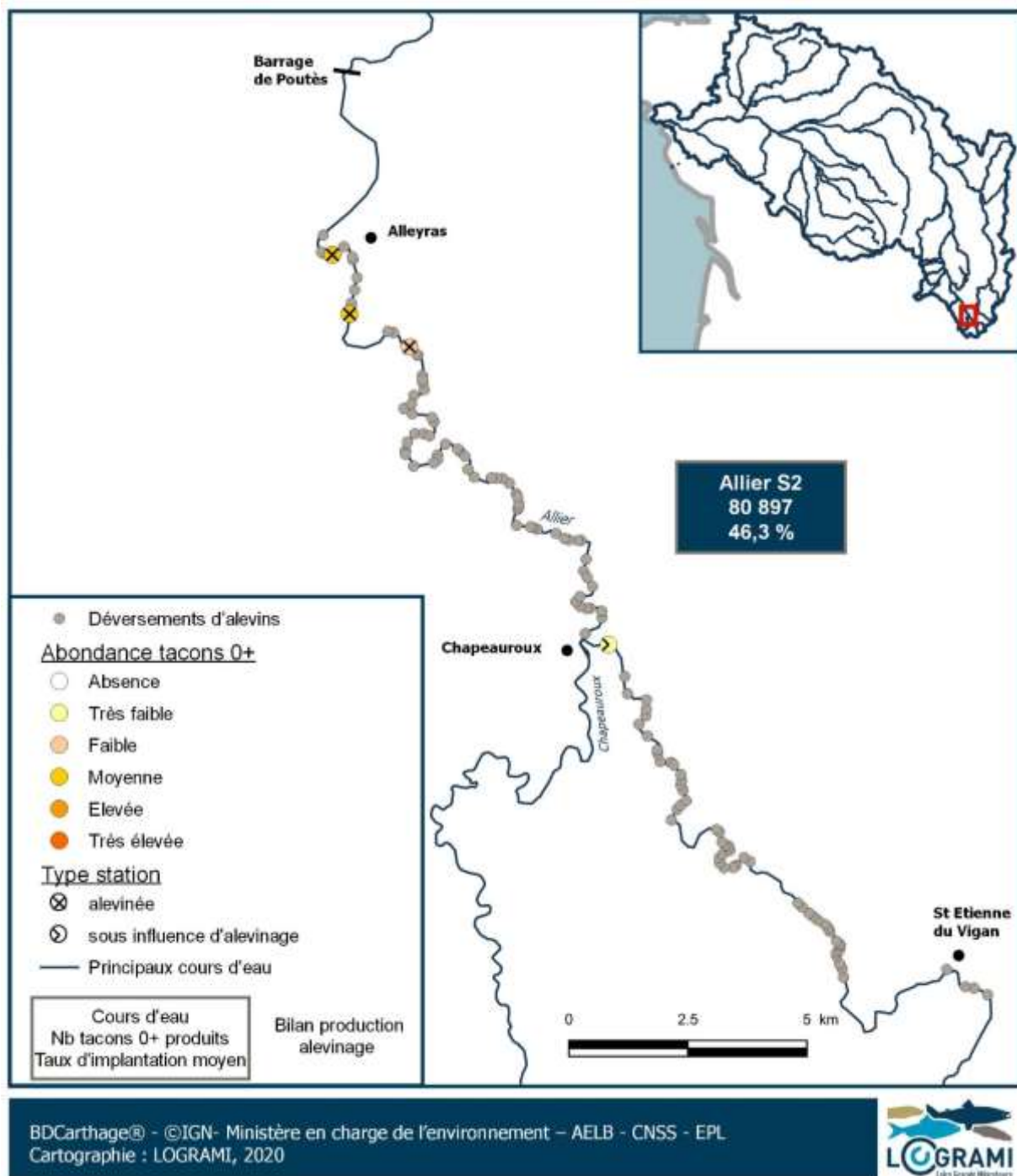


Figure 309 : Répartition des tacons 0+ issus de déversements d'alevins de pisciculture sur le secteur S4 de l'Allier en 2019 et taux d'implantation moyen correspondant

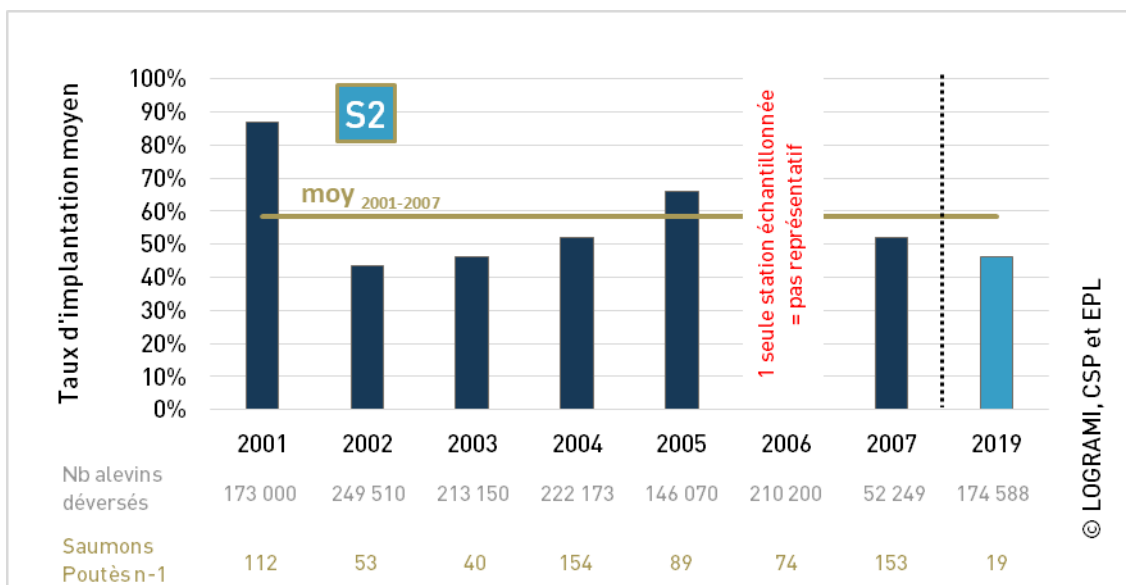
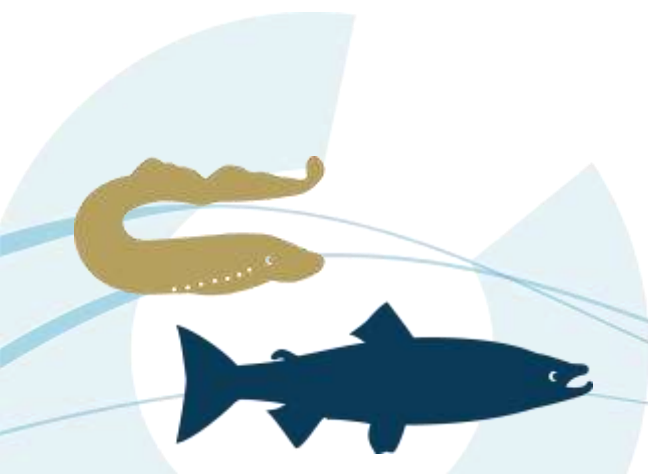


Figure 310 : Taux d'implantation moyens des juvéniles de saumon déversés sur le secteur S2 de l'Allier sur la période 2001-2007 et en 2019

### Sur la Dore

Les 8 échantillonnages réalisés ont permis d'estimer la production totale de la Dore à 18 026 tacons 0+ issus d'alevins de pisciculture. La production peut être estimée sur trois secteurs : 3 585 sur le secteur aleviné amont « aval Ambert-Légat », 11 731 sur le secteur sous influence d'alevinage « Legat-Courpière » et 2 710 sur le secteur aleviné « Aval Courpière » (Tableau 40 et Figure 311).

Le secteur « Legat-Courpière » intercalé entre les 2 secteurs alevinés représente 77% des tacons de pisciculture produits en amont de Courpière. La colonisation de ces individus depuis l'aval étant jugée improbable (distance et franchissabilité des ouvrages situés entre les secteurs) et la reproduction naturelle peu probable sur ce secteur, ces individus ont été considérés comme étant issus des déversements réalisés sur le secteur aleviné situé en amont. Ainsi pas moins de 38 % des alevins déversés sur le secteur aleviné situé en amont se seraient dispersés en aval. Des captures ont été réalisées jusqu'à 14,3 km en aval d'un point où 19 590 alevins avaient été déversés pour une surface d'habitats correspondant à 80 758 m<sup>2</sup> d'Equivalents Radier Rapide entre les 2 points. Ces résultats montrent encore une fois la dispersion des alevins déversés. Nous pouvons émettre l'hypothèse que cette dispersion peut être une conséquence de déversements réalisés en surdensité par rapport à des surfaces de production surestimées en 1999 (MINSTER et BOMASSI, 1999).



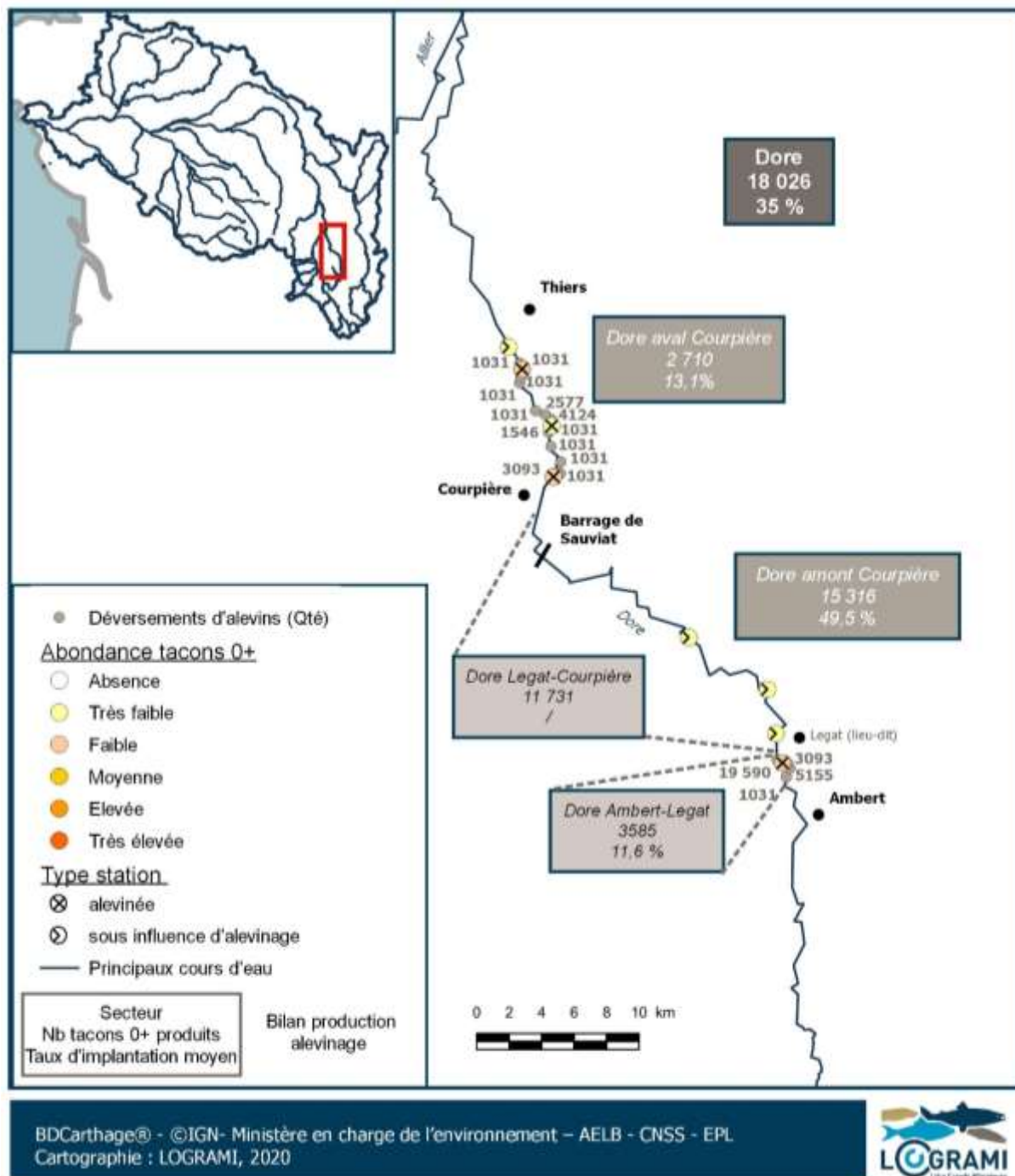


Figure 311 : Répartition des tacons 0+ issus de déversements d'alevins de pisciculture sur les différents secteurs de la Dore en 2019 et taux d'implantation moyens correspondants

Les taux d'implantation moyens des secteurs alevinés de la Dore s'élèvent à 11,6 % pour le secteur amont et 13,1 % pour le secteur aval, ce qui peut être jugé comme une survie moyenne pour les 2 secteurs. En intégrant la production estimée du secteur sous influence des alevinages amont dans la production du secteur aleviné amont, le taux d'implantation moyen du secteur augmente significativement pour atteindre 49,5 % (Figure 311).

Avec une valeur moyenne de 35 %, le taux d'implantation moyen sur la Dore en 2019 est nettement supérieur à la moyenne observée depuis 2010 (16,8 % +/- 9,5) (Figure 312). Ce bon résultat, au regard des données « historiques », semble suggérer de bonnes conditions de développement des alevins déversés sur la Dore en 2019.

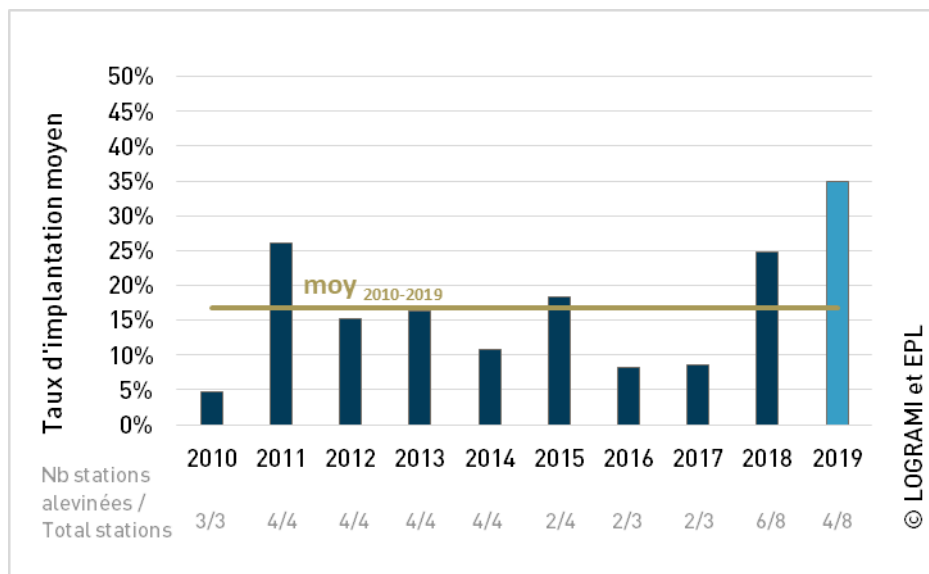


Figure 312 : Taux d'implantation moyens des juvéniles de saumon déversés sur la Dore depuis 2010

La comparaison des taux d'implantation moyens sur les deux secteurs alevinés de la Dore entre 2018 et 2019 (Figure 313) met en évidence :

- une augmentation du taux pour le secteur « amont Sauviat » qui passe de 23,3 % en 2018 à 49,5 % en 2019 ;
- une diminution du taux pour le secteur « aval Sauviat » qui passe de 29,3 % en 2018 à 13,1 % en 2019 ;
- une nette différence en faveur du secteur « amont Sauviat » en 2019 (49,5 % contre 13,1 %) alors que l'écart en 2018 était moins évident et en faveur du secteur aval (29,3 % contre 23,3 %).

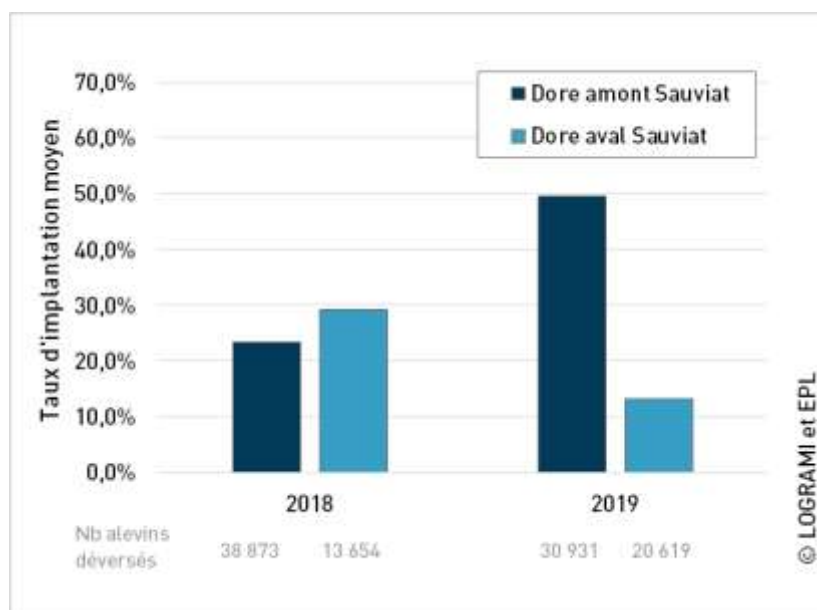


Figure 313 : Taux d'implantation moyens des juvéniles de saumon déversés sur les deux secteurs alevinés de la Dore en 2018 et 2019

Les alevins de pisciculture déversés sur la Dore en 2019 se seraient donc mieux implantés sur le secteur « amont Sauviat » que sur le secteur « aval Sauviat ». Cette évolution est intimement liée à l'évolution conjointe des quantités déversées. En effet, le taux d'implantation augmente quand les quantités déversées diminuent (de 38 873 alevins en 2018 à 30 931 alevins en 2019 sur le secteur « Amont Sauviat ») et inversement (de 13 654 alevins en 2018 à 20 619 alevins en 2019 sur le secteur « Aval Sauviat »).

#### Sur la Sioule

Les 7 échantillonnages réalisés sur le secteur aleviné ont permis d'estimer la production totale de la Sioule à 60 007 tacons 0+ issus d'alevins de pisciculture (Tableau 40 et Figure 314).

Avec une valeur de 39 %, le taux d'implantation moyen sur la Sioule en 2019 correspond à la moyenne observée depuis 2010 (40 % +/- 18,6 (Figure 315)). Ce bon résultat, au regard des données « historiques », semble suggérer de bonnes conditions de développement des alevins déversés sur la Sioule en 2019.

Cependant, l'apport de tacons natifs dans la production globale de ce secteur de la Sioule n'est toutefois pas à exclure. En effet, même si seulement 11 frayères ont été comptabilisées en 2018 dans ce secteur aleviné en 2019, leur productivité est probablement plus importante que la moyenne comme peut le révéler la productivité des frayères du secteur non aleviné en amont de Châteauneuf les Bains (cf. § 5.3.2). Par ailleurs, le très bon taux d'implantation obtenu en 2014 (67,7 %) et peut-être celui de 2011 (72,5 %) sont probablement influencés par l'apport de tacons natifs. En effet, en 2013, 35 frayères avaient été comptabilisées dans le secteur aleviné en 2014 (pas de donnée pour 2010) et leur productivité a été évaluée comme la plus importante depuis 2011 (cf. § 5.3.2).

**Comme rappelé en introduction de ce chapitre, ces taux d'implantation doivent donc être considérés comme des valeurs maximales.**

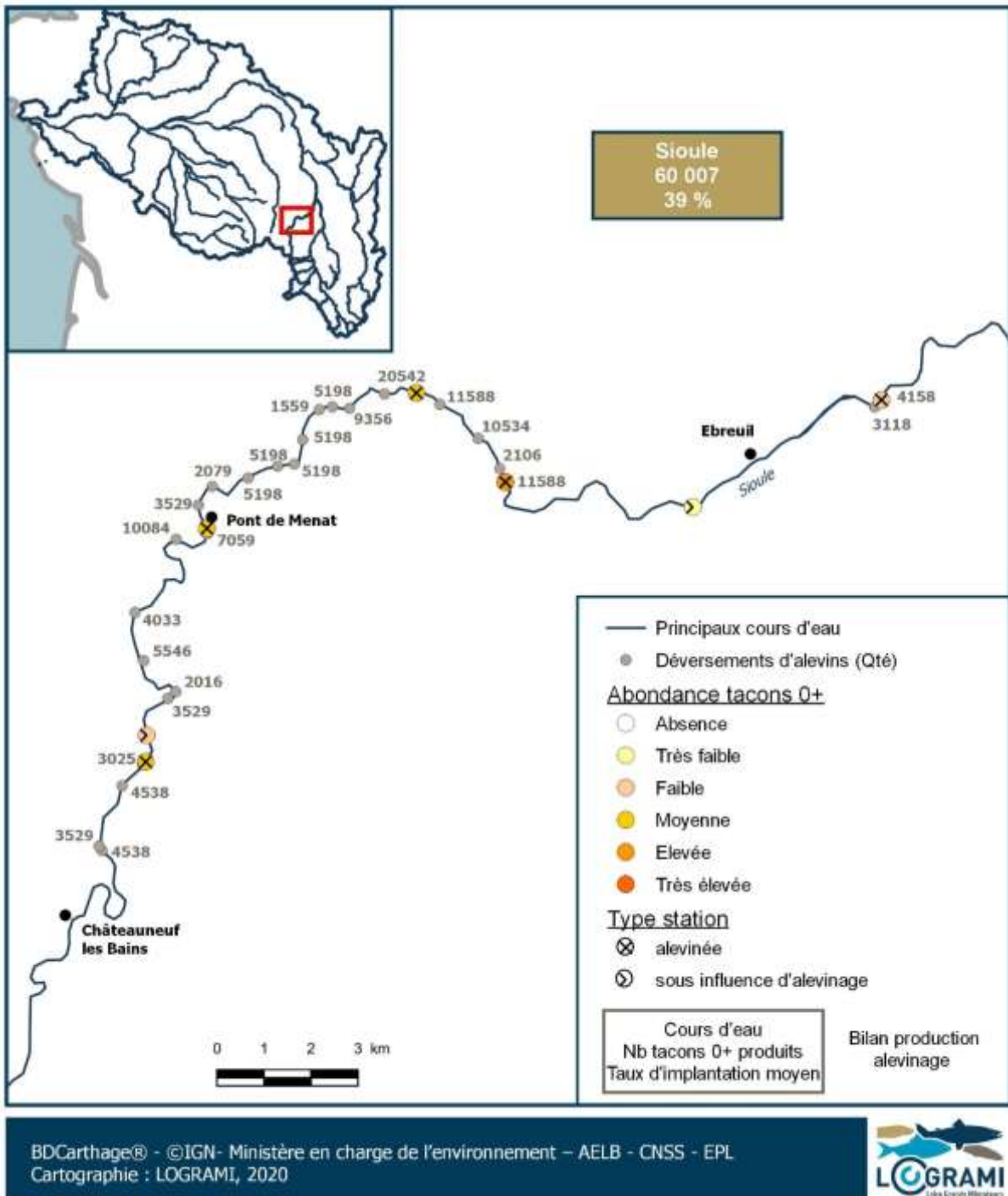


Figure 314 : Répartition des tacons 0+ issus de déversements d'alevins de pisciculture sur la Sioule en 2019 et taux d'implantation moyen correspondant

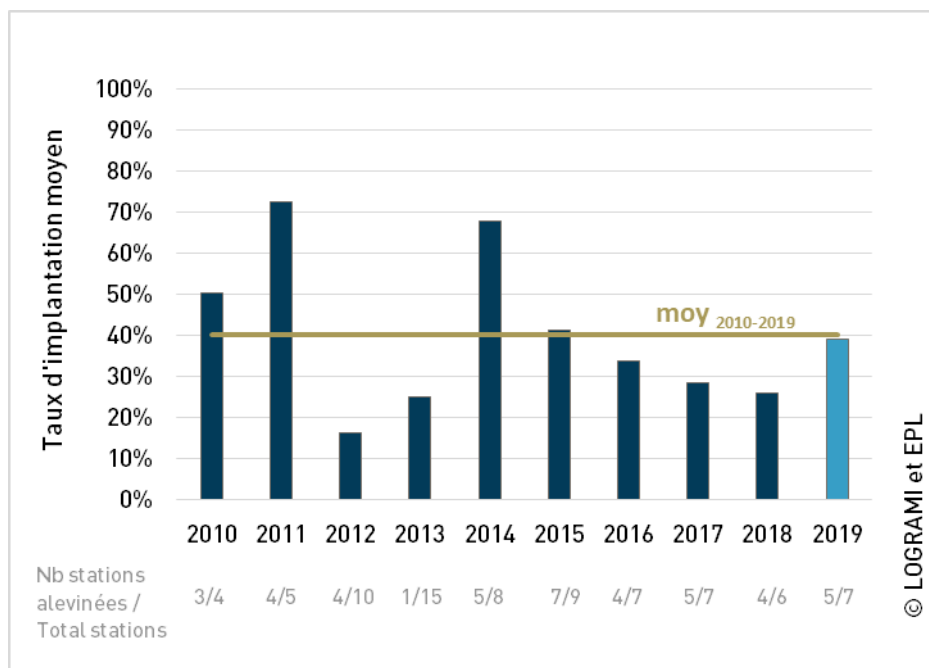


Figure 315 : Taux d'implantation moyens des juvéniles de saumon déversés sur la Sioule depuis 2010

### Sur la Couze d'Ardes

Les 4 échantillonnages réalisés ont permis d'estimer la production totale de la Couze d'Ardes à 12 659 tacons 0+ issus d'alevins de pisciculture (Tableau 40 et Figure 317). Le taux d'implantation moyen de la Couze d'Ardes en 2019 s'élève à 42,3 %, ce qui peut être considéré comme une bonne survie. Il est inférieur à celui calculé en 2018 (56,1 %) (Figure 316). Cette diminution pourrait s'expliquer par l'augmentation de la quantité déversée en 2019 par rapport à 2018 (de 20 355 à 29 960 alevins).

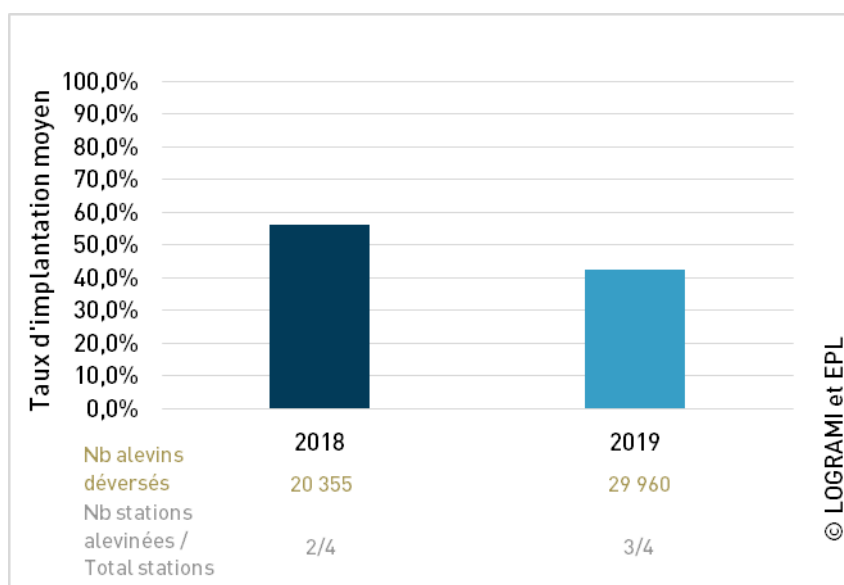


Figure 316 : Taux d'implantation moyens des juvéniles de saumon déversés sur la Couze d'Ardes en 2018 et 2019



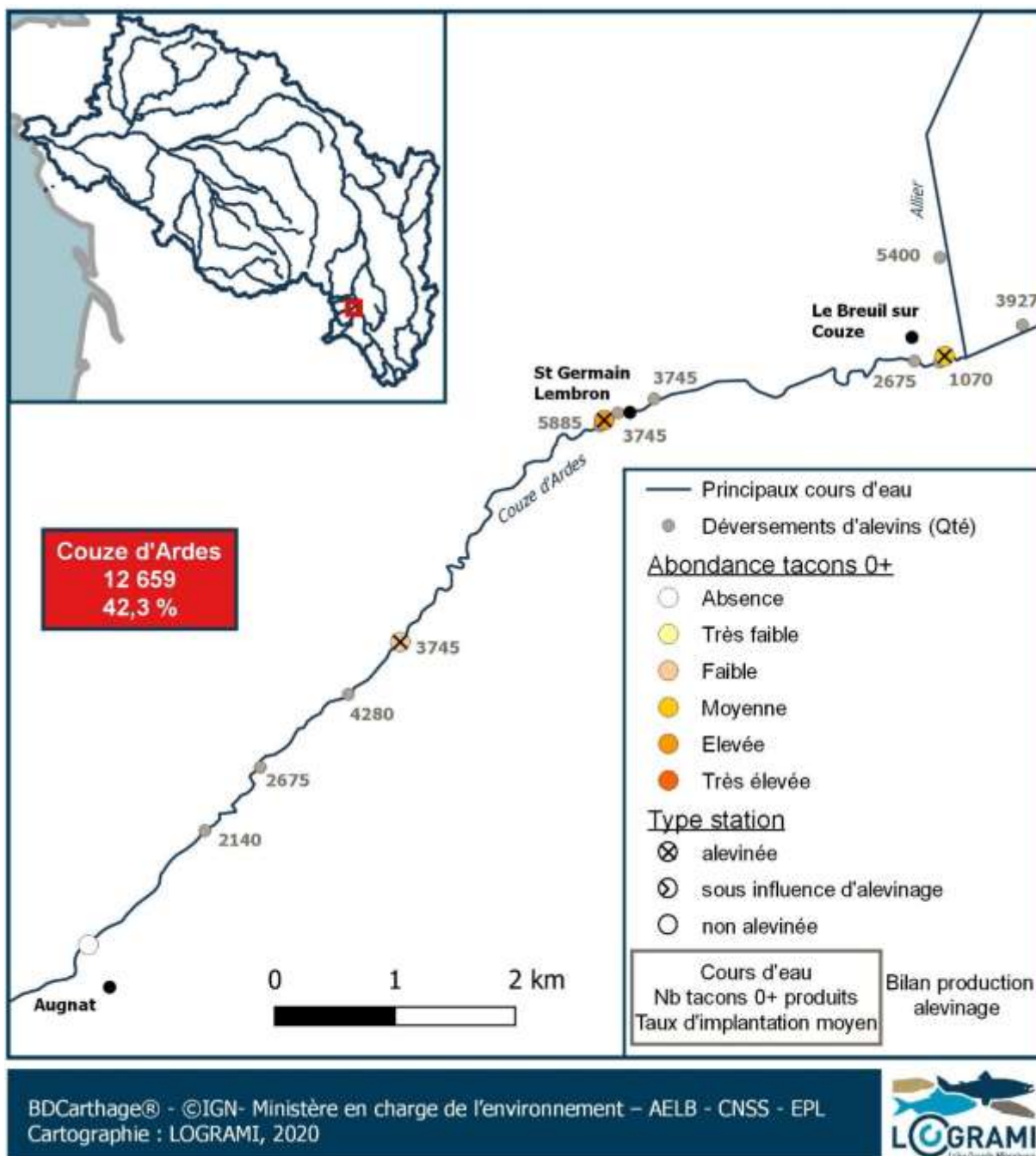


Figure 317 : Répartition des tacons 0+ issus de déversements d'alevins de pisciculture sur la Couze d'Ardes en 2019 et taux d'implantation moyen correspondant

Sur la Couze Pavin

Sur la Couze Pavin, la production estimée, à partir de 2 échantillonnages, dépasse les quantités déversées, ce qui engendre un taux d'implantation moyen supérieur à 100 % (149 %) (Tableau 40 et Figure 318). Ce résultat est certainement provoqué par un phénomène avéré de colonisation, comme sur la Couze Chambon, d'individus en provenance de l'Allier très probablement issus de déversements d'alevins de pisciculture, en recherche de refuge thermique (BACH et al., 2018). Cette constatation

**L'évaluation de l'efficacité des programmes de soutien d'effectifs**  
(saumon atlantique)

sous-entend que ce secteur de la Couze Pavin peut accueillir et produire une densité d'individus plus importante que celle initialement déversée en 2019 (0,2 alevin/m<sup>2</sup> d'ERR).

Le taux d'implantation moyen calculé en 2018 était déjà très élevé (79 %) (Figure 319) pour une quantité déversée de 6 453 alevins (contre 3 289 en 2019).

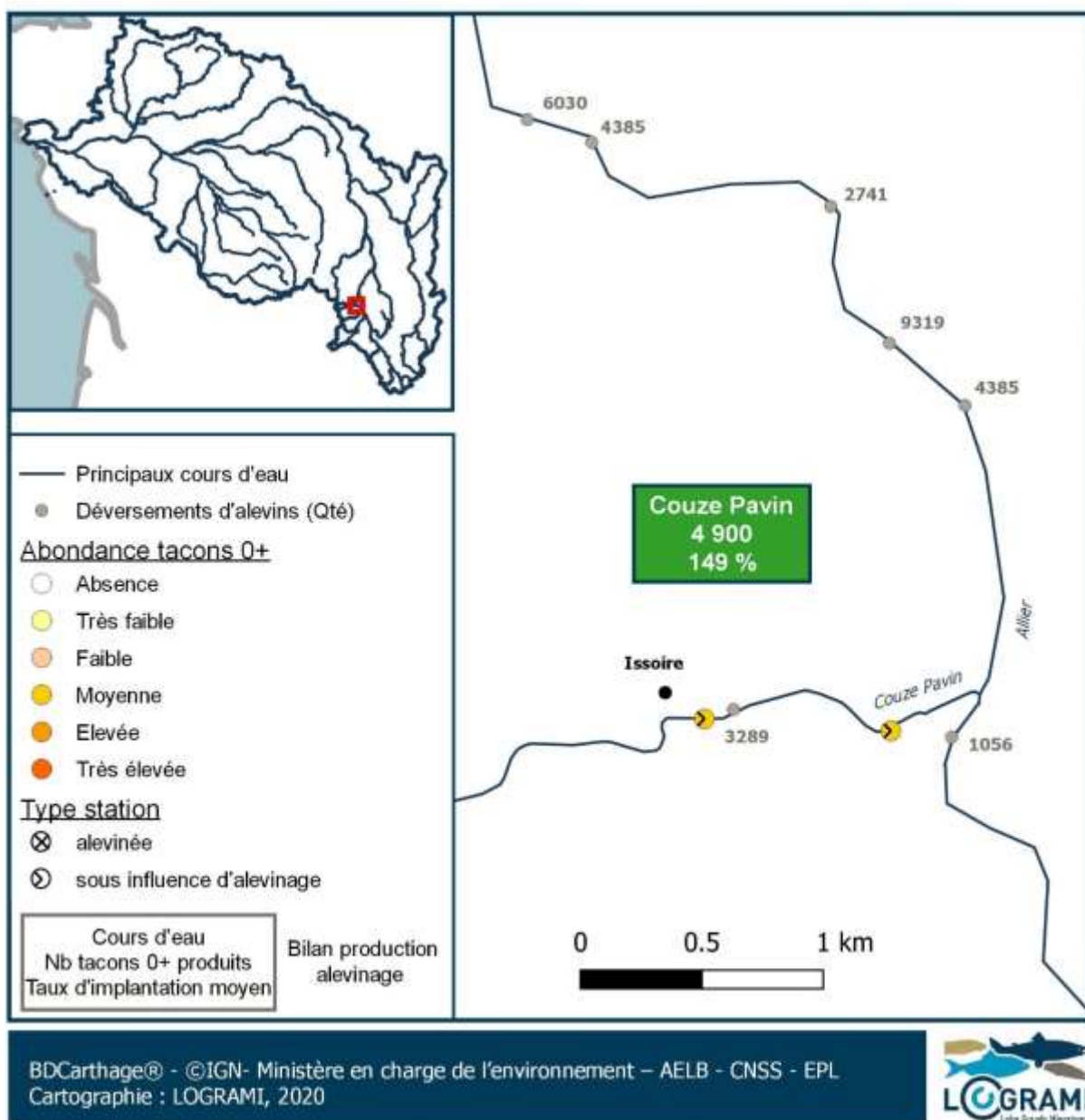


Figure 318 : Répartition des tacons 0+ issus de déversements d'alevins de pisciculture sur la Couze Pavin en 2019 et taux d'implantation moyen correspondant

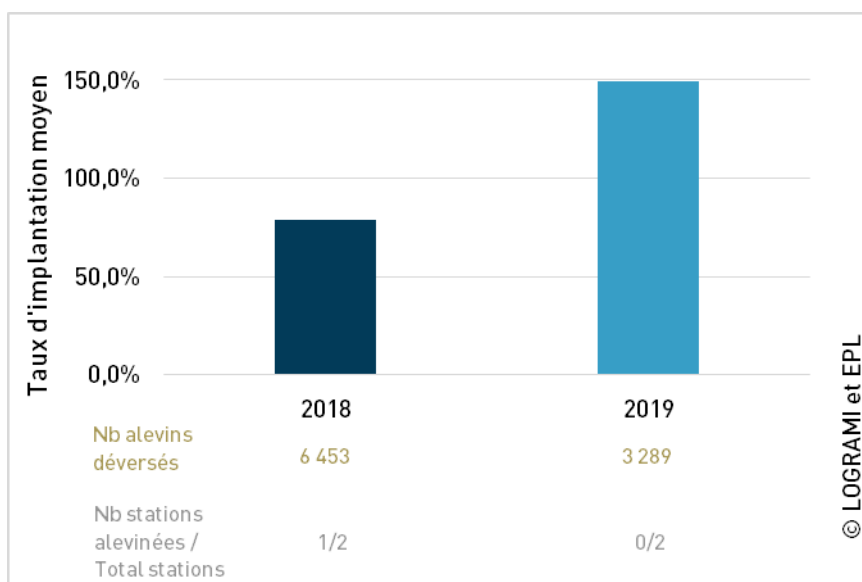


Figure 319 : **Taux d'implantation moyens** des juvéniles de saumon déversés sur la Couze Pavin en 2018 et 2019

### Sur la Senouire

Les 7 échantillonnages réalisés ont permis d'estimer la production totale de la Senouire à 22 706 tacons 0+ issus d'alevins de pisciculture (Figure 320). Cette production correspond à 7,3 % de la production totale du bassin pour seulement 3,8 % des alevins déversés sur le bassin. Ce différentiel est grandement expliqué par le très bon taux d'implantation moyen de la Senouire en 2019 qui s'élève à 73,5 % (meilleur taux du bassin de l'Allier). Il est toutefois légèrement inférieur à celui calculé en 2018 (76 %) malgré une diminution de la quantité d'alevins déversés (de 39 442 à 30 912) (Figure 321). **Depuis 2018, la Senouire présente donc une très bonne capacité à produire des tacons 0+ d'automne à partir d'alevins de pisciculture.**

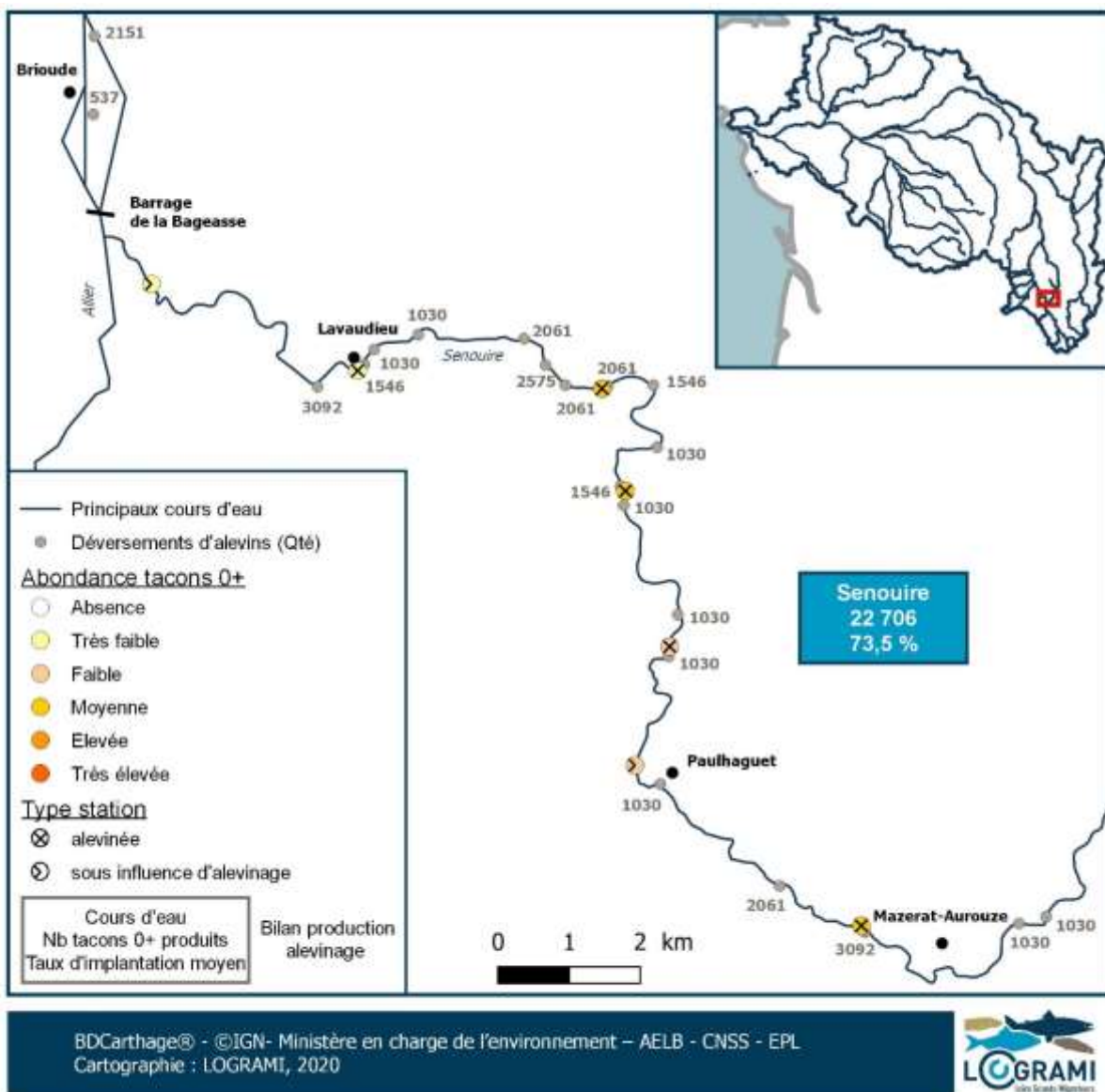


Figure 320 : Répartition des tacons 0+ issus de déversements d'alevins de pisciculture sur la Senouire en 2019 et taux d'implantation moyen correspondant

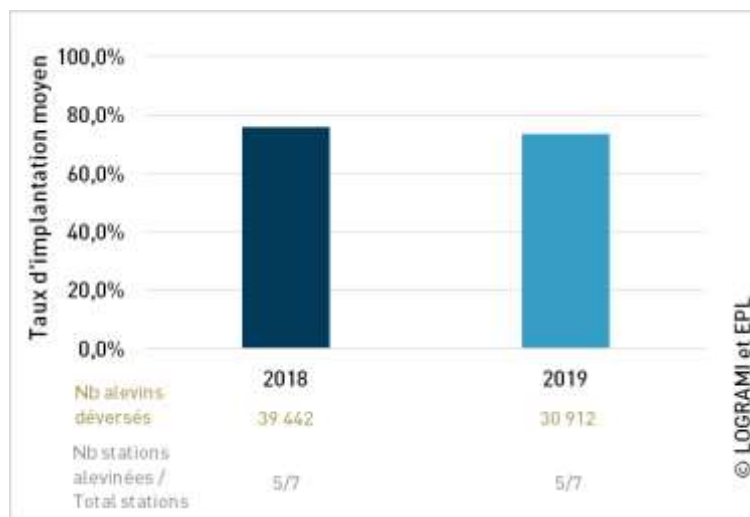


Figure 321 : Taux d'implantation moyens des juvéniles de saumon déversés sur la Senouire en 2018 et 2019

## 8.6. Taux de retours des saumons déversés

### 8.6.1. 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 322). 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 calculer un taux de retour de ces individus déversés.

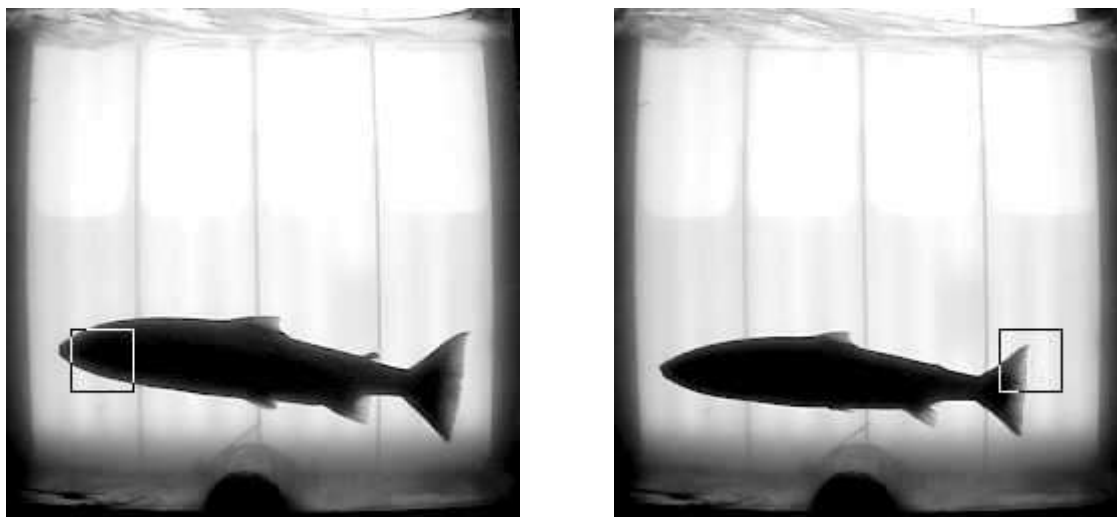


Figure 322 : Différence des profils de saumons au vidéo-comptage en fonction de la présence (à gauche) ou de l'absence (à droite) de nageoire adipeuse (Sources LOGRAMI)

Deux « modes » de déversements de smolts sont réalisés sur le bassin de la Loire. Les individus « mode haut » sont déversés au début du printemps tandis que les individus « mode bas » le sont à l'automne. Les smolts appartenant au mode haut ayant une croissance plus rapide dévaleront l'année de leur déversement. Pour le mode bas, la dévalaison des smolts se fera l'année suivante.

### 8.6.1.1 Sur le bassin Creuse-Gartempe

#### Stratégie de déversement des pré-smolts

Au fil des années, plusieurs modifications du plan de repeuplement au stade pré-smolt sur la Gartempe ont été effectuées et ont eu, ou auront, un impact sur les retours de géniteurs. Il y a tout d'abord les quantités déversées selon les années qui nous permettent également de calculer les effectifs par années de dévalaison.

Il y a également des choix de productions et sites déversements avec :

- ❶ Pas de marquage par ablation de nageoire de 2004 à 2008 sur la Gartempe ;
- ❷ L'origine de production : en 2009 et 2010, l'ensemble des smolts déversés a été produit sur le bassin de la Vienne aux piscicultures du Talbat et du Verger. En 2011 et 2012, une partie de la production est réalisée à la pisciculture du Verger (respectivement 30 % et 7 % de l'effectif déversé), l'autre à la salmoniculture de Chanteuges, gérée par le CNSS. Ce n'est qu'à partir de 2013 que l'ensemble des smolts déversés sur la Gartempe est produit par la salmoniculture de Chanteuges ;
- ❸ La localisation des déversements : depuis 2013, les pré-smolts sont tous déversés à l'aval de l'usine de Quéroux sur la commune de Bussières-Poitevaine. Ainsi les smolts évitent les usines hydroélectriques les plus impactantes, situées en amont ;
- ❹ L'objectif de production : depuis 2017, l'objectif de production des smolts a été revu à la baisse par l'Etablissement Public Loire. Il a été fixé à 12 000, soit 66 % de moins que la moyenne de production de 2011 à 2016.

#### Bilan des déversements de pré-smolts sur la Gartempe

Depuis 2009, première année de marquage par ablation de l'adipeuse, 26 551 pré-smolts (+/- 12 541) ont, en moyenne, été déversés sur la Gartempe par le CNSS. De 2011 à 2016, le nombre de saumons déversés est bien plus important avec une moyenne de 36 940 individus (+/- 3212). En 2019, conformément à l'objectif de production de 12 000 individus, 12 478 pré-smolts ont été déversés sur la Gartempe. De 2009 à 2011, des smolts « modes haut et bas » ont été utilisés pour le programme de déversement de la Gartempe. Les déversements de mode haut sont toutefois majoritaires, et exclusifs depuis 2012 (Figure 323).

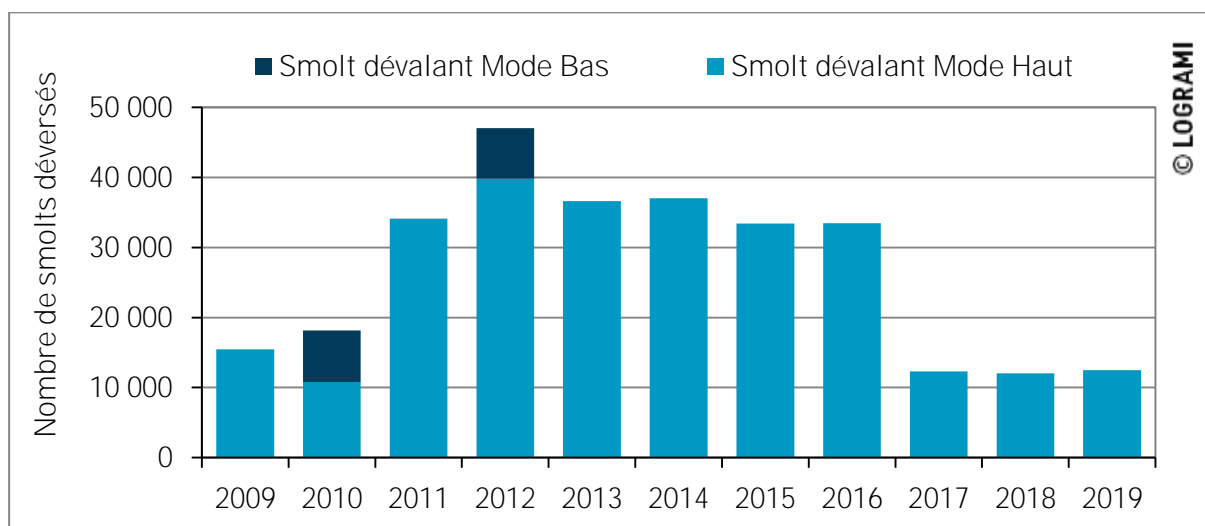


Figure 323 : Evolution des déversements de smolts marqués sur la Gartempe depuis 2009 (Données : EPL / CNSS)

### Taux de retour des pré-smolts déversés sur la Gartempe

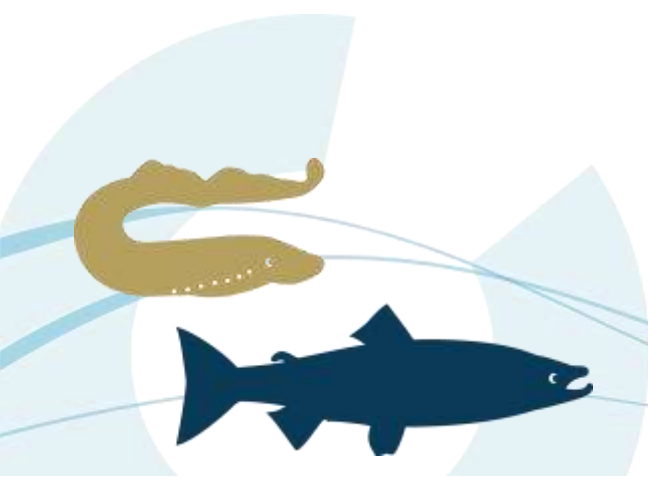
A partir du nombre de smolts déversés de 2009 à 2016, des passages de saumons marqués et en omettant le phénomène de divagation, des taux de retour pour le bassin Creuse – Gartempe peuvent être calculés.

Le taux moyen de retour de smolts depuis 2009 est de **0,09 % (+/- 0,07)**, soit **environ 9 saumons sont revenus à Descartes pour 10 000 smolts déversés sur le bassin de la Gartempe** en prenant l'hypothèse que tous les retours sans adipeuse sont issus des déversements sur cet axe (Tableau 41). Ce taux de retour est certainement surestimé compte tenu des phénomènes de divagation observés les années précédentes.

Tableau 41 : Taux de retour des smolts déversés sur le bassin Creuse – Gartempe de 2009 à 2016 (Sources : LOGRAMI)

Année de dévalaison	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Taux de retour constaté sur la Creuse (%)	0,06	0,07	0,01	0,09	0,24	0,08	0,09	0,09

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 324).



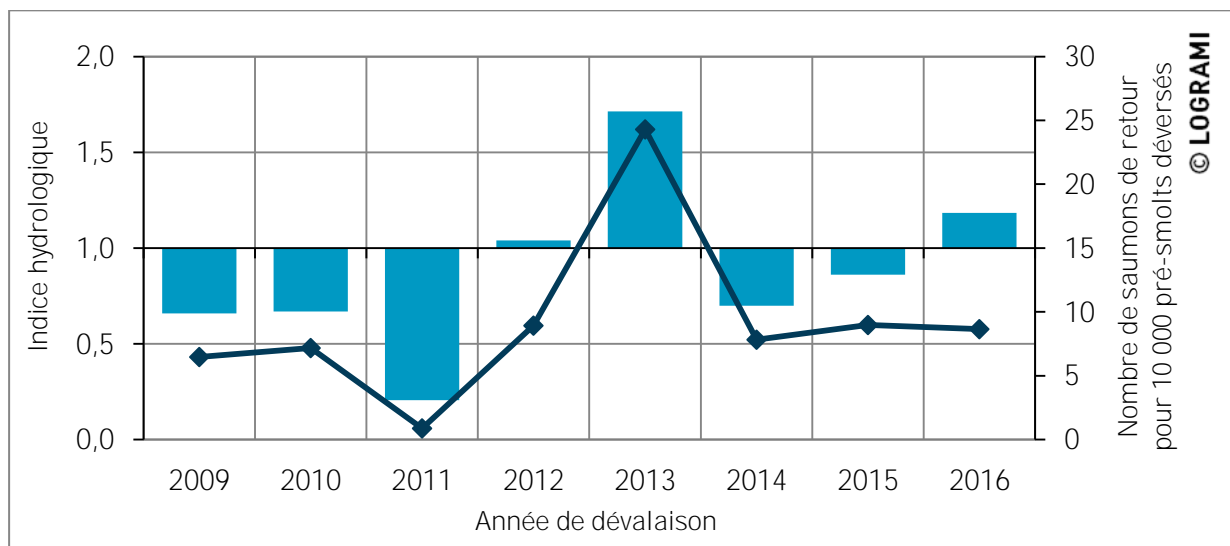


Figure 324 : Indice hydrologique durant la période de dévalaison des smolts à Montmorillon sur la Gartempe mis en relation avec les taux de retour des smolts (Données hydro : SPC VCA- Centre de Poitiers/Hydro – MEDD/DE)

Avec un indice de 0,2 et une moyenne de 5,3 m<sup>3</sup>/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 m<sup>3</sup>/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.

En dehors des années 2011 et 2013, les taux de retour sont relativement stables (entre 6 et 9 saumons de retour pour 10 000 pré-smolts déversés), malgré des indices hydrologiques variant entre 0,7 et 1,2.

### 8.6.1.2 Sur le bassin de l'Allier

#### Bilan des déversements de pré-smolts sur l'Allier

Depuis 2003, la totalité des smolts déversés dans le bassin versant de l'Allier est issue de la salmoniculture de Chanteuges.

**En moyenne, 248 391 smolts +/- 57 000 ont été 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 325).

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. Les individus non dévalant (mode bas) sont quant à eux déversés à l'automne sur les parties très aval de l'Allier.

Depuis 2017, aucun déversement de smolts n'a eu lieu sur l'Allier. Les derniers géniteurs issus des déversements de 2016 sur l'Allier (mode bas) ont été observés en 2019 pour les individus de 2 étés de mer et le seront en 2020 pour les 3 étés de mer.

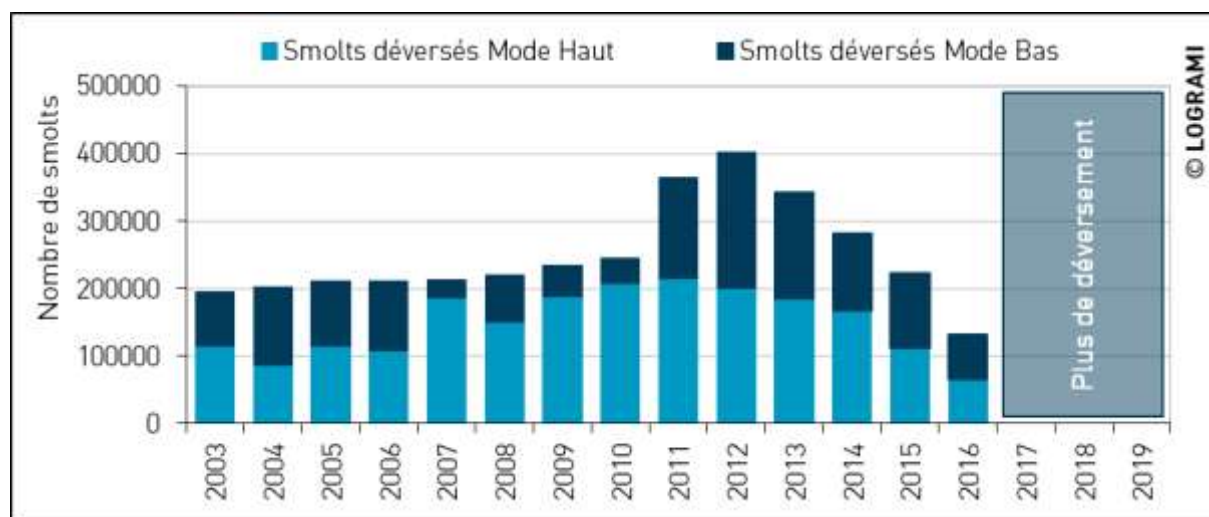


Figure 325 : Evolution des déversements de smolts marqués sur le bassin de l'Allier de 2003 à 2019 (Données : EPL/CNSS)

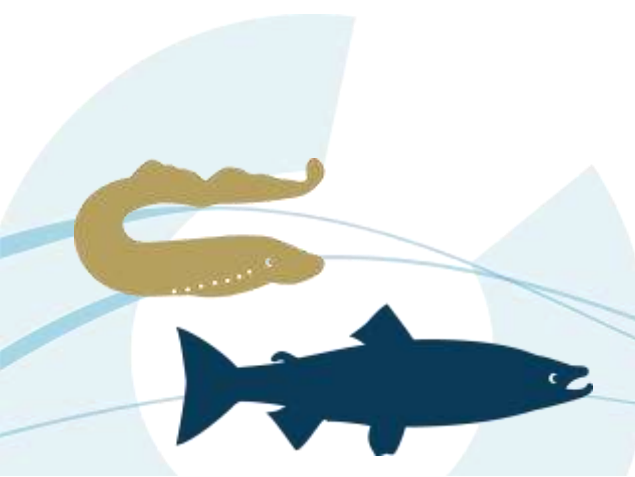
### Taux de retour des pré-smolts déversés sur l'Allier

Le taux moyen de retour de smolts depuis 2005 est en moyenne de 0,02 % +/- 0,01. Environ 2 saumons sont revenus à Vichy pour 10 000 smolts déversés sur le bassin de l'Allier pour la période 2005-2016 (Tableau 42 Erreur ! Source du renvoi introuvable.).

Tableau 42 : Taux de retour des smolts déversés sur l'Allier de 2005 à 2016 (Sources : LOGRAMI)

Année de dévalaison	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Taux de retours constatés à Vichy (%)	0,04	0,05	0,02	0,01	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,01	0,01	0,02

Les variations annuelles des taux de retour peuvent en partie s'expliquer par les conditions hydrologiques lors de la période de dévalaison des smolts. 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.



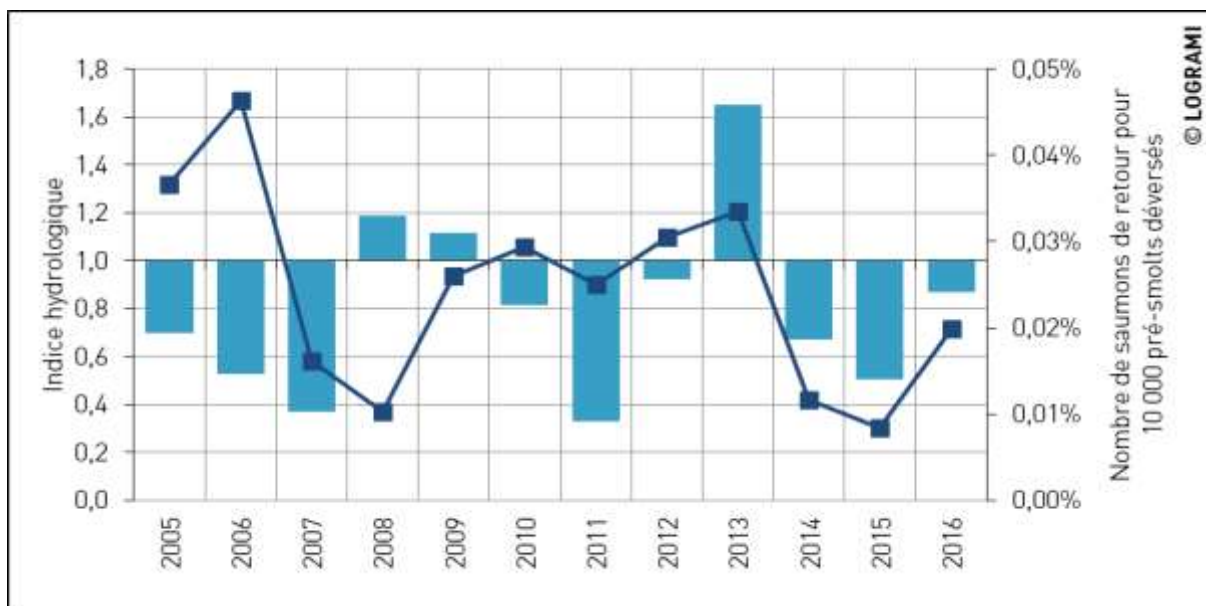


Figure 326 : Indices hydrologiques durant la période de dévalaison des smolts à Prades sur l'Allier mis en relation avec les taux de retour des smolts (Données hydro : SPC VCA- Centre de Poitiers/Hydro – MEDD/DE)

En moyenne sur la période 2005-2016, l'indice hydrologique calculé sur le bassin de l'Allier au niveau de Prades est égal à 0,8 (+/- 0,3). Les conditions de débits sont donc généralement défavorables pour la dévalaison des smolts sur la période avril-mai (Figure 326).

Avec un indice de 0,3 et une moyenne de 8,9 m<sup>3</sup>/s sur la période avril-mai, 2011 est l'année où les conditions hydrologiques sont les plus défavorables pour la dévalaison des smolts. A l'inverse, en 2013, le débit moyen sur la période est de 44,5 m<sup>3</sup>/s et l'indice de 1,6 : les conditions hydrologiques sont donc très favorables pour le franchissement des ouvrages par surverse.

Cependant, il ne semble pas exister de lien fort entre les conditions hydrologiques pendant la dévalaison des smolts et les taux de retour 2005 et 2006 qui enregistrent des taux plus élevés malgré des conditions hydrologiques défavorables. Depuis 2007, les taux de retour sont relativement stables avec des valeurs oscillant entre 0,01 % et 0,03 %. Il semblerait que les difficultés migratoires actuelles des smolts sur le bassin de l'Allier annulent l'effet de l'indice hydrologique. L'installation de systèmes de dévalaison adaptés à la dévalaison des smolts sur les usines hydroélectriques de Vieille Brioude et du Chambon de Cerzat en 2019 devrait améliorer leurs chances de survie et leur taux de retour.

### 8.6.1.3 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. Il n'y a cependant plus aucun déversement de smolts depuis 2013. Les taux de retours de 2009 à 2013 à Gueugnon et Decize sont en moyenne respectivement de 0,7 saumon et 2 saumons pour 10 000 smolts déversés (BACH et al, 2018).

### 8.6.1.4 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 % des effectifs de géniteurs comptés sur l'Allier à Vichy

(depuis 2006), 29 % sur la Creuse à Descartes (depuis 2012) et 8 % sur l'Arroux à Gueugnon (entre 2012 et 2016) (Figure 327).

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 2016, ce taux de retour est en moyenne de 0,02 % sur l'Allier, 0,09 % sur le bassin Creuse-Gartempe. Pour les dévalaisons de 2009 à 2013, il est en moyenne de 0,01 % sur l'Arroux.

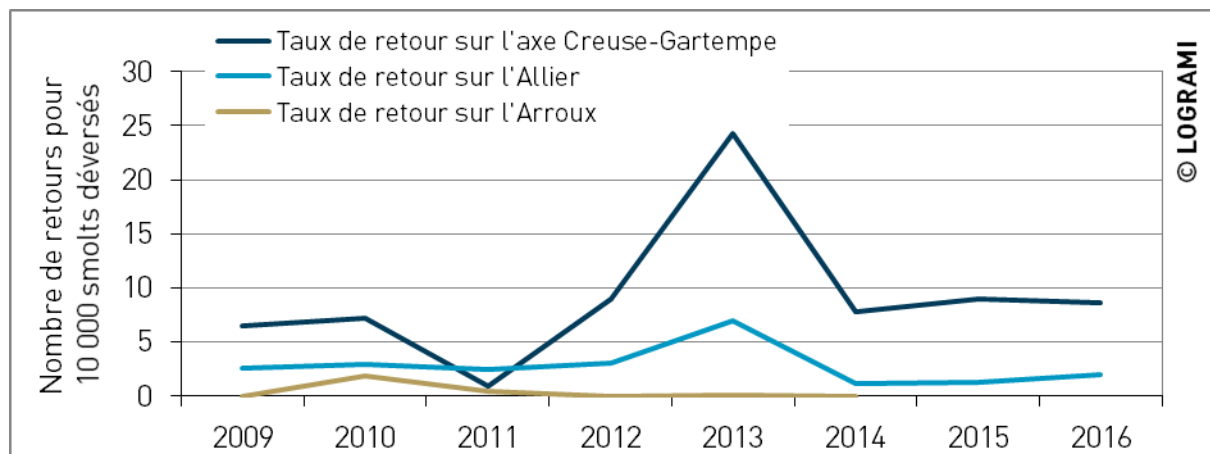


Figure 327 : Comparaison des taux de retours de smolts entre sous-bassins du bassin de la Loire pour les dévalaisons de 2009 à 2016

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.

Les taux de retour plus élevé en 2013 sont liés aux conditions hydrologiques favorables rencontrées pendant de la dévalaison des smolts et à la modification des zones de déversement sur la Gartempe se faisant dorénavant en aval des usines hydroélectriques les plus impactantes.

## 8.6.2. 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 : seuls 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

**L'évaluation de l'efficacité des programmes de soutien d'effectifs** | 354  
(saumon atlantique)



menée sur le bassin de l'Allier de 1975 à 1977 a permis de déterminer l'âge de smolts dévalant : 88,7 % avait un an, 10,7 % 2 ans et 0,6 % 3 ans (BOUSQUET, 1979). Ces valeurs seront appliquées pour calculer les taux de retour.

### 8.6.2.1 Sur le bassin Creuse-Gartempe

#### Bilan des déversements d'alevins sur 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 184 822 saumons +/- 42 208 sont déversés à ce stade sur la Gartempe (Figure 328). En 2019, le nombre d'alevins déversés est l'un des plus faibles depuis 2006, avec 132 484 individus. Il est conforme à l'objectif de production de 130 000 alevins fixé depuis 2017 par l'Etablissement Public Loire, maître d'ouvrage de l'opération temporaire de soutien d'effectifs en saumons.

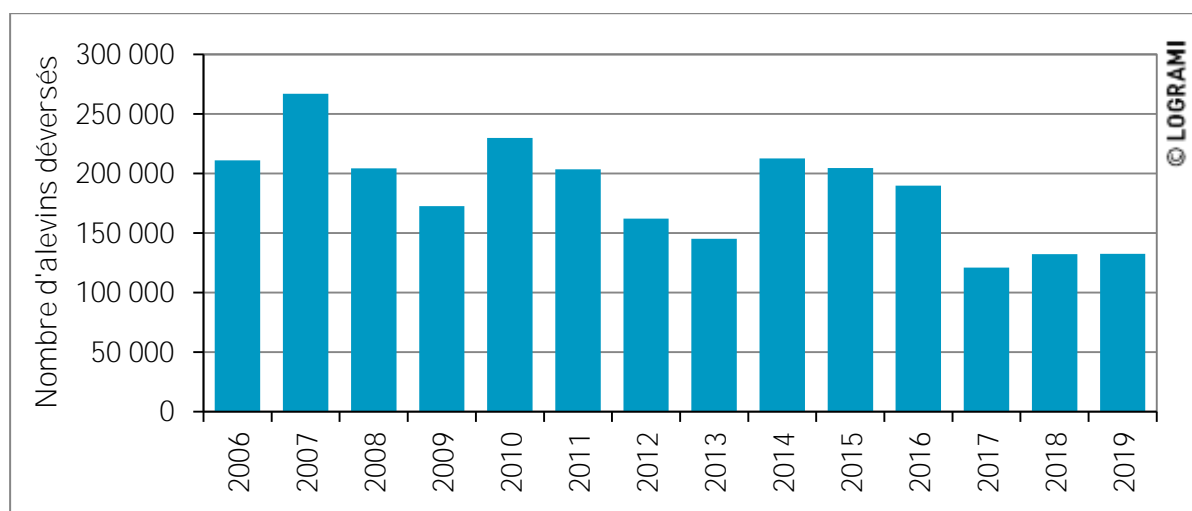


Figure 328 : Evolution des déversements d'alevins de saumon nourris sur la Gartempe depuis 2006 (Données : EPL / CNSS)

#### Taux de retour des alevins déversés sur la Gartempe

A partir du nombre d'alevins déversés de 2006 à 2015, 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 43).

Tableau 43 : Taux de retour des alevins de saumon déversés sur le bassin Creuse – Gartempe de 2009 à 2016

Année de dévalaison	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Taux de retour constatés sur la Creuse (%)	0,065	0,072	0,019	0,035	0,073	0,037	0,034	0,018

Le taux moyen de retour des alevins depuis 2009 serait en moyenne de 0,045 % +/- 0,023 % en prenant l'hypothèse que tous les retours de saumons avec adipeuse sont issus des déversements d'alevins sur cet axe. En moyenne, de 2009 à 2016, environ 5 saumons sont revenus à Descartes pour 10 000 alevins nourris déversés sur le bassin de la Gartempe. Pour autant, 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).

Le taux de retour des alevins de l'année 2016 est le plus faible de l'historique (environ 2 saumons de retour pour 10 000 alevins déversés). Les conditions hydrologiques étaient pourtant favorables à la dévalaison. D'après les données biométriques fournies par le CNSS, le poids moyen des alevins déversés sur la Gartempe en 2015 est beaucoup plus faible que les années précédentes (0,26 g contre en moyenne de 2006 à 2014 0,48 g). Les faibles retours pourraient donc s'expliquer par la qualité des alevins déversés.

Ces taux de retours d'alevins peuvent être comparés aux taux de retour des pré-smolts déversés sur cette même rivière (Figure 329). Il est intéressant de constater que les taux sont similaires en 2009 et 2010 mais que les déversements de smolts ont été deux à quatre fois plus productifs entre 2012 et 2016.

La stratégie d'évitement des centrales hydroélectriques pour les smolts et leurs origines de production 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.

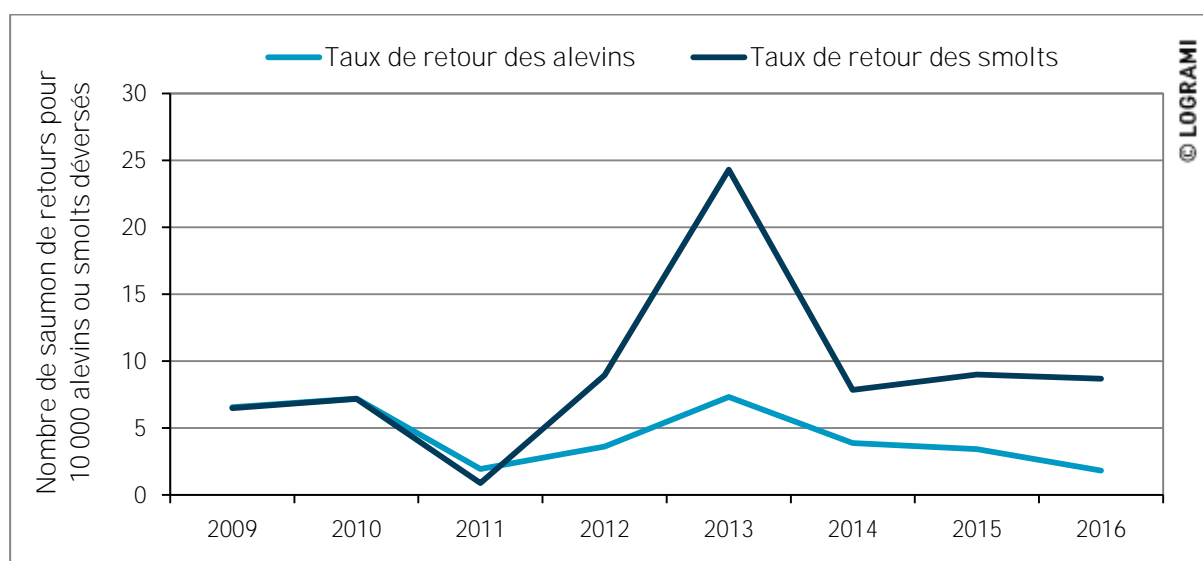
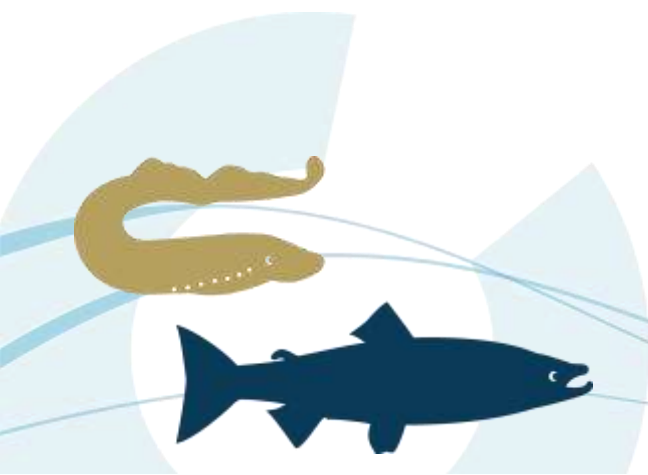


Figure 329 : Comparaison des taux de retours des saumons déversés aux stades pré-smolts et alevins sur la Gartempe

### 8.6.2.2 Sur le bassin de l'Arroux

#### Bilan des déversements d'alevins de l'Arroux

Depuis 1998, chaque année, en moyenne 70 251 alevins +/- 12 839 de saumons sont répartis sur l'Arroux par le CNSS (Figure 330). Les déversements ont lieu sur quatre affluents de l'Arroux situés aux alentours d'Autun (le Mechet, la Celle, la Canche et le Ternin).



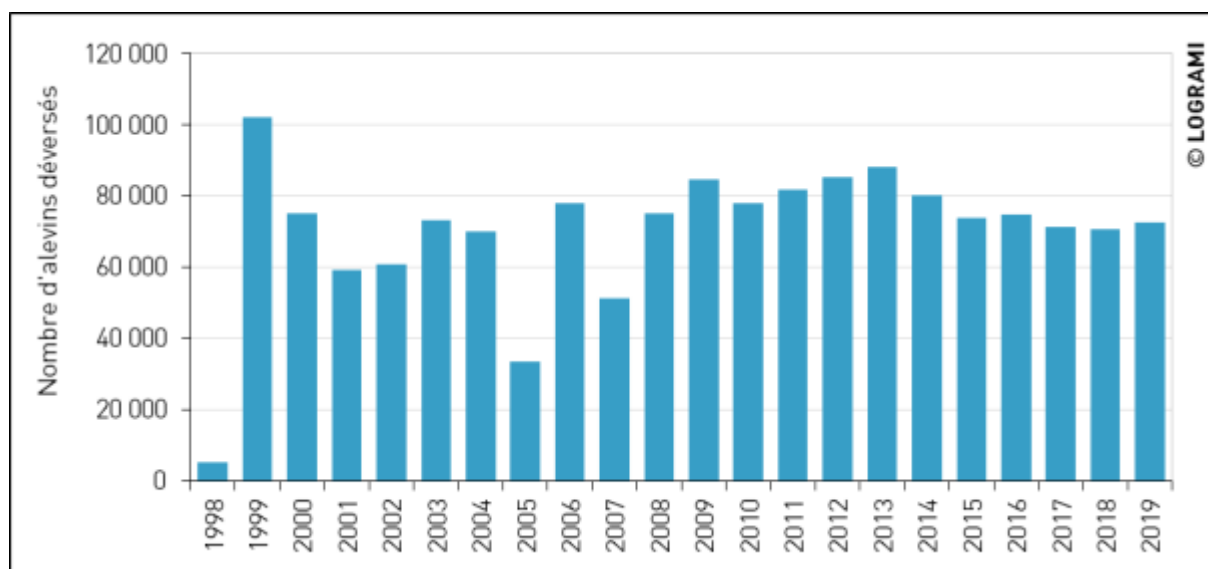


Figure 330 : Bilan des déversements d'alevins de saumon sur le bassin de l'Arroux depuis 1998 (Données : EPL/CNSS)

### 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 44).

Tableau 44 : Taux de retour des alevins de saumon déversés sur le bassin de l'Arroux de 2009 à 2016 (Sources : LOGRAMI)

Année de dévalaison	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Taux de retour constaté sur l'Arroux (%)	0,001	0,010	0,004	0,000	0,011	0,008	0,005	0,001

Le taux moyen de retour des alevins depuis 2009 serait en moyenne de **0,005 % +/- 0,003** en prenant l'hypothèse que tous les retours de saumons avec adipeuse sont issus des déversements d'alevins sur cet axe. En moyenne, de 2009 à 2015, environ **0,5 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.

Ces taux de retours d'alevins peuvent être comparés aux taux de retour des pré-smolts déversés sur cette même rivière entre 2009 et 2013 (Figure 331). 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).

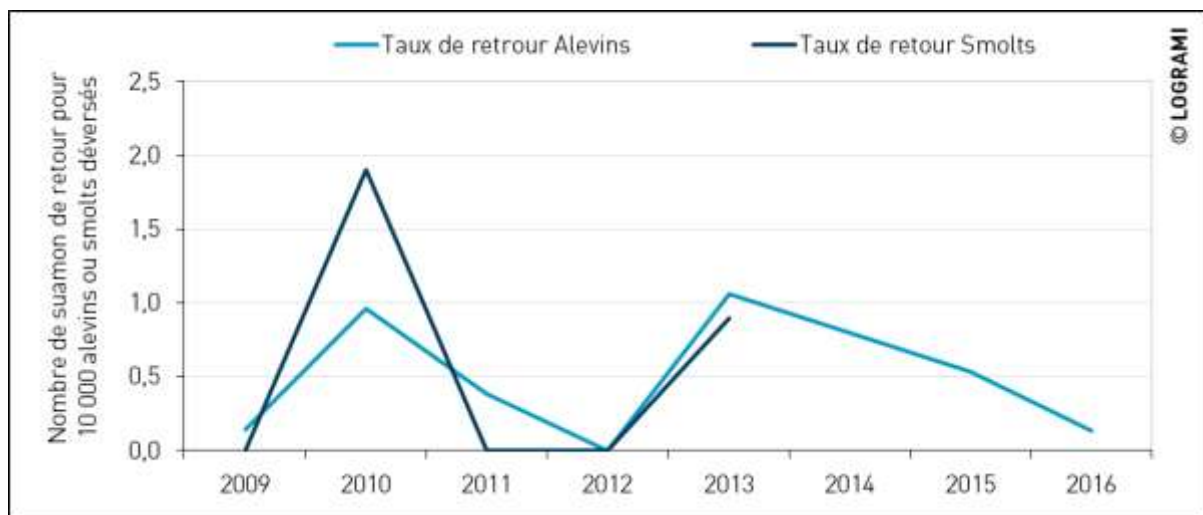


Figure 331 : Comparaison des taux de retours des saumons déversés aux stades pré-smolts et alevins sur l'Arroux de 2009 à 2016

### 8.6.2.3 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.

Le taux moyen de retour des alevins entre 2009 et 2011 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 45). Ces analyses doivent être poursuivies afin de s'assurer de la validité des résultats.

Tableau 45 : Taux de retour des alevins de saumon 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

## 8.7. 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 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 individus de retour issus des déversements au stade alevins (à partir du sous échantillon génotypé),

**L'évaluation de l'efficacité des programmes de soutien d'effectifs** | 358  
(saumon atlantique)



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. Cette analyse a été effectuée pour les individus de la cohorte de 2014 et 2015 (BACH et al., 2016, 2017, 2018). Elle n'est pas possible pour l'année 2019 dans la mesure où la provenance génétique des saumons n'est pas disponible.

En revanche, des analyses de dynamique migratoire selon l'origine peuvent être établies pour les saumons de retour issus des déversements au stade smolt comparativement aux autres saumons (natifs ou déversés au stade alevins).

En 2019, un total de 441 saumons a été dénombré aux stations de comptage du bassin de la Loire. **41 d'entre eux n'avaient pas d'adipeuse (soit 9 % de l'effectif annuel).** Ces poissons sans adipeuse ont été dénombrés à Vichy sur l'Allier (25 individus), à Descartes sur la Creuse (15 individus) et à Châtelleraut sur la Vienne (1 individu). Aucun individu marqué n'a été observé aux stations de comptage de la Loire et la Sioule.

Selon les axes, les proportions de saumons issus des déversements au stade smolt sont variables (Figure 332). Sur la Creuse, le nombre de saumons sans adipeuse représente ainsi 38 % de l'effectif annuel alors que sur l'Allier, il ne représente que 7 %. Ces variations peuvent entre autres s'expliquer par des niveaux de reproduction naturelle différents entre les axes et au regard des quantités de smolts déversés sur chaque cours d'eau.

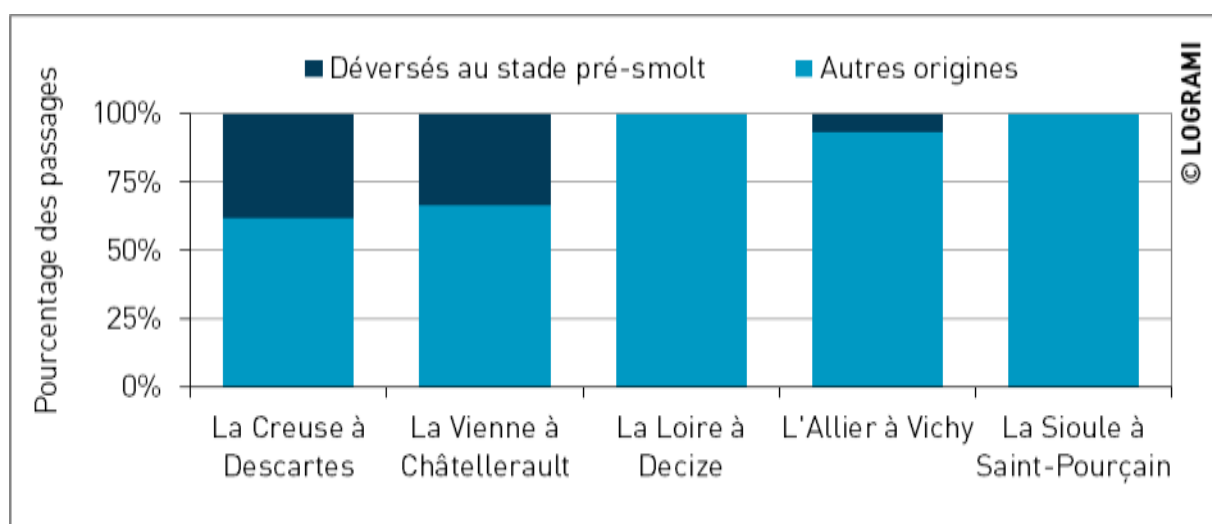


Figure 332 : Origines des saumons comptabilisés aux stations de comptage du bassin de la Loire en 2019

### 8.7.1. Origine des saumons de retours sur le bassin Creuse-Gartempe

Les géniteurs de saumons de retour sur le bassin Creuse – Gartempe sont pour la plupart liés au repeuplement (au stade pré-smolt ou alevins nourris). La reproduction naturelle sur l'axe Gartempe est actuellement trop faible pour participer activement à ces retours.

Il est cependant probable que certains individus divagants soient issus de l'Allier ou de bassin versant plus lointain. Cette dernière hypothèse a été vérifiée par la présence de géniteurs sans adipeuse comptabilisés sur le bassin alors que l'ablation d'adipeuse n'était pas pratiquée (soit 1,7 % de l'effectif).



En 2019, 15 saumons sans adipeuse ont été observés à Descartes, soit 38 % de l'effectif annuel. En moyenne, de 2012 (premier retour complet des poissons marqués) à 2019, les individus sans adipeuse représentent 29 % (+/- 13) de l'effectif annuel (Figure 333). Depuis 2015, cette proportion est plus élevée et relativement stable (moyenne de 38 % +/- 4). Ceci peut s'expliquer par un nombre plus conséquent de smolts déversés, une modification de la localisation des déversements (depuis 2013, à l'aval des usines hydroélectriques les plus impactantes) et une modification de l'origine de la production (depuis 2013 exclusivement à la salmoniculture de Chanteuges).

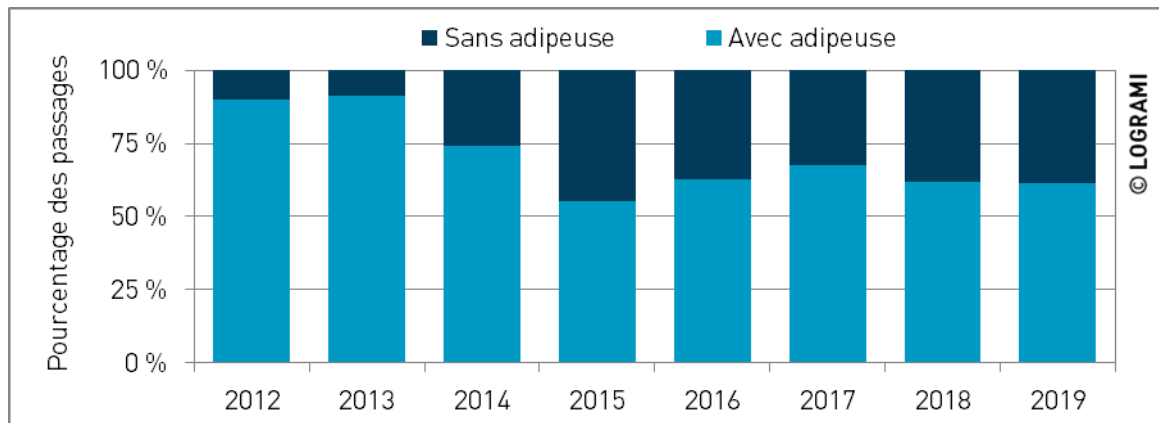


Figure 333 : Evolution de la composition de la population de saumons atlantiques (avec adipeuse/sans adipeuse) à la station de comptage de Descartes sur la Creuse depuis 2012

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 334).

Les saumons observés en 2019 et issus des déversements au stade smolt sont représentés dans deux classes d'âge (20 % de 2 ans de mer et 80 % de 3 ans de mer). Ainsi, les saumons comptabilisés sont issus des dévalaisons de 2017 et 2016. La faible proportion de saumons de deux ans de mer par rapport aux trois ans de mer s'explique par la forte diminution des déversements de pré-smolts en 2017.

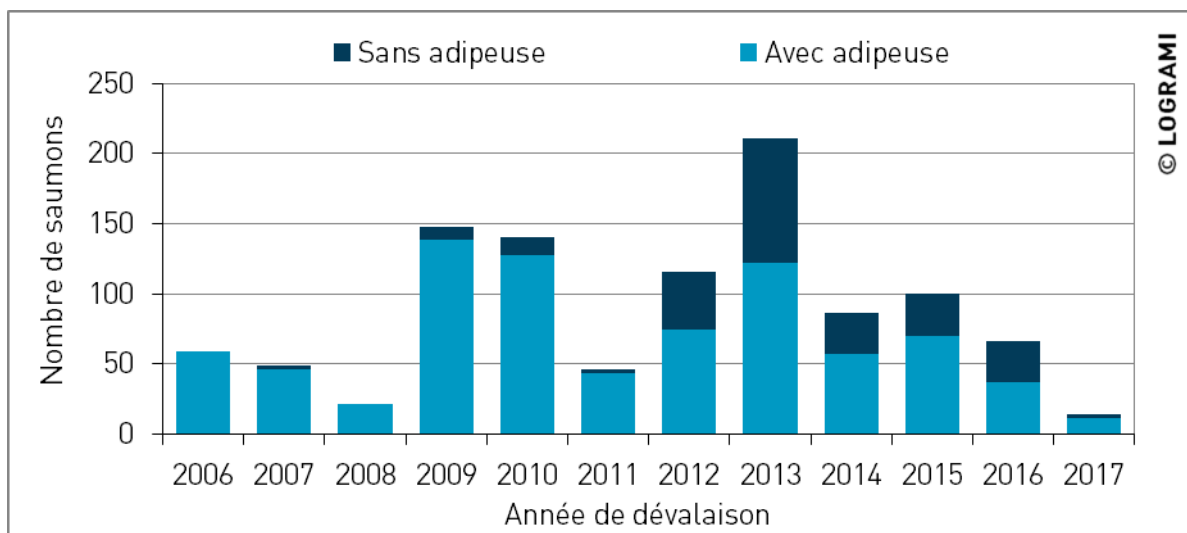
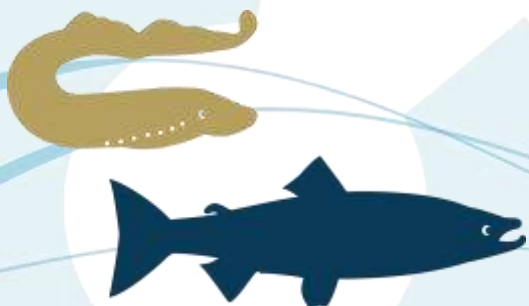


Figure 334 : Retours de saumons à Descartes sur la Creuse suivant leurs années de dévalaison sur la période 2006-2017



66 saumons issus de la dévalaison de 2016 ont été comptabilisés de 2017 à 2019 à Descartes, Parmi eux, 29 ne possédaient pas d'adipeuse et sont donc issus du programme de déversement au stade smolt (soit 44 % des 66 saumons). Les retours de la dévalaison de 2017 sont à ce jour incomplets, les trois ans de mer issus de cette cohorte ne migreront en effet qu'en 2020.

A noter que trois saumons issus des dévalaison de 2006 à 2008 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, 14 saumons sur les 143 comptés ne possédaient pas d'adipeuse (soit 9,8 % de l'effectif total). Ces résultats montrent les limites de la notion de homing et l'existence d'un phénomène de divagation entre sous bassins.

Depuis l'année de dévalaison 2009, la proportion de saumons sans adipeuse par année de dévalaison est en moyenne de 26 % (+/- 16). Cette proportion varie et est logiquement dépendante du nombre de smolts déversés. De manière générale, plus le nombre de smolts déversés est important, plus les retours sont nombreux (Figure 335).

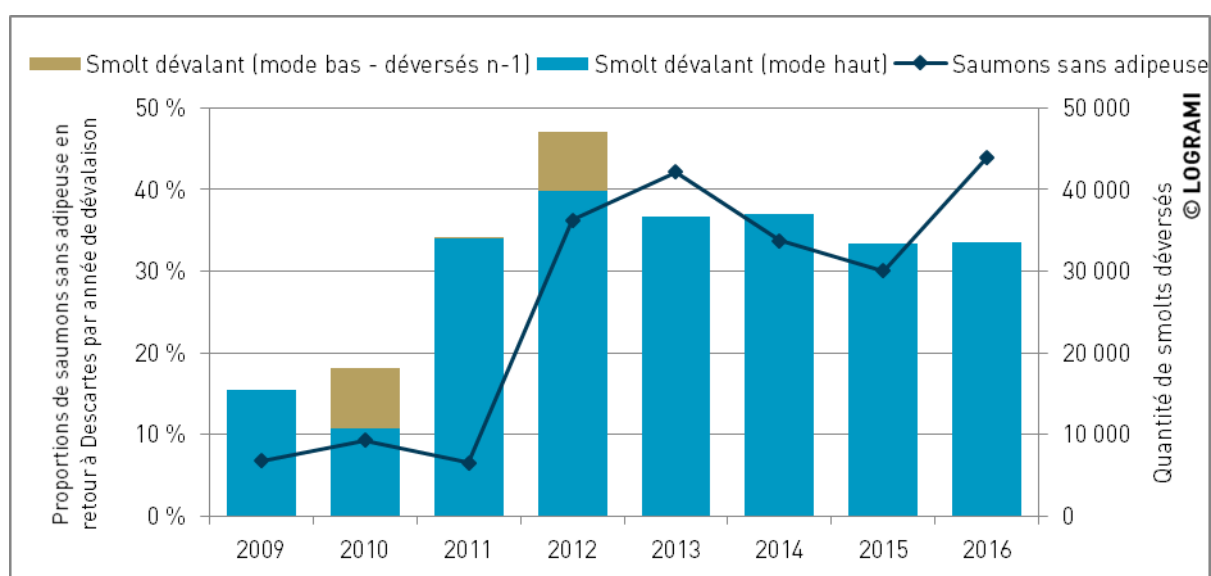


Figure 335 : Proportion des saumons sans adipeuse de retour à Descartes sur la Creuse en fonction des années de dévalaison au regard des quantités déversés de smolts par année de 2009 à 2016

Suivant les stratégies de déversements, la période 2009 -2016 peut être découpée en trois parties :

- En moyenne 8 % (+/-2) des saumons de retour à Descartes sont issus des programmes de déversement au stade smolt des années 2009 et 2010. Sur cette période, en moyenne 16 791 smolts (+/- 1 905) ont été déversés annuellement. Leur origine de production est exclusivement localisée sur le bassin de la Vienne.
- Les déversements au stade smolt de l'année 2011 peuvent être isolés : plus de 34 000 pré-smolts ont été produits (dont 70 % par la salmoniculture du CNSS). Ils ont été majoritairement déversés sur l'amont de la Gartempe. Seulement 7 % des saumons de retours à Descartes sont issus de ces déversements.
- En moyenne 37 % (+/- 6) des saumons de retour à Descartes sont issus du programme de déversement au stade smolt des années 2012 à 2016. Sur cette période, les smolts sont

quasiment tous produit par le CNSS. Ils sont plus nombreux qu'en 2009 et 2010 (moyenne de 37 519 pré-smolts déversés annuellement (+/- 5 589), et sont déversés depuis 2013 à l'aval des principales usines hydroélectriques.

Ainsi, ces résultats montrent que le déversement conséquent de pré-smolts, localisé sur l'aval du bassin de la Gartempe, permet à court terme de soutenir les effectifs de la population de saumons du bassin Creuse-Gartempe.

Depuis 2017, la production de pré-smolts, destinés au repeuplement du bassin de la Gartempe, a baissé de 66 %. **Une diminution de l'ordre de 25 % du nombre de géniteurs sans adipeuse de retour à Descartes est donc à prévoir dès l'année 2020.** Cette prévision ne prend en compte que les déversements, elle pourra être plus ou moins importante en fonction des autres facteurs influençant les migrations.

## 8.7.2. Origine des saumons de retours sur l'Allier

Les géniteurs de saumons de retour sur le bassin Allier sont issus soit de la reproduction naturelle soit des déversements au stade pré-smolt ou alevins nourris. 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 2021, tous les retours de saumons sans adipeuse proviendront du repeuplement au stade smolt de la Gartempe.

La moyenne interannuelle du nombre de saumons sans adipeuse à Vichy issus des déversements de smolts s'élève à 13,4 % (+/- 0,06) (Figure 336). 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. En 2018, la proportion est la plus faible enregistrée avec une valeur de 3,6 %. En 2019, 25 saumons sans adipeuse ont été observés à Vichy, soit 6,2 % de l'effectif annuel.

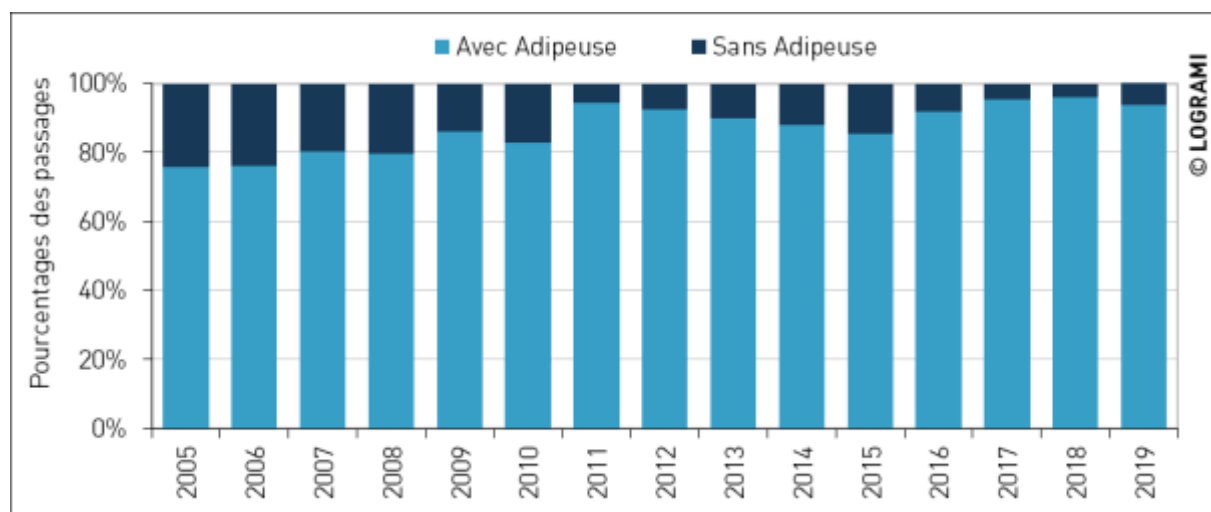
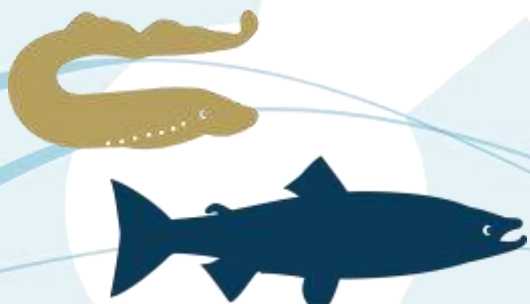


Figure 336 : Evolution de la composition de la population de saumons atlantiques (avec adipeuse/sans adipeuse) à la station de comptage de Vichy depuis 2005

Sur le bassin de l'Allier, nous pouvons comparer les proportions de saumons sans adipeuse entre la station de Vichy et de Langeac (Figure 337). A Poutès, le passage des poissons dans l'ascenseur filmé par le dessus, ne permet pas de statuer sur la présence de cette nageoire.



En moyenne depuis 2004 à la station de Langeac, le nombre de saumons sans adipeuse représente 12 % des passages (+/- 8). Cette proportion à Vichy est identique avec 12 % des passages (+/- 6). Les proportions entre les stations sont globalement identiques d'une année sur l'autre. En moyenne, 28 % +/- 10 des saumons sans adipeuse contrôlés à Vichy franchissent Langeac. Cette proportion est équivalente pour les individus présentant une adipeuse (27 % +/- 6).

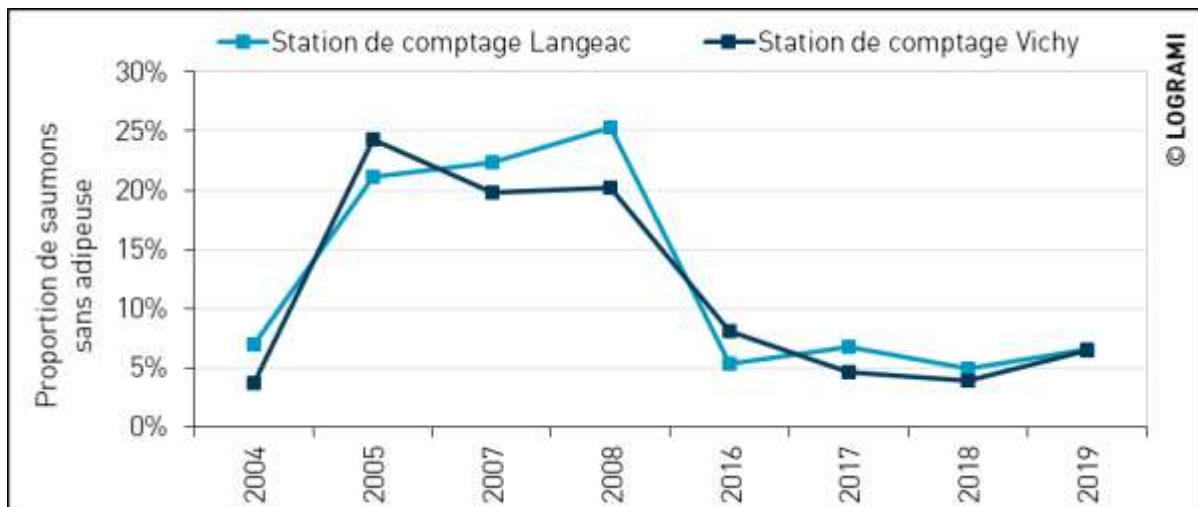


Figure 337 : Proportion de saumons sans adipeuse aux stations de comptage de Vichy et Langeac sur l'Allier depuis 2004

En 2019, deux classes d'âge sont représentées parmi les saumons issus des déversements au stade smolt (12 % de 2 ans de mer et 88 % de 3 ans de mer) (Figure 338). Ces proportions par classe d'âges sont déséquilibrées par rapport aux individus présentant une nageoire adipeuse avec une sous-représentation des 2 ans de mer (12 % contre 38 %). Ces proportions sont inverses des constats historiques avec une faiblesse avérée des deux ans de mer sans adipeuse. Cependant, les températures précocement élevées et l'hydrologie défavorable en 2019 ont été plus mortelles sur les saumons de deux ans de mer et d'autant plus marquée pour les deux de mer sans adipeuse qui arrivent encore plus tardivement que ceux d'une autre origine.

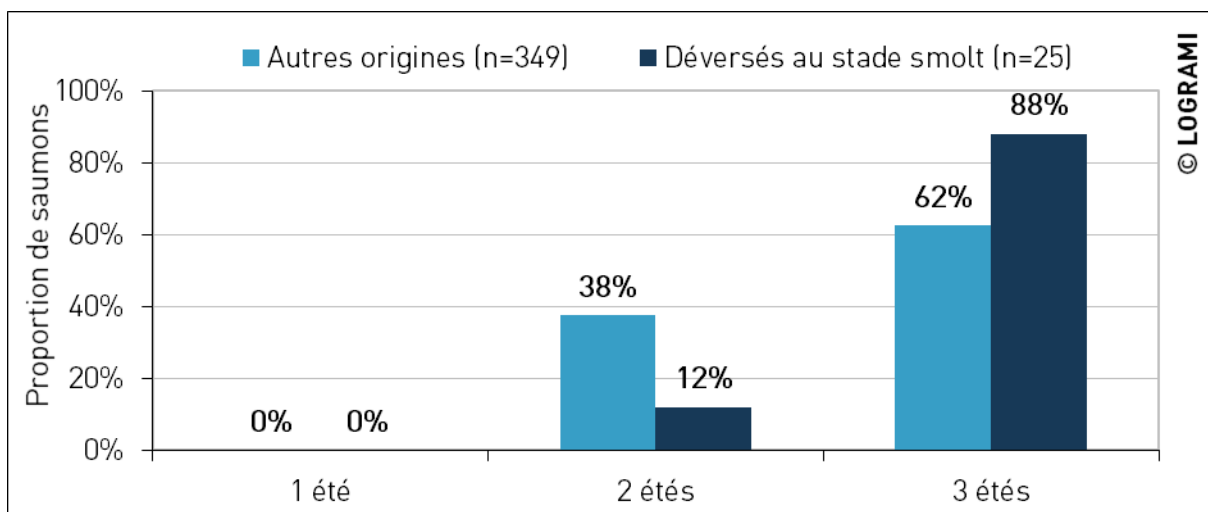


Figure 338 : Proportion par classe d'âge des saumons comptabilisés en 2019 à Vichy sur l'Allier en fonction de leurs origines (issus des déversements au stade smolt ou autres)

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. Pour exemple, 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).

En moyenne depuis 2005, la proportion de saumons sans adipeuse est de 13 % +/- 6. La plus importante a été observée en 2005 avec 23,4 % (Figure 339). A contrario, la plus faible année est 2015 avec 4 %. Depuis 2008, la moyenne interannuelle est en diminution avec 10 % +/- 3 des saumons sans adipeuse entre 2008 et 2016 contre 21 % +/- 7 entre 2005 et 2007. Cette différence ne semble pas être liée aux quantités déversées entre ces deux périodes. Les déversements sont globalement constants entre 2005 et 2010 avec en moyenne 216 426 smolts +/- 12 705. Toutefois, sur la période 2008-2016, les proportions plus élevées de saumons sans adipeuse enregistrées entre 2011 et 2013 (15 % +/- 3) semblent être liées à l'augmentation des quantités de smolts déversés qui sont près du double que ce qui est habituellement réalisé. La diminution des quantités déversées à partir de 2014 fait chuter la part d'individus sans adipeuse en retour à Vichy avec un minimum de 4 % enregistré en 2015.

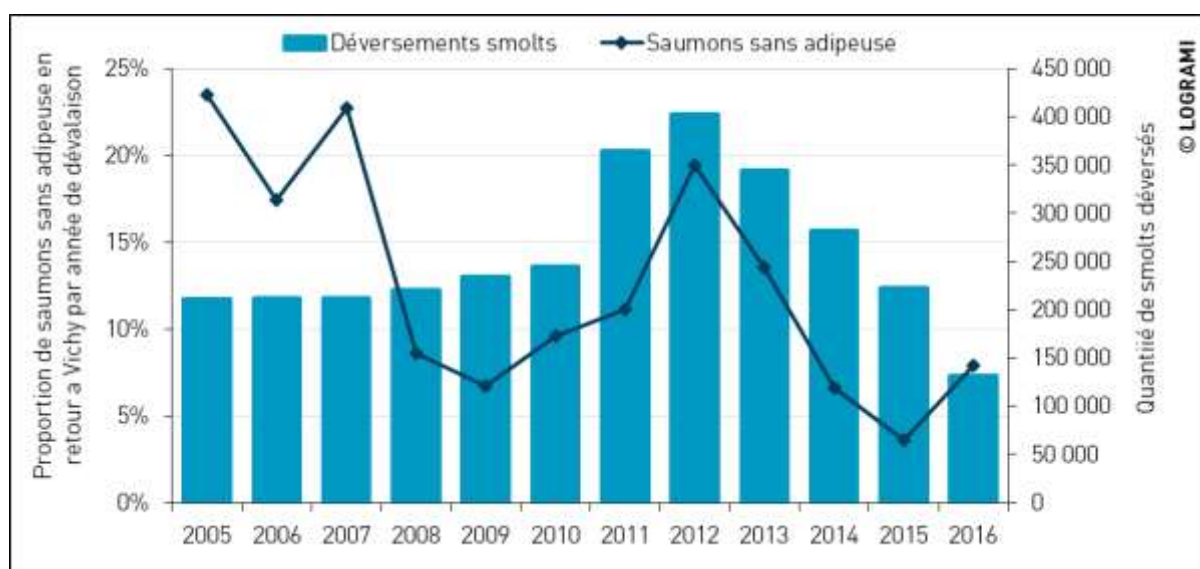
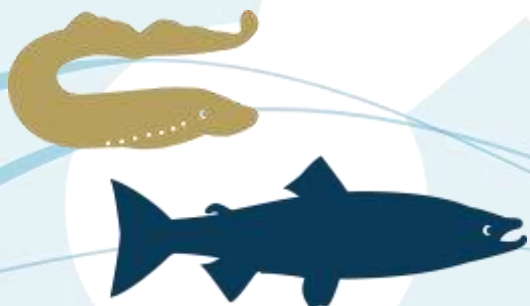


Figure 339 : Proportion des saumons sans adipeuse de retour à Vichy en fonction des années de dévalaison au regard des quantités déversées de smolts par année

En moyenne depuis 2005, le nombre de saumons sans adipeuse en retour par année de dévalaison est de 65 individus +/- 28 (Figure 340). 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). La variation des effectifs est évidemment liée à la quantité des smolts déversés. Cependant, deux années se distinguent dans cette série :

- En 2013, le débit moyen sur la période de dévalaison est de 44,5 m<sup>3</sup>/s et l'indice de 1,6. Le nombre de retours de sans adipeuse est le deuxième plus élevé avec 129 géniteurs. Les conditions rencontrées durant cette saison de dévalaison ont pu favoriser la migration des smolts et leur proportion.
- Des conditions favorables de dévalaison (indice de 1,1) ont également été rencontrées en 2008. Cependant, les retours de géniteurs issus de ces déversements (18 géniteurs) 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 déversés et natifs 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.

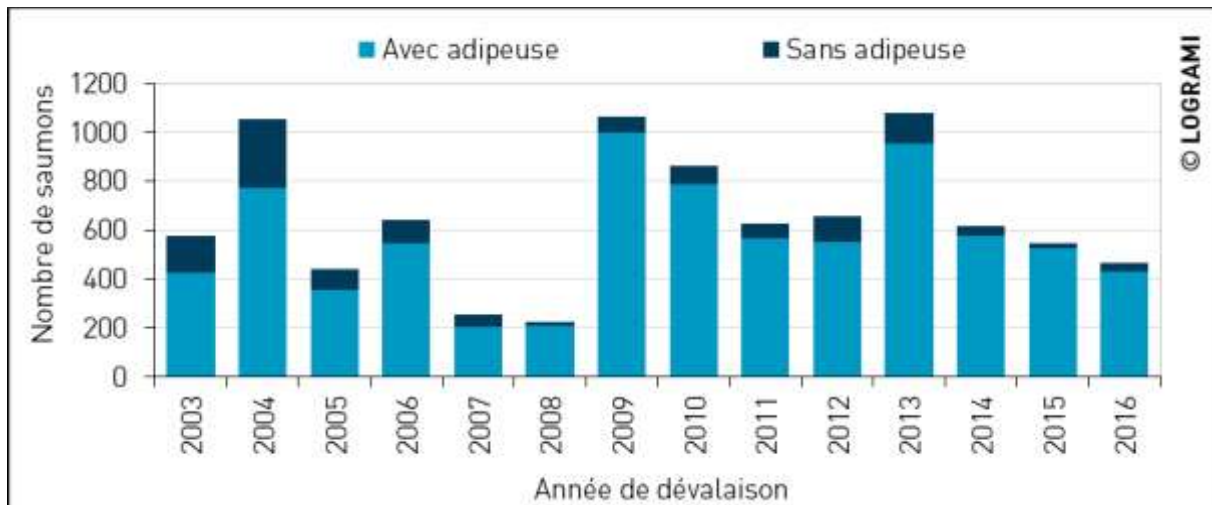


Figure 340 : Retours de saumons à Vichy sur l'Allier suivant leurs années de dévalaison sur la période 2003-2016

### 8.7.3. 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.

#### 8.7.3.1 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. Les effectifs de deux ans de mer étant trop faibles en 2019, les migrations de ces saumons avec et sans adipeuse n'ont pas pu être comparées.

En 2019, les rythmes migratoires des saumons de 3 ans de mer présentent un décalage de plusieurs jours selon leurs origines. (Figure 341). La durée du retard varie au cours de la migration, elle est de l'ordre de 39 jours à 50 % de la migration. Elle s'estompe en fin de migration.

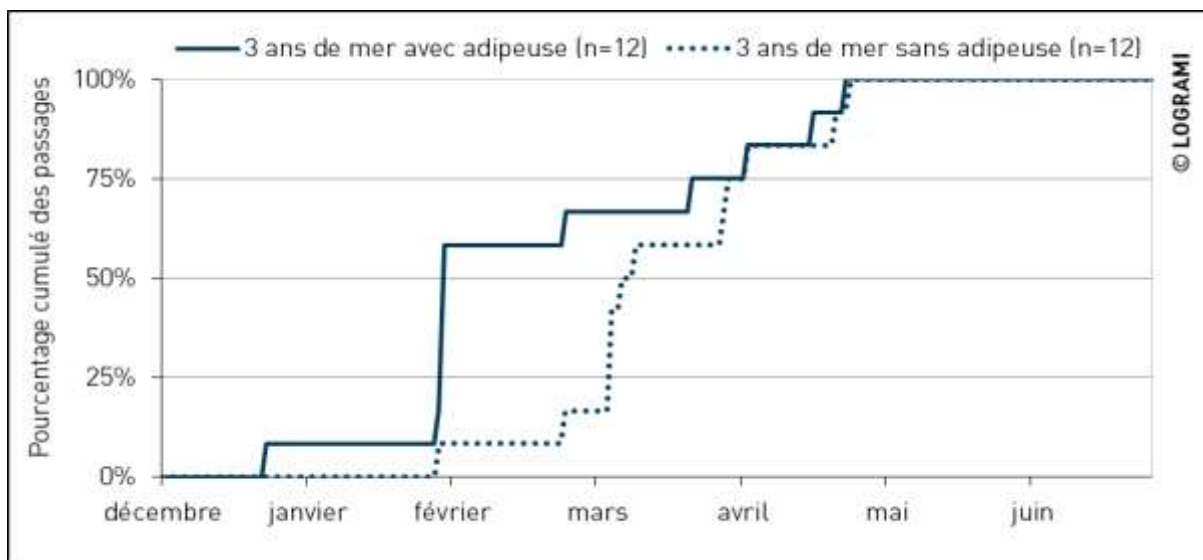


Figure 341 : Comparaison des rythmes de migration à la station de comptage de Descartes sur la Creuse entre les saumons de 3 ans de mer issus des déversements au stade pré-smolt (**sans adipeuse**) et ceux d'une origine différente (**avec adipeuse**) en 2019

L'analyse de l'ensemble des passages, depuis l'ouverture de la station de comptage en 2007, montre aussi un décalage de migration important entre les saumons ablationnés et les autres. Ainsi, des retards de 15 jours pour les saumons de trois ans de mer et de 12 jours pour les saumons de deux ans de mer sont observés à 50 % de la migration (Figure 342). **Les saumons sans adipeuse, issus du plan de déversement au stade smolt sur la Gartempe, sont donc en retard par rapport aux saumons d'autres origines.**

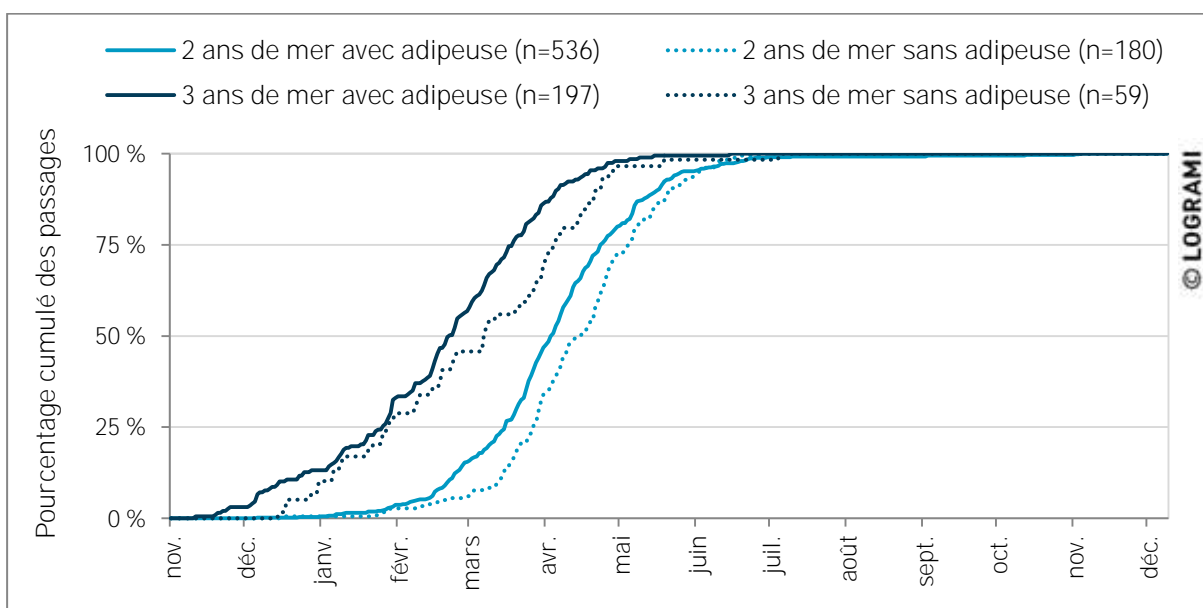
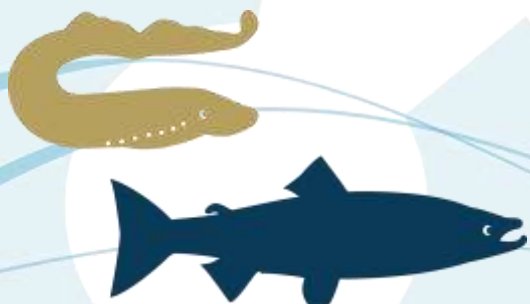


Figure 342 : Comparaison des rythmes de migration à la station de comptage de Descartes sur la Creuse entre les saumons issus des déversements au stade pré-smolt (**sans adipeuse**) et ceux d'une origine différente (**avec adipeuse**) depuis 2007



### 8.7.3.2 Sur le bassin de l'Allier

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.

#### Vichy

Pour 2019, la faiblesse des effectifs doit être prise en compte dans l'analyse des données surtout pour les individus issus des déversements au stade smolt (25 individus). Les effectifs de 2 ans de mer étant trop faibles en 2019 (3 individus), les migrations des saumons avec et sans adipeuse n'ont pas pu être comparées.

Cette année, pour les individus et 3 étés de mer, nous constatons que le rythme migratoire est globalement similaire entre les individus avec et sans adipeuse avec 50 % des passages enregistré le même jour (26 avril) (Figure 343). Cependant, cette analyse ne peut pas prendre en compte les saumons passés par les vannes abaissées en début de saison qui sont très probablement des saumons de 3 ans de mer dont la proportion de saumons sans adipeuse est inconnue.

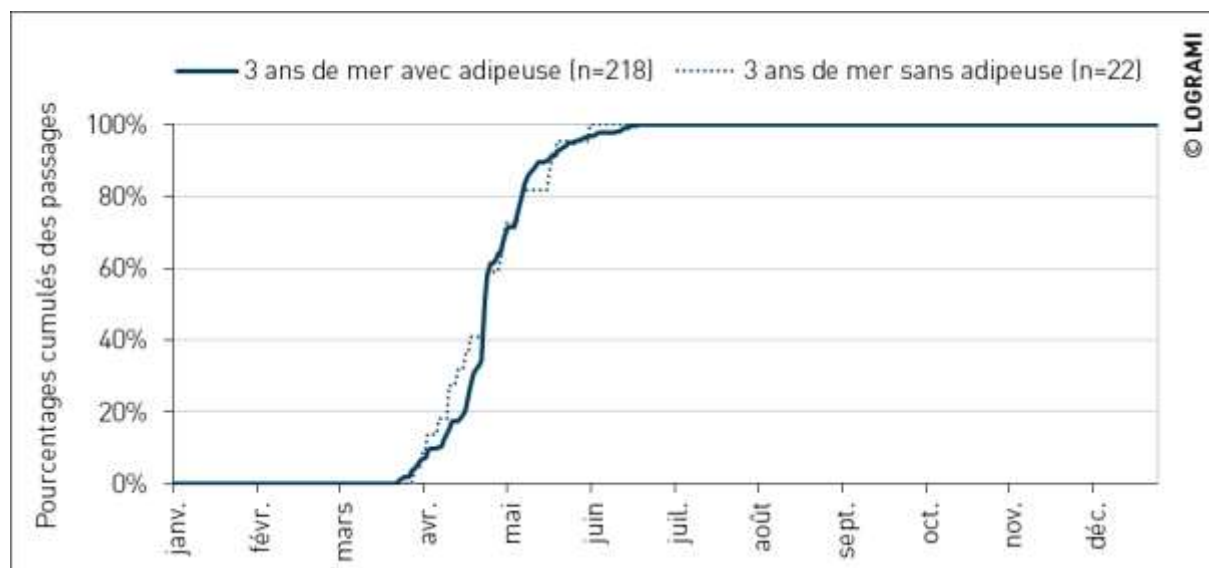


Figure 343 : Comparaison des rythmes de migration à la station de comptage de Vichy **sur l'Allier** entre les saumons **issus des déversements au stade smolt (sans adipeuse) et ceux d'une origine différente (avec adipeuse)** en 2019

En effet, 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 344).



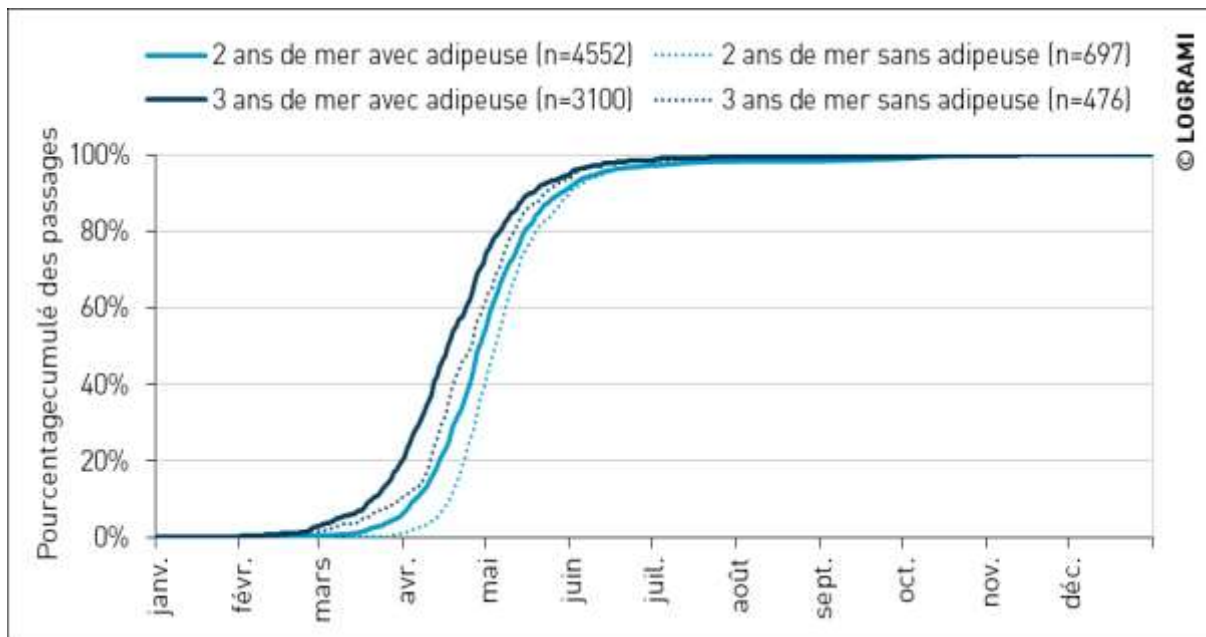


Figure 344 : Comparaison des rythmes de migration à la station de comptage de Vichy **sur l'Allier** entre les saumons **issus des déversements au stade smolt (sans adipeuse) et ceux d'une origine différente (avec adipeuse) pour la période 2005-2019 (2 ans de mer) / 2006-2019 (3 ans de mer)**

### Langeac

A Langeac, un retard de migration des individus sans adipeuse plus important est constaté. Le retard migratoire atteint 20 jours chez les saumons de 2 étés de mer et 14 jours chez les 3 étés de mer pour 50 % des passages de la population en migration (Figure 345).

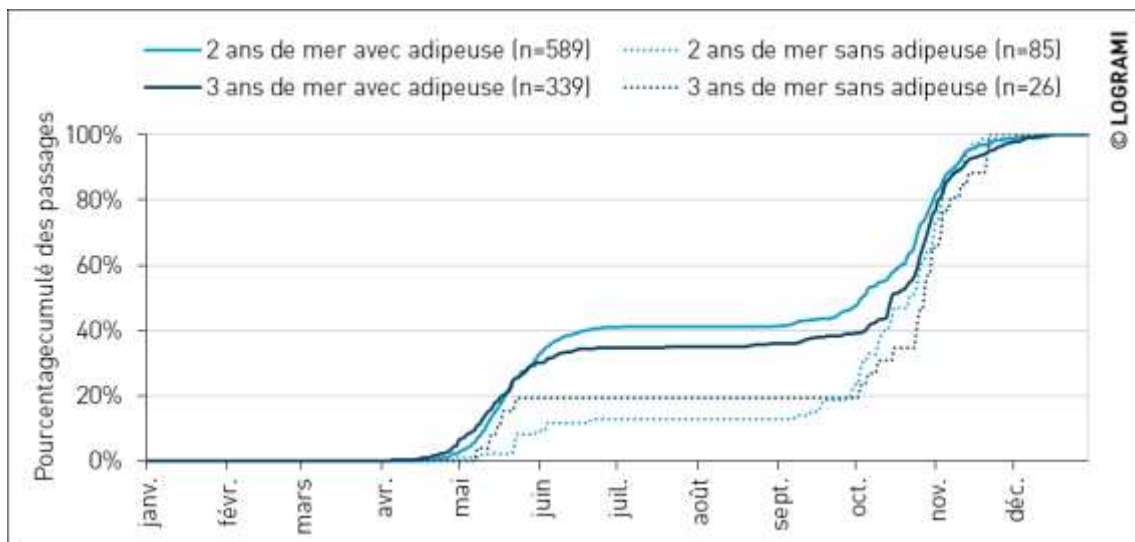


Figure 345 : Comparaison des rythmes de migration à la station de comptage de Langeac entre les saumons issus des **déversements au stade smolt (sans adipeuse) et ceux d'une origine différente (avec adipeuse) pour la période 2005-2019 (2 ans de mer) / 2006-2019 (3 ans de mer)**

Les saumons sans adipeuse, issus du plan de déversement au stade smolt sur l'Allier sont en retard par rapport aux saumons d'autres origines.

**L'évaluation de l'efficacité des programmes de soutien d'effectifs**  
(saumon atlantique)



## 8.8. Conclusion

Chaque année, des opérations de piégeage de saumons sont menées au Pont barrage de Vichy sur l'Allier. Ces opérations ne sont pas sans impact sur la dynamique migratoire des saumons. Elles occasionnent des retards (en moyenne 26 minutes) voire des refus de passage des saumons (28 % supplémentaires) au pont barrage de Vichy. En 2019, l'opération de piégeage a augmenté de 38 % les comportements d'allers-retours avant le passage. Ces retards peuvent amoindrir significativement les chances de survie estivale de ces individus. En effet, entre 71,5 % (BACH et al, 2010) et 100 % 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).

La population de saumons du bassin de la Loire fait l'objet d'opérations de soutien d'effectifs. Pour cela, des géniteurs sont prélevés à la station de piégeage de Vichy. En moyenne, depuis 1997, 38 individus (+/- 18) 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.

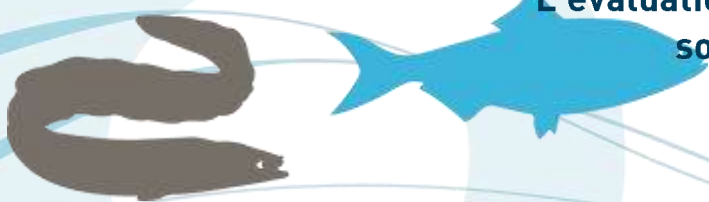
Suite aux recommandations de LOGRAMI, à partir de 2014, les opérations de piégeage ont été modifiées afin d'augmenter la représentativité de l'échantillon et les chances de captures au cours d'une même journée permettant à l'avenir de réduire le nombre jours de piégeage. Un allongement de la période a été réalisé de manière à couvrir 90 % de la période de migration (selon les années de la semaine 9, 10 ou 11 à la semaine 23) ainsi qu'un allongement du volume horaire de piégeage journalier (+ 2 heures entre 14h et 16h GMT). Cette stratégie a permis de rendre la journée de piégeage plus hermétique à la migration des saumons et ainsi d'augmenter les chances de captures. Grâce à cette recommandation, depuis 2017, 32 % des captures ont été réalisées entre 14h et 16h.

En 2019, 27 saumons ont été prélevés par le CNSS. Les captures représentent 6, 7 % de la population migrante. L'échantillon piégé par le CNSS représente de manière 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.

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. Ces 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 :

Sur le bassin de la Gartempe, la moyenne interannuelle des taux d'implantation entre 1999 et 2018 sur les stations de référence s'élève à 4,9 % (médiane : 3,1 ; +/- 5,2). Les secteurs amont de la Gartempe sont les plus productifs pour les juvéniles de saumon. Suite aux faibles débits observés à l'été 2019 et aux arrêtés de crise pris dans les départements de la Creuse et de la Haute-Vienne, les échantillonnages par pêche des juvéniles de saumon atlantique sur la Gartempe n'ont pas été réalisés. L'évaluation de l'implantation des juvéniles déversés n'est donc pas possible pour l'année 2019.

Sur le bassin de l'Allier, en tenant compte des individus en provenance des incubateurs de terrains situés sur les affluents de l'Allier entre Brioude et Langeac (S4) (182 381 alevins), **809 626 alevins de pisciculture ont été déversés sur le bassin de l'Allier en 2019** par le Conservatoire National du Saumon Sauvage. Ces déversements sont répartis classiquement sur l'Allier, la Sioule, la Dore et pour la seconde année consécutive sur la Senouire, la Couze Pavin et la Couze d'Ardes. La production de tacons 0+ d'automne issus de ces déversements d'alevins de pisciculture sur l'ensemble du bassin de l'Allier a été estimée à **297 456 tacons** soit une implantation globale de **36,7%**. En raison d'apports de tacons natifs potentiels sur certains secteurs, ces valeurs doivent être considérées comme des valeurs maximales.

Concernant les taux d'implantation moyens des cours d'eau du bassin de l'Allier, si la Couze Pavin est écartée car présentant une valeur aberrante due probablement à des migrations latérales d'alevins en provenance de l'Allier (149 %), la Senouire (73,5 %) se détache bien d'un groupe Allier-Sioule-Dore-Couze d'Ardes dont les taux oscillent entre 33,2 et 42,3 %. A l'échelle globale, l'Allier est le cours d'eau qui présente le plus faible taux d'implantation moyen (33,2 %). Au regard des classes définies par RICHARD A. (non daté), tous les cours d'eau alevinés sur le bassin de l'Allier présentent de bonnes survies en 2019.

Sur l'Allier, le secteur S2, de nouveau aleviné en 2019 après 11 années de suspension (depuis la création de la zone refuge en amont de Langeac) présente le meilleur taux d'implantation des 3 secteurs alevinés. Ces taux décroissent selon le gradient amont-aval de la rivière (46,3% sur S2, 31,6% sur S4 et 16 % sur S5).

Sur la Dore, les taux d'implantations semblent s'améliorer depuis qu'un secteur « Aval Sauviat » fait aussi l'objet de déversements. Cette amélioration fait probablement suite à cette modification du plan d'alevinage qui a eu comme principale conséquence la diminution des densités déversées sur le secteur « Amont Sauviat ».

Sur la Sioule, même si l'apport de tacons natifs n'est pas à exclure, le taux d'implantation moyen de 39 % semble suggérer de bonnes conditions de développement des alevins déversés en 2019.

Sur la Couze d'Ardes en 2019, le taux d'implantation moyen s'élève à 42,3 %. Il est inférieur à celui calculé en 2018 (56,1%) probablement sous l'effet de l'augmentation de la quantité déversée en 2019 par rapport à 2018 (de 20 355 à 29 960 alevins).



Sur la Couze Pavin en 2019, le taux d'implantation moyen est supérieur à 100% (149 %). Ce résultat est certainement provoqué par un phénomène avéré de colonisation par des individus en provenance de l'Allier en recherche de refuge thermique. Cette hypothèse est d'autant plus plausible que les conditions de températures ont été réellement critiques en 2019.

La Senouire en 2019 présente le meilleur taux d'implantation du bassin de l'Allier (73,5 %) et cela pour la deuxième année consécutive. Depuis 2018, la Senouire présente donc une très bonne capacité à produire des tacons 0+ d'automne à partir d'alevins de pisciculture.

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.

La comparaison des taux de retours des alevins et des smolts sur la Gartempe met en évidence qu'en absence de restauration de la fonctionnalité de la rivière et en absence d'arrêt de turbinage pour les usines non équipées de dispositifs, le stade alevin du bassin Creuse Gartempe subit des mortalités à la dévalaison au niveau des turbines réduisant les chances de survie de ce stade.

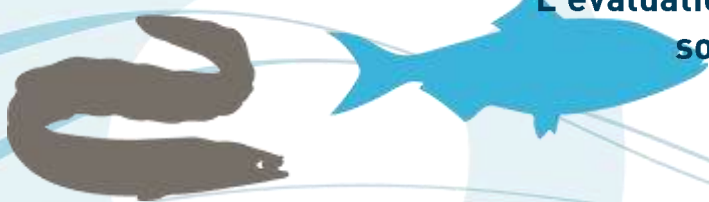
Sur le bassin de l'Allier, en utilisant les données d'assignation génétique et en prenant l'hypothèse que les retours de saumons avec adipeuse sont issus des déversements d'alevins sur cet axe, le taux de retour des alevins entre 2009 et 2011 serait en moyenne de 0,06 %.

Environ 5 à 6 saumons sont de revenus à Descartes et Vichy pour 10 000 alevins déversés contre seulement 0,5 à Gueugnon. La contribution de ces déversements sur le bassin de la Gartempe et l'Allier est 10 fois plus élevée que sur le bassin de l'Arroux. 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. Pour comparaison, sur le Gave de Pau, les alevins estivaux déversés annuellement entre 2011 à 2014 avaient fait l'objet d'un marquage par ablation de la nageoire adipeuse. Les taux de retour calculés sur cet axe sont de 0,15 %. Ainsi, l'alevinage sur le Gave de Pau contribuerait à hauteur de 24 à 30 % des retours de géniteurs (MIGRADOUR, 2019).

#### 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 29 % 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 = 0,02 % +/- 0,01
- Moyenne bassin Loire-Arroux entre 2009 et 2013 = 0,01 % +/- 0,01
- Moyenne bassin Creuse-Gartempe depuis 2009 = 0,09 % +/- 0,07

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 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 sur un axe présentant une reproduction naturelle avérée et de bons habitats de production. Ainsi, depuis 2017, aucun déversement de smolts n'a eu lieu sur l'Allier. Toutefois, les résultats sur l'axe Creuse Gartempe mettent en évidence l'importante contribution de ce mode de déversement sur les retours de saumons dans un contexte de plus grande proximité avec la mer pour la dévalaison des smolts et de contraintes pour les alevins sur les conditions de dévalaison avec la présence de nombreux ouvrages hydroélectriques non équipés à la dévalaison.

Selon les modes de déversement, différentes dynamiques migratoires sont observées aux stations de comptage pour les géniteurs de retour. A Vichy, Langeac et Descartes, les observations montrent chroniquement que les saumons issus des déversements au stade smolt auraient une dynamique migratoire plus tardive (10 à 20 jours) que les saumons issus de reproduction naturelle et ce quelques soient leurs âges de mer. En 2019, ces observations se confirment pour les individus de 3 ans de mer à la station de Descartes. La faiblesse des effectifs de sans adipeuse de 2 ans de mer à Descartes et Vichy n'a pas permis de faire l'analyse pour cette classe d'âge.

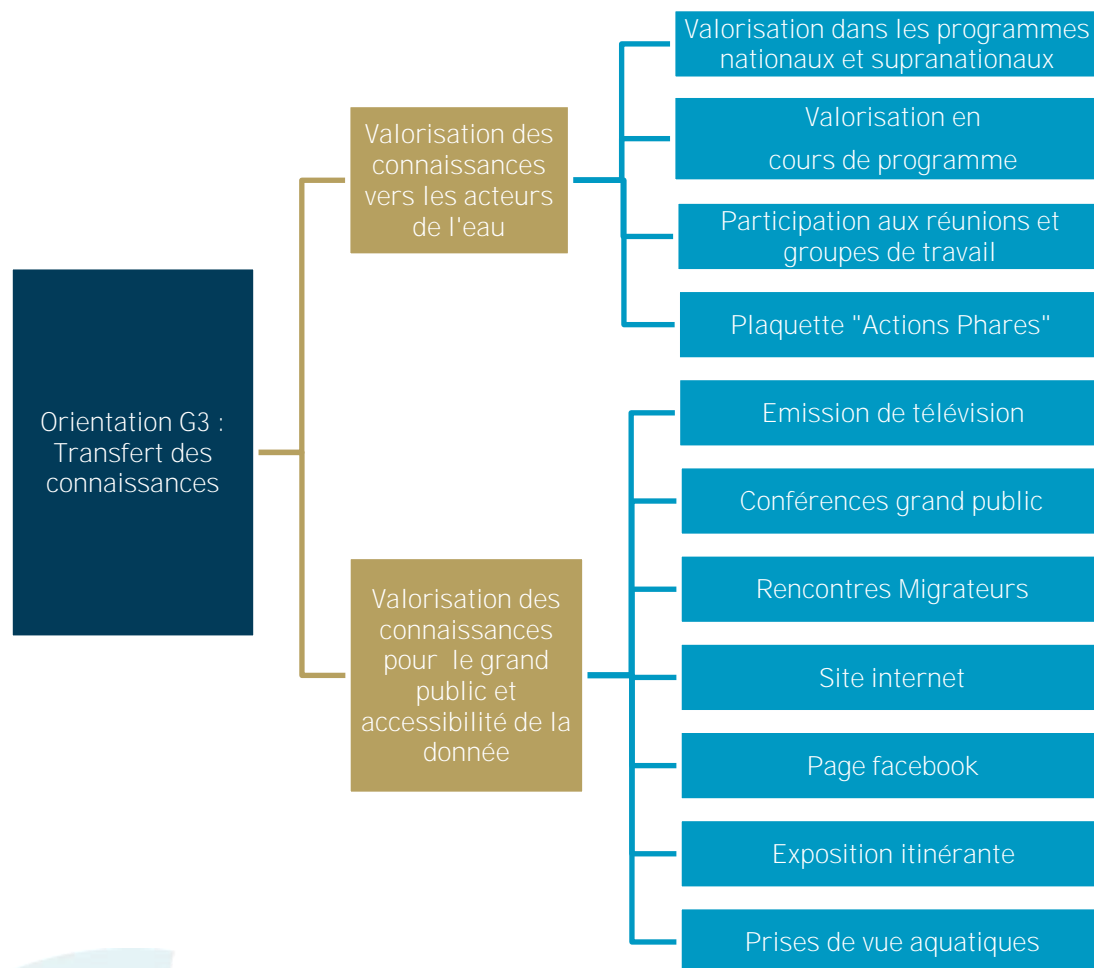
Ces constats réalisés à la fois sur le bassin Creuse-Gartempe (smolts) et le bassin de l'Allier (alevins et smolts déversés), peuvent paraître minimes mais ont des conséquences importantes pour la survie des poissons. En effet, les saumons arrivant tardivement ont de grands risques d'effectuer des arrêts migratoires dans des zones de survie estivale réduite (BACH et al., 2010 et MARCON et al., en cours). Il est ainsi probable que la mortalité estivale des saumons issus du plan de déversement au stade smolt (voire alevin) soit plus élevée que celle des saumons issus d'autres origines. La date d'arrivée des individus aux stations de comptage est donc un facteur primordial pour optimiser la survie estivale des géniteurs et donc 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.



© LOGRAMI

Figure 346 : Dendrogramme des actions menées dans le cadre de l'orientation G3 : Transfert des connaissances

## 9.2. Valorisation vers les acteurs de l'eau

### 9.2.1. Valorisation dans les programmes nationaux et supranationaux

La valorisation des informations recueillies dans le cadre de ce projet est réalisée de différentes façons. Les informations sont portées à la connaissance afin d'enrichir les plans et rapportages notamment dans le cadre de l'OCSAN (Organisation de Conservation du Saumon de l'Atlantique Nord) et de la révision du plan de gestion français du saumon. L'association 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'Office Française pour la Biodiversité (ex-AFB et 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 347 : 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 OFB) et l'IAV (STACOMI) sur les données de stations de comptage (Système d'Information sur l'Eau). 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.

Ainsi confirmant l'inquiétude de l'UICN sur l'alose, la majorité des stations de comptage de France montre une population en difficulté avec des comptages très inférieurs aux données antérieures.

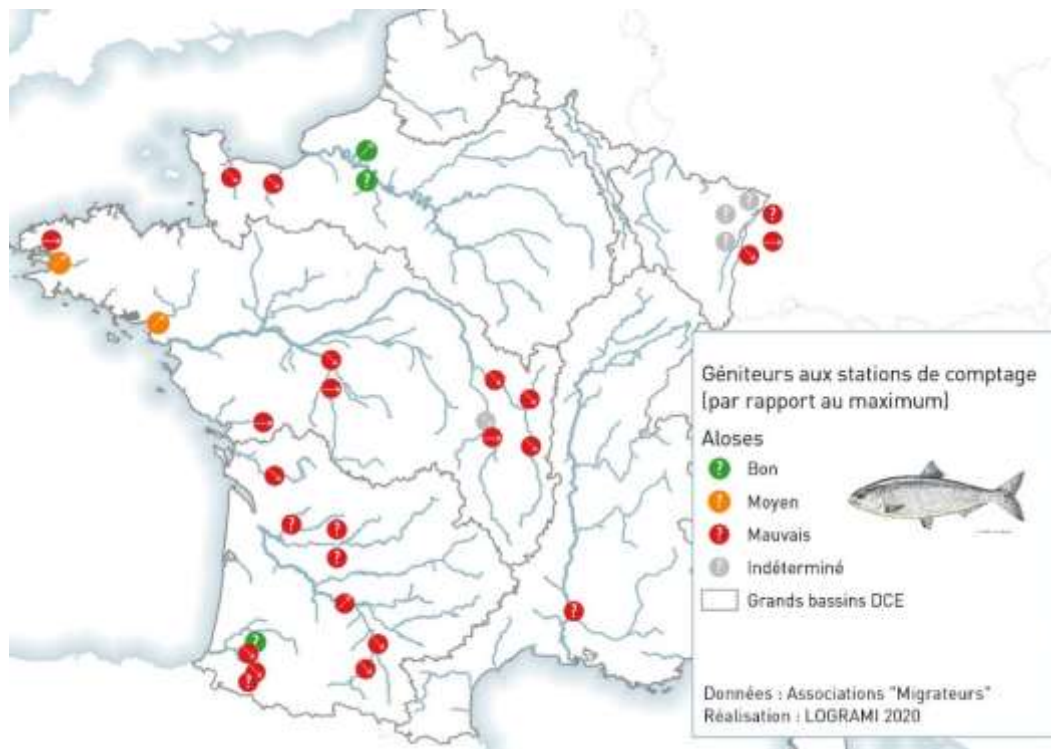


Figure 348 : Tendances des effectifs d'aloses aux stations de vidéo-comptage de France en 2019 et comparaison au maximum connu sur la station (camembert) (Source : groupe de travail DATAPOMI des Associations Migrateurs)



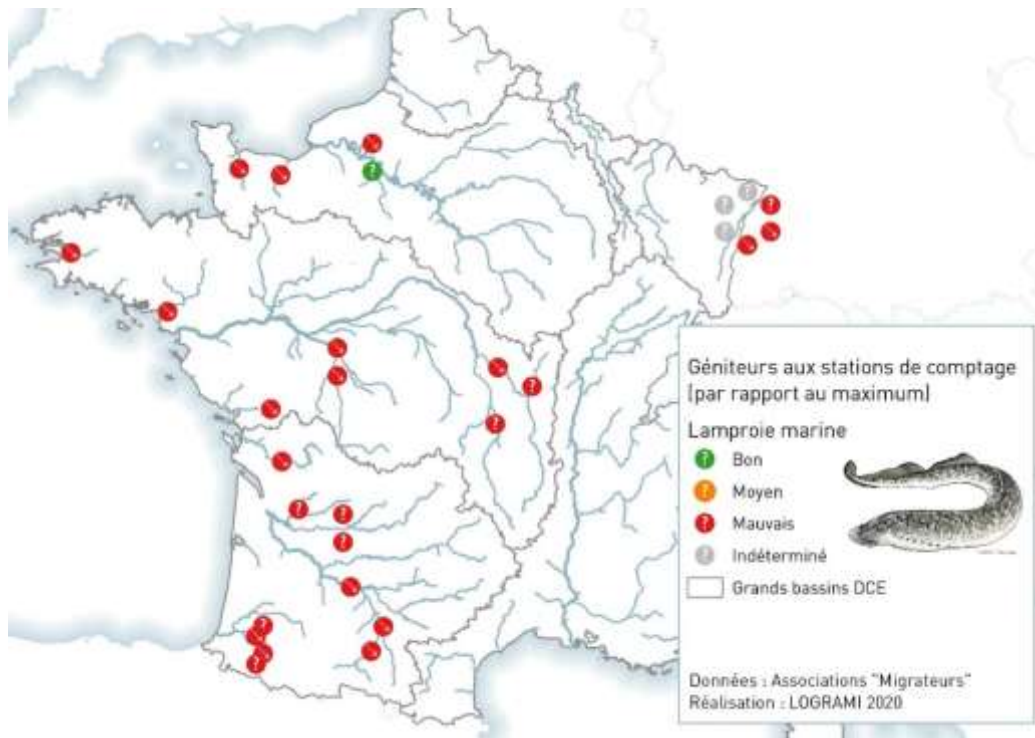


Figure 349 : Tendances des effectifs de lamproies marines aux stations de vidéo-comptage de France en 2019 et comparaison au maximum connu sur la station (camembert) (Source : groupe de travail DATAPOMI des Associations Migrateurs)

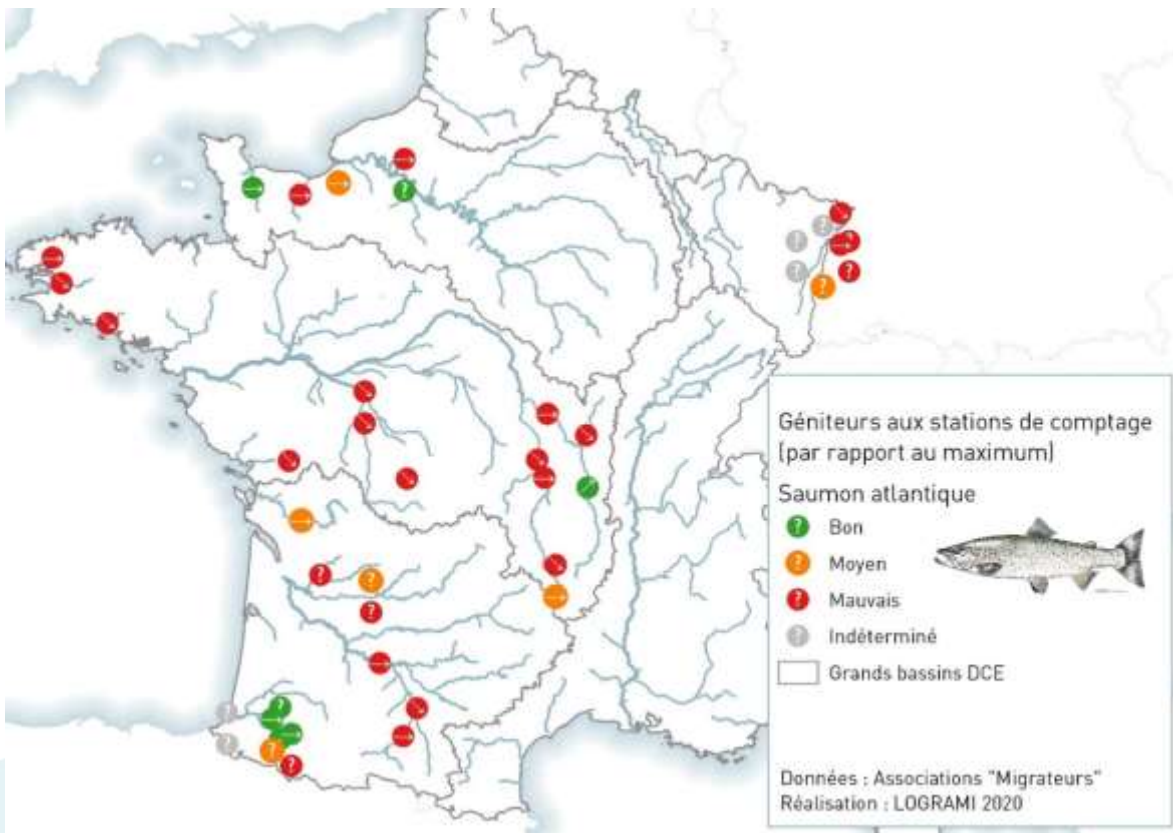


Figure 350 : Tendances des effectifs de saumons aux stations de vidéo-comptage de France en 2019 et comparaison au maximum connu sur la station (camembert) (Source : groupe de travail DATAPOMI des Associations Migrateurs)

D'autre part, l'Office 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.

De plus, le site PONAPOMI utilise les données du présent programme de recherches appliquées pour la présentation de la situation des poissons migrateurs.

## 9.2.2. Valorisation en cours de programme

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 d'une ou de plusieurs 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, anguilles 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.

## 9.2.3. Participations aux réunions

Parmi les nombreuses interventions de l'association en 2019 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, 84 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 des années précédentes montrant la volonté de porter-à-connaissance.

La valorisation des connaissances et  
sensibilisation des acteurs à la gestion  
des poissons migrateurs | 378



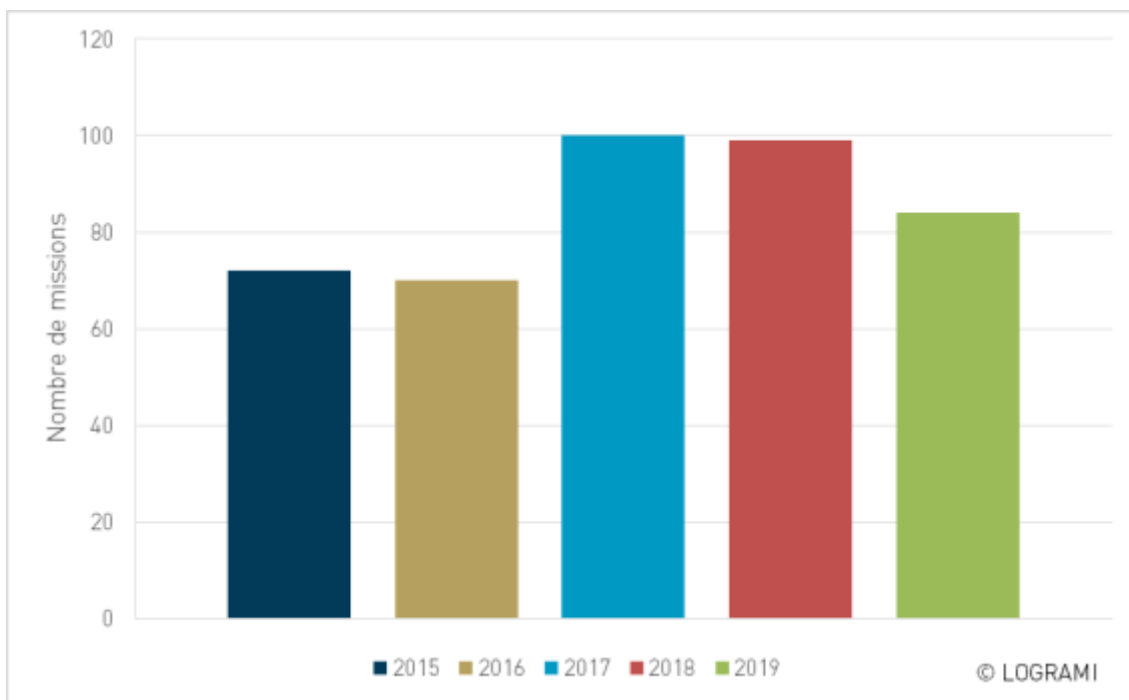


Figure 351 : Nombre de réunions d'un ou plusieurs jours réalisées par les agents de LOGRAMI dans le cadre du programme de recherches appliquées en faveur des poissons migrateurs sur le bassin de la Loire de 2015 à 2019

Ces restitutions et participations aux groupes de travail concernent particulièrement la chargée de programme de l'antenne Vienne (Sénécal) avec une moyenne stable chaque année autour de 28 réunions. La Directrice (Baisez) dont le nombre de réunions augmente d'année en année (25 en 2019 dans le cadre de ce programme). Les chargés d'études se répartissent un nombre assez constant de réunions de l'ordre de 5 par agents. Les techniciens en contrats à durée déterminée et apprentis participent à un nombre restreint de réunions mais ciblées sur des restitutions ou des mises en œuvre opérationnelles.

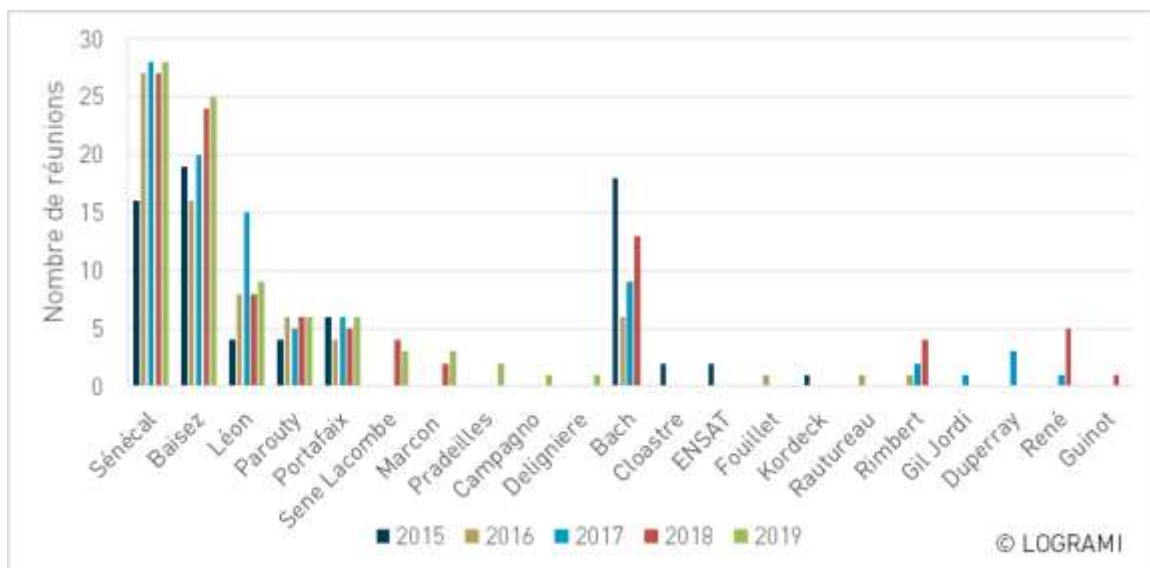


Figure 352 : Nombre d'interventions (sur un ou plusieurs jours) dans le cadre du programme de recherches appliquées en faveur des poissons migrateurs sur le bassin de la Loire par agent de 2015 à 2019



En moyenne, les agents réalisent sur le programme d'actions 8 +/- 4 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. Les mois de novembre et décembre sont ceux qui mobilisent le plus en raison des restitutions des études en fin d'année.

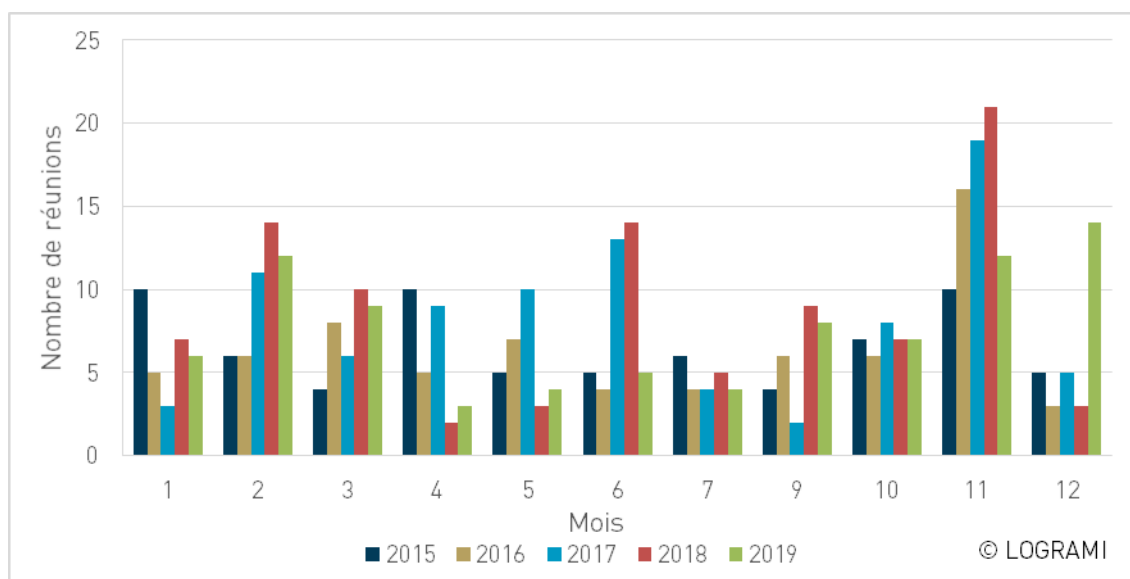
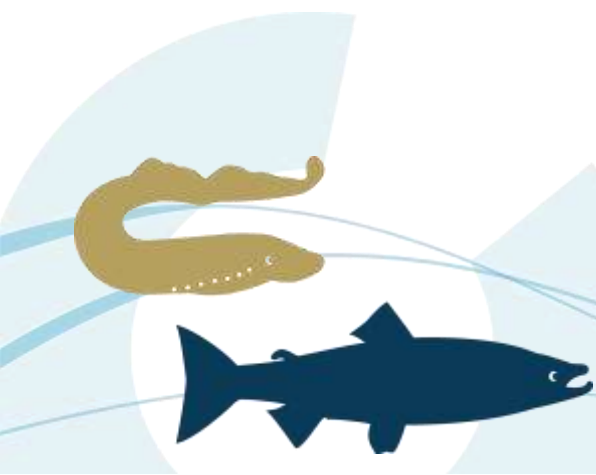


Figure 353 : Nombre de restitutions d'un ou plusieurs jours concernant les informations diffusées dans le cadre du programme de recherches appliquées en faveur des poissons migrateurs sur le bassin de la Loire par mois de 2015 à 2019

### 9.2.3.1 Valorisation par public cible

Comme les années précédentes, le public concerné en 2019 est essentiellement constitué des acteurs du bassin (67%). 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. Ces réunions opérationnelles (17% en 2019) sont nécessaires pour la mise en œuvre des opérations tant sur la connaissance de nouvelle technologie à mettre en œuvre, de rencontres avec d'autres équipes pour la confrontation des protocoles ou simplement de l'organisation des opérations au sein des équipes. Une partie des restitutions relève du porter-à-connaissance vers le grand public (12%). Les réunions nationales concernent essentiellement les échanges sur la transversalité des données (inter associations).

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 2019 d'interventions avec notamment des conférences publiques à thèmes.



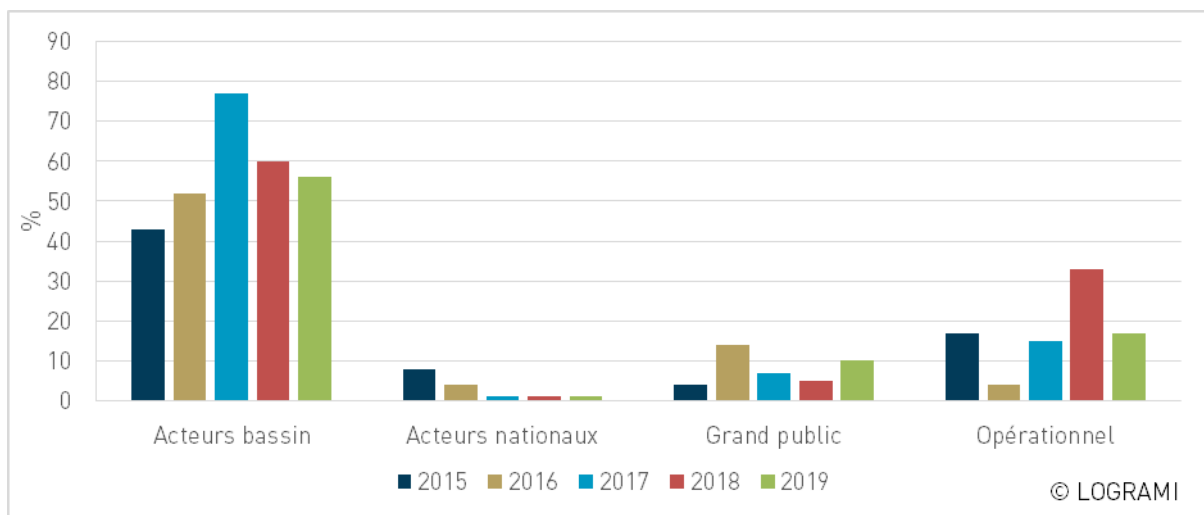


Figure 354 : Proportions des publics concernés par les informations diffusées dans le cadre du programme de recherches appliquées en faveur des poissons migrateurs sur le bassin de la Loire par les agents de LOGRAMI de 2015 à 2019

Les réunions sont organisées dans différents départements du bassin de la Loire et à l'échelle du territoire national. Les départements concentrant le plus grands nombres d'entre elles en 2019 sont la Vienne, le Loiret, l'Allier, la Creuse et le Puy de Dôme.

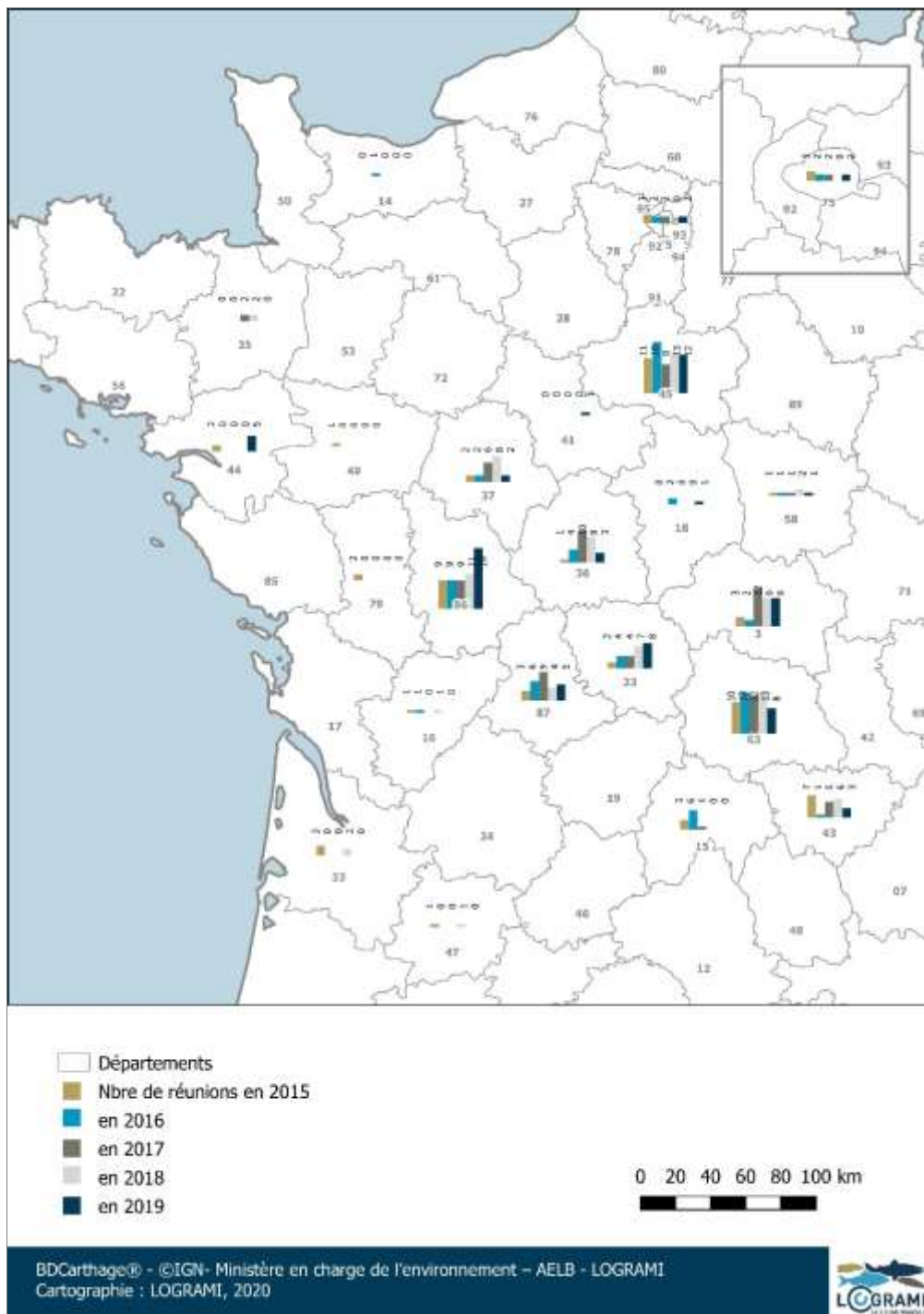
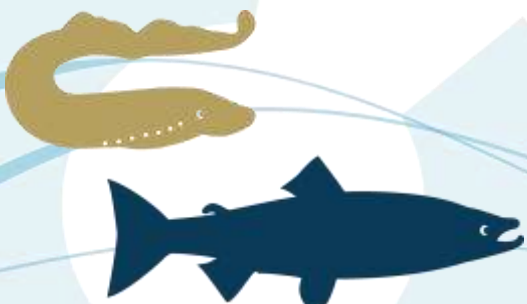


Figure 355 : Nombre de réunions par département dans le cadre du programme de recherches appliquées en faveur des poissons migrateurs sur le bassin de la Loire par les agents de LOGRAMI de 2015 à 2019

### 9.2.3.2 Focus sur les réunions avec les acteurs de bassin

De nombreuses réunions (30%) 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 recherche, l'accompagnement de la mise en place des Schémas d'Aménagement et de

La valorisation des connaissances et sensibilisation des acteurs à la gestion des poissons migrateurs | 382



Gestion des Eaux, de la trame verte et bleue...En 2019, cependant cette catégorie a été moins présente en raison de la périodicité des plans d'actions.

L'effort porté sur la restitution des études est également visible en 2019 avec davantage de réunions ciblées sur cette restitution. Compte tenu des rencontres migrateurs et des restitutions qui s'ajoutent aux conférences, l'année 2019 se particularise par une proportion plus élevée de cette catégorie de réunions.

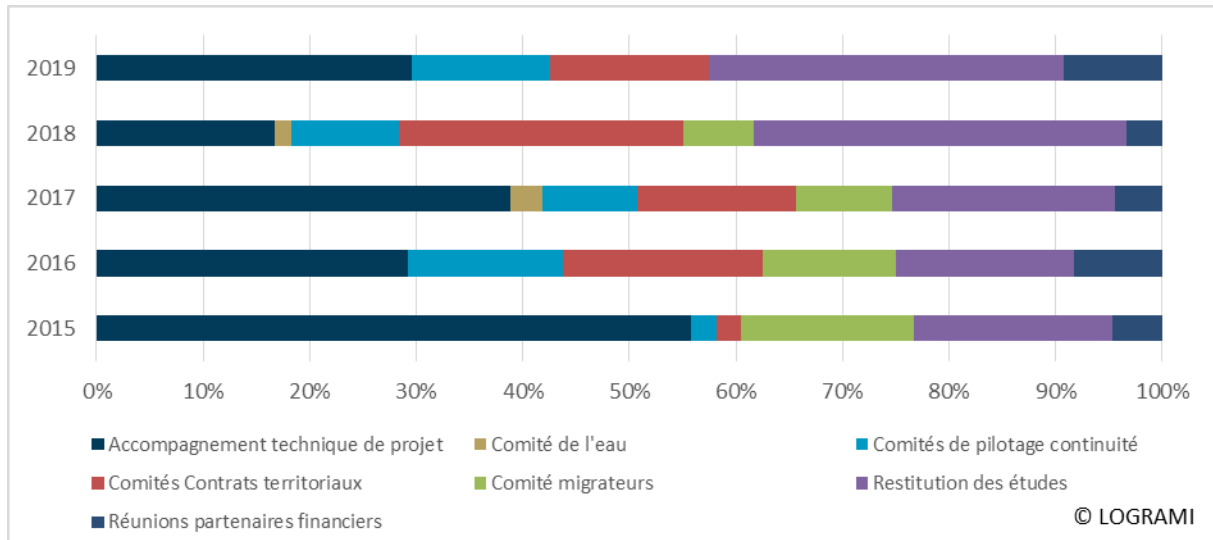


Figure 356 : Répartition par types des réunions auxquelles ont participé les agents de LOGRAMI avec les acteurs de bassin de 2015 à 2019

### 9.2.3.3 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 la protection du milieu aquatique et les 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 de 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 et 2019.

Pour ce faire, deux restitutions ont été organisées les 11 et 12 décembre 2019 localisées pour l'une à Lathus-Saint-Rémy dans la Vienne et à Bayet dans l'Allier pour l'autre.

Pour chacune d'elles, 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 de son animation du réseau des Techniciens Médiateurs de Rivières.

En 2019, entre 26 et 29 participants ont été présents à chaque restitution. 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 collectivités à compétence GEMAPI, l'Agence de l'Eau Loire Bretagne, deux établissements



publics de bassin, l'Agence Française pour la Biodiversité (devenue Office Français de la Biodiversité au 1<sup>er</sup> janvier 2020), EDF & France Hydro électricité, des associations de protection de la nature. In fine, 30 organismes différents ont été présents aux restitutions de 2019. Les deux sites de restitutions montrent une représentation constante des Fédérations de pêche et de protection du milieu aquatique. A contrario, en 2019, les données montrent la faible représentation des collectivités territoriales et l'absence des associations de protection de la nature dans l'Allier comparativement à la Vienne.

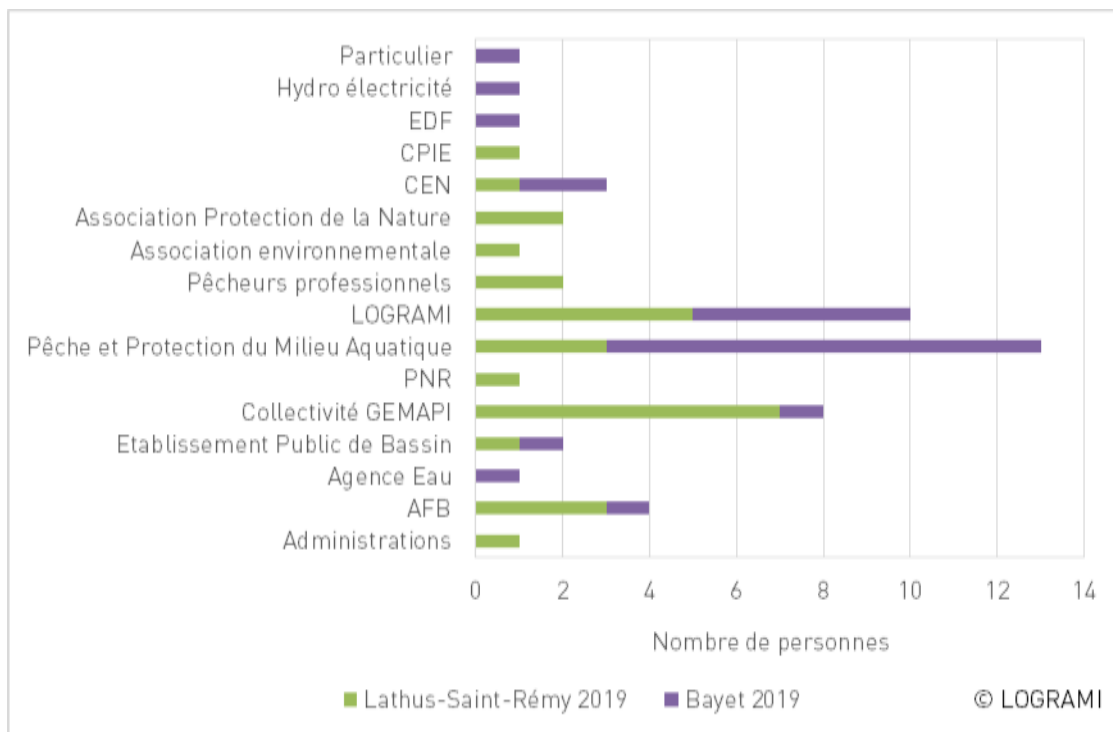


Figure 357 : Organismes présents aux restitutions de LOGRAMI organisées à Lathus-Saint-Rémy et Bayet en décembre 2019

Les départements d'origine des participants confirment l'intérêt de l'itinérance des restitutions puisqu'entre 45 et 71% des participants proviennent du département où ont eu lieu les restitutions.



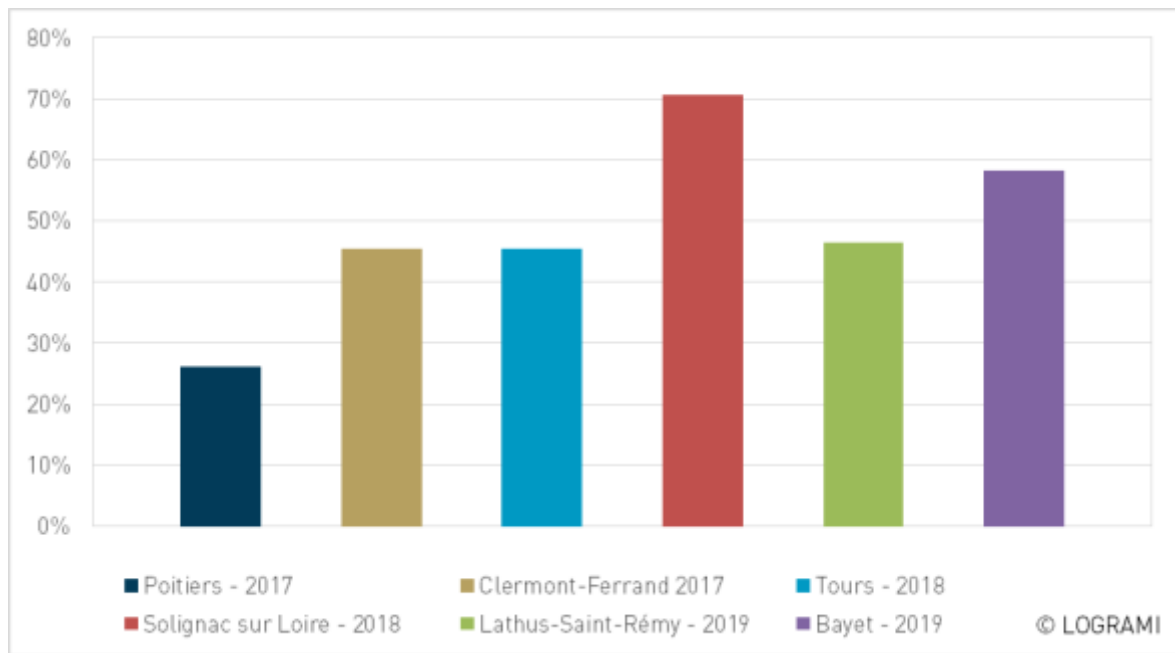


Figure 358 : Proportion de participants provenant du département d'accueil des journées de restitutions organisées par LOGRAMI en 2017, 2018 et 2019

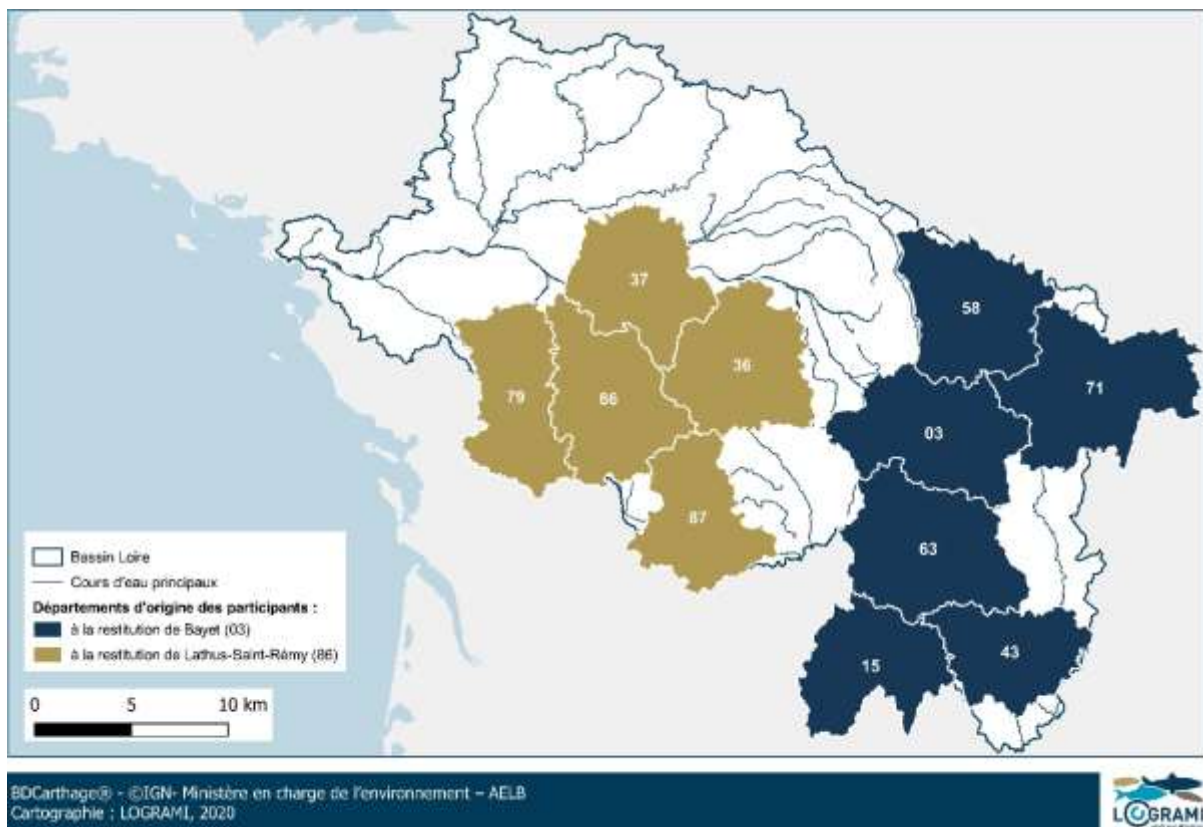


Figure 359 : Origine géographique des participants (siège structure) aux restitutions organisées par LOGRAMI en 2019



Figure 360 : Programme de la restitution des actions de LOGRAMI organisée à Bayet en 2019



Figure 361 : Restitution de LOGRAMI organisée à Bayet en 2019 (Sources : LOGRAMI)



Figure 362 : Programme de la restitution des actions de LOGRAMI organisée à Lathus-Saint-Rémy en 2019



Figure 363 : Restitution de LOGRAMI organisée à Lathus-Saint-Rémy en 2019 (Sources : LOGRAMI)

## 9.2.4. 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.

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 364 : Visuel de la plaquette Actions phares 2018 réalisée et publiée en 2019 (Source : LOGRAMI)

En 2019, le numéro d'actions phares 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 le site internet de LOGRAMI ([www.logrami.fr](http://www.logrami.fr)).

Le sommaire de cette plaquette de 8 pages est le suivant :

- 🔗 L'édito de Monsieur Guinot (président de l'association Loire Grands Migrateurs) ;
- 🔗 Les aloses : Une situation alarmante ;
- 🔗 Le saumon : Potentiel productif du Béal de l'Alagnon et de l'Allier entre Langeac et Pont du Château ;
- 🔗 Habitat : Evaluation de cinq nouveaux secteurs alevinés sur le bassin de l'Allier
- 🔗 Saumons de l'Allier : Taux de transfert des saumons atlantiques entre Vichy et Langeac ;
- 🔗 Les lamproies : Suivi des juvéniles : indicateur de l'état des populations ;
- 🔗 Sensibilisation : De nouveaux outils et un troisième sentier pédagogique.

## 9.3. Valorisation des connaissances pour le grand public et accessibilité de la donnée

### 9.3.1. Emission de télévision

L'émission « Ensemble c'est mieux » est un programme régional de France 3 Régions qui parle de solidarité et vivre ensemble. L'émission de France 3 Centre-Val de Loire est animée par Frédérique Courtadon entourée de deux chroniqueurs Charly Frigoul et Emilie Canton.

LOGRAMI a participé à cette émission diffusée le 5 juin 2019 et a présenté le travail effectué par la structure, les actions de l'association en faveur de la biodiversité et le statut menacé des poissons grands migrateurs. L'interview a été réalisée dans les conditions du direct sans coupure et sans préparation des questions.

Par ailleurs, pour illustrer le travail effectué par la structure des photos préalablement envoyées étaient projetées sur écran durant l'interview.

La valorisation des connaissances et  
sensibilisation des acteurs à la gestion  
des poissons migrateurs | 388





Figure 365 : Captures d'écran de l'émission « Ensemble c'est mieux » sur France 3 Région Centre Val-de-Loire du 5 juin 2019

### 9.3.2. Conférences Publiques

Chaque année, nous participons à des conférences publiques afin de rendre accessible l'information auprès du grand public. En 2019, à la demande du Pavillon du Milieu de Loire, nous avons présenté le statut de conservation et les connaissances acquises sur les poissons grands migrateurs ainsi que les gestes respectueux de l'environnement.

Nous avons également participé à une conférence sur le changement climatique en présentant le lien entre les modifications des paramètres du milieu et les périodes de migration ainsi que l'impact du changement climatique sur les migrations en lien avec la continuité écologique, dans le cadre du collectif inter associatif de la Vienne.



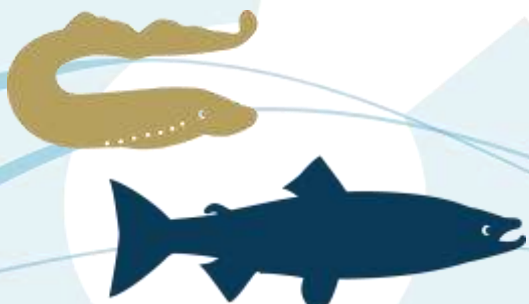
Figure 366 : Affiches des conférences données pour le grand public et auxquelles LOGRAMI a participé en 2019

### 9.3.3. Rencontres Migrateurs

#### 9.3.3.1 Localisation des Rencontres Migrateurs

Les Rencontres Migrateurs de Loire sont organisées régulièrement depuis 2002 par l'association LOGRAMI. Elles ont vocation à être itinérantes dans le bassin afin de favoriser l'accès à l'information à l'ensemble des ligériens. Chaque rencontre présente un thème qui est déroulé sur deux jours et fait intervenir des spécialistes dans le domaine traité.

La valorisation des connaissances et sensibilisation des acteurs à la gestion des poissons migrateurs | 390



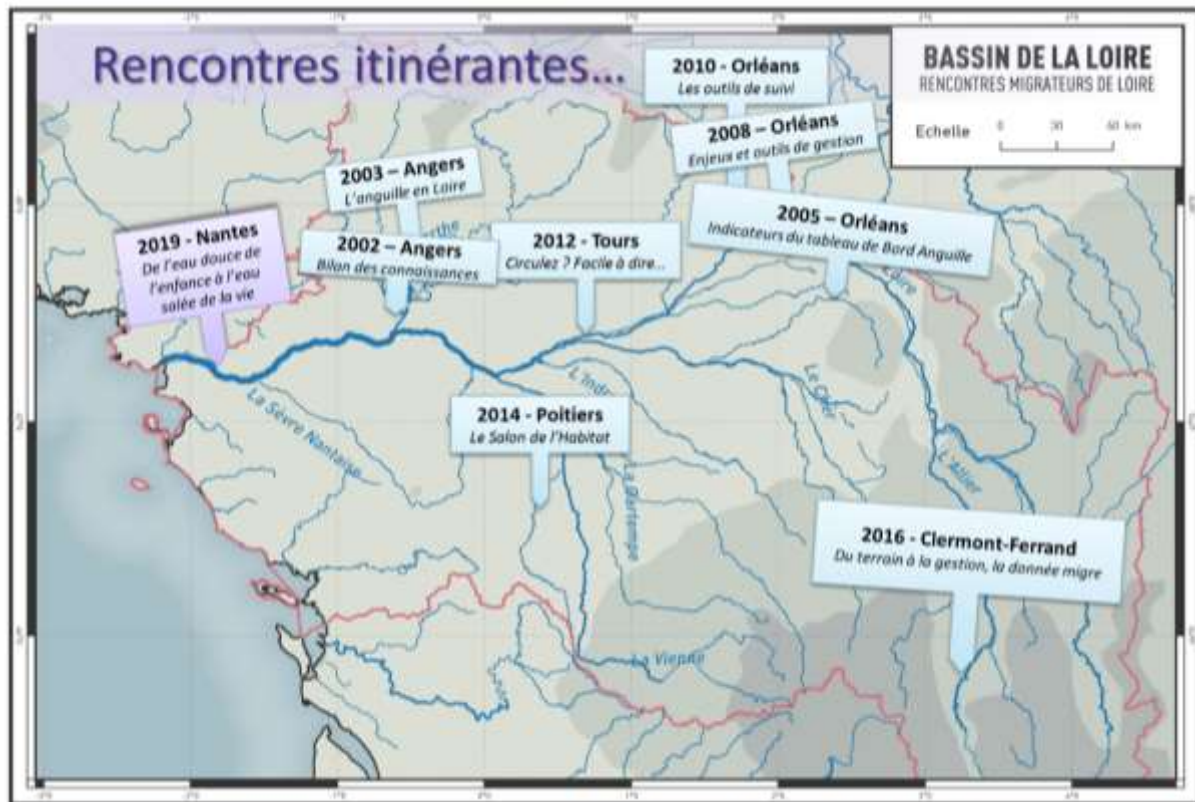


Figure 367 : Dates et lieux des Rencontres Migrateurs de Loire (Source : LOGRAMI)

Les Tableaux de Bord Migrateurs, bénéficiant de l'appui du comité de pilotage pour la structuration du contenu, sont chargés de préparer le programme ainsi que les supports de communication (programme papier, documents de séance, modèles de présentations, outils pédagogiques, preuves de publicité, etc.). L'organisation de l'événement et la mobilisation des intervenants sont réalisées en collaboration avec l'équipe de LOGRAMI dans le cadre du programme de recherches appliquées.

Les Rencontres Migrateurs ont été à nouveau programmées début 2019. Cette 9<sup>ème</sup> édition des Rencontres Migrateurs de Loire avait pour thème « De l'eau douce de l'enfance à l'eau salée de la vie » et a eu lieu les 12 et 13 mars 2019 à Nantes.

Cette édition des Rencontres Migrateurs a profité de son escale à Nantes pour regarder vers l'Atlantique. Elle a été l'occasion de dresser un état des lieux des populations de grands migrateurs du bassin de la Loire, en s'appuyant sur la comparaison avec les autres grands bassins français. Ensuite, nous nous sommes intéressés au départ des migrateurs vers la mer en présentant les études récentes sur les migrations de dévalaison. Enfin, nous avons abordé les connaissances sur le grand voyage océanique des poissons migrateurs, mais aussi ses mystères...



**PROGRAMME**  
9<sup>ème</sup> édition des  
**RENCONTRES MIGRATEURS de Loire**  
**De l'eau douce de l'enfance**  
**à l'eau salée de la vie**

Les poissons grands migrateurs sont définis par leur voyage océanique, au sein d'un cycle de plus de 10 000 km ! C'est pourtant la partie de leur cycle de vie qui est la moins connue...

La Directive Cadre Stratégique Milieu Marin prévoit pourtant une évaluation de l'état écologique des populations marines de poissons amphihalins à l'horizon 2020 !

Cette édition des Rencontres Migrateurs profite de son scale à Nantes pour s'ouvrir vers l'Océan atlantique.

**Les grands retours**  
Quelle est la situation des populations de grands migrateurs du Bassin de la Loire et en France ? En-elle comparable aux autres bassins français ? Comment anticiper l'impact des changements globaux sur leur cycle de vie ?

**Le grand départ**  
Quelles sont les techniques qui permettent de suivre poissons migrateurs au cours de leur migration d'anadrome ? Qu'est-ce qui les pousse à retourner vers l'océan et quels obstacles leur barrent la route ?

**Le grand voyage**  
Que savent-vous et qu'apprenez-vous de la vie océanique des grands migrateurs ? Quelles sont les données disponibles sur leur migration en mer ? Comment les suivre en temps réel dans les sites marins protégés ?  
Quels sont les recherches actuelles sur le suivi de leurs migrations océaniques ? Quelle est l'importance de la partie marine de leur cycle de vie sur la dynamique des populations ?

**MARDI 12 MARS**

10h30 ACCUEIL DES PARTICIPANTS  
11h30 OUVERTURE DES RENCONTRES  
par Gérard Gueint, Président de Logrami

13h45 LES GRANDS MIGRATEURS  
Etat des populations de poissons migrateurs du Bassin Loire  
Nicolas Baretz, LOGRAMI  
Evolution des abondances et des calendriers de migration des poissons migrateurs en France depuis 30 ans  
Maxime Lagard, LOGRAMI  
Le saumon face aux changements climatiques  
Mathieu Baum, INRAE  
FORUM D'ÉCHANGES

14h30 DÉJEUNER SUR PLACE

15h15 LE GRAND DÉPART  
La dévalaison des anguilles de la Seine néo-rétales suivies par marpage-recapture  
Sylvain Des Millaud, FNI du Maine Paysan  
Le départ vers la mer méditerranéenne des anguilles de la Cogne suivies par RFID  
Pierre Camelin, Migrations Rhône Méditerranée  
Le difficile retour vers la Loire des anguilles argentées du Lac de Grand-Lieu suivies par marpage acoustique  
Thomas Bouchet, Muséum National d'Histoire Naturelle  
Dévalaison anguilles en Drome : un vrai parcours du combattant  
Jérémy Gao, MDTA  
FORUM D'ÉCHANGES

16h15 TRUQUE  
Périodes et comportement de dévalaison des oméga de saumon atlantique sur la façade de la Loire  
Pierre Paratelli-St-Yves, Seine Normandie, LOGRAMI  
L'oralité ou la mémoire de l'origine et l'histoire de vie des saumons  
Gilles Sordet, ONF de Po  
Qui sont les "ravettes" ?  
Arnaud Basso, LOGRAMI  
FORUM D'ÉCHANGES

18h30 TRADUCTION IMPROVISÉE DE LA JOURNÉE  
sur la ligne d'horizon, Canal A la Recherche de L...

**MERCREDI 13 MARS**

10h30 ACCUEIL DES PARTICIPANTS  
11h30 LE GRAND VOYAGE  
La vie océanique chez les poissons élabores - Connaissances actuelles et rôle de cette phase dans le cycle biologique  
Arctique Albin, Muséum National d'Histoire Naturelle et Jean-Luc Bégout, INRAE  
Un observatoire des poissons migrateurs amphihalins en mer  
Laurien Bouchard et Nolwenn Delagr, PMAATP Océa Agglomération Nantes  
La prise en compte des amphihalins dans les aires marines protégées  
INZOU en mer Estuaire de la Loire  
Lucie Stéphanou, Agence Française pour la Biodiversité  
FORUM D'ÉCHANGES

14h30 PAUSE  
Le programme INTERREG SAMARCHE pour améliorer les connaissances sur les salmonides en estuaire et en mer  
Arnaud Gault, Normandie Grand Migrateurs  
et Julien Lefebvre, Bretagne Grand Migrateurs  
Le retour des esturgeons dans l'estuaire de la Gironde  
Marion Lacombe, Migrations Saumons Atlantique  
Les migrations océaniques des anguilles argentées et des larves leptocéphales  
Eric Lejeune, Muséum National d'Histoire Naturelle  
FORUM D'ÉCHANGES

16h30 CLÔTURE DES RENCONTRES 2019  
par Pierre Strohbach, Agence Française pour la Biodiversité

17h30 DÉJEUNER SUR PLACE

18h30 VISITE DE TERRAIN  
Visite de l'ouvrage de St-Felx et présentation des études et actions réalisées pour l'anguille  
par la Fédération de pêche de Loire Atlantique

Figure 368 : Programme des Rencontres Migrateurs de Loire de 2019 à Nantes (Source : LOGRAMI)

### 9.3.3.2 Nombre de participants

Ces rencontres ont réuni 118 inscrits en 2019. Ce nombre de participants est légèrement supérieur à ceux des deux éditions précédentes.

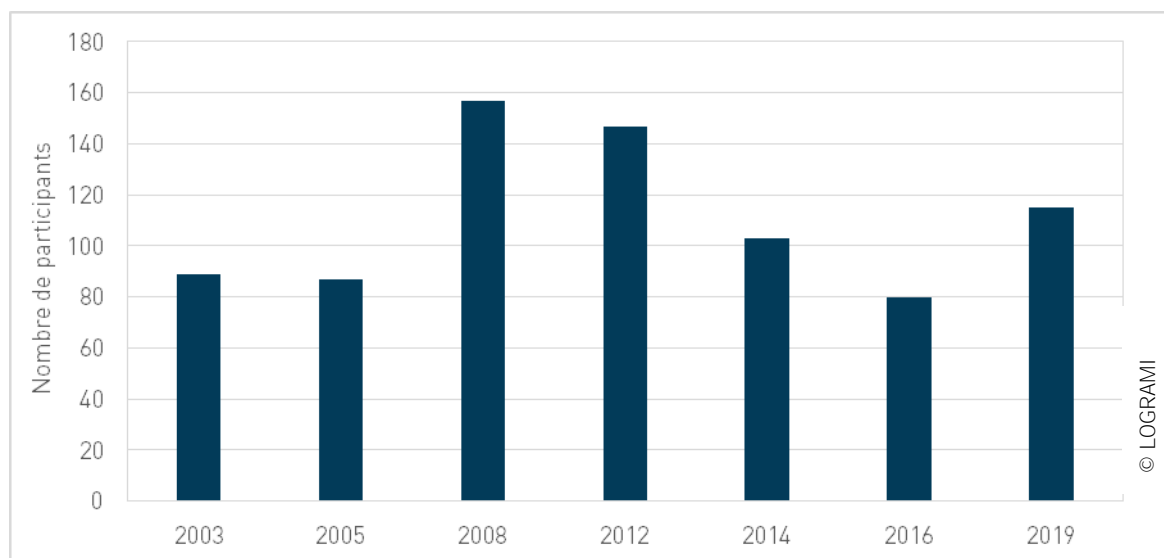


Figure 369 : Nombre de participants par année des Rencontres Migrateurs, les éditions 2003 et 2005 étant ciblées sur l'anguille et depuis 2008 sur l'ensemble des poissons migrateurs

La valorisation des connaissances et sensibilisation des acteurs à la gestion des poissons migrateurs



Figure 370 : Participants aux 9<sup>èmes</sup> Rencontres Migrateurs en 2019 à Nantes (Source : LOGRAMI)



Figure 371 : Session de forum avec les intervenants de la session des 9<sup>èmes</sup> Rencontres Migrateurs en 2019 à Nantes (Source : LOGRAMI)

Les Rencontres Migrateurs se déroulent sur deux jours depuis 2008. De façon récurrente, le nombre de participants est plus important le premier jour des rencontres. Certains participants ne venant qu'un jour choisissent dans le programme le jour de leur venue, ce qui augmente le nombre de participants sur l'ensemble des deux jours.

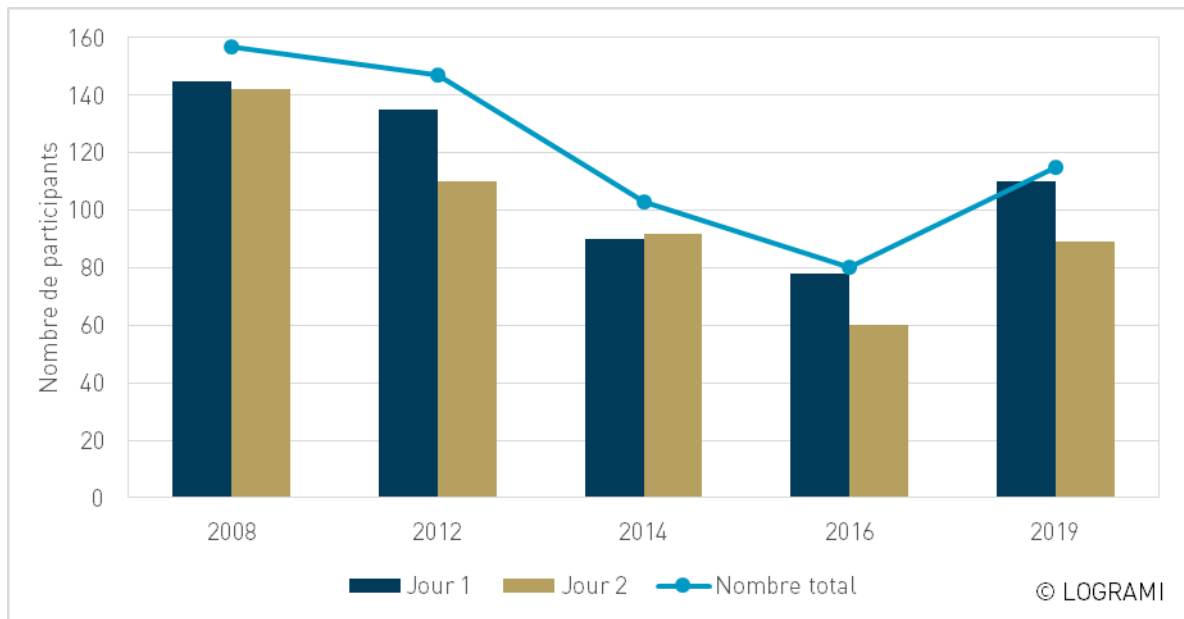


Figure 372 : Nombre de participants par jour et par année des Rencontres Migrateurs depuis 2008

Depuis 2008, la majorité des participants sont présents sur l'ensemble des rencontres (moyenne 75 % +/- 5). En 2019, la participation sur 2 jours confirme cette tendance avec 73% des participants présents sur l'ensemble de l'évènement.

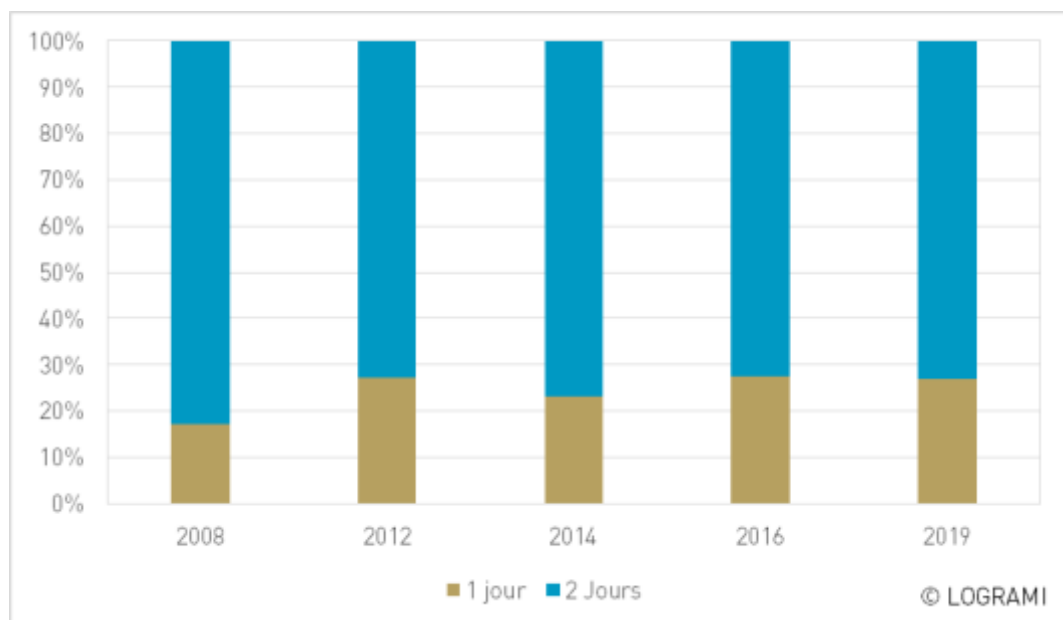
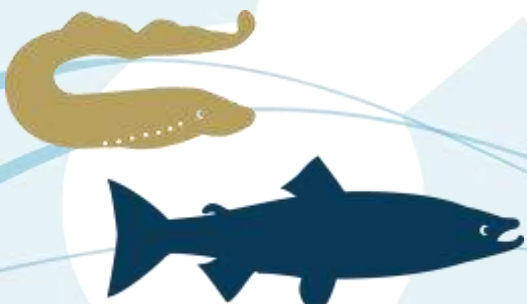


Figure 373 : Proportion de participants sur 1 et 2 jours des Rencontres Migrateurs de 2008 à 2019



### 9.3.3.3 Origines géographiques des participants

Les participants aux rencontres proviennent majoritairement du bassin de la Loire (moyenne de 65% +/- 6). Cette constante se retrouve également en 2019 avec près de 63% des participants provenant du bassin de la Loire.

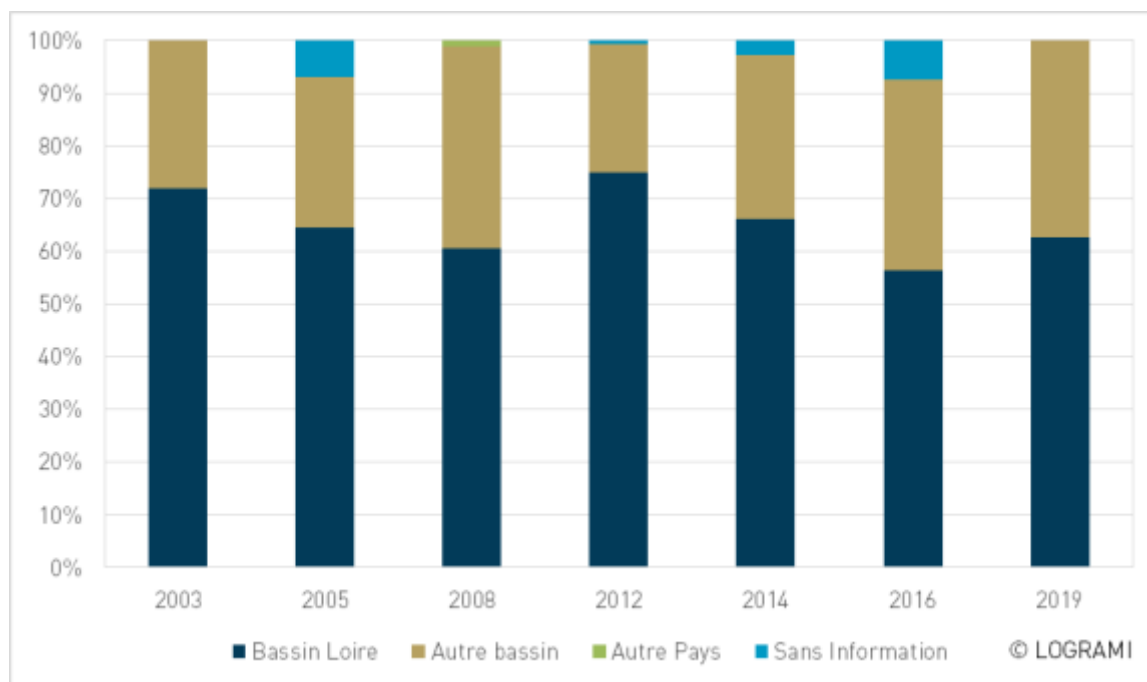


Figure 374 : Répartition par origine des participants aux Rencontres Migrateurs, les éditions 2003 et 2005 étant ciblées sur l'anguille et depuis 2008 sur l'ensemble des poissons migrateurs

Les provenances géographiques sont nombreuses avec près de 38 départements d'origine répertoriés lors des rencontres 2019. Les départements les plus représentés sont comme les restitutions des départements de proximité avec le lieu des rencontres c'est-à-dire Loire-Atlantique, Ile-et-Vilaine et Maine-et-Loire pour celles de 2019. Cependant, la proportion des participants du département d'implantation des rencontres est nettement moins influençant avec en moyenne 17% +/- 3 des participants de ce département. Ces résultats révèlent que le public des Rencontres Migrateurs est bien plus large que celui des restitutions dont le contenu est plus ciblé.

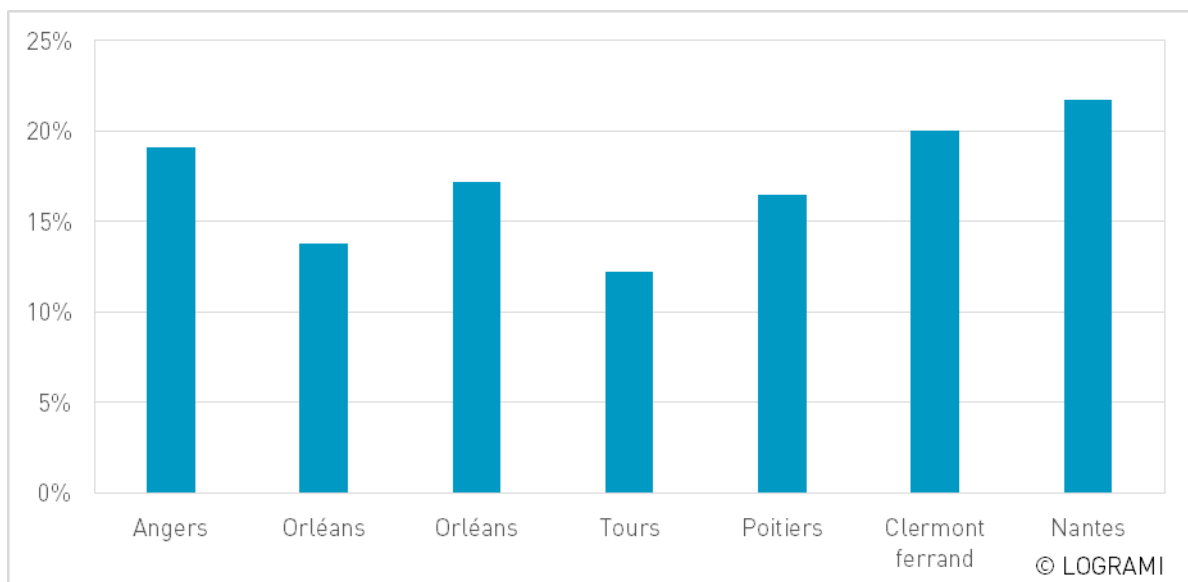


Figure 375 : Proportion de participants du département de la ville d'accueil aux Rencontres Migrateurs de 2003, 2005, 2008, 2012, 2014, 2016 et 2019

### 9.3.3.4 Catégories d'acteurs présents aux Rencontres Migrateurs

Les acteurs participants à cet évènement sont principalement des gestionnaires (17%+/-4), des associations migrateurs (15%+/-7) et des collectivités piscicoles (16%+/-2).

Les structures de recherches très présentes notamment en 2003 (26%) représentent 10% des participants en 2019.

A contrario, les bureaux d'études quasiment absents durant les premières Rencontres Migrateurs représentent 7% des participants en 2019.

L'Agence Française pour la Biodiversité bien qu'encore présente diminue en nombre de participants d'année en année.

Les particuliers, les syndicats de bassin et associations environnementales absents durant les rencontres ciblées sur l'anguille en 2003 et 2005 représentent environ 5% des participants chacun.

A l'opposé, les représentants des pêcheries professionnelles très présents durant les Rencontres anguilles (12 et 7%) sont moins présents depuis l'ouverture aux autres espèces (2% environ depuis lors).

Les services de l'Etat, l'Agence de l'eau, les Associations de propriétaires d'ouvrages, les Hydro-électriciens, les associations d'usagers, d'autres structures nationales, d'autres structures régionales, les Comités des pêches, les Conseils départementaux, les Conseils régionaux, la presse et les représentants des Sage viennent plus ou moins en fonction des thèmes abordés.



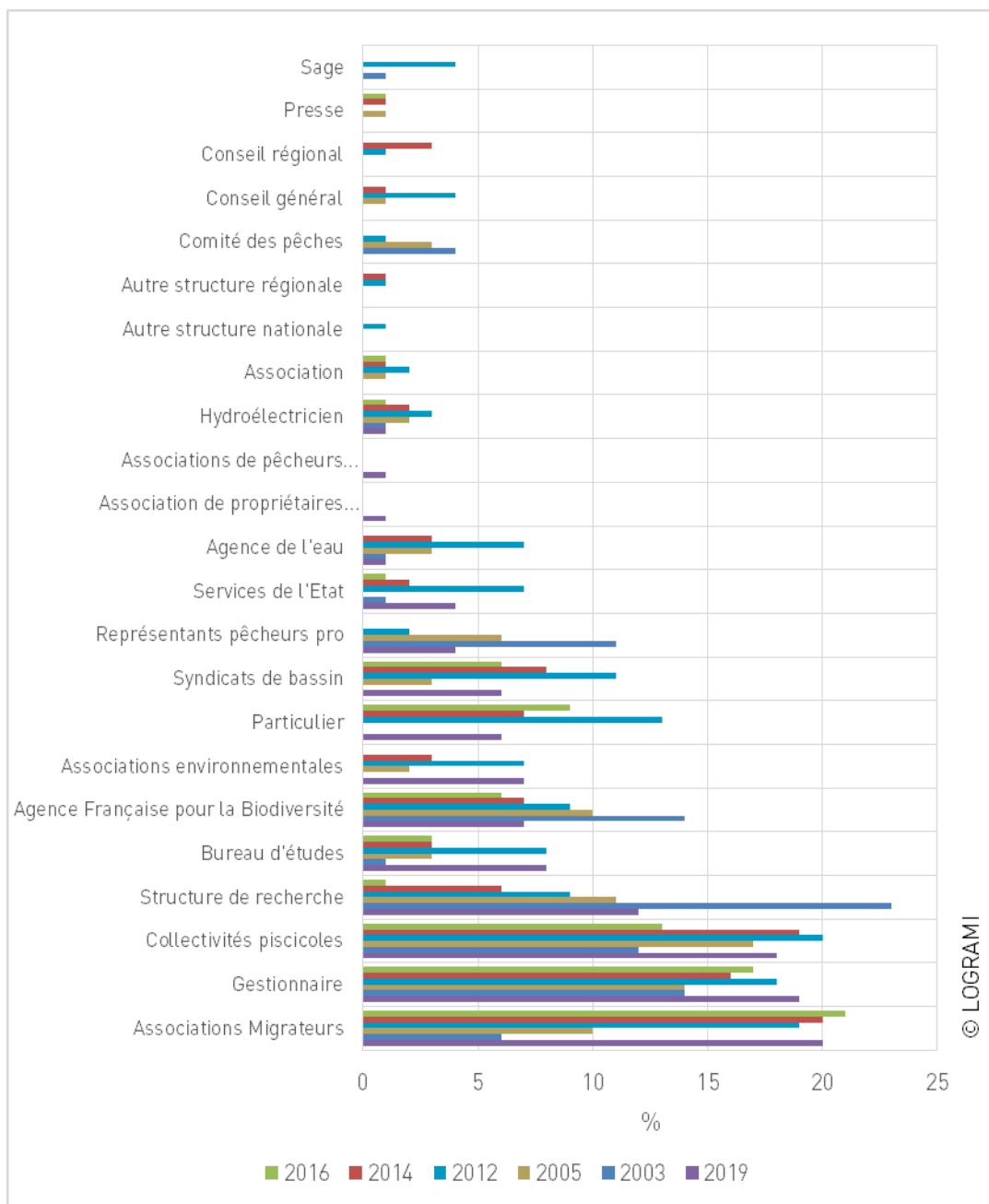


Figure 376 : Proportion des catégories d'acteurs présents aux Rencontres Migrateurs 2003, 2005, 2008, 2012, 2014, 2016 et 2019

En 2019, nous retrouvons les mêmes proportions de participation des différentes catégories d'acteurs. Cependant, malgré un nombre intéressant de participants comparativement aux autres années, la thématique des rencontres semble avoir rebuté les structures nationales et régionales, les comités des pêches, les conseils départementaux et régionaux, la presse et les animateurs de Sage.

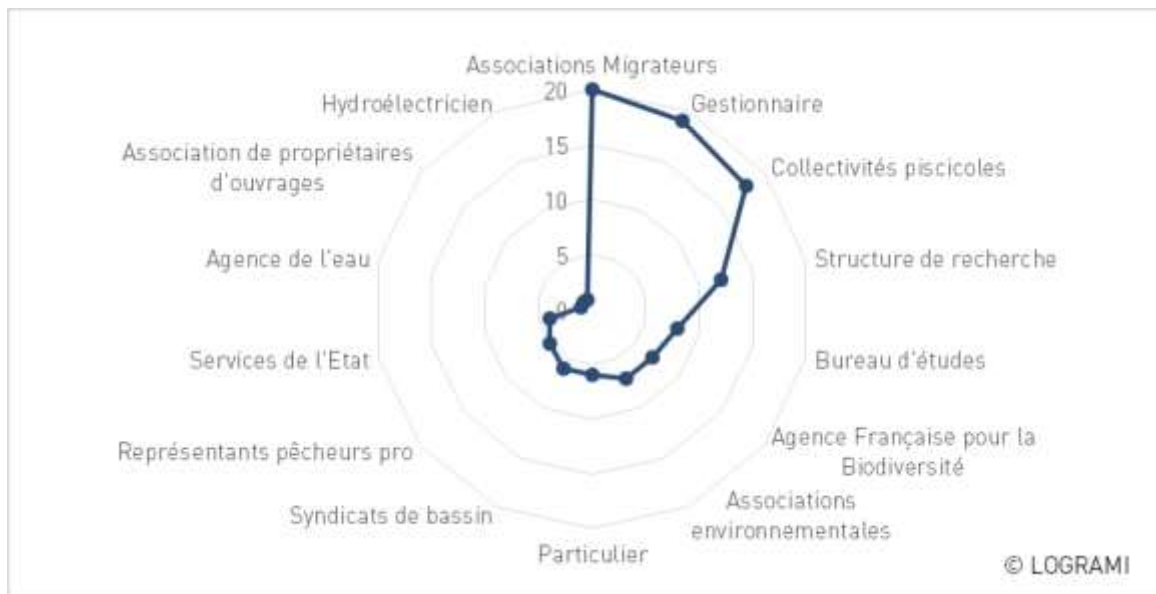


Figure 377 : Nombre de participants par catégorie d'acteurs lors des Rencontres Migrateurs de 2019

### 9.3.3.5 Improvisations

De manière à donner un peu de légèreté et permettre une ponctuation dans l'organisation des rencontres entre les sessions pour les participants, l'intervention de la Lina, plébiscitée par l'ensemble des participants à l'issue des Rencontres Migrateurs de Clermont Ferrand, a été de nouveau mobilisée. Ces interludes permettent de mettre l'accent sur les informations essentielles ou sur les difficultés de compréhension des notions présentées en les soulignant avec humour.



La valorisation des connaissances et sensibilisation des acteurs à la gestion des poissons migrateurs | 398



Figure 378 : **Interlude assuré par la Ligne d'Improvisation de Nantes** aux Rencontres Migrateurs de 2019 (Source : LOGRAMI)

### 9.3.3.6 Bilan de satisfaction des Rencontres Migrateurs

L'ensemble des documents et présentations des Rencontres Migrateurs sont en libre téléchargement sur le site web.

L'enquête de satisfaction montre que ces rencontres correspondent à l'attente des personnes en présence. Les temps d'échanges ajoutés à ces dernières rencontres semblent être préférés et des demandes ont été faites pour y consacrer encore plus de temps.

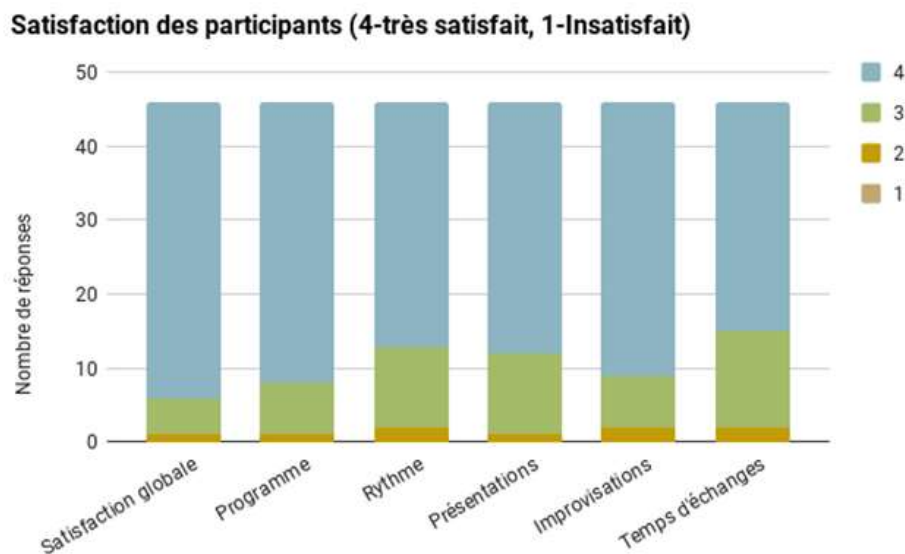


Figure 379 : **Résultats de l'enquête de satisfaction des Rencontres Migrateurs 2019** (Source LOGRAMI)

L'ensemble des acteurs, quelle que soit la catégorie d'utilisateur, a été satisfait de l'organisation de cet événement.



### Satisfaction globale par catégorie d'acteurs

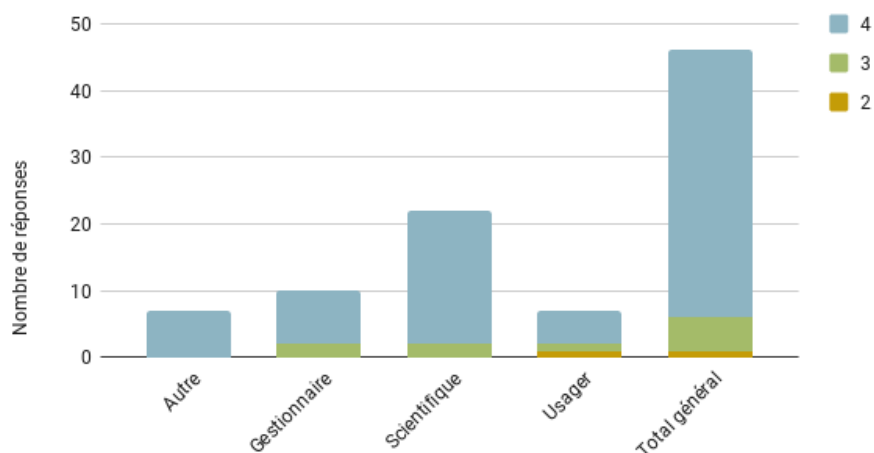


Figure 380 : Satisfaction globale par type d'acteurs suite à l'enquête de satisfaction des Rencontres Migrateurs 2019 (Source LOGRAMI)

#### 9.3.3.7 Site internet

L'ensemble des informations issues de cette présente étude est disponible sur le site internet de l'association LOGRAMI ([www.logrami.fr](http://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. Le site héberge 45 pages de contenu. Une rubrique « actualités » permet de suivre le déroulement des études au cours de l'année de mise en œuvre.

#### Statistiques de visites

Concernant l'audience, en 2019, le site a eu 51 005 visites par 29 459 visiteurs (58 % nouveaux visiteurs). Comparativement au site historique de LOGRAMI, 2019 est dans une dynamique proche puisque la moyenne est à 49 687 (+/-10082) visites (Figure 381). Environ 7 000 visiteurs reviennent régulièrement sur le site, 1 à 3 fois par an en moyenne.

La valorisation des connaissances et  
sensibilisation des acteurs à la gestion  
des poissons migrateurs | 400



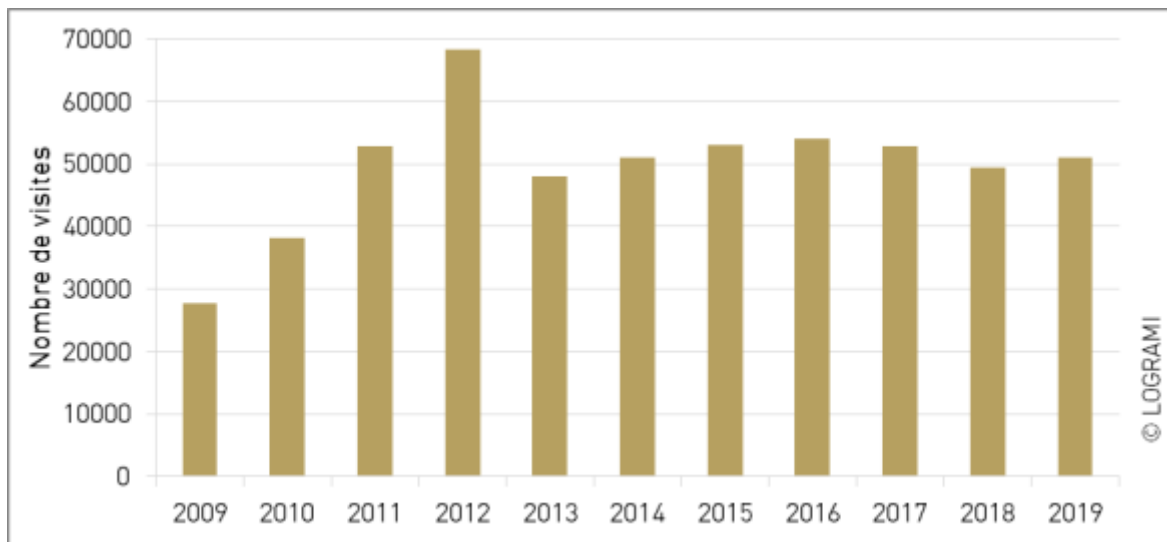


Figure 381 : Statistiques du nombre de visites du site internet de LOGRAMI de 2009 à 2018

Les statistiques de visites par jour sont de 127 visiteurs (+/-58). Ces nombres sont très stables d'une année sur l'autre.

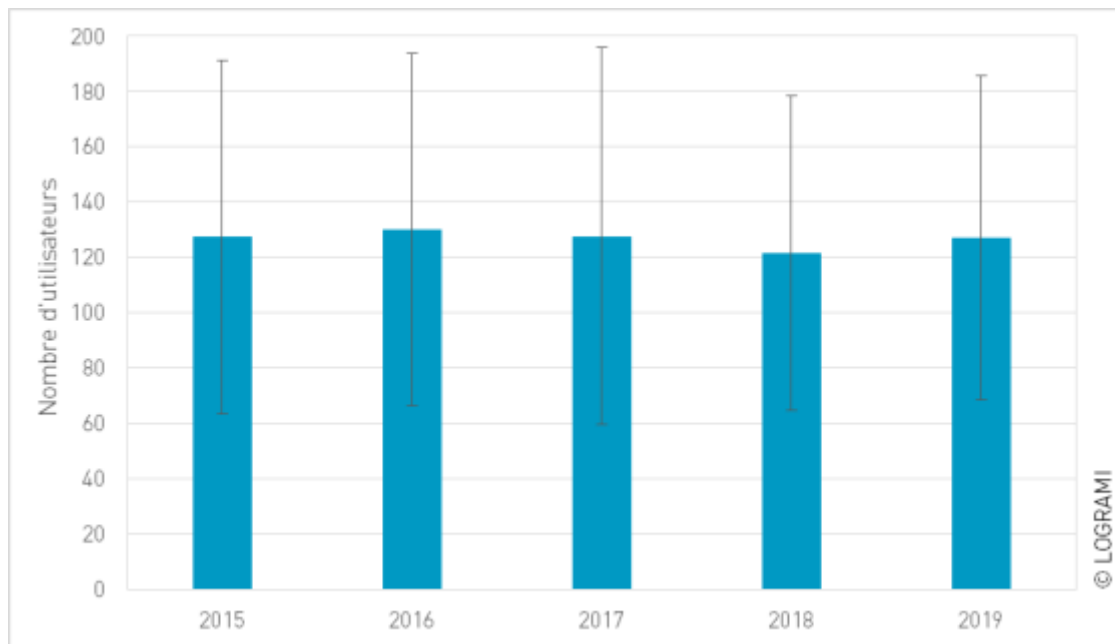


Figure 382 : Nombre moyen d'utilisateurs actifs du site internet de LOGRAMI par jour de 2015 à 2019

Cependant, plusieurs remarques peuvent être soulignées sur ces visites. Quelles que soient les années, 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 grands migrateurs.

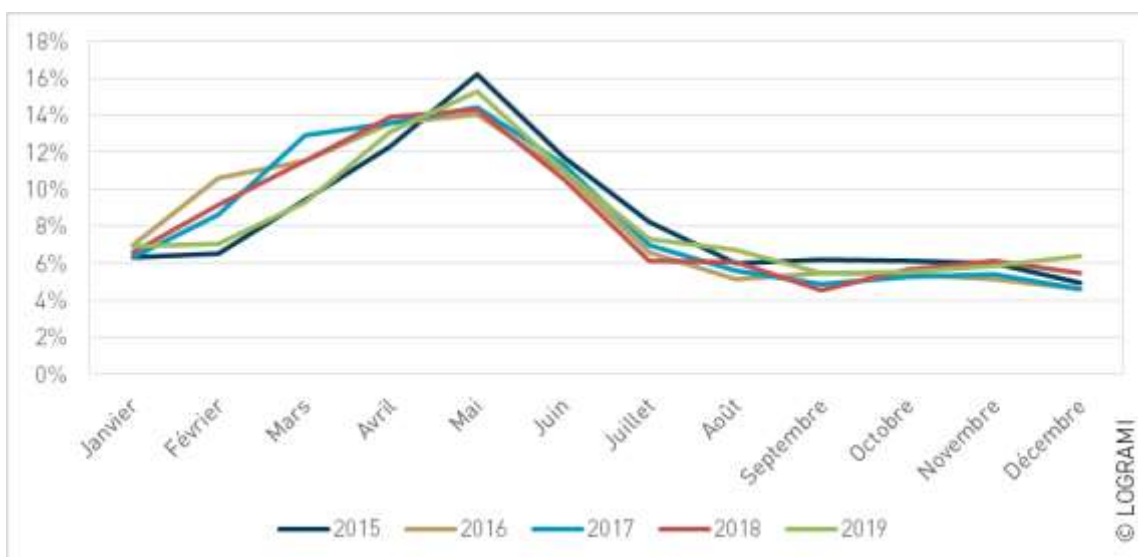


Figure 383 : Statistiques du pourcentage de visites mensuelles du site internet de LOGRAMI de 2015 à 2019

Sur l'année 2019, le même schéma de connexion est observé avec un pic printanier. Certaines dates se distinguent cependant en dehors de ce calendrier migratoire. En regardant plus finement le flux d'utilisateurs, il semblerait que le pic d'activité du 25/5/2019 serait en partie à imputer à 71 visites depuis Facebook pour l'annonce du premier saumon à Roanne. Le 25/07/2019, la mise en ligne de l'annonce de la mise à jour de la liste rouge UICN a engendré 224 visites (dont 137 via Facebook et 25 par moteurs de recherche). Le pic d'activité du 9/8/2019 correspond à 174 visites de l'article sur le radiopistage « Premières informations printanières ». Enfin le dernier pic de décembre, moins marqué, pourrait être en lien avec l'annonce du premier saumon sur la Creuse.

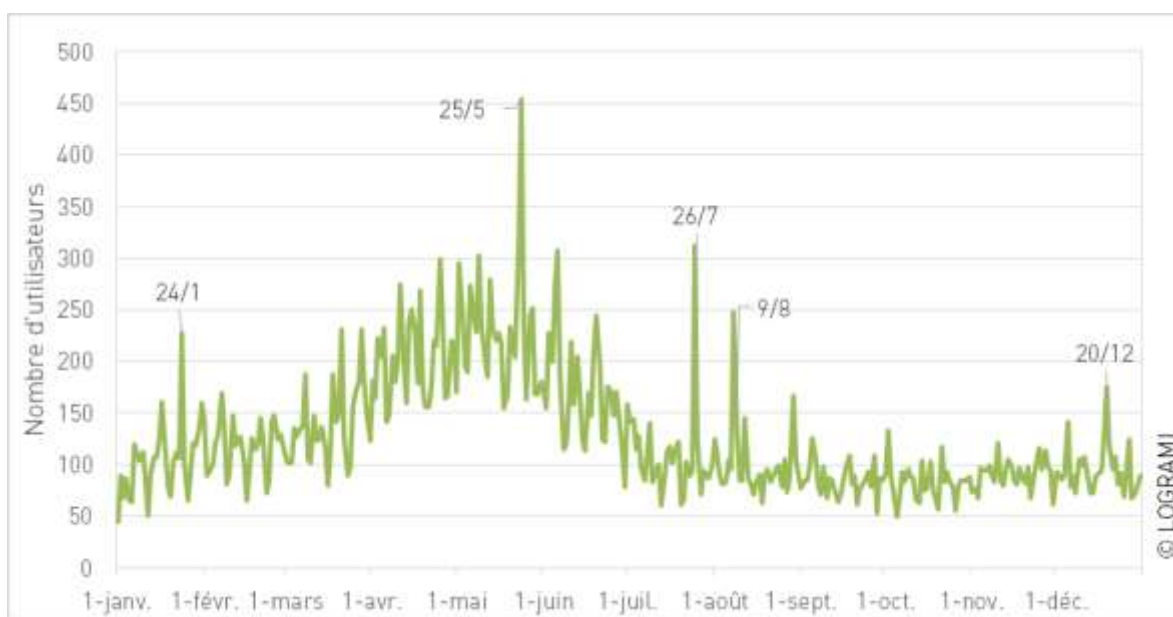


Figure 384 : Statistiques du nombre d'utilisateurs journaliers du site internet de LOGRAMI en 2019



## 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 une augmentation progressive, en phase avec les usages, des connexions sur mobile (54 %) sur tablette (6 %) contre 40% sur ordinateur en 2019. Cet effort d'adaptation permet donc une meilleure visibilité.

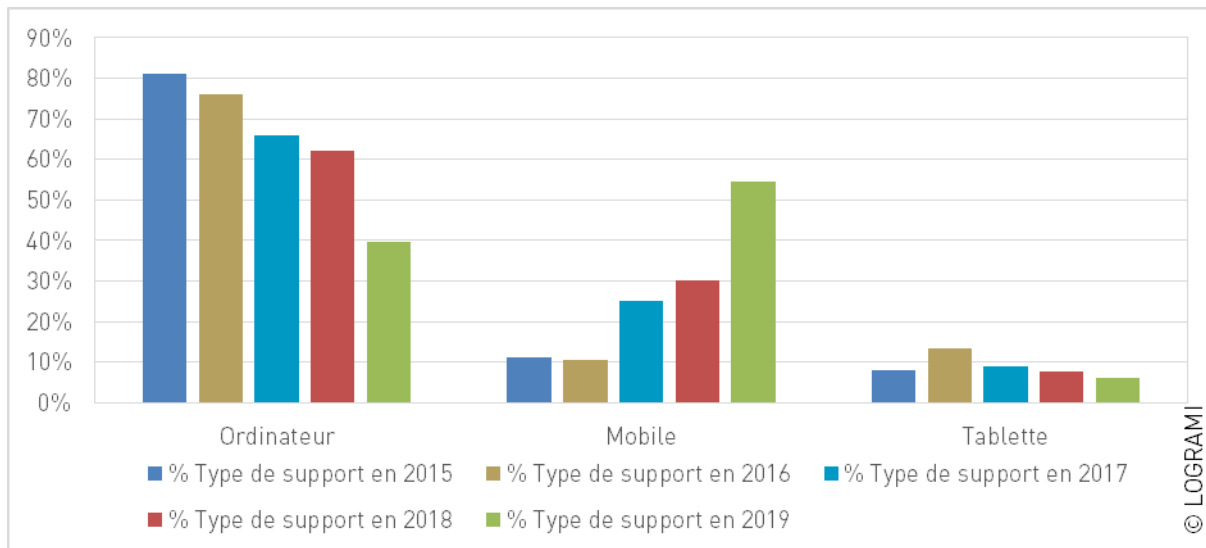


Figure 385 : Proportions des supports de visites du site internet de LOGRAMI de 2015 à 2019

### Modes d'accès

Concernant le public du site web de LOGRAMI, 67 % des visiteurs proviennent des moteurs de recherche, 23 % en écrivant directement l'adresse (ou favori), 6 % via les réseaux sociaux et 4 % par des sites créant des liens.

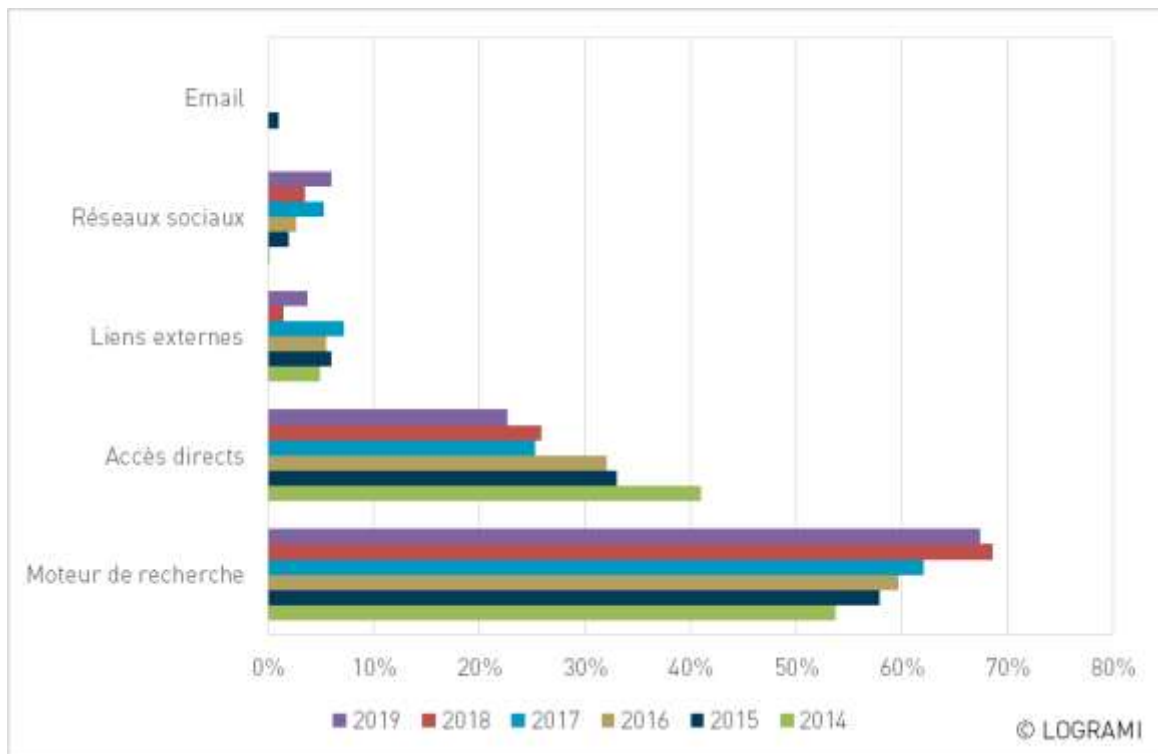


Figure 386 : Proportions des modes d'accès des visites du site internet de LOGRAMI de 2015 à 2019

Des moteurs de recherches particuliers sont également sources de connexions, comme le moteur de recherche français Qwant.com (10 %), Ecosia.org qui utilise 80 % de ses bénéfices pour la reforestation (4 %) ou encore Lilo.org (6 %) dont la moitié des revenus sont redistribués à des projets sociaux et environnementaux.

Les connexions par liens se font via Facebook à 72 %. Ainsi, il semble que notre site soit bien relayé sur les réseaux sociaux par certains internautes qui donnent le lien sur leurs pages et par notre compte Facebook. Les Fédérations de pêches ou sites de pêcheurs spécialisés représentent 3 % des modes d'accès et enfin 1 % des accès se font par le site des Tableaux de Bord Migrateurs.



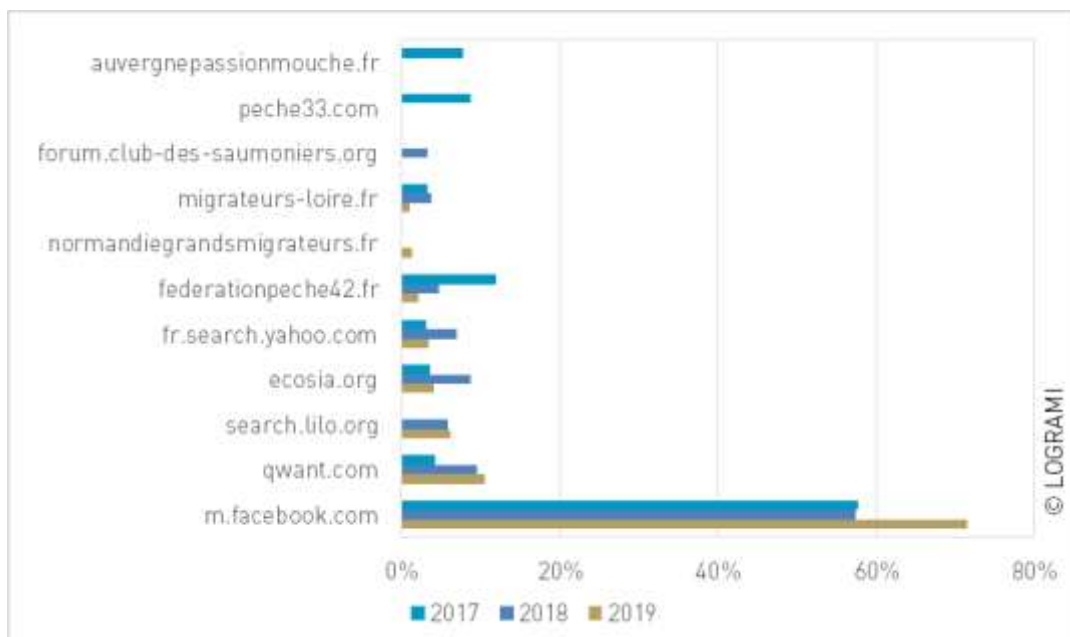


Figure 387 : Proportions des modes d'accès par liens des visites du site internet de LOGRAMI de 2017 à 2019

Lorsque la recherche est réalisée par des moteurs de recherches, le premier mot clef référencé est « LOGRAMI » associé à « espèces » et « comptage ».

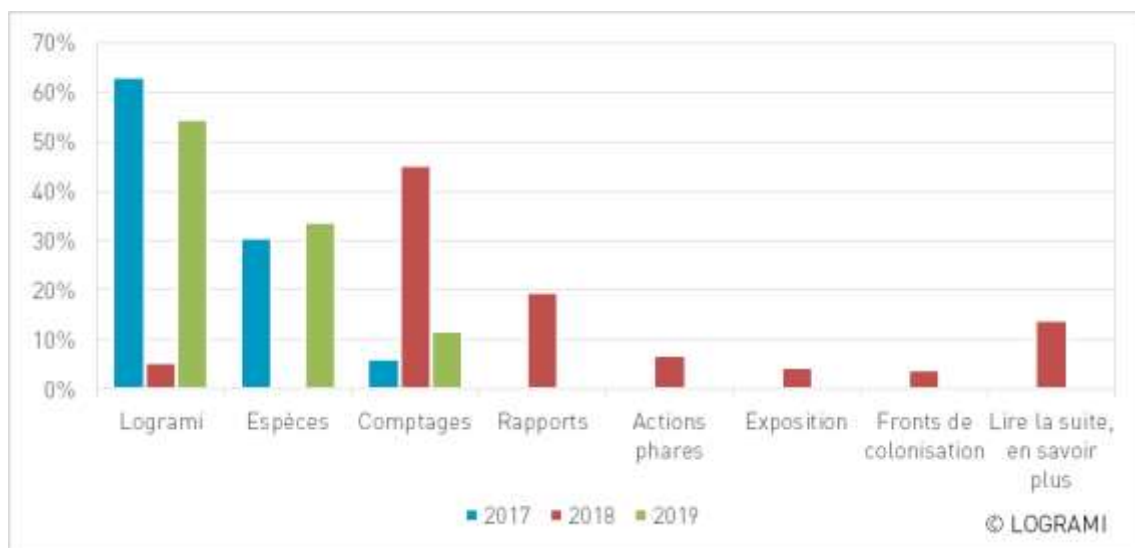


Figure 388 : Mots clefs d'accès au site web de LOGRAMI de 2017 à 2019

### Origines des visiteurs

Le public concerné par notre site est incontestablement français à 86% comme les années antérieures (moyenne 2015-2019 à 92%+/-4). Une dizaine de pays sont représentés dans les connexions. Certains pays comme le Canada se connectent probablement en rapport avec le saumon (3%). L'Angleterre et les Etats-Unis représentent 3% des connexions.

Plus précisément en France, 12 régions sont représentées dans les visites du site Web. Le bassin de la Loire correspond à 45% des visiteurs (moyenne 2015 à 2019 de 55%+/-6). Comme les années

précédentes, il y a une forte représentation de la région Auvergne-Rhône-Alpes avec 21% des visiteurs mais ce pourcentage diminue au profit de l'Île-de-France (25%) et de la région Nouvelle-Aquitaine (15%). Les régions Centre-Val de Loire (5%), Pays de la Loire (5%) et Bourgogne-Franche-Comté (4%) sont stables.

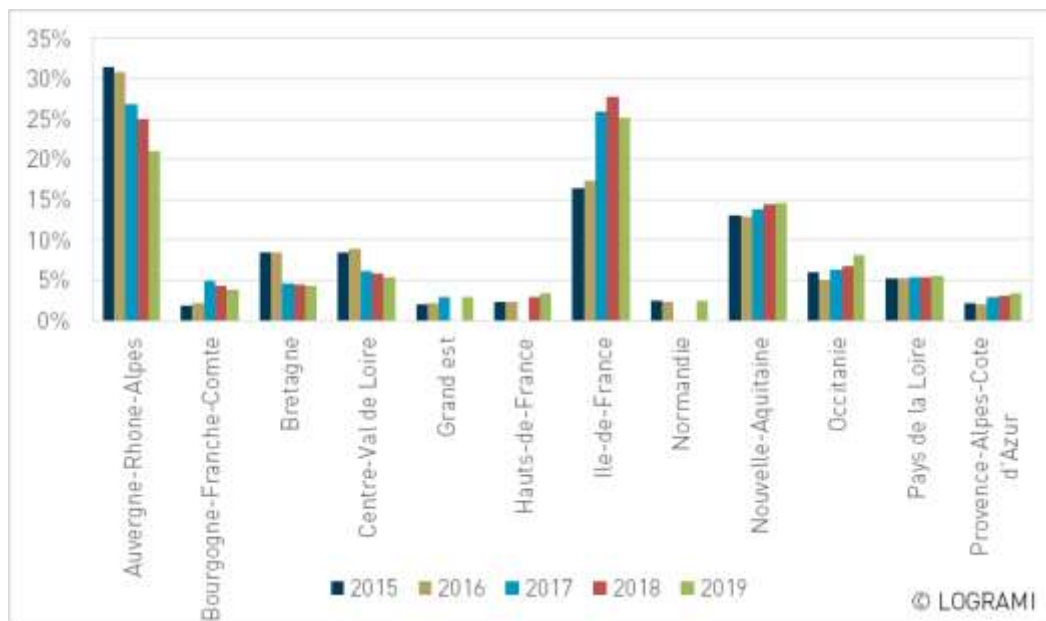


Figure 389 : Origines géographiques par régions des visiteurs du site web de LOGRAMI de 2015 à 2019

### 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

En 2019, 108 700 visites de pages ont été réalisées sur le site. Les pages les plus vues restent globalement les mêmes depuis 5 ans. En 2019, la page d'accueil représente 12% des pages vues. Les stations de comptage représentent près de 59%. La partie sensibilisation est légèrement plus importante en 2019 avec 25% des pages vues.

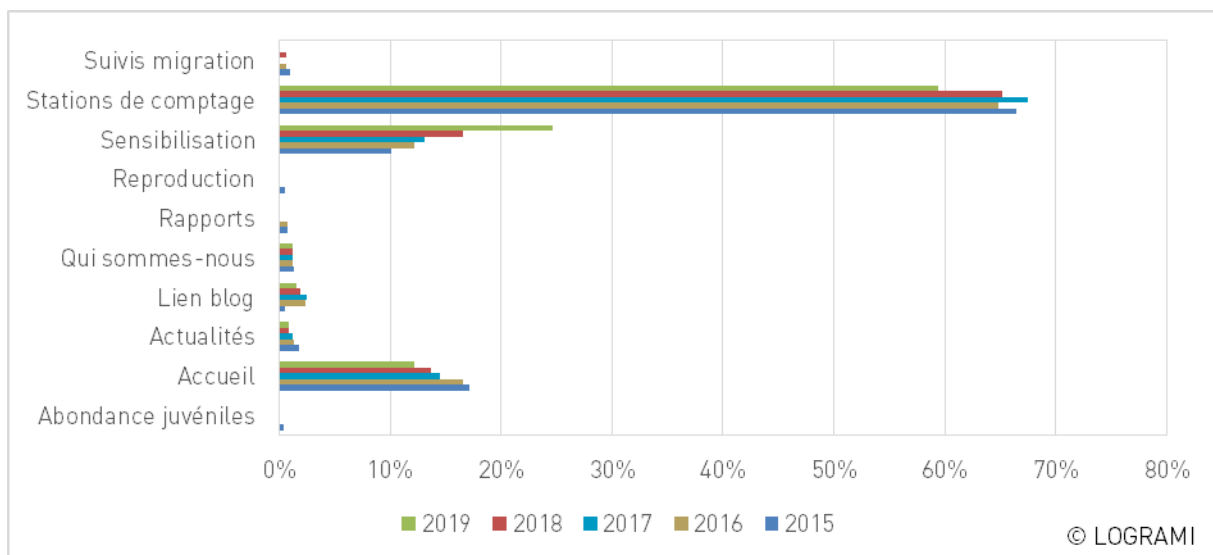
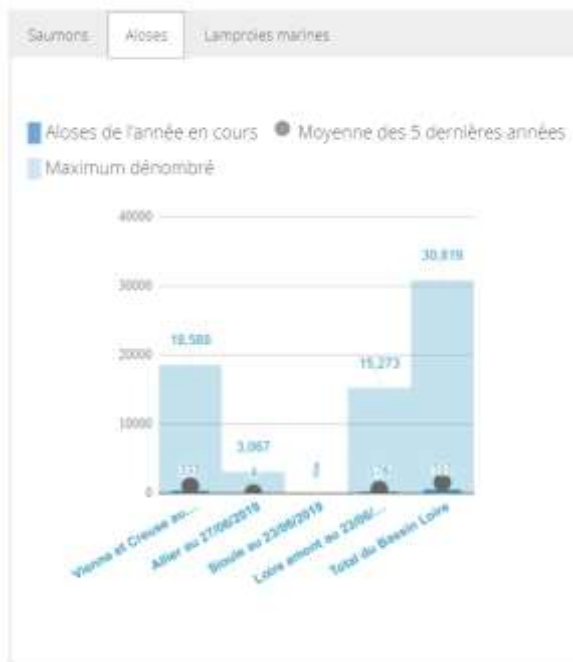


Figure 390 : Pourcentages de pages vues par rubriques du site internet de LOGRAMI de 2015 à 2019

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'année de façon hebdomadaire.

En 2019, parmi les 52 813 visites de pages de la rubrique des stations de comptage, la page d'accueil des stations représente 26% des pages vues (moyenne 2015-2019 de 31%+/-5). Celle-ci présente les comptages pour l'ensemble du bassin de la Loire pour toutes les espèces migratrices.





### Tableau de données

Bassin	Saumons	Aloses	Lamproies
Vienne et Creuse au 25/06/2019	42	335	20
Allier au 27/06/2019	374	4	0
Sioule au 23/06/2019	13	0	0
Loire amont au 23/06/2019	12	176	0
Total du Bassin Loire	441	515	20
Moyenne 2014 - 2018	838	1.555	26.009
Maximum dénombré	1.431 en 2015	30.819 en 2007	92.888 en 2007

Vous pouvez consulter les tableaux complets sur [les pages de chaque station de comptage](#).

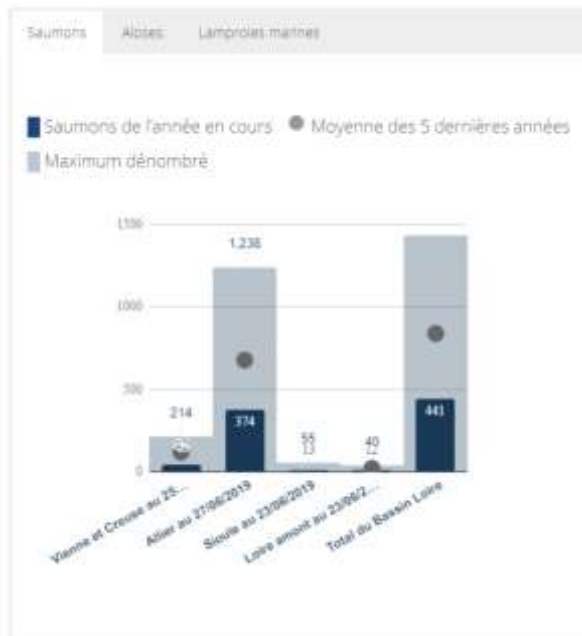
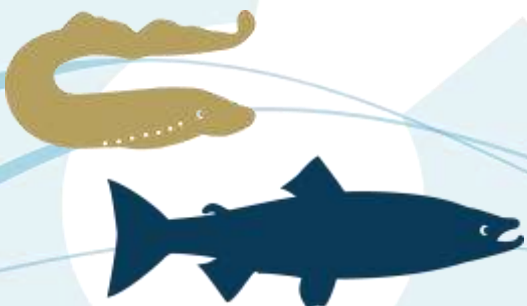


Figure 391 : Graphiques par espèce visibles sur la page stations de comptages du site internet de LOGRAMI présentant les données en cours (dates indiquées), les moyennes des 5 dernières années et les maximums dénombrés par axe migratoire (Source : LOGRAMI)

Les 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)

ACCÈS - MIS À JOUR - STATISTIQUES DE COMPTAGE - CHÂTELLERAULT (VIENNE - 86)

La station de comptage de Châtellerault est située sur la Vienne à 270 m de l'estuaire de la Loire. Elle est en service depuis 2004. Ce barrage est devenu en 1998 suite à l'abandon du barrage de Mâtisme-Roigns, le premier barrage depuis la mer pour les poissons migrateurs. Il est équipé par EDF pour la production d'hydroélectricité.

### DISPOSITIF DE FRANCHISSEMENT

Le barrage est équipé d'une passe à poissons en rigole 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 surface. Cet aménagement décompose le chute éboulatoire de 3,6 m en 12 chutes de 30 cm. Le fond des bassins est muni d'un substrat « végétal » et d'arbustes rigide permettant le franchissement de l'anguille. Un canal parallèle permet l'arrivée d'un débit complémentaire au niveau de l'espace du 1er bassin, pour augmenter l'écoulement de la passe.

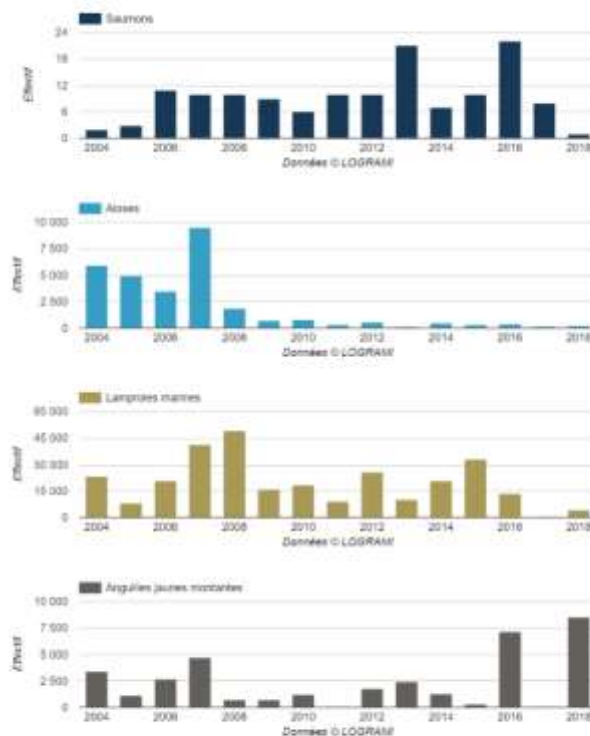


### LA STATION DE COMPTAGE

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 l'enregistrement de quantités, 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 (FORMAT CSV)

Figure 392 : Graphiques et données présentés sur la page « station de comptage de Châtellerault » du site internet de LOGRAMI (Source : LOGRAMI)

Ainsi certains visiteurs consultent les pages dédiées à chaque station de comptage. Les stations les plus visitées sont Vichy avec 23 % des pages puis Descartes et Châtellerault avec respectivement 8 et 7 %. L'année 2019 se particularise par un intérêt plus large avec l'ensemble des pages des stations de comptages visitées dont les sites de Châteaupsac et Decize.

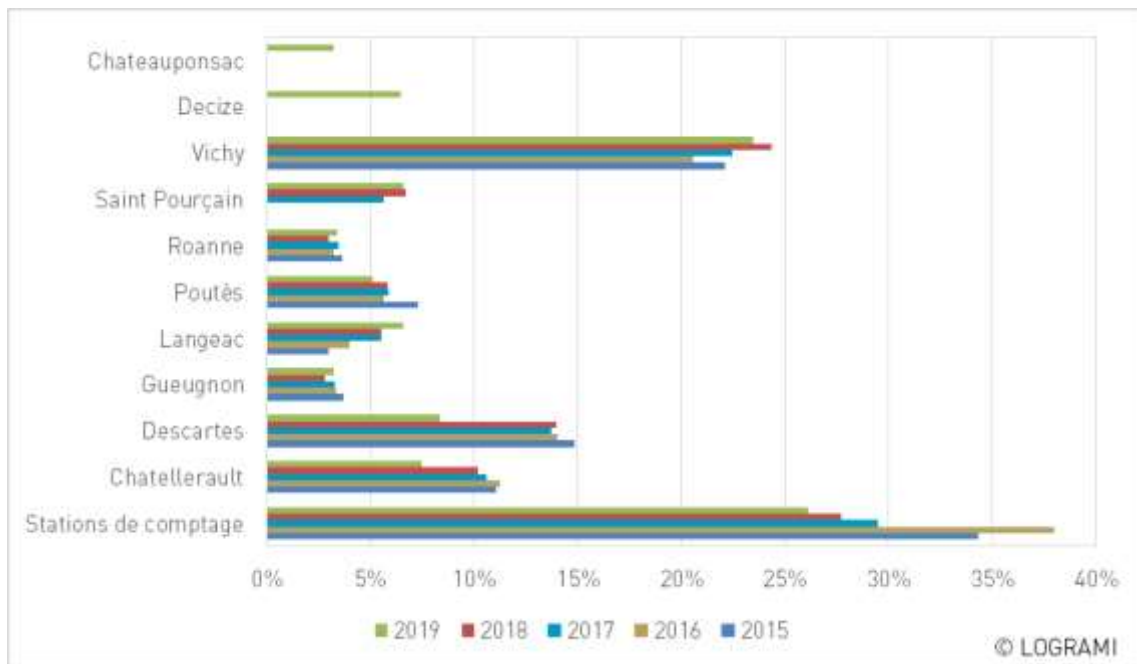


Figure 393 : Proportion de chaque sous rubrique station de comptages dans le nombre de pages vues de la rubrique station de comptage du site internet de LOGRAMI de 2015 à 2019

### Téléchargements

Les statistiques de téléchargements montrent 2 570 téléchargements dont 1 343 téléchargements d'éléments de sensibilisation (posters, jeux, etc.). Les rapports des années antérieures ont été téléchargés 626 fois (24 %), les plaquettes actions phares 83 fois (3 %) et les données sous format csv (tableur de données) 325 fois (13 %).

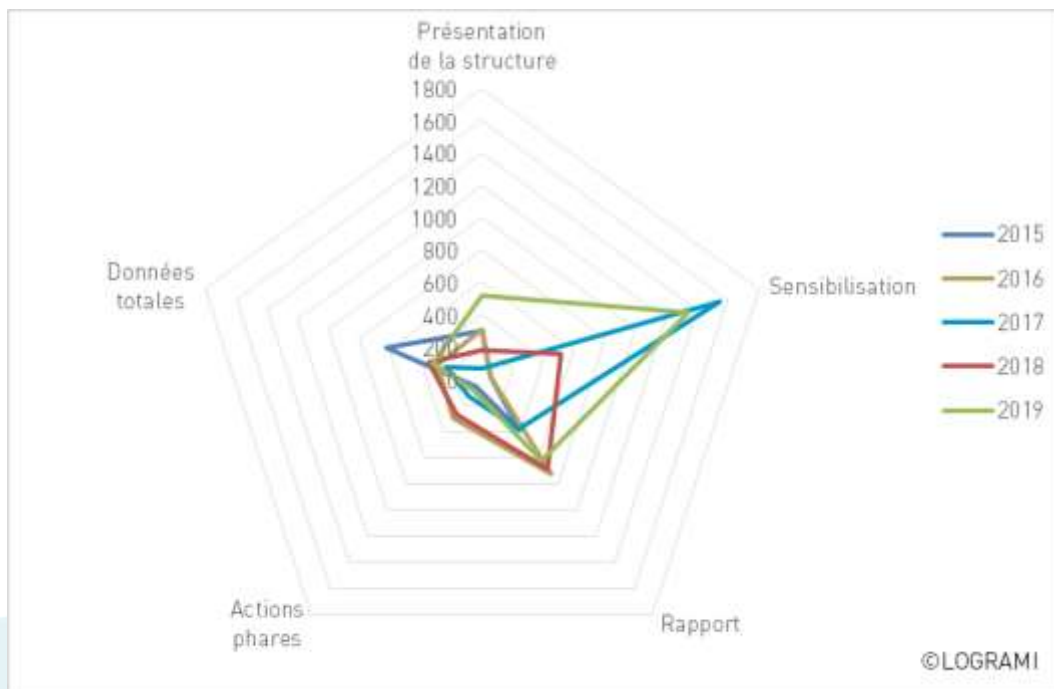


Figure 394 : Nombre de téléchargements par rubrique du site internet de LOGRAMI de 2015 à 2019

La valorisation des connaissances et sensibilisation des acteurs à la gestion des poissons migrateurs



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.

## 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.

En 2019, 30 actualités ont été publiées directement sur le site web de LOGRAMI. Ce chiffre est en hausse par rapport aux années précédentes. Celles-ci ont été complétées par des postes sur le site Facebook.

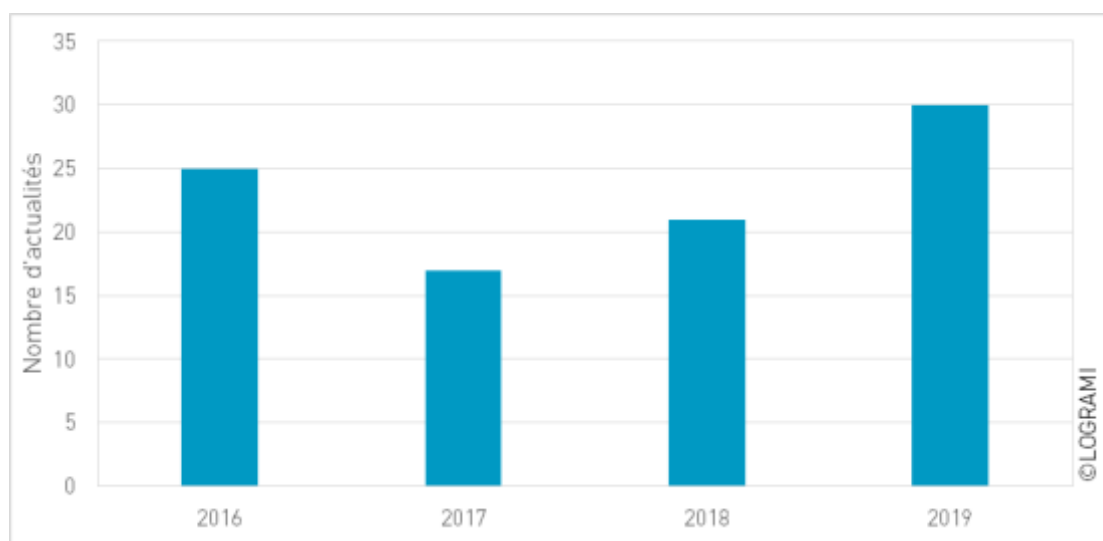


Figure 395 : Nombre d'actualités postées sur le site internet de LOGRAMI de 2016 à 2019

Les actualités se répartissent tout au long de l'année. En 2019, chaque actualité a été diffusée à 371 destinataires en moyenne, au travers 23 « LOGRAMI Actu' », représentant ainsi 8 533 envois.

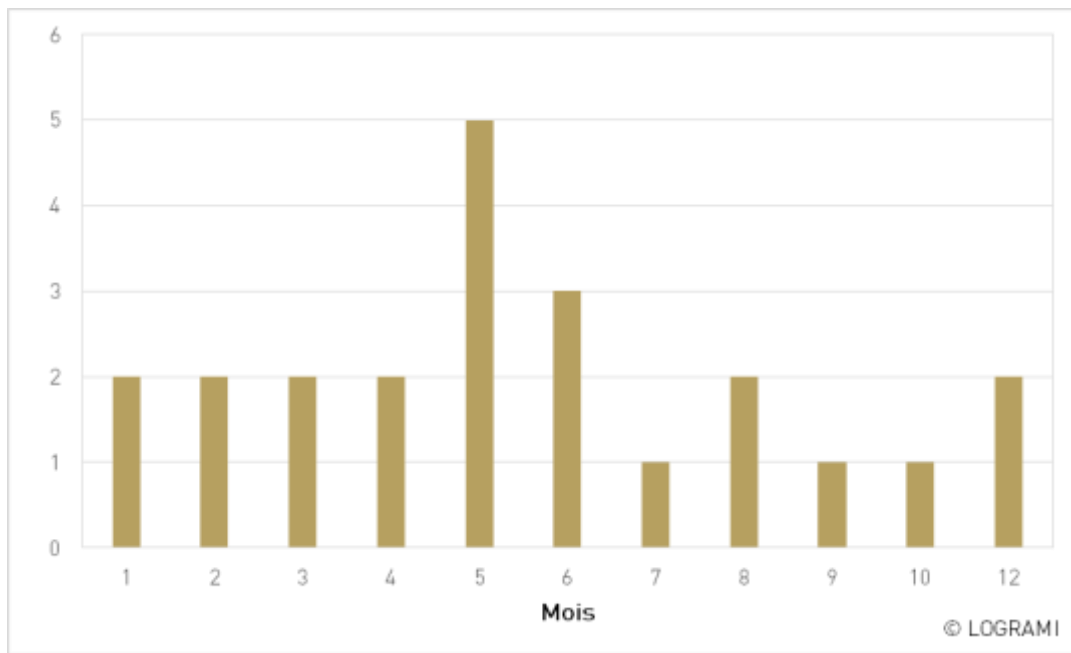


Figure 396 : Nombre de newsletters LOGRAMI Actu' envoyées par mois aux destinataires abonnés en 2019

Les courriers sont globalement ouverts par la moitié des destinataires et cette tendance est observée chaque année.

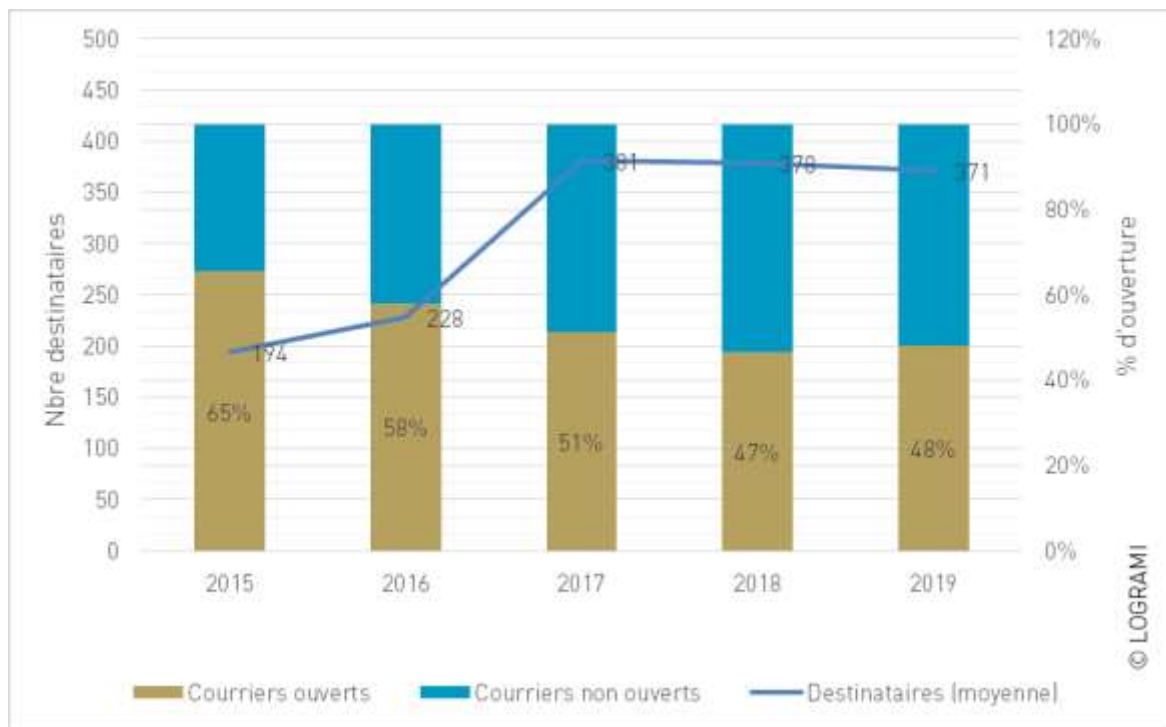
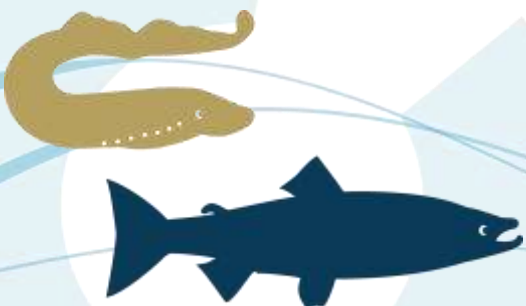


Figure 397 : Pourcentages de courriers LOGRAMI Actu ouverts par année sur le site internet de LOGRAMI de 2015 à 2019



### 9.3.4. Page Facebook

Les connexions de plus en plus relayées par les réseaux sociaux constatées en 2018 ont argumenté pour la mise en place d'une page Facebook par LOGRAMI. Nous avons donc mis en place une page le 18 mars 2019.



Figure 398 : Présentation de la page Facebook de LOGRAMI ouverte en mars 2019 (Source : LOGRAMI)

### 9.3.4.1 Les personnes qui aiment notre page

Tout d'abord, il est important d'avoir un aperçu global du profil de notre communauté. Nous avons eu en 2019, 26 164 personnes couvertes par la publication des pages. Suite aux « posts » nous avons eu 343 commentaires, 204 partages et 1 254 réactions.

Le nombre de « like » a progressivement évolué tout au long de l'année pour atteindre 156 fin décembre 2019. Nous avons 169 abonnés au 31/12/2019.

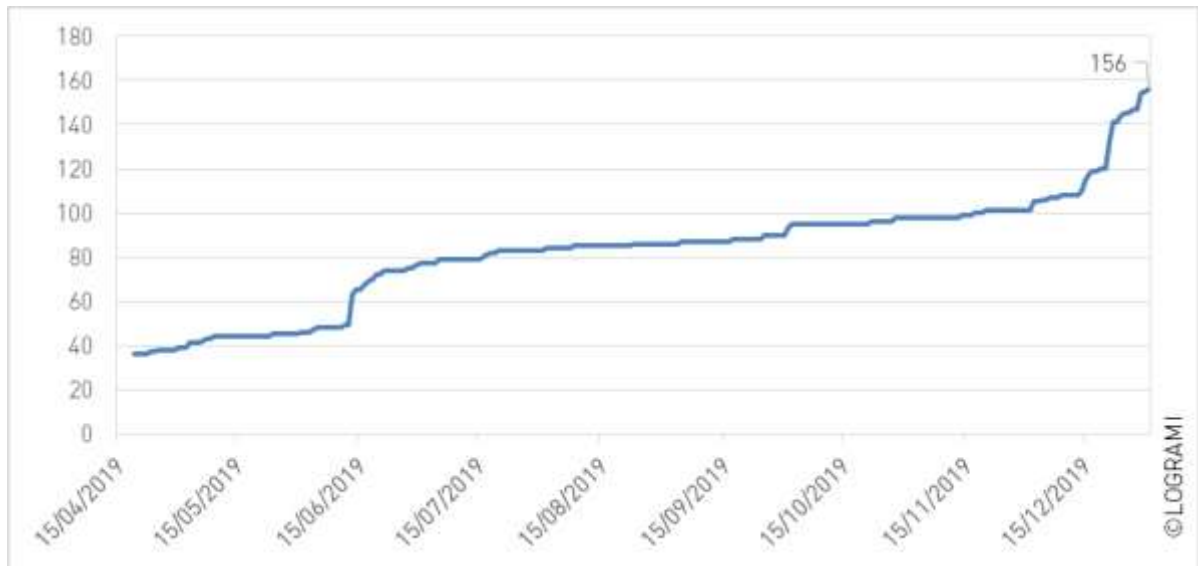


Figure 399 : Nombre de « like » de la page Facebook de LOGRAMI depuis la création de la page en 2019

### 9.3.4.2 Le profil des visiteurs

La page Facebook semble intéressée davantage les hommes avec 90 % des visiteurs dont 64 % d'hommes de 18 à 64 ans et 6 % de femmes dans les mêmes tranches d'âge.

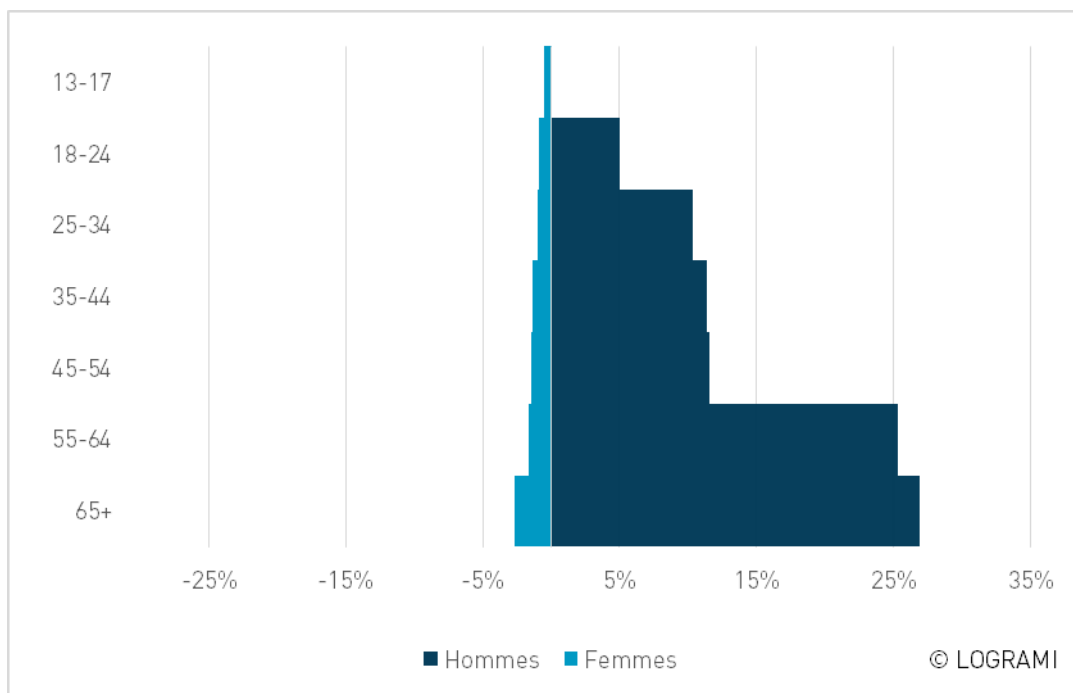


Figure 400 : Répartition par sexe et classes d'âge des visiteurs de la page Facebook de LOGRAMI en 2019

### 9.3.4.3 La portée des messages par thème

Au cours de l'année, 38 messages de publication ont été édités sur la page. L'annonce des films de LOGRAMI, l'émission de télévision d'Aurore Baisez et les annonces des arrivées des migrateurs ou des effectifs de comptages ont eu le plus d'impact. Cependant, la vidéo de la loutre profitant de la vidange de la passe de Vichy a non seulement eu le plus d'impact mais a également suscité le plus de commentaires (146), de partages (120) et de réactions (704).

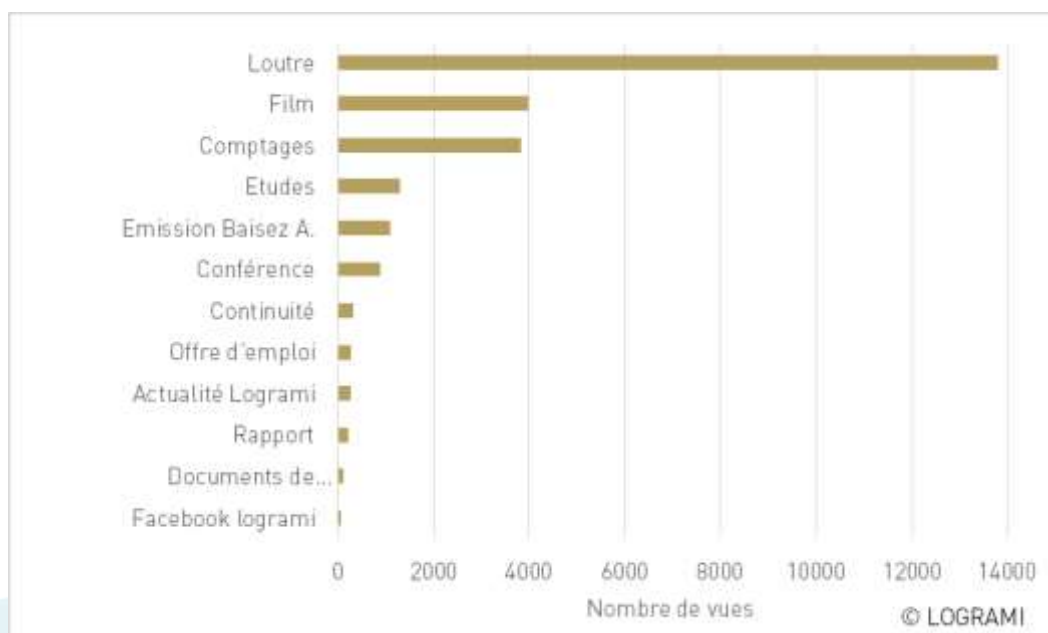


Figure 401 : Couverture des pages par grand thème des pages publiées sur Facebook de LOGRAMI



## 9.3.5. Exposition itinérante

### 9.3.5.1 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 402 : 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.

### 9.3.5.2 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.

La valorisation des connaissances et  
sensibilisation des acteurs à la gestion  
des poissons migrateurs | 416



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 ».

### 9.3.5.3 Bilan de l'année 2019

#### Volume des emprunts

L'exposition a été empruntée dans sa version complète ou partielle à 8 reprises en 2019 pour une moyenne de 10 emprunts sur la période 2010-2018.

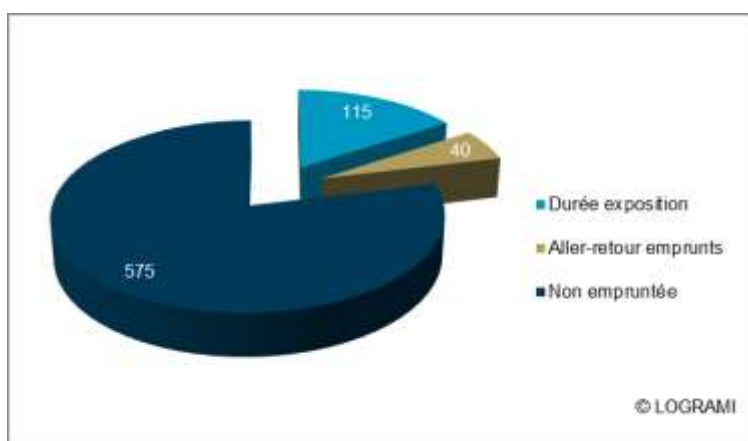
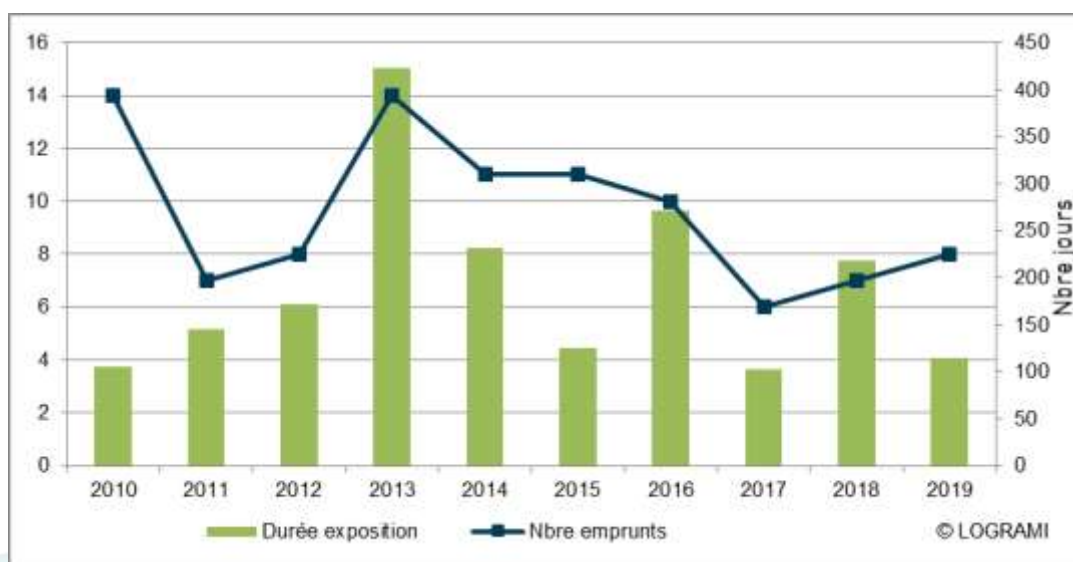


Figure 403 : Nombre de jours d'emprunt et d'exposition au public des deux jeux d'exposition « Grands Migrateurs de Loire » en 2019

Les deux jeux d'exposition ont été mobilisés pour une durée totale de 155 jours dont 115 jours d'exposition au public et 40 jours de temps de transport (Figure 403). Comme les années précédentes, le temps moyen consacré au transport aller-retour est de 5 jours. Le temps d'exposition au public est plus faible que la moyenne 2010-2018 (191 jours) (Figure 404).



**Figure 404 : Durée d'exposition au public et nombre d'emprunts de « Grands Migrateurs de Loire » de 2010 à 2019 (deux jeux d'exposition à partir de 2013)**

L'exposition étant modulable, les emprunts ont concerné tout ou partie des visuels. En 2019, les 8 emprunts ont concerné une moyenne de 11 visuels sur une moyenne de 12 visuels disponibles (14 pour un jeu d'exposition et 10 pour le second).

**Lieux d'exposition**

Comme en 2018, six départements ont accueilli l'exposition en 2019, tous situés sur le bassin de la Loire. Il s'agit des départements Creuse, Indre, Loire-Atlantique, Loiret, Nièvre et Vienne (Figure 405).



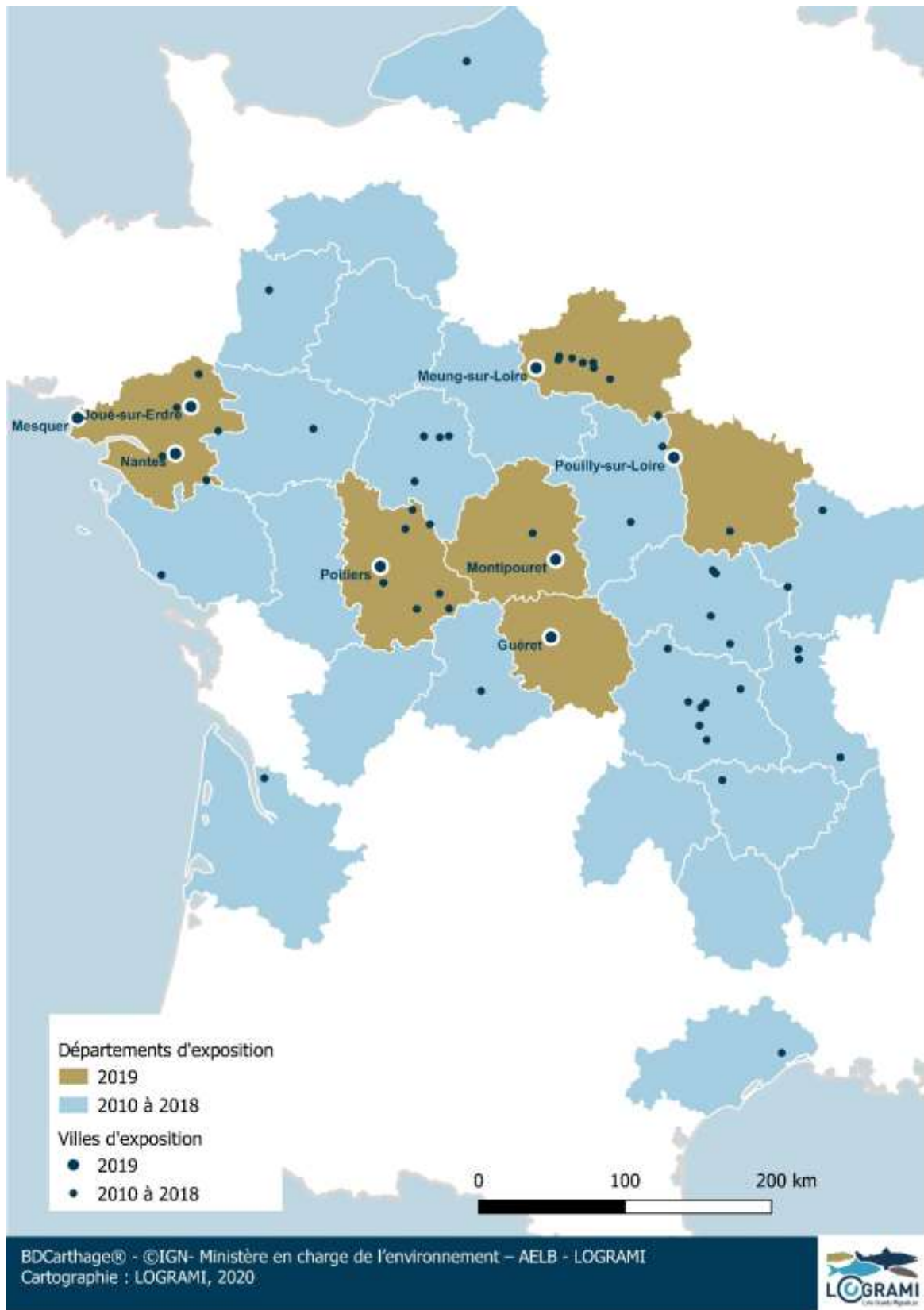


Figure 405 : Localisation des lieux et départements de l'exposition « Grands Migrateurs de Loire » de 2010 à 2019

## Durée des expositions

La durée des expositions réalisées en 2019 varie entre 1 et 58 jours. Les emprunts peuvent être répartis selon trois catégories de durées (Figure 406) :

- De 1 à <7 jours : ceux-ci ont représenté 10 % du temps d'exposition au public,
- De 7 à 30 jours (1 semaine à 1 mois) : cette catégorie a mobilisé 14 % du temps d'exposition au public,
- Enfin, les emprunts d'une durée supérieure à 30 jours ont dominé avec 76 % du temps total d'exposition au public.

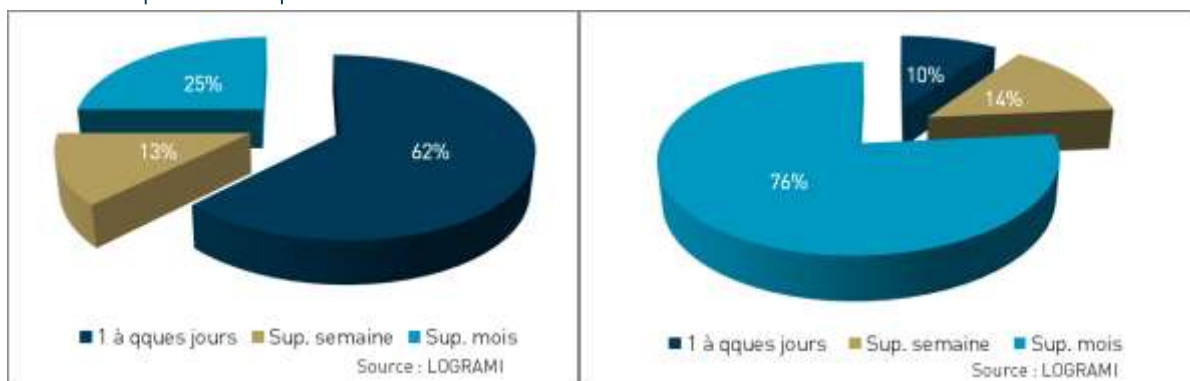


Figure 406 : Répartition des durées d'exposition « Grands Migrateurs de Loire » en 2019, en nombre d'emprunts (à gauche) et en nombre de jours d'exposition au public (à droite)

Concernant le nombre d'emprunts, les expositions de 1 à quelques jours sont majoritaires (62 % des emprunts) alors que les expositions de plus d'une semaine concernent 13 % des emprunts et 25 % pour les expositions supérieures à un mois. (Figure 406 et Figure 407).

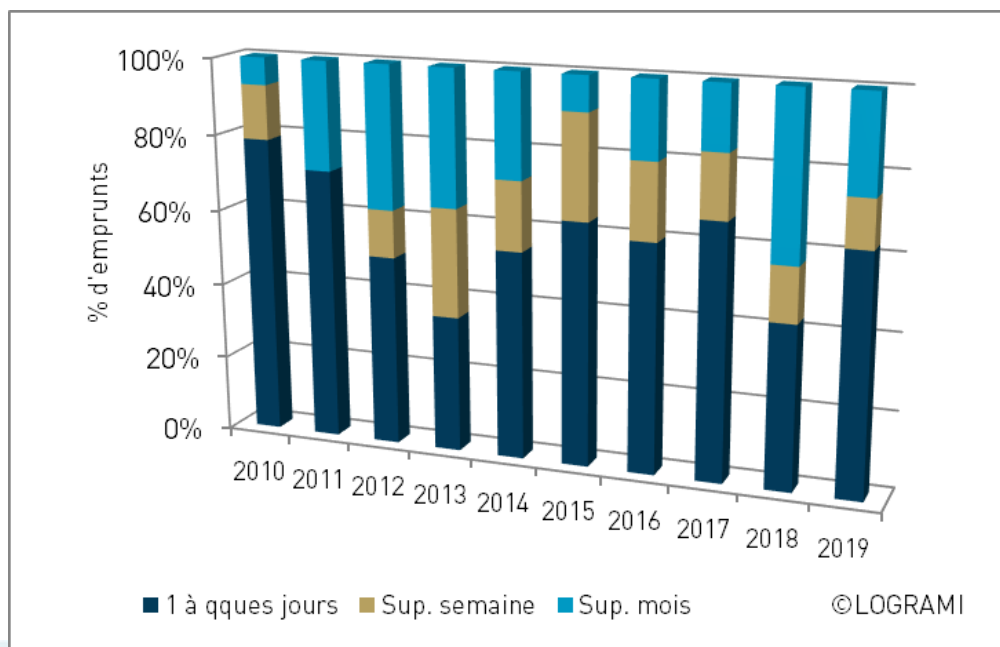
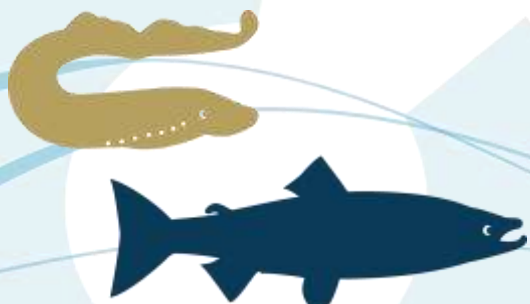


Figure 407 : Evolution de la répartition des emprunts de l'exposition « Grands Migrateurs de Loire » par classe de durée de 2010 à 2019



## 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 2019, l'exposition a été empruntée pour cinq manifestations de ce type : la Fête de la pêche et de la chasse à Joué-sur-Erdre (44), la sensibilisation à la biodiversité et aux continuités écologiques sur le site du Moulin d'Angibault (36), la Semaine des rivières « Rendez-vous au bord des Mauves » à Meung-sur-Loire (45), la Fête de la mer et la Fête du Parc Naturel Régional de Brière à Mesquer (44) et enfin la Fête de la Science à Guéret et Aubusson (23).
- Les expositions à thème correspondent à des emprunts de plus longue durée. Ces expositions ne visent pas spécifiquement un public averti. Une seule exposition à thème a présenté les totems de Grands Migrateurs de Loire en 2019. Il s'agit d'une exposition temporaire au Pavillon du Milieu de Loire à Pouilly-sur-Loire (45).
- Les journées techniques organisées par des structures ayant trait aux problématiques des cours d'eau du bassin et organisées pour un public technicien et averti. Deux manifestations de type « Journées techniques » ont accueilli l'exposition en 2019 : l'Assemblée Générale de la Fédération de la Vienne pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique (86) et les Rencontres Migrateurs organisées par LOGRAMI à Nantes (44).

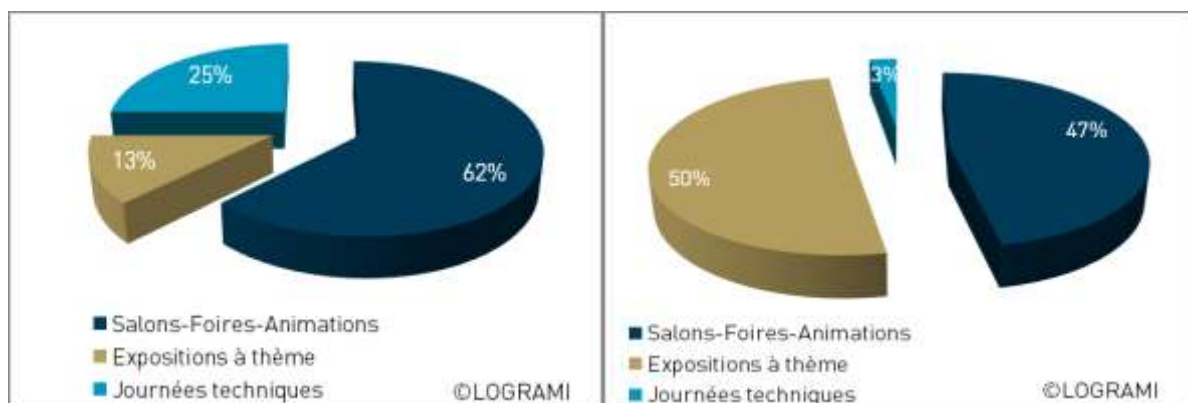


Figure 408 : **Types de manifestations pour lesquelles l'exposition « Grands Migrateurs de Loire » a été empruntée en 2019, en nombre de manifestations (à gauche) et en nombre de jours d'exposition au public (à droite)**

En 2019, les salons et journées d'animations grand public (62 % des emprunts) ont majoritairement mobilisé l'exposition. En termes de durée de présentation au public, les expositions à thème et les salons-foires-animations ont assuré respectivement 50 % et 47 % du temps d'exposition.



Figure 409 : Exposition « Grands Migrateurs de Loire » aux 9<sup>èmes</sup> Rencontres Migrateurs de Loire à Nantes

### 9.3.6. Prises de vue subaquatiques

Les images numériques sont un élément essentiel de communication. Elles ne sont plus de simples illustrations, mais permettent de créer une interaction avec le public par le biais notamment des réseaux sociaux. Les partenaires sont, eux aussi, demandeurs d'images de qualité pour illustrer leurs publications. Pour répondre à ces demandes, l'association dispose de plusieurs photos de poissons migrateurs, mais peine à renouveler son catalogue. De plus, la majorité des photos proposées ne sont pas prises en milieu naturel, mais dans des passes à poissons.

Pour réactualiser les images mises à disposition et faire face à la complexité de la prise de vue en rivière, l'association a investi en 2019 dans un drone subaquatique. Le choix s'est porté sur le modèle de la marque Powervision, le PowerRay version wizard (Figure 410). Ce drone est équipé d'une caméra 4K prenant des photos de 12 Mp. Il se pilote à l'aide d'une manette de contrôle et d'une application mobile via un téléphone ou une tablette. L'appareil est relié par un câble de plus de 70 mètres permettant de réaliser des prises de vue assez loin de la berge. Trois hélices permettent le maintien des positions verticales et horizontales et le déplacement dans la colonne d'eau. Avec une batterie de 3 000 mAh, son autonomie est estimée à 4h.

Figure 410 : Drone subaquatique Powervision PowerRay acquis par LOGRAMI en 2019



**Les premiers tests réalisés en 2019 n'ont pas permis de réaliser de photos ou de vidéos de poissons migrateurs.** Des problèmes techniques ont en effet été rencontrés durant la période de migration des aloses et des lamproies.

- Dès la première utilisation, au mois d'avril, le moteur permettant la rotation de l'hélice horizontale et donc le maintien de la position dans la colonne d'eau était en défaut. L'appareil a été pris en charge et remplacé par le service après-vente seulement trois mois plus tard.
- Dans le but de filmer les regroupements de mulets porc sur la Vienne, une nouvelle immersion a été réalisée durant le mois d'août. Un morceau de renoncule a cependant été aspiré et a de nouveau bloqué le moteur horizontal. Le drone a été renvoyé et remplacé par le fournisseur début septembre.

Pour éviter de nouvelles aspirations de végétaux aquatiques, une grille fine a été installée devant l'hélice. Par ailleurs, un parechoc en caoutchouc a été ajouté pour éviter d'endommager le drone lors de possibles collisions. **Le drone n'a volontairement pas été utilisé pour filmer de jeunes anguilles ou des ammocètes.** Ces dernières, trop petites, pourraient en effet être aspirées et blessées par les hélices de l'appareil. De même, **pour éviter tout dérangement, aucune image n'a été réalisée lors de la reproduction des saumons.** En fonction du degré d'expérience de l'utilisateur et du comportement des poissons face au drone, ces prises de vue pourront être envisagées l'année prochaine.

A l'avenir, ce drone pourrait aussi être utilisé en complément technique de certaines études (description d'habitats profonds, localisation d'émetteurs en radio-télémetrie, identification de regroupement de poissons...).

## 9.4. Conclusion

Depuis quelques années, l'association LOGRAMI a développé des outils de communication, de vulgarisation des données recueillies et de sensibilisation sur les poissons migrateurs du bassin Loire. Ainsi, les outils et les communications sont déployés selon l'objectif et le public ciblé selon deux grandes catégories :

La valorisation vers les acteurs de l'eau :

La valorisation scientifique des données sur les poissons migrateurs est réalisée tout d'abord aux niveaux international et national au travers des plans et rapportages. En 2019, cela a concerné, notamment, 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. Par exemple, dans le cadre de ce groupe, les cartes de tendances des effectifs d'aloises et lamproies marines aux stations de vidéo-comptage de France ont été mises à jour, confirmant ainsi les inquiétudes sur ces populations.

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 2019, outre les nombreuses réponses aux demandes de données ou d'avis, un total de 84 réunions en présentiel ont été assurées par les agents de LOGRAMI. Depuis 2017, LOGRAMI organise en deux points du bassin des journées de restitution afin de présenter aux acteurs locaux les résultats des études de l'année. En 2019, elles se sont déroulées à Bayet dans le département de l'Allier pour l'amont du bassin et à Lathus-Saint-Rémy dans le département de la Vienne pour la partie aval. Un total de personnes 55 étaient présentes représentant 30 structures différentes. Ces chiffres montrent l'intérêt pour ces temps de restitution et de discussion importants pour les gestionnaires locaux.

Enfin, la plaquette « Actions phares » est destinée à informer un large public d'élus et de techniciens des principaux résultats de l'année précédente. En 2019, la plaquette retraçant les résultats marquants de l'année 2018 a été imprimée et distribuée à 2 300 exemplaires.

La valorisation des connaissances pour le grand public et l'accessibilité de la donnée :

En juin 2019, LOGRAMI a participé à l'émission de télévision « Ensemble c'est mieux » en Centre-Val de Loire, programme régional de France 3 Régions qui parle de solidarité et vivre ensemble. Deux participations à des conférences publiques ont également permis de diffuser de la connaissance sur les populations de poissons migrateurs du bassin Loire auprès d'un large public : l'une au Pavillon du Milieu de Loire dans la Nièvre et la seconde sur le thème du changement climatique dans le département de la Vienne.

La 9<sup>ème</sup> édition des Rencontres Migrateurs a eu lieu à Nantes en 2019. Elle a rassemblé 118 inscrits autour du thème « De l'eau salée de la vie à l'eau douce de l'enfance », chiffre en hausse par rapport aux deux précédentes éditions. Les participants sont principalement des gestionnaires, des associations migrateurs et des collectivités piscicoles. Comme lors des précédentes Rencontres Migrateurs, la majorité des participants proviennent du bassin de la Loire. En 2019, les temps d'échanges allongés ont été appréciés par les personnes présentes ainsi que les improvisations de la Lina. Comme en 2016, ces intermèdes ont permis de résumer avec humour les informations essentielles.

Le site internet de LOGRAMI a été visité à 51 005 reprises par un total de 29 459 visiteurs dont 58 % de nouveaux, ce qui est légèrement supérieur à la moyenne interannuelle (49 687 +/-10082). Depuis la mise en ligne complète du nouveau site en 2015, les statistiques du nombre de visiteurs par jour sont stables (127 visiteurs en 2019). Concernant les supports de visites, 2019 est la première année qui voit les connexions via mobiles (54 %) devancer celles opérées à partir d'ordinateurs (40 %). Les connexions via tablettes représentent 6 % du total des connexions. Les moteurs de recherche dominent les modes d'accès au site devant les accès directs, les liens externes et les réseaux sociaux. Les réseaux sociaux sont de plus en plus utilisés via le partage de pages par certains internautes. Les trois pages les plus vues sont, dans l'ordre, celles des stations de comptage, la rubrique « sensibilisation » et enfin la page d'accueil. Quant aux téléchargements, ils concernent en priorité les outils de sensibilisation, les données ainsi que les rapports. Dans le prolongement du site internet, et devant la montée en puissance des réseaux sociaux comme outil de communication, LOGRAMI a ouvert sa page Facebook en mars 2019. 26 164 personnes ont visité la page au cours de l'année et 169 personnes étaient abonnées au 31 décembre 2019.

L'exposition « Grands Migrateurs de Loire » disponible depuis 2010 est déployée sous la forme de deux ensembles de panneaux depuis 2013, pouvant ainsi être présentés de façon simultanée en deux lieux différents. En 2019, l'exposition « Grands Migrateurs de Loire » a été empruntée à 8 reprises, soit un peu moins que la moyenne observée au cours des années précédentes. La durée d'exposition en 2019 est de 155 jours. 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 58 jours. Concernant le

La valorisation des connaissances et  
sensibilisation des acteurs à la gestion  
des poissons migrateurs | 424



nombre d'emprunts, les expositions de 1 à quelques jours sont majoritaires. En effet, les salons et journées d'animations grand public ont majoritairement mobilisé l'exposition en 2019 (62 % des emprunts et 47% du temps d'exposition).

Les autres supports de communication développés les années précédentes sont toujours soit à disposition sur le site internet (posters espèces, jeux,...), soit utilisés sur le terrain (panneaux aux stations de comptage, sentiers pédagogiques).

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.



# 10. Conclusion

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 de l'année 2019

L'activité migratoire des poissons est notamment conditionnée par les débits et la température de l'eau. Le réseau de mesures de débits sur le bassin de la Loire montre **que l'année 2019 a présenté un profil hydrologique « très sec »**. Le début d'année est caractérisé par une absence de crues hivernales et printanières. Sur l'ensemble des stations hydrologiques du bassin, les débits moyens mensuels sont très inférieurs aux débits de référence. Ainsi, cette hydrologie particulièrement faible a été défavorable et limitante pour la migration de l'ensemble des espèces amphihalines.

La période estivale a montré un déficit hydrologique marqué et le réseau de sondes de température mis en œuvre par LOGRAMI sur le bassin de la Loire a permis de mettre en évidence une précocité du réchauffement de la température des cours d'eau engendrée par **une canicule dès la fin du mois de juin**. Le réchauffement rapide et continu de l'eau au printemps a avancé les « fenêtres optimales » pour la migration des géniteurs. Ces dernières ont été écourtées pour les saumons et étendues pour les aloses et les lamproies. Sur l'ensemble des axes étudiés, **les températures ont été particulièrement élevées pour le mois de juillet (en moyenne + 2,3 °C) et décembre (en moyenne + 1,7 °C)**. La précocité de la canicule semble avoir causé une grave mortalité estivale des géniteurs de saumons.

Cependant, un différentiel de température est constaté sur les tronçons de cours d'eau influencés par des lâchures de grands barrages (Loire, Renaison, Allier et Sioule) modifiant les évolutions thermiques estivales avec des apports d'eau fraîche.

La fin d'année 2019 est caractérisée par des forts débits sur l'ensemble du bassin de la Loire. Elle est marquée notamment par **une crue biennale de l'Allier et de la Loire à la fin des mois de novembre et décembre**. Cette crue de forte intensité, en lien avec les épisodes cévenols sur le haut du bassin de l'Allier, est intervenue pendant la période de reproduction des saumons avec plus de 220 m<sup>3</sup>/s atteint le 23 novembre à Langogne. Cette dernière a donc pu avoir un impact direct sur le succès de la reproduction.

## 10.2. Synthèse du bassin Loire

Comparativement au 18<sup>ème</sup> siècle, seules 24 % des surfaces productives du bassin versant de la Loire sont aujourd'hui accessibles aux poissons migrateurs. 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**.

L'élaboration d'une base « habitats » par LOGRAMI permettant de réunir l'ensemble des données d'habitats (faciès d'écoulement, frayères potentielles) issues des études cartographiques réalisées sur le bassin de la Loire jusqu'à aujourd'hui a été mise en œuvre depuis 2018. Désormais bien structurée et composée de six tables dont quatre sont abouties, la finalisation de cette base en 2020 permettra son exploitation au travers d'analyses précieuses pour les besoins de gestion des populations de poissons migrateurs.



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, 1 022 ouvrages sont 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.

A la dévalaison, le ROE renseigne sur les obstacles à l'écoulement utilisés pour la production hydroélectrique et qui, de ce fait, sont des obstacles à la dévalaison des juvéniles de saumon atlantique, aloses et lamproies ainsi que des anguilles argentées qui dévalent pour se reproduire en mer.

Actuellement, **221 ouvrages du bassin Loire sont recensés comme ayant un usage lié à la production hydroélectrique (source : ROE)**. Seuls 34 sont équipés de systèmes de dévalaison, soit seulement 15 %. Parmi ceux-ci, certains qui ne sont pas récents, ne répondent pas aux exigences minimales de performance nécessaires pour la dévalaison des différentes espèces. Il est donc raisonnable de penser que **moins de 10 % des ouvrages hydroélectriques implantés sur les cours d'eau à migrateurs du bassin de la Loire sont équipés de systèmes de dévalaison** répondant aux exigences minimales actuelles alors que ces ouvrages sont pour la plupart conditionnant pour le recrutement ou la reproduction des poissons migrateurs.

## 10.3. Connaissance par axe migratoire

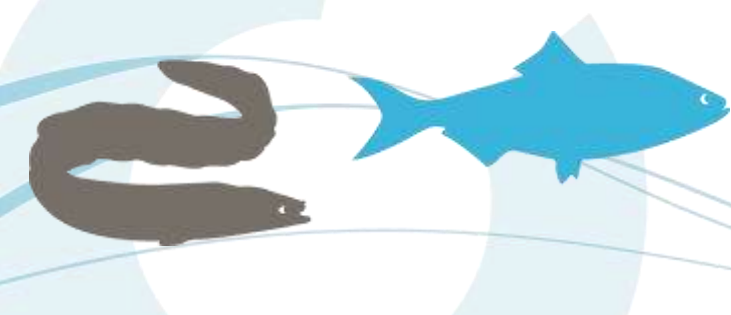
### 10.3.1. La Loire en amont de la confluence Allier

Cet axe migratoire ne bénéficie que de 1 % de migration de saumons et les effectifs maximum dénombrés sont de 40 en 1999 et 2015. 12 saumons sont remontés sur cet axe en 2019 dont 2 ont atteint Gueugnon et 1 Roanne.

Le taux de transfert des saumons vers l'Arroux (74 km) est de l'ordre de 30 % +/- 7, soit 3 poissons, et 4 % +/- 3 soit un à deux poissons selon les années à Roanne (145 km de Decize) en aval de Villerest. Ce qui signifie que 67 % +/- 21 des saumons se perdent entre la confluence avec l'Allier et les zones potentielles de reproduction en amont. La Loire amont est le secteur qui a été le plus amputé des potentialités d'accueil du saumon notamment avec le barrage de Villerest qui interdit l'accès aux zones de frayères historiques. Ainsi, les habitats d'accueil du saumon sur cet axe migratoire ne représentent aujourd'hui que 3,5 % des habitats recensés sur bassin versant de la Loire. Les déversements sur cet axe représentaient 8 % des effectifs annuels aux stations de comptage du bassin Loire, ils ont été arrêtés en 2019. Il est donc probable que les géniteurs de retour seront encore moins nombreux dans les années à venir.

Le plan de grille de la centrale hydroélectrique de Decize n'étant pas équipé de grilles fines et de goulotte de dévalaison, en l'absence de surverse lors des faibles débits sur la Loire en 2019, la grande majorité des smolts a dû passer par les turbines. Ils n'ont, contrairement aux autres axes migratoires qui présentent des comptages de smolts importants en 2019, pas utilisés les dispositifs de montaison.

Cet axe accueillait entre 12 000 et 15 000 aloses de 2004 à 2007 mais les effectifs se sont effondrés pour atteindre 400 aloses en moyenne depuis lors. La part des aloses observées sur cet axe représentait alors 36 % des effectifs du bassin et 34 % en 2019. La Loire offre un potentiel de 21 % des habitats de reproduction du bassin Loire. Au sein de ce potentiel, 22 % des frayères sont situées au-dessus de la station de comptage de Decize mais en moyenne moins de 365 +/- 399 géniteurs y accèdent depuis 2009. La raréfaction de l'espèce est également visualisée en aval de Decize avec une désertion des frayères de référence ces dernières années. Le barrage de Decize constitue un obstacle majeur à la migration des aloses sur la Loire. Ces dernières sont obligées de se reproduire sur des frayères dites « forcées »



qui ne présentent pas forcément les caractéristiques types d'une bonne frayère. En 2019, les nuits d'observations ont permis de valider la reproduction mais celles-ci ne font état que d'un nombre très réduits de bulls comparativement aux données de la série chronologique.

Les lamproies marines, représentant 5 000 individus il y a une dizaine d'années (1998 à 2008), sont actuellement absentes. La faiblesse de l'hydrologie depuis 10 ans explique pour partie ce constat. Cette espèce pourrait cependant bénéficier d'habitats de très bonne qualité en amont.

### 10.3.2. Le bassin Vienne-Creuse

Compte tenu de l'hydrologie et des phénomènes de dynamique de population, l'axe Vienne Creuse concentre aujourd'hui les enjeux sur les aloses. La Vienne, la Creuse, la Gartempe et le Clair représentent 31 % des habitats d'accueil de la reproduction d'aloses du bassin Loire. De plus, **81 % des habitats favorables à l'accueil des aloses se situent au-dessus des stations de comptage** qui accueillent en moyenne 481 +/-328 aloses depuis 10 ans. Depuis 2009, les effectifs d'aloses comptées aux stations de comptage sont très faibles. Une diminution de l'aire de répartition à l'aval des stations est une des hypothèses avancées pour expliquer la raréfaction de l'espèce. Sur le bassin de la Vienne, cette hypothèse ne peut pas être retenue. Le nombre d'actes de reproduction sur les frayères n'a en effet pas augmenté à l'aval des stations de comptage. Malgré un effort de suivi intense en 2014 et 2015 sur la Vienne, les pics de reproduction atteints par le passé n'ont jamais été dépassés. Le très faible nombre de bulls entendu en 2019 laisse même penser que le nombre de reproducteurs sur la frayère en aval de Châtelleraut est, tout comme à la station, bien moins important qu'auparavant. **Ce constat est de nature à alarmer les gestionnaires sur la situation critique de l'espèce et la nécessité d'engager un programme de restauration d'envergure notamment sur cet axe.** Au-delà de la problématique des effectifs (densité dépendance, mortalités naturelle et anthropique), il reste encore des ouvrages ne disposant pas de dispositifs adéquats pour cette espèce exigeante à la montaison et les dispositifs pour la dévalaison des alosons sont quasiment inexistantes. Les aloses frayant en aval sur des sites forcés engendrent une perte de production du fait de la moindre qualité des zones de reproduction.

La **Lamproie marine a reconquis le bassin Vienne Creuse dès l'ouverture de Maisons-Rouges** et a rapidement montré des effectifs élevés plaçant cette population à un niveau d'importance européen. **Néanmoins, les effectifs en diminution depuis plusieurs années sont inquiétants** compte tenu de la répartition très restreinte de l'espèce actuellement. Cet axe concentre aujourd'hui l'enjeu de cette espèce puisqu'elle n'atteint plus les zones en amont de l'axe Loire.

Pour le saumon, l'axe migratoire Creuse Gartempe revêt un caractère particulier puisqu'il permet la **montaison de saumons de 1 an de mer absents de la plupart des autres axes.** La proximité avec la mer (260 km) comparativement à Vichy (663 km) est un atout majeur pour ce bassin dans un contexte de changement climatique avec une hydrologie et des températures de plus en plus contraignants qui engendrent des problèmes de mortalité sur les parties amont du bassin de la Loire très tôt dans la saison. Pour autant ce stade a également subi **des difficultés dans une année 2019** particulièrement marquée par une absence de crue printanière et des températures caniculaires très précoces.

Les résultats issus des programmes de déversements permettent de dire que ce bassin est en capacité de produire des alevins et des smolts. En effet, les passages de saumons à la station de Descartes sur le Creuse représentent 12% des comptages enregistrés sur la période 2007-2019 aux stations aval des axes du bassin. Cependant, les conditions actuelles tant à la montaison qu'à la dévalaison mettent à mal le programme de restauration. Les efforts sur la continuité doivent être effectués dès l'aval du bassin afin de permettre une progression rapide des géniteurs. Les suivis récents entrepris sur les smolts et les analyses des cohortes de saumons de retour par année de dévalaison soulignent le



caractère majeur et conditionnant de l'hydrologie et de l'aménagement des seuils pour la dévalaison. Très peu d'ouvrages sont actuellement équipés sur cet axe tant à la montaison qu'à la dévalaison.

Il est indéniable qu'une stratégie doit être développée sur l'axe Creuse Gartempe avec des déversements en soutien d'effectif, des arrêts de turbinage pour les ouvrages non équipés afin de donner aux smolts toutes les chances de poursuivre leur cycle conjointement à de l'équipement à la dévalaison et de l'arasement de certains ouvrages.

### 10.3.3. Le Cher

Ce cours d'eau ne bénéficie pas de station de comptage, il est donc difficile de statuer sur le niveau de colonisation de cet axe. Depuis plusieurs années, des investigations sont entreprises pour mieux appréhender la problématique des poissons migrateurs notamment l'anguille, les aloses et les lamproies. **Le Cher représente 22 % des habitats favorables à la reproduction de l'aloise** décrits sur le bassin de la Loire.

En 2019, les suivis effectués par LOGRAMI renseignent sur la **présence effective de reproduction d'aloses sur le Cher**. Elles confirment l'intérêt de l'axe pour ces espèces et les besoins de rétablir l'accès aux zones de reproduction de qualité situées plus en amont. L'absence de transparence migratoire sur le barrage de Savonnières, associée aux faibles conditions hydrologiques n'a sans doute pas permis à un grand nombre d'aloses de coloniser l'amont de cet ouvrage.

En 2019, **aucun nid de lamproie marine n'a été observé sur cet axe**.

### 10.3.4. L'Allier

Les réseaux de suivis de l'année 2019 ont montré la **rareté des aloses et l'absence de lamproie marine au sein du bassin de l'Allier**. Seules 4 aloses ont été dénombrées à Vichy. Il apparaît que les conditions hydrologiques et les températures printanières élevées ont été réhivitoires pour l'espèce qui n'a pas dépassé la confluence avec la Loire. L'unique activité de reproduction d'aloses sur l'axe Allier a été observée en aval du barrage des Lorrains soit 122 kilomètres en aval de la station de comptage de Vichy. Les mauvaises conditions de débits pendant la migration des aloses ont sûrement contraint ces dernières à se reproduire plus en aval. Cet axe présente pourtant près **de 20 % des potentialités d'accueil de la reproduction des aloses et semble actuellement sous exploitée par l'espèce**.

Sur ce bassin, l'espèce majeure est le **saumon atlantique puisque 89 % des saumons enregistrés aux stations d'entrée d'axes en 2019 y sont comptabilisés**. Cependant, les effectifs dénombrés (406 à Vichy) sont très inférieurs à la moyenne des 20 dernières années 608 +/- 270.

La Sioule est le premier affluent que rencontrent les saumons sur leur trajectoire de l'axe Allier. Ainsi, 3 % des effectifs ont emprunté cet axe en 2019 au minimum puisque le comptage n'est pas exhaustif. **Les géniteurs ont cependant des difficultés à trouver les dispositifs de montaison** comme au Moulin de la Ville et des replis sont régulièrement constatés vers l'axe Allier. Comme de nombreux axes migratoires en 2019, les ravalés (saumons post-reproduction dévalant), faute d'autres voies de passage, ont emprunté les dispositifs de montaison. Ils représentent 48 % des effectifs comptabilisés en montaison en 2018. Les smolts n'ont également pas échappé à cette difficulté de parcours et 2 370 d'entre eux ont été dénombrés en dévalaison dans le dispositif de montaison de Moulin Breland. **Ce comptage, ainsi que les nombreuses observations de smolts devant les grilles, témoignent d'un équipement non opérationnel pour la dévalaison des smolts et des ravalés**.



Enfin, concernant le développement des alevins, de nombreuses investigations ont été réalisées par LOGRAMI afin de cerner les variations de production de cet axe. S'il ne fait aucun doute qu'il peut accueillir de nombreux géniteurs et présenter de nombreuses frayères en conséquence et une bonne survie des œufs sous graviers, il n'en est pas de même pour le développement des alevins. **La production de ce stade est amoindrie par une artificialisation du système qui fonctionne par éclusée.** La productivité, selon les années, passe alors de 851 alevins par frayère (observation maximale) à seulement 433 alevins par frayère comme par exemple en 2019. Cet axe a également subi une réduction majeure des habitats d'accueil des saumons et la position, au pied de l'ouvrage de Queuille, d'alevins natifs témoigne de la volonté de l'espèce d'aller plus en amont sur ses territoires d'origine aujourd'hui condamnés.

Bien que des aménagements à la montaison aient été réalisés sur l'axe majeur de l'Allier, les températures et les faibles débits printaniers jouent un rôle majeur dans la progression des saumons en montaison. **Une perte de plus de la moitié des effectifs est à déplorer avant l'été en amont immédiat de Vichy en 2019.** Ces observations doivent mettre les gestionnaires en alerte quant à la gestion des débits et de l'usage de l'eau qui ces dernières années engendrent une sécheresse précoce et des températures limitantes pour la survie du saumon avant sa reprise migratoire à l'automne. La répartition des frayères le long de l'axe montre d'ailleurs une relation étroite entre les débits à l'automne et la proportion des frayères en aval.

La Dore située à 20 km en amont de Vichy semble attractive pour les géniteurs mais les suivis montrent qu'ils peinent à franchir les obstacles et coloniser cet axe. En 2019, la Dore a montré les plus forts écarts de températures par rapport aux valeurs de référence et près de 2 degrés d'écart de la température de l'eau au printemps et à l'automne. Ces valeurs ont été très clairement limitantes pour les saumons. **Les déversements d'alevins montrent une implantation relativement faible sur cet axe mais plus intéressante en 2019** comparativement aux années précédentes. Les alevins déversés subissent cependant une dévalaison importante avec certains d'entre eux retrouvés à près de 14,3 km d'un point de déversement en amont. **La dispersion semble donc très importante.**

Les Couzes pourraient accueillir des géniteurs mais les ouvrages ne permettent pas une colonisation de ces affluents. Pour autant, la partie aval de la Couze d'Ardes présente de bons taux d'implantations des alevins déversés mais qui semblent inversement proportionnels aux quantités déversées. La Couze Pavin est probablement colonisée par des alevins depuis l'axe Allier qui y trouvent un refuge thermique. **Cet axe pourrait accueillir et produire davantage d'alevins.**

L'Alagnon est un affluent majeur de l'Allier géré de façon patrimoniale (sans déversement d'alevin) depuis 2017. Cet axe a malheureusement probablement **accueilli très peu de géniteurs en 2019** en raison de la faible attractivité des débits exacerbant les difficultés de franchissement des ouvrages. Les estimations réalisées à partir des données du radiopistage évaluent à une vingtaine de géniteurs la colonisation de l'année. Le repli de ceux-ci sur le Béal est une perte pour l'espèce compte tenu des **productivités très inférieures du Béal de l'Alagnon comparativement à l'axe principal.**

Des tacons natifs ont été dénombrés à Ferrière Sainte Mary à 50 km de la confluence avec l'Allier montrant une colonisation très apicale des géniteurs ayant franchi l'ouvrage de Chambezou en 2018. Le calcul de la productivité d'une frayère possible en l'absence d'alevinage permet de statuer sur **l'excellence de l'habitat de l'Alagnon** avec un ratio de 2 464 tacons par frayère supérieur à la productivité du secteur S2 de l'Allier (2 266 tacons/frayère). Les variations inter annuelles de productivité semblent liées aux conditions de débit durant le développement. Le suivi chronologique de cet axe sans déversement permettra dans l'avenir d'affiner cette relation.

Parmi les affluents, la **Sénoire offre de très loin le meilleur taux d'implantation des alevins déversés.** Il pourrait être un axe plus productif pour l'accueil de géniteurs mais également par des déversements plus nombreux.



La Desges est fréquentée dans sa partie aval par des géniteurs mais l'accès est très restreint. Les **tacons sont cantonnés sur la partie aval du seuil de la Cambuse**.

L'axe Allier malgré un faible nombre d'ouvrages présente encore aujourd'hui pour le saumon des difficultés de parcours. Une perte en ligne importante est à déplorer et in fine un tiers des poissons accèdent en moyenne aux meilleures zones de frayères. Ces poissons montrent pourtant un entêtement marqué pour coloniser cet axe dès que la possibilité leur en est donnée et les analyses rétrospectives depuis 1938 montrent la capacité qu'a l'espèce à reconquérir des territoires dès qu'ils leurs sont ouverts. Aussi, dans la perspective de l'aménagement de Poutès et du traitement des ouvrages encore pénalisants dans la partie aval (retenue de Vichy, seuil de Pont du Château, seuil de la Bageasse, seuil de Langeac), les gains en termes de survies attendus peuvent être conséquents.

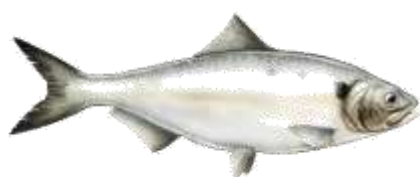
En effet, **la mortalité estivale est très nettement sectorisée** et l'accès aux zones en amont du seuil de la Bageasse est une garantie de survie estivale. La répartition des frayères est liée aux débits de **septembre à novembre**. Aujourd'hui, seuls 12 % des poissons comptabilisés à Vichy accèdent au secteur en amont de Poutès. La productivité naturelle est donc réduite sur ce secteur.

Les suivis du secteur aleviné en amont de Poutès (S2) montrent s'il en était **besoin l'excellence de l'habitat de ce secteur** argumentant pour une amélioration de la continuité afin de donner accès à cette zone aux géniteurs. Dans un contexte de vidange de l'ouvrage de Poutès en 2019, les craintes de perte de productivité du secteur en aval de l'ouvrage (S3) n'ont pas été constatées mais la **productivité reste moyenne**.

Le secteur en aval de la zone refuge (S4) présente des taux d'implantations intéressants mais ces résultats intègrent la reproduction naturelle. **Il semblerait cependant que les alevins aient rencontré de bonnes conditions de développement en 2019**.

Compte tenu de la faiblesse de la reproduction naturelle sur le secteur le plus aval (S5), les déversements effectués, **même s'ils présentent des résultats d'implantation moindres**, sont un **complément de production pour la population** (de l'ordre de 17 000 alevins en 2019) qui n'aurait pas été constaté sans déversement. Les alevins déversés sont cependant issus de captures de géniteurs à Vichy. Aussi, en termes de coût-bénéfice, les déversements au sein de ce secteur pourraient être envisagés lors de surplus de production par exemple.

## 10.4. Résumé de l'état des populations



Avec 520 aloses comptabilisées sur l'ensemble des 4 stations de comptage situées aux confluences majeures soit près de **trois fois moins que la moyenne des dix dernières années et 2 % des effectifs de 2007**, les effectifs 2019 **confirment la raréfaction des aloses**. D'autres données viennent attester de l'état préoccupant de la population de Loire. Le suivi de l'abondance de géniteurs par la pêche professionnelle de

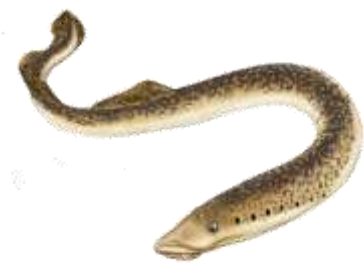
Loire moyenne montre, qu'après une augmentation importante des retours de géniteurs issus des juvéniles de 1998 à 2005 liée à la restauration de l'accessibilité du bassin de la Vienne, leur abondance a chuté fortement avant de retrouver un niveau intermédiaire des cohortes issues des juvéniles de 2009 à 2011. Les suivis des juvéniles d'aloses réalisés par l'Université de Tours montrent également une diminution de leur abondance depuis 2012, confirmant l'affaiblissement de la population. L'effondrement de la population d'aloses n'est pas un phénomène propre au bassin de la Loire. Sur le bassin de la Garonne, les principales explications quant à l'effondrement de la population seraient un taux de mortalité élevé dû à la pêche sur la partie estuarienne mettant en danger les capacités de renouvellement de la population et un défaut d'habitats de reproduction du fait du pavage. En juillet



2019, l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature a confirmé cet état alarmant des populations en modifiant le statut de la grande alose de « vulnérable » à « en danger critique d'extinction » sur la liste rouge des espèces menacées de France.

A l'échelle nationale, les études de LEGRAND et al. (soumis) ont mis en évidence que la période de migration estuarienne était plus précoce de 11 jours en 30 ans à cause de l'augmentation de la température. La migration des aloses en 2019 a été plus courte que les années précédentes à Vichy (17 jours) et Descartes (93 jours). En plus d'influencer les périodes de migration, la température déclenche l'activité de ponte à partir de 16 °C. Compte tenu des conditions de températures printanières rapidement élevées, la reproduction des aloses a également été précoce en 2019. Les fronts de colonisation sont par conséquent très bas d'autant que l'hydrologie n'était pas favorable à la montaison des géniteurs au printemps. La population est alors concentrée sur le bassin Vienne Creuse et l'axe Loire majeur. L'Allier (Vichy), la Sioule (Saint Pourçain sur Sioule) et la Loire amont (Roanne) n'ont pas été fréquentées en 2019. Pour autant, la plupart des stations de comptage se trouvent très en amont sur les différents axes du bassin de la Loire. Il y a donc une probabilité que des aloses se reproduisent en aval de ces stations et ne soit pas comptées, excepté sur le bassin de la Vienne et de la Creuse où 81 % des habitats favorables à la reproduction de l'aloise se situent en amont des stations. Les aloses se reproduisent plus en aval sur le bassin à cause de faibles effectifs et d'une température élevée tôt dans la saison. Les habitats de reproduction des aloses se situant sur ces parties sont plus exposés aux colmatages et aux déficits sédimentaires, entraînant une diminution de la capacité du substrat à incuber convenablement les œufs, diminuant ainsi la survie des œufs et des alosons. Les habitats favorables à la reproduction de l'aloise en partie amont des axes semblent alors être sous-utilisés. L'accessibilité depuis l'estuaire est essentielle à restaurer car les difficultés encore trop importantes à trouver les dispositifs et franchir les obstacles engendrent des pertes d'effectifs et de temps cantonnant les géniteurs d'alosés sur les parties aval des axes migratoires. De même, les pêcheries situées également sur ces parties aval concentrent leur activité sur la majorité des effectifs. Le taux de prélèvement n'est à ce jour pas connu mais il s'applique sur la population résiduelle du bassin Loire. Pour l'année 2018 (donnée la plus récente disponible à ce jour), les captures d'alosés sont supérieures à 13 000 géniteurs (24 tonnes) pour les pêcheries professionnels et amateur aux engins du bassin Loire (fluvial et maritime). En comparaison, cette même année, 1 773 géniteurs avaient franchi les stations de comptage suivies par LOGRAMI sur les cours d'eau Vienne, Creuse, Loire (en amont du bec d'Allier) et Allier.

La lamproie marine montrait jusqu'en 2016 un retour massif dans le bassin de la Vienne suite à l'arasement du barrage de Maisons-Rouges en 1998 dans le cadre du Plan Loire. L'étude de leur répartition sur la Vienne montrait alors une bonne corrélation entre l'amélioration de la continuité écologique (Maisons-Rouges, Châtellerault, Bonneuil, Saint-Mars, Gouex-Villars) et l'avancée du front de migration de la lamproie. Cependant, les 20 géniteurs de lamproies marines comptés en 2019 aux stations de comptage de Descartes et Châtellerault s'opposent tristement aux 80 et 90 000 lamproies comptabilisées à ces mêmes stations en 2008 et 2007 et même comparativement à la moyenne des dix dernières années de 28 000 (+/- 17000).



Depuis 2009, l'espèce régresse en termes d'aire de répartition sur le bassin avec la désertion des parties amont du bassin de la Loire où elle était historiquement très présente comme à Decize où 5 000 lamproies marines étaient comptées. Une relation très marquée entre le front de colonisation de l'espèce et les régimes hydrologiques printaniers expliquent pour partie ces résultats avec depuis 10 ans une faible hydrologie printanière.

En 2019, les passages de lamproies ont été très précoces mais nous déplorons l'absence de migration après le 21 avril, ce qui apparaît exceptionnel. Les fronts de colonisation très bas et des effectifs



catastrophiques aux stations laissent présager un avenir tourmenté de l'espèce d'autant que les échantillonnages des juvéniles (ammocètes) en aval des stations de comptage témoignent d'une déficience de recrutement en 2017 et d'un recrutement très faible en 2018 et 2019.

La situation de l'espèce a motivé son classement "en danger" (EN) sur la liste rouge française des espèces menacées selon la méthodologie de l'UICN en juillet 2019. En effet, cette espèce cumule un nombre important de pressions au cours de son cycle de vie, dont les principales sont : (i) ouvrages entravant la migration (montaison et dévalaison), (ii) qualité de l'eau dans les bassins versants, en estuaire avec une problématique importante au niveau du bouchon vaseux, et en mer, (iii) prédation, et (iv) pêche en mer, en estuaire et en rivière. A l'ensemble de ces pressions, s'ajoute celle du changement climatique.



La répartition des géniteurs de saumons de retour selon les axes migratoires est dans la continuité des années précédentes avec 8 % sur l'axe Creuse, 3 % sur la Loire, 3 % sur la Sioule et 86 % sur l'axe Allier. Cependant, l'année 2019 n'a pas été favorable à la migration printanière des saumons et s'est traduite

par un effectif total de 473 saumons aux entrées d'axes en deçà des moyennes de la série chronologique et une répartition très en aval des axes sur une courte période de migration. En outre, l'année 2019 se particularise par une absence ou une rareté selon les axes des saumons de 1 an de mer. Cette observation a également été soulignée en 2017 et 2018 en lien avec des conditions thermiques et hydrologiques atteignant les seuils de tolérance très précocement en juin. De même, la proportion plus élevée de 3 ans de mer en 2019 observée sur l'ensemble des stations de comptages cache en fait un déficit des 2 ans de mer en raison de conditions de dévalaison défavorables des smolts en 2017 et des conditions de montaison rapidement limitantes pour cette classe d'âge en 2019. Il faut donc craindre un déficit des saumons de 3 ans de mer en 2020.

Ces hypothèses sont confortées par l'analyse des cohortes par années de dévalaison. Ainsi, lorsque les conditions de dévalaison sont favorables (passage par surverse et conjointement plus souvent hors turbines des smolts) comme en 2009, 2010, 2012 et 2013 voire 2015, les effectifs de géniteurs de retour étaient très intéressants.

Les suivis par radio télémétrie ont confirmé une mortalité estivale des saumons en montaison importante, soit 54 %, dans la zone aval de l'axe Allier entre Vichy et Pont du Château. Ainsi, sur les 379 saumons (406 estimés à Vichy moins les 27 capturés par le CNSS) en amont de Vichy, seulement 142 auraient survécu et auraient pu entamer leur migration automnale.

Les difficultés de franchissements des ouvrages, couplées aux températures estivales élevées dans les parties aval des axes et au déficit hydrologique de l'automne 2019, engendrent que seules 25 % des poissons atteignent les parties amont de Loire et Arroux depuis Decize. En comparaison, une dispersion de 72 % +/- 8 des saumons est calculée entre Vichy et Langeac (186 km) (soit 28% seulement de saumons au-dessus de Langeac). Mais à contrario de l'axe Loire-Arroux cet axe présente des zones de reproduction sur l'Alagnon, la Dore et en aval de Langeac sur l'Allier. Les comptages à l'ascenseur de Poutès représentent 21 saumons mais certains ont pu passer par la vanne ouverte au printemps et jusqu'à la mi-octobre. In fine, les effectifs totaux passés à Poutès sont estimés selon les modes de calculs entre 31 et 41 saumons. Ces effectifs sont intéressants au regard des quantités faibles comptées ces dernières années.



La relation très marquée entre le nombre de frayères en aval de l'axe Allier et les débits sur la période de septembre à novembre laissent à penser, malgré l'absence de comptage des frayères, que la majorité des frayères était localisée dans la partie amont de l'axe Allier. Ces hypothèses sont confortées par la localisation des reproducteurs suivis par radio pistage avec un poisson qui s'est reproduit à 930 km de l'estuaire (Amont Langogne). Pour autant, l'Alagnon, en raison d'une hydrologie printanière défavorable, semble n'avoir accueilli que très peu de géniteurs en 2019.

Bien qu'il ait perdu 76 % des habitats productifs historiques, nous constatons cependant que le saumon a reconquis tous les axes migratoires qui ont été aménagés à la montaison, Creuse, Gartempe, Arroux, Loire amont (en aval de Villerest), Allier, Sioule, Alagnon... En termes de productions naturelles, ces territoires hors creuse Gartempe hébergent environ 150 000 tacons natifs en 2019. Selon les années, l'Alagnon produit entre 13 et 32 % des tacons natifs du bassin de l'Allier. La gestion patrimoniale de cet affluent (sans déversement) présente d'ailleurs en 2019 un nombre de tacons par frayère supérieur à l'Allier. D'une manière générale, les productions du bassin de l'Allier en 2019 sont cependant moyennes à faibles même en intégrant les déversements d'alevins.

Enfin, sur la Sioule, les géniteurs post reproduction de 2018, qui tentent de rejoindre la mer pour un second cycle, appelés ravalés, ont été nombreux en 2019. Compte tenu d'une hydrologie printanière faible, ils ont plus qu'à l'ordinaire emprunté la voie de passage par défaut que constitue la passe à la montaison et ont ainsi été dénombrés par la station de comptage de Saint Pourçain sur Sioule (17 ravalés).

A Poutès, ces poissons représentent entre 1 et 27 % des effectifs en montaison. Les études de radiopistage mettent en évidence des proportions de ravalés par rapport aux montaisons : 10 % lors de l'étude Allier en 2009, 23 % sur la Sioule en 2012 et 17 % sur l'Allier en 2019. Rapporté aux effectifs de poissons s'étant reproduit, cette proportion de ravalés est élevée avec entre 19 et 57 % d'entre eux en dévalaison. Les suivis sur l'axe Allier en 2019 nous permettent d'estimer que 63 ravalés sont passés à Vichy. Les opérations de suivi par radiopistage montrent qu'une majorité de ravalés ont 3 ans de mer alors que les ravalés de 2 ans sont majoritaires dans les dispositifs de passes de montaison. Il semblerait que les voies de passages soient différenciées en fonction de la taille des poissons. Afin d'optimiser le retour de ces saumons, il s'avère important de favoriser leur échappement après la reproduction. Cependant aujourd'hui, les systèmes de dévalaison non adaptés retardent et réduisent les chances de survies de ces poissons. Les smolts subissent également les mêmes difficultés.

L'étude de dévalaison menée sur la Gartempe montre des différences marquées de perte en ligne des smolts entre secteurs. Les résultats montrent que les pertes entre tronçons (de récepteur fixe à récepteur fixe) varient de 5,4 à 56,7 % avec une moyenne de 26,9 % +/- 18 (médiane : 21,9 %). Quatre tronçons présentent des pertes supérieures à 30 % qu'il semble nécessaire d'investiguer. Ces pertes intègrent à la fois les mortalités naturelles par prédation mais également anthropiques dont la pêche illicite et l'hydroélectricité. Cette dernière catégorie de perte a fait l'objet d'une autre étude (BRIAND et al., 2015) qui estime à 36,7 % la mortalité des smolts due aux turbines sur l'ensemble de l'axe Gartempe.

Les faibles effectifs de truite de mer observés depuis le début des comptages montrent que le bassin Loire est peu adapté à son cycle de vie. Depuis les premiers comptages aux stations, seuls 140 individus répartis entre Vichy (54),



Conclusion | 434



Châtelleraut (57) et Descartes (29) ont été comptés. En 2019, une truite de mer a été dénombrée à Châtelleraut attestant cependant de la présence de l'espèce au sein du bassin.



Les mulets porcs sont régulièrement comptabilisés notamment aux stations du bassin de la Vienne. Les effectifs sont cependant assez faibles en 2019 avec en montaison 61 individus à Descartes et 168 à Châtelleraut. Les difficultés de dévalaison rencontrés par les mulets porcs (faible surverse des ouvrages) augmentent le nombre de passages par la passe à poissons empruntée alors en dévalaison. Ainsi en 2019, près de 49 % des poissons comptés en montaison à Descartes et 84% à Châtelleraut le sont aussi à la dévalaison.

Concernant l'anguille européenne, la population est actuellement très faible. Le réseau anguille en 2019, qui fait l'objet d'une étude différenciée du présent programme, montre un bon recrutement en 2013 avéré par la forte abondance d'individus d'une taille inférieure à 150 mm en estuaire. A partir de 2016, ce recrutement important (observé également dans d'autres estuaires européens) a contribué à une augmentation des abondances pour les tailles supérieures (>300 mm). Malgré tout, les abondances sur la Loire aval n'atteignent pas les niveaux mesurés en 2005 (début du réseau de suivi) et le recrutement de jeunes anguilles est redevenu insuffisant pour restaurer les populations des bassins amont.



Ainsi, loin des 8 520 anguilles essentiellement comptabilisées en 2018 à Châtelleraut, 2 415 anguilles y ont été comptabilisées en montaison de 2019. Néanmoins, le comptage de 2018 intégrait 56 % d'individus entre 15 et 30 cm alors que ceux-ci représentent 78 % des anguilles comptées en 2019. La taille médiane enregistrée en 2019, soit 26 cm, est la plus faible depuis le début du suivi en 2004.

Cette espèce est présente sur toutes les stations de comptages et des individus en dévalaison sont régulièrement observés dans les dispositifs de montaison. Ces informations permettent de mettre en lumière la faiblesse des recrutements mais une répartition encore vaste de l'espèce. La présence d'anguilles en dévalaison témoigne de la capacité qu'a le bassin Loire à produire de futurs géniteurs en tout point de l'hydrosystème. Néanmoins, ces derniers rencontrent des difficultés à trouver des voies de passages adaptées pour effectuer leur dévalaison.

## 10.5. Le silure

Les données fournies par les stations de comptages du bassin de la Loire permettent d'avoir une vision de l'évolution des effectifs ainsi que de la dynamique migratoire de cette espèce. Cependant, 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.

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.



La taille moyenne des silures observés sur l'ensemble des stations de comptage est d'environ 100 cm pour un poids moyen estimé de 8 kg. Cette taille moyenne se situe au-dessus de la taille à partir de laquelle les silures sont susceptibles de prédater les aloses, soit la classe 80-120 cm (BOISNEAU, 2015) mais en-dessous de la taille de prédation des saumons (120 cm). Les plus grands individus observés aux stations de comptage peuvent donc 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, des vertèbres ainsi que l'émetteur d'un individu radio-marqué ont été retrouvés sur un nid de silure pendant la période de fraie de celui-ci (BACH et al., 2012).

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 situé entre 16 et 22 °C. 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. En 2019, cette gamme de passage est d'autant plus importante (58 %) suite à une hydrologie particulièrement faible des cours d'eau pendant la période de migration des silures.

Il apparaît donc que dans le cadre du réchauffement climatique, les modifications de débits et de températures sont susceptibles de modifier les périodes de migrations ainsi que leur intensité. Les territoires aujourd'hui exempts de l'espèce pour de probables raisons de seuils thermiques pourraient dans l'avenir être favorables à leur accueil.

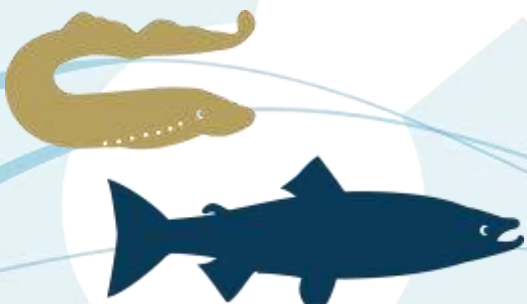
## 10.6. Programme de soutien d'effectifs

La population de saumons du bassin de la Loire fait l'objet d'opérations de soutien d'effectifs. Chaque année des opérations de piégeage de saumons sont menées au Pont barrage de Vichy pour alimenter la pisciculture du Conservatoire National du Saumon Sauvage. Ces opérations occasionnent des retards (en moyenne 26 minutes) voire des refus de passage des saumons (28 % supplémentaires). En 2019, l'opération de piégeage a augmenté de 38 % les comportements d'allers-retours avant le passage.

En moyenne, depuis 1997, 38 individus (+/- 18) 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. Suite aux recommandations de LOGRAMI, à compter de 2014, les opérations de piégeage ont été modifiées afin d'augmenter la représentativité de l'échantillon et les chances de captures au cours d'une même journée. Un allongement de la période a été réalisé de manière à couvrir 90 % de la période de migration (selon les années de la semaine 9, 10 ou 11 à la semaine 23) ainsi qu'un allongement du volume horaire de piégeage journalier (+ 2 heures entre 14h et 16h GMT) compensé par un maximum de trois jours de piégeage par semaine. Cette stratégie a permis de rendre la journée de piégeage plus hermétique à la migration des saumons et ainsi d'augmenter les chances de captures de 32 %.

En 2019, 27 saumons ont été prélevés par le CNSS. Les captures représentent 6,7 % de la population migrante. L'échantillon piégé par le CNSS représente de manière satisfaisante le rythme de migration de la population en montaison à Vichy et s'approche significativement de sa composition en classes d'âge de mer.

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.



## 10.6.1. Le stade œufs

Quatre incubateurs de terrain ont été mis en service en 1995. Ces 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), 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 naturelle 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.**

## 10.6.2. Le stade alevins

Sur le bassin de la Gartempe, la moyenne interannuelle des taux d'implantation entre 1999 et 2018 sur les stations de référence s'élève à 4,9 % (médiane : 3,1 ; +/- 5,2). Les secteurs amont de la Gartempe sont les plus productifs pour les juvéniles de saumon. Suite aux faibles débits observés à l'été 2019 et aux arrêtés de crise pris dans les départements de la Creuse et de la Haute-Vienne, les échantillonnages par pêche des juvéniles de saumon atlantique sur la Gartempe n'ont pas été réalisés. L'évaluation de l'implantation des juvéniles déversés n'est donc pas possible pour l'année 2019. **Aucun déversement n'a été effectué en 2020 ce qui condamne ce bassin pour l'avenir s'il ne bénéficie plus de ce soutien.**

Sur le bassin de l'Allier, en tenant compte des individus en provenance des incubateurs de terrain situés sur les affluents de l'Allier entre Brioude et Langeac (S4) [182 381 alevins], 809 626 alevins de pisciculture ont été déversés en 2019 par le CNSS. Ces déversements sont répartis classiquement sur l'Allier, la Sioule, la Dore et pour la seconde année consécutive sur la Senouire, la Couze Pavin et la Couze d'Ardes. La production de tacons 0+ d'automne issus de ces déversements d'alevins de pisciculture sur l'ensemble du bassin de l'Allier a été estimée à 297 456 tacons, soit une implantation globale de 36,7%. En raison d'apports de tacons natifs potentiels sur certains secteurs, ces valeurs doivent être considérées comme des valeurs maximales.

Concernant les taux d'implantation moyens des cours d'eau du bassin de l'Allier, si la Couze Pavin est écartée car présentant une valeur aberrante due probablement à des migrations latérales d'alevins en provenance de l'Allier (149 %), la Senouire (73,5 %) se détache bien d'un groupe Allier-Sioule-Dore-Couze d'Ardes dont les taux oscillent entre 33,2 et 42,3 %. A l'échelle globale, l'Allier est le cours d'eau qui présente le plus faible taux d'implantation moyen (33,2 %). Au regard des classes définies par RICHARD A. (non daté), tous les cours d'eau alevinés sur le bassin de l'Allier présentent de bonnes survies en 2019.

- Sur l'Allier, le secteur S2, de nouveau aleviné en 2019 après 11 années de suspension (depuis la création de la zone refuge en amont de Langeac) présente le meilleur taux d'implantation des 3 secteurs alevinés. **Ces taux décroissent selon le gradient amont-aval de la rivière** (46,3 % sur S2, 31,6 % sur S4 et 16 % sur S5). Dans la perspective d'ouverture de l'axe Allier avec l'aménagement de Poutès et la période d'ouverture de 91 jours, la colonisation naturelle par les géniteurs apparaît indéniable et la gestion patrimoniale (sans déversement) permettra de statuer sur la productivité naturelle de l'amont de Poutès.
- Sur la Dore, **les taux d'implantation semblent s'améliorer depuis qu'un secteur « Aval Sauviat » fait aussi l'objet de déversements.** Cette amélioration fait probablement suite à cette modification du plan d'alevinage qui a eu comme principale conséquence la diminution



des densités déversées sur le secteur « Amont Sauviat ». Aucun déversement n'a été effectué en 2020, ce qui condamne ce bassin pour l'avenir s'il ne bénéficie plus de ce soutien.

- Sur la Sioule, même si l'apport de tacons natifs n'est pas à exclure, le taux d'implantation moyen de 39 % semble suggérer **de bonnes conditions de développement des alevins déversés en 2019**.
- Sur la Couze d'Ardes en 2019, le taux d'implantation moyen s'élève à 42,3 %. Il est inférieur à celui calculé en 2018 (56,1 %) probablement sous l'effet de l'augmentation de la quantité déversée en 2019 par rapport à 2018 (de 20 355 à 29 960 alevins).
- Sur la Couze Pavin en 2019, le taux d'implantation moyen est supérieur à 100 % (149 %). Ce résultat est certainement provoqué par un **phénomène avéré de colonisation par des individus en provenance de l'Allier en recherche de refuge thermique**. Cette hypothèse est d'autant plus plausible que les conditions de températures ont été réellement critiques en 2019.
- La **Senouire en 2019 présente le meilleur taux d'implantation du bassin de l'Allier** (73,5 %) et cela pour la deuxième année consécutive. Depuis 2018, la Senouire présente donc une très bonne capacité à produire des tacons 0+ d'automne à partir d'alevins de pisciculture. Ainsi, en termes de stratégie, il semble intéressant de valoriser la Senouire par des déversements plus importants.

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.

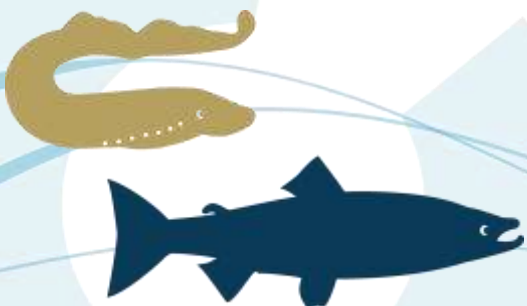
La comparaison des taux de retours des alevins et des smolts **sur la Gartempe met en évidence qu'en absence de restauration de la fonctionnalité de la rivière et en absence d'arrêt de turbinage pour les usines non équipées de dispositifs, les stades alevin puis smolt du bassin Creuse Gartempe subissent des mortalités à la dévalaison au niveau des turbines réduisant leurs chances de survie.**

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, le taux de retour des alevins entre 2009 et 2011 serait en moyenne de 0,06 %.

Environ 5 à 6 saumons sont revenus à Descartes et Vichy pour 10 000 alevins déversés contre seulement 0,5 à Gueugnon. La contribution de ces déversements sur le bassin de la Gartempe et l'Allier est 10 fois plus élevée que sur le bassin de l'Arroux. 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. Pour comparaison, sur le Gave de Pau, les alevins estivaux déversés annuellement entre 2011 à 2014 avaient fait l'objet d'un marquage par ablation de la nageoire adipeuse. Les taux de retour calculés sur cet axe sont de 0,15 %. Ainsi, l'alevinage sur le Gave de Pau contribuerait à hauteur de 24 à 30 % des retours de géniteurs.

### 10.6.3. Le stade smolts

Les taux calculés pour ce stade 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 29 % 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 = 0,02 % +/- 0,01
- 🌀 Moyenne bassin Loire-Arroux entre 2009 et 2013 = 0,01 % +/- 0,01
- 🌀 Moyenne bassin Creuse-Gartempe depuis 2009 = 0,09 % +/- 0,07

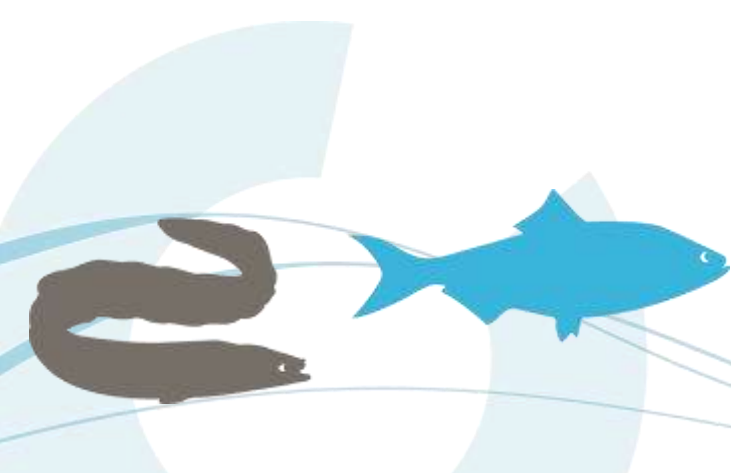
Les retours issus de l'année 2013 sur l'axe Creuse-Gartempe sont les plus importants enregistrés sur l'ensemble du bassin de la Loire. Un déversement des smolts en aval de la majorité des usines hydroélectriques et une hydrologie très favorable à la dévalaison a favorisé cette catégorie de poissons comparativement 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 sur l'axe Allier présentant une reproduction naturelle avérée et de bons habitats de production. Ainsi, depuis 2017, aucun déversement de smolts n'a eu lieu.

Toutefois, les résultats sur l'axe Creuse Gartempe mettent en évidence l'importante contribution de ce mode de déversement sur les retours de saumons dans un contexte de plus grande proximité avec la mer pour la dévalaison des smolts, de contraintes pour les alevins sur les conditions de dévalaison, leurs habitats étant situés en amont de nombreuses usines hydroélectriques non équipées.

Selon les modes de déversement, différentes dynamiques migratoires sont observées aux stations de comptage pour les géniteurs de retour. A Vichy, Langeac et Descartes, les observations montrent chroniquement que les saumons issus des déversements au stade smolt auraient une dynamique migratoire plus tardive (10 à 20 jours) que les saumons issus de reproduction naturelle et ce quelques soient leurs âges de mer. En 2019, ces observations se confirment pour les individus de 3 ans de mer à la station de Descartes. La faiblesse des effectifs de saumons de 2 ans de mer sans adipeuse à Descartes et Vichy n'a pas permis de faire cette analyse.

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., 2010 et MARCON et al., en cours). Il est ainsi probable que la mortalité estivale des saumons issus du plan de déversement au stade smolt (voire alevin) soit plus élevée que celle des saumons issus d'autres origines. Une date d'arrivée précoce des individus aux stations de comptage est donc 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 scientifique des données sur les poissons migrateurs est réalisée tout d'abord aux niveaux international et national au travers des plans et rapportages. Par ailleurs, les données des stations de comptage sont utilisées dans le cadre d'une thèse sur les phénologies migratoires des amphihalins à l'échelle française. Des cartes de tendances des effectifs des poissons migrateurs aux stations de vidéo-comptage françaises ont été mises à jour grâce au groupe de travail qui réunit les Associations Migrateurs de France.

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 2019, outre les nombreuses réponses aux demandes de données ou d'avis, un total de 84 réunions en présentiel ont été assurées par les agents de LOGRAMI. Depuis 2017, LOGRAMI organise en deux points du bassin **des journées de restitution** afin de présenter aux acteurs locaux les résultats des études de l'année. Enfin, la plaquette « Actions phares » est destinée à informer un large public d'élus et de techniciens des principaux résultats de l'année précédente.

LOGRAMI a participé à l'émission de télévision « Ensemble c'est mieux » en Centre-Val de Loire, programme régional de France 3 Régions, qui parle de solidarité et vivre ensemble. Deux participations à des conférences publiques ont également permis de diffuser de la connaissance sur les populations de poissons migrateurs du bassin Loire auprès d'un large public.

**La 9<sup>ème</sup> édition des Rencontres Migrateurs a eu lieu à Nantes en 2019.** Elle a rassemblé 118 inscrits autour du thème « De l'eau salée de la vie à l'eau douce de l'enfance », chiffre en hausse par rapport aux deux précédentes éditions. Les participants étaient principalement des gestionnaires, des associations migrateurs et des collectivités piscicoles. Comme lors des précédentes Rencontres Migrateurs, la majorité des participants provient du bassin de la Loire. En 2019, les temps d'échanges allongés ont été appréciés par les personnes présentes ainsi que les improvisations de la Lina. Comme en 2016, ces intermèdes ont permis de résumer avec humour les informations essentielles.

Le **site internet de LOGRAMI a été visité à 51 005 reprises.** Dans le prolongement de celui-ci et devant la montée en puissance des réseaux sociaux comme outil de communication, LOGRAMI a ouvert sa page Facebook en mars 2019. 26 164 personnes ont visité la page au cours de l'année et 169 personnes étaient abonnées au 31 décembre 2019.

**L'exposition « Grands Migrateurs de Loire »** disponible depuis 2010 est déployée sous la forme de deux ensembles de panneaux depuis 2013, pouvant ainsi être présentés de façon simultanée en deux lieux différents. La durée d'exposition en 2019 est de 155 jours. Au cours de l'année, elle a été visible dans six départements différents, tous situés dans le bassin de la Loire.

Les autres supports de communication développés les années précédentes sont toujours soit à disposition sur le site internet (posters espèces, jeux,...), soit utilisés sur le terrain (panneaux aux stations de comptage, sentiers pédagogiques).

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.

# 11. Bibliographie

AGENCE DE L'EAU ADOUR GARONNE. (2018). *Etat écologique de la Garonne et Impact sur les poissons migrateurs par Adict Solutions*. AGENCE DE L'EAU ADOUR GARONNE.

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* (p. 103).

ASSOCIATION LOGRAMI. (2019). *PROGRAMME DE RECHERCHES APPLIQUEES EN FAVEUR DES POISSONS MIGRATEURS 2018* (p. 394). ASSOCIATION LOGRAMI.

BACH, J. M., BAISEZ, A., LEON, C., & PAROUTY, T. (2011). *Suivi de la migration du saumon sur l'Allier par radiopistage entre Vichy et les zones de frayères en 2009* (p. 156). LOGRAMI.

BACH, J. M., LELIEVRE, M., & TROTET, M. (2008). *Expertise du système de dévalaison de Naussac II et évaluation globale des conditions de dévalaison des saumons sur l'Allier* (p. 77 pages). LOGRAMI.

BACH, J. M., PAROUTY, T., LEON, C., LE PERU, Y., & BAISEZ, A. (2015). *Suivi de la migration des saumons atlantiques sur l'axe Sioule* (p. 85). LOGRAMI.

BACH, J. M., PAROUTY, T., LEON, C., SENEAL, A., CORNU, V., PORTAFAIX, P., JOUIN-TREMEUR, E., LELIEVRE, M., & BAISEZ, A. (2010). *Recueil de données biologiques 2009* (p. 355) [Rapport d'activité du 01/01/09 au 31/12/09]. LOGRAMI.

BACH, J. M., PAROUTY, T., LEON, C., SENEAL, A., PORTAFAIX, P., BARAULT, A., RAUTUREAU, C., RIMBERT, L., DUPERRAY, A., & BAISEZ, A. (2017). *Rapport d'activité du programme de recherches appliquées en faveur des poissons migrateurs du 01/01/16 au 31/12/16*. Association LOGRAMI. [http://www.logrami.fr/telechargement/nos-publications/rapports/recueil/Rapport-RECUEIL-2016-VF\\_en-ligne.pdf](http://www.logrami.fr/telechargement/nos-publications/rapports/recueil/Rapport-RECUEIL-2016-VF_en-ligne.pdf)

BACH, J. M., PAROUTY, T., LEON, C., SENEAL, A., PORTAFAIX, P., CLOASTRE, T., DEFOURS, A., & BAISEZ, A. (2015). *Recueil de données biologiques sur les poissons migrateurs du bassin Loire 2014* (p. 291) [Rapport d'activité du 01/01/14 au 31/12/14]. LOGRAMI. <http://www.logrami.fr/telechargement/nos-publications/rapports/recueil/Rapport-Recueil-2014-LOGRAMI.pdf>

BACH, J. M., PAROUTY, T., LEON, C., SENEAL, A., PORTAFAIX, P., CLOASTRE, T., JEGO, Y., KORDEK, J., RIMBERT, L., & BAISEZ, A. (2016). *Volet scientifique : Suivis biologiques des populations de poissons grands migrateurs, année 2015* (p. 376) [Rapport d'activité du programme de recherches appliquées en faveur des poissons migrateurs du 01/01/15 au 31/12/15]. Association LOGRAMI.

BACH, J. M., PAROUTY, T., LEON, C., SENEAL, A., PORTAFAIX, P., FARGEIX, S., & BAISEZ, A. (2012). *Recueil de données biologiques 2011* (p. 312) [Rapport d'activité du 01/01/11 au 31/12/11]. LOGRAMI. [http://www.logrami.fr/telechargement/nos-publications/rapports/recueil/RapportRECUEIL2012VFcompress%25C3%25A9\\_2.pdf](http://www.logrami.fr/telechargement/nos-publications/rapports/recueil/RapportRECUEIL2012VFcompress%25C3%25A9_2.pdf)

BACH, J. M., PAROUTY, T., LEON, C., SENEAL, A., PORTAFAIX, P., GUERIT, A., LE PERU, Y., & BAISEZ, A. (2013). *Recueil de données biologiques 2012 sur les poissons migrateurs du bassin Loire* (p. 359) [Rapport d'activité du 01/01/12 au 31/12/12]. LOGRAMI. [http://www.logrami.fr/telechargement/nos-publications/rapports/recueil/RapportRECUEIL2012VFcompress%25C3%25A9\\_2.pdf](http://www.logrami.fr/telechargement/nos-publications/rapports/recueil/RapportRECUEIL2012VFcompress%25C3%25A9_2.pdf)



BACH, J. M., PAROUTY, T., LEON, C., SENEAL, A., PORTAFAIX, P., RIMBERT, L., DUPERRAY, A., TORTEROTOT, J. B., BAISEZ, A., & A. (2018). *Volet scientifique : Suivis biologiques des populations de poissons grands migrateurs, 2017* (p. 405).

BACHELIER, R. (1963). L'histoire du saumon en Loire. *Bulletin Français de Pisciculture*, 211, 49-70. <https://doi.org/10.1051/kmae:1963002>

BARAS, E., & LAGARDERE, J. P. (1995). Fish telemetry in aquaculture : Review and perspectives. *Aquaculture International*, 3(2), 77-102. <https://doi.org/10.1007/BF00117876>

BARDONNET, A., RIGAUD, C., & LABONNE, J. (2005). Experimental study on glass eel behaviour : Influence of fish density and shelter availability. *Bulletin Français Pêche et Pisciculture*, 378-79, 47-65.

BAUDAIS, M. J. (2003). *Cartographie et estimation des surfaces potentielles pour la reproduction des aloses, lamproies marines, truites de mer sur l'Axe Vienne-Clain en amont de Châtellerault*. LOGRAMI, ONEMA.

BHATTACHARYA, C. G. (1967). A simple method of resolution of a distribution into gaussian components. *biometrics*, 115-135.

BOISNEAU, C. (2015). *Suivi des aloses en loire moyenne et approche de la prédation par le silure (ALOSA 2012-2013; p. 91)*. Université de Tours CITERES IPAPE.

BOSC, S., & MENCHI, O. (2016). *Evaluation du colmatage du substrat des frayères à salmonidés sur le bassin de la Garonne amont en 2015*.

BOUSQUET, B. (1979). *Biologie et migration des smolts de saumon atlantique (Salmo salar L.) dans les bassins Loire-Allier et Adour-Gave d'Oloron* [PhD Thesis].

BRIAND, C., BAISEZ, A., BARDONNET, A., BEAULATON, L., FEUNTEUN, E., LAFFAILLE, 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)*.

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* (p. 260). EPTB Vilaine, LOGRAMI, ONEMA, Bretagne Grands Migrateurs.

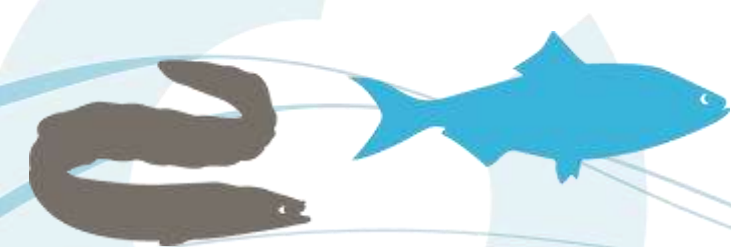
CARLE, F. L., & STRUB, M. R. (1978). A new method for estimating population size from removal data. *Biometrics*, 34, 621-630.

CASSOU-LEINS, F., & CASSOU-LEINS, J. J. (1981). *Recherches sur la biologie et l'halieutique des migrateurs de la Garonne et principalement de l'alose : Alosa alosa L.* Institut national polytechnique.

CAUDAL, A. L., & PREVOST, E. (2018). *Bilan du suivi du stock de saumon sur le Scorff. Synthèse 1994-2016. Volet Poissons Migrateurs 2015-2021* (p. 25 p.) [Research Report]. FEDERATION DU MORBIHAN POUR LA PECHE ET LA PROTECTION DES MILIEUX AQUATIQUES. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01705842>

COHENDET, F. C. (1993). *Le saumon de l'Allier : Son histoire, sa vie, son devenir*.

COSYNS, A., SENEAL, A., & BAISEZ, A. (2013). *Etude actualisée des potentialités d'accueil de la Gartempe pour le saumon atlantique*. Association LOGRAMI.



<https://drive.logrami.fr/drive/apps/files/?dir=/Commun%20LOGRAMI/Rapports/2013%20Rapport%20Gartempe%202012&fileid=7865586#pdfviewer>

COURRET, D. (2014). *Problématique des impacts de la gestion par éclusées des aménagements hydroélectriques sur les populations de poissons : Caractérisation des régimes d'éclusées et du niveau de perturbation hydrologique* [Phd]. <http://ethesis.inp-toulouse.fr/archive/00002880/>

COURRET, D., & LARINIER, M. (2008). *Guide pour la conception de prise d'eau ichtyocompatibles pour les petites centrales hydroélectriques*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.2359.1449>

CRISP, D. T. (1993). *The environmental requirements of salmon and trout in fresh water* [Article]. <http://aquaticcommons.org/4542/>

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.

DER MIKAEILIAN, S. (1999). *Evaluation des habitats potentiellement favorables au Saumon atlantique (Salmo salar) sur la Gartempe aval*. ONEMA, FEDE86.

DICHARRY, P., BAISEZ, A., & BESSE, T. (2020). *Front de colonisation de l'anguille européenne sur le bassin Loire en 2019* [Programme de recherches appliquées en faveur des poissons migrateurs 2019 – volet scientifique]. Association LOGRAMI. <http://www.logrami.fr/telechargement/nos-publications/rapports/2020-Rapport-Reseau-Anguille-Loire-2019.pdf>

DONEGA, C. (2004). *Potentialités du bassin de la Creuse pour les poissons migrateurs amphihalins*. ONEMA.

DUCASSE, J., LEPRINCE, Y., Leprince, Y., & others. (1980). *Etude préliminaire de la biologie des lamproies dans les bassins de la Garonne et de la Dordogne* (p. 151). ENITEF-Cemagref Bordeaux.

DUMAS, J., & MARTY, S. (2006). A new method to evaluate egg-to-fry survival in salmonids, trials with Atlantic salmon. *Journal of Fish Biology*, 68(1), 284-304. <https://doi.org/10.1111/j.0022-1112.2006.00907.x>

DURANT, J., HJERMANN, D., OTTERSEN, G., & STENSETH, N. (2007). Climate and the match or mismatch between predator requirements and resource availability. *Climate Research*, 33, 271-283. <https://doi.org/10.3354/cr033271>

ELIE, P., & ROCHARD, E. (1994). Migration des civelles d'anguilles (*Anguilla anguilla* L.) dans les estuaires, modalités du phénomène et caractéristiques des individus. Civelle (*Anguilla anguilla* L.) migration in estuaries, process and specimens characteristics. *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture*, 335, 18. <https://doi.org/10.1051/kmae:1994006>

ELLIOTT, J. M. (1991). Tolerance and resistance to thermal stress in juvenile Atlantic salmon, *Salmo salar*. *Freshwater Biology*, 25(1), 61-70. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2427.1991.tb00473.x>

FRETWELL, S. D. (1972). *Populations in a Seasonal Environment*. (MPB-5). <https://press.princeton.edu/books/paperback/9780691081069/populations-in-a-seasonal-environment-mpb-5>

GARDINIER, R. (2003). Identifying lamprey. A field key for sea, river and brook lamprey. Conserving Natura 2000 Rivers Conservation Techniques Series No. 4. *English Nature, Peterborough*.



GUEGUEN, J., & PROUZET, P. (1994). *Le saumon atlantique, biologie et gestion de la ressource* (Vol. 332p).

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, 766–782.

HARVEY, J. P., & COWX, I. G. (2003). *Monitoring the river, brook and sea lamprey : Lampetra fluviatilis, L. planeri and Petromyzon marinus*. English Nature.

HAWKINS, A. D., & SMITH, G. W. (1986). Radio-Tracking observations on Atlantic Salmon Ascending the Aberdeenshire Dee. *Scottish Fisheries Research Report*, 36, 1-24.

JATTEAU, P., & CHARLES, K. (2010). *Analyse de la sensibilité des jeunes stades de grande alose Alosa alosa aux facteurs de l'environnement*. [http://migrateurs-charenteseudre.fr/IMG/pdf/rapport\\_jatteau\\_et\\_charles\\_2010.pdf](http://migrateurs-charenteseudre.fr/IMG/pdf/rapport_jatteau_et_charles_2010.pdf)

KEITH, P., PERSAT, H., FEUNTEUN, E., & ALLARDI, J. (2011). *Les Poissons d'eau douce de France* (Muséum national d'Histoire naturelle ; Biotope). <http://www.biotope-editions.com/index.php?article58/les-poissons-d-eau-douce-de-france>

LACHANCE, & CARON. (2003). *Performance des ensemencements de smolts pour le saumon atlantique* (p. 21).

LACK, D. L. (1968). *Ecological adaptations for breeding in birds*. Methuen.

LARINIER, M., & TRAVADE, F. (1999). La dévalaison des migrateurs : Problèmes et dispositifs. : *Bulletin Français de Pisciculture*, 353/354, 181–210.

LE PICHON, C., GEORGES, G., FAURE, T., & BOUSSARD, H. (2006). *Anaqualand 2.0: Modelling connectivity in riverscapes*, Cemagref.

LOTHIAN, A. J., NEWTON, M., BARRY, J., WALTERS, M., MILLER, R. C., & ADAMS, C. E. (2018). Migration pathways, speed and mortality of Atlantic salmon (*Salmo salar*) smolts in a Scottish river and the near-shore coastal marine environment. *Ecology of Freshwater Fish*, 27(2), 549-558. <https://doi.org/10.1111/eff.12369>

LOUHI, P., OVASKA, M., MAKI-PETAYS, A., ERKINARO, J., & MUOTKA, T. (2011). Does fine sediment constrain salmonid alevin development and survival? *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 68(10), 1819-1826. <https://doi.org/10.1139/f2011-106>

MALAVOI, J. R., & SOUCHON, Y. (2002). Description standardisée des principaux faciès d'écoulement observables en rivière : Clé de détermination qualitative et mesures physiques. *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture*, 365-366, 357–372.

MARCON, Q., PAROUTY, T., LEON, C., BAISEZ, A., (En cours). *Evaluation de la continuité écologique au regard des saumons sur le bassin versant de l'Allier, 2019*, Association LOGRAMI.

MARMONIER, P., DELETTRE, Y., LEFEBVRE, S., GUYON, J., & BOULTON, A. J. (2004). A simple technique using wooden stakes to estimate vertical patterns of interstitial oxygenation in the beds of rivers (English). *Arch. Hydrobiol.*, 160(1), 133-143.

MCCORMICK, S. D., HANSEN, L. P., QUINN, T. P., & SAUNDERS, R. L. (1998). Movement, migration, and smolting of Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 77-92.



- MIGRADOUR. (2019). *Suivi de la station de contrôle des migrations d'Artix-Pardies* (p. 82). MIGRADOUR.
- MILLS, D. (1989). *Ecology and Management of Atlantic Salmon* (Chapman&Hall). Springer Science & Business Media.
- MINSTER, A. M., & BOMASSI, P. (1999). *Repérage et évaluation des surfaces potentielles de développement de juvéniles de saumons atlantique. Proposition d'un modèle de gestion des stocks sur les bassins de l'Allier et de l'Arroux* (p. 66). LOGRAMI, CSP.
- MUSEUM NATIONAL d'HISTOIRE NATURELLE. (2015). *Fiche Espèce Lamproie Marine* (p. 4).
- NYQVIST, D., MCORMICK, S. D., GREENBERG, L., ARDEN, W. R., BERGMAN, E., CALLES, O., & CASTRO-SANTOS, T. (2017). Downstream Migration and Multiple Dam Passage by Atlantic Salmon Smolts. *North American Journal of Fisheries Management*, 37(4), 816-828. <https://doi.org/10.1080/02755947.2017.1327900>
- PORTAFAIX, P., SENEAL, A., & BAISEZ, A. (2015). *Evaluation de la phase juvénile de la lamproie marine (Petromyzon marinus) sur le bassin de la Vienne. Rapport ammocètes bassin de la Vienne 2014-2015* (p. 27). Association LOGRAMI, Fondation LISEA Biodiversité.
- POULET, N., SANTOUL, F., GUILLERAULT, N., & DELMOTTE, S. (2015). *Etudes des interactions du Silure glane (Silurus glanis) avec l'ichtyofaune métropolitaine*. ONEMA, ECOLAB.
- PRADEILLES, C. (2019). *Inventaire de données et conception d'une table sur les zones de fraie des aloses et lamproie marine sur le bassin versant de la Loire* (p. 43) [Projet tuteuré de Master 2 Sciences de l'Eau.]. Université de Lyon, Association LOGRAMI.
- PREVOST, E., & BAGLINIERE, J. L. (1995). *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*.
- PROVOST, C., & DER MIKAEIAN, S. (1999). *Cartographie des habitats potentiels favorables à la reproduction des aloses et de la lamproie marine sur les axes Vienne-Creuse-Gartempe Evaluation de la colonisation un an après l'effacement du barrage de Maisons Rouges*. FEDE86, ONEMA.
- RENE, A. (2018). *Elaboration d'une base de données géographique sur les habitats pour le Saumon atlantique* (p. 67) [Mémoire de Master 2 Sciences de l'Eau]. Université de Lyon, Association LOGRAMI.
- RODROGUEZ-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(2), 475-486.
- ROFF, & DEREK, A. (2002). *Life history evolution*.
- SLADE, J. W., ADAMS, C. E., CHRISTIE, G. C., CUDDY, D. W., FODALE, M. F., HEINRICH, J. W., QUINLAN, H. R., WEISE, J. G., WEISSER, J. W., & YOUNG, R. J. (2003). Techniques and methods for estimating abundance of larval and metamorphosed sea lampreys in Great Lakes tributaries, 1995 to 2001. *Journal of Great Lakes Research*, 29, 137-151.
- STASKO, A. B., & PINCOCK, D. G. (1977). Review of Underwater Biotelemetry, with Emphasis on Ultrasonic Techniques. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, 34(9), 1261-1285. <https://doi.org/10.1139/f77-189>
- TAVERNY, C., & ELIE, P. (2010). *Les lamproies en Europe de l'Ouest : Écophases, espèces et habitats*. Editions Quae.



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) : Rapport final-Troisième tranche fonctionnelle* [PhD Thesis]. irstea.

THIOULOUSE, G. (1972). *LE COMPORTEMENT DU SAUMON : Essai d'éthologie du saumon de l'Allier*. Plein Air Service.

THORSTAD, E. B., UGLEM, I., FINSTAD, B., CHITTENDEN, C. M., NILSEN, R., ØKLAND, F., & BJØRN, P. A. (2012). Stocking location and predation by marine fishes affect survival of hatchery-reared Atlantic salmon smolts. *Fisheries Management and Ecology*, 19, 400–409.

URDACI, M. C., TAVERNY, C., ELIE, A. M., & ELIE, P. (2014). A genetic method to differentiate *Petromyzon marinus* ammocoetes from those of the paired species *Lampetra fluviatilis* and *L. planeri*. *Cybium*, 38, 3–7.

VISSER, M. E., & HOLLEMAN, L. J. M. (2001). Warmer springs disrupt the synchrony of oak and winter moth phenology. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 268(1464), 289–294.

