

OCTOBRE 2022



PROGRAMME DE RECHERCHES APPLIQUEES EN FAVEUR DES POISSONS MIGRATEURS 2021

du 01/01/21 au 31/12/21

Recueil de données biologiques 2021
sur les poissons migrants du bassin
Loire



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



Etablissement public du ministère chargé du développement durable.



Région Centre-Val de Loire



RÉGION Nouvelle-Aquitaine



FÉDÉRATION NATIONALE PÊCHE

BAISEZ Aurore, FAVIER Alexandre, LAVENTURE Marion, LEON Cédric, LESNE Thomas, MARCON Quentin, PAROUTY Timothé, PORTAFAIX Pierre, SENECAL Angéline

Et la participation de :

DOLLAIS Killian, GAUTHARD Axel, EGEA Anthony

Remerciements pour leur contribution :

Marion LEGRAND, Timothée BESSE & Denis LAFAGE

Association LOGRAMI

Antenne Allier

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

Antenne Vienne

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



Cette action est cofinancée par l'Union Européenne, l'Agence de l'eau Loire-Bretagne, les Régions Centre Val de Loire et Nouvelle Aquitaine. Avec la participation de la Fédération Nationale de Pêche en France et LOGRAMI.

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

Citation

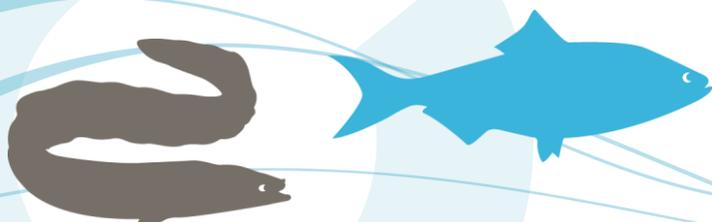
Association LOGRAMI, 2022. PROGRAMME DE RECHERCHES APPLIQUEES EN FAVEUR DES POISSONS MIGRATEURS 2021. Recueil de données biologiques 2021 sur les poissons migrateurs du bassin Loire, 499 p.





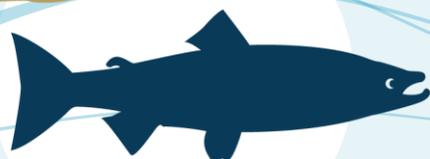
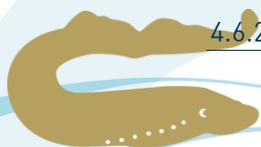
SOMMAIRE

1. Programme de mesures	7
1.1. Orientations du PLAGEPOMI 2014-2021	7
1.1.1. Orientation C1	7
1.1.2. Orientation C2	7
1.1.3. Orientation C4	8
1.1.4. Orientation G3	8
1.2. Structuration du programme de recherches appliquées porté par LOGRAMI	9
2. La caractérisation des habitats favorables	11
2.1. Préambule	11
2.2. Quantification des habitats potentiels pour le développement des juvéniles de saumon atlantique	12
2.2.1. Matériel et méthodes	13
2.2.2. Résultats de la cartographie des habitats de l'Allier entre la Bastide Puylaurent et la restitution de Naussac (S1)	18
2.2.3. Comparaison avec la quantification de 1999	23
2.2.4. Discussion	26
2.3. Conclusion	28
3. Les conditions environnementales et d'accessibilité des habitats	29
3.1. Conditions environnementales de l'année 2021	31
3.1.1. Les débits	31
3.1.2. Les températures de l'eau	40
3.1.3. Conclusion	48
3.2. Influence de la thermie de l'eau et de l'hydrologie sur le cycle biologique des poissons migrants	49
3.2.1. Le saumon atlantique	49
3.2.2. L'alose	63
3.2.3. La lamproie marine	68
3.2.4. L'anguille européenne	75
3.2.5. Conclusion	77
3.3. Conditions de migration	79
3.3.1. Situation de la continuité écologique sur le bassin de la Loire	79
3.3.2. Améliorations de la continuité écologique par sous-bassins en 2021	79
3.3.3. Synthèse des améliorations récentes de la continuité écologique	84
3.3.4. Etat des aménagements sur les Ouvrages à Enjeux Essentiels (OEE)	92

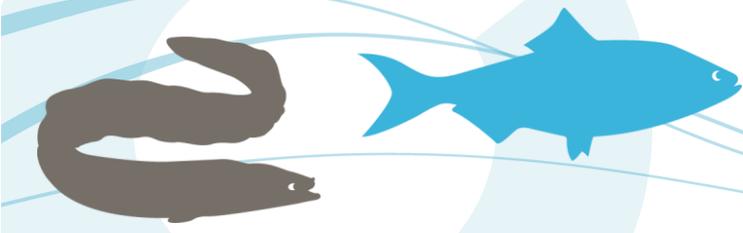




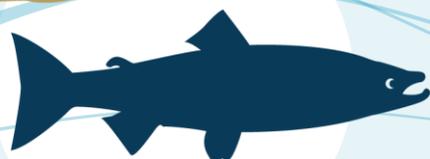
3.4. Fronts de migration des poissons migrateurs : habitats réels utilisés	97
3.4.1. Le front de colonisation des aloses	97
3.4.2. Le front de colonisation de la lamproie marine	99
3.4.3. Le front de colonisation du saumon atlantique	101
3.4.4. Le front de colonisation de l'anguille européenne	124
3.4.5. Le front de colonisation du mulot porc	125
3.5. Etude de la dévalaison des smolts par radiopistage sur la Gartempe	126
3.5.1. Contexte	126
3.5.2. Méthodologie	128
3.5.3. Conditions environnementales	136
3.5.4. Caractéristiques des smolts	137
3.5.5. Résultats	139
3.5.6. Conclusion	145
3.6. Conclusion sur les conditions environnementales et l'accessibilité	147
4. Les migrations des poissons migrateurs amphihalins	150
4.1. Contexte de l'étude des processus migratoires	150
4.2. Généralités sur les stations de comptage	151
4.2.1. Fonctionnement des passes à poissons en 2021	153
4.2.2. Fonctionnement des stations de comptage en 2021	160
4.3. Migration des aloses	164
4.3.1. Amplitude de la période de migration	164
4.3.2. Dynamique migratoire	164
4.3.3. Passages journaliers	166
4.3.4. Rythme horaire de migration	168
4.4. Migration des lamproies marines	168
4.4.1. Amplitude de la période de migration	168
4.4.2. Dynamique migratoire	169
4.4.3. Passages journaliers	170
4.4.4. Rythme horaire de migration	171
4.5. Migration des géniteurs de saumon atlantique	172
4.5.1. Amplitude de la période de migration	172
4.5.2. Dynamique migratoire de montaison	175
4.5.3. Passages journaliers de montaison	179
4.5.4. Rythme horaire de migration	184
4.6. Dévalaison des smolts de saumon atlantique	184
4.6.1. Axe Sioule à Saint-Pourçain-sur-Sioule	184
4.6.2. Axe Allier	186



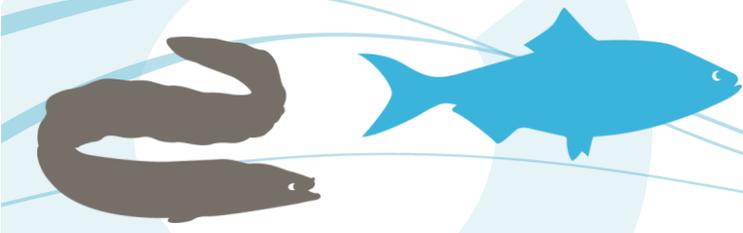
4.6.3.	Rythme et horaires de migration	188
4.7.	Dévalaison des ravalés de saumon atlantique	189
4.8.	Migration des anguilles jaunes	190
4.8.1.	Amplitude et dynamique migratoire	190
4.8.2.	Passages journaliers	192
4.8.3.	Rythme horaire de migration	193
4.9.	Migration des anguilles argentées	194
4.9.1.	Amplitude et dynamique migratoire	194
4.9.2.	Rythme horaire de migration	194
4.10.	Migration des mulets porcs	195
4.10.1.	Amplitude et dynamique migratoire	195
4.10.2.	Passages journaliers	196
4.10.3.	Rythme horaire de migration	197
4.11.	Conclusion	198
5.	La dynamique de population	202
5.1.	Effectifs des migrateurs aux stations de comptages	202
5.1.1.	Les effectifs d'aloses	202
5.1.2.	Les effectifs de lamproie marine	206
5.1.3.	Les effectifs de lamproie fluviatile	210
5.1.4.	Les effectifs de saumon atlantique	211
5.1.5.	Les effectifs de truite de mer	229
5.1.6.	Les effectifs d'anguille européenne	229
5.1.7.	Les effectifs de mulets porcs	236
5.2.	Suivi de la reproduction des aloses et relation avec les géniteurs potentiels comptabilisés aux stations de comptage du bassin de la Loire	238
5.2.1.	Préambule	238
5.2.2.	Amplitude de la période de reproduction de l'alose	240
5.2.3.	Suivi de la reproduction des aloses sur la Vienne	241
5.2.4.	Suivi de la reproduction des aloses sur le Cher	245
5.2.5.	Suivi de la reproduction des aloses sur l'Allier	246
5.2.6.	Suivi de la reproduction des aloses sur la Loire amont	252
5.2.7.	Suivi de la reproduction sur la Loire moyenne	255
5.2.8.	Bilan inter-secteurs	259
5.2.9.	Reproduction de l'alose et perturbations liées aux silures	263
5.3.	Relation géniteurs – nids de saumon sur le bassin de l'Allier	264
5.3.1.	Ratio nids/géniteurs potentiels à Vichy	264



5.3.2.	Ratio nids/géniteurs potentiels à Poutès	264
5.4.	Abondance de juvéniles de saumons natifs et déversés	266
5.4.1.	Abondance de juvéniles de saumons sur la Gartempe	266
5.4.2.	Abondance de juvéniles de saumons sur le bassin de l'Allier	269
5.5.	Relation entre le nombre de nids et l'abondance et la distribution des juvéniles de saumons	319
5.5.1.	Productivité des nids de saumons de l'Allier	319
5.5.2.	Productivité des nids de saumons de l'Alagnon	320
5.5.3.	Productivité des nids de saumons de la Sioule	322
5.5.4.	Comparaison inter-axes	324
5.6.	Conclusion	325
6.	Les traits de vie	328
6.1.	Structure en âge des saumons	328
6.1.1.	Évolution et comparaison de la répartition des classes d'âges	328
6.1.2.	Effectifs des saumons d'un an de mer	330
6.1.3.	Effectifs des saumons de deux ans de mer	331
6.1.4.	Effectifs des saumons de trois ans de mer	332
6.1.5.	Taux de transfert différentiel par âge	333
6.1.6.	Effectifs de retour de saumons par classe d'âge suivant leurs années de dévalaison	336
6.1.7.	Sex-ratio des saumons à Langeac	340
6.2.	Structure en âge des aloses	342
6.3.	Structure démographique des anguilles européennes sur la Vienne	344
6.4.	Structure en âge des juvéniles de lamproie marine sur le bassin de la Vienne	346
6.4.1.	Matériel et Méthodes	346
6.4.2.	Résultats	349
6.5.	Conclusion	363
7.	Evolution de la colonisation par le silure	366
7.1.	Bilan des effectifs de silures à l'échelle du bassin	367
7.2.	Amplitude de migration aux stations de comptage	368
7.3.	Comportement nyctéméral de migration aux stations de comptage	370
7.4.	Conclusion	370
8.	L'évaluation de l'efficacité des programmes de soutien d'effectifs (saumon atlantique)	372
8.1.	Contexte de l'étude	372
8.2.	Impact du piégeage sur le franchissement des saumons	374
8.3.	Captures de géniteurs à Vichy pour la pisciculture	376
8.3.1.	Historique des campagnes de piégeage	376
8.3.2.	Effort de piégeage 2021	378

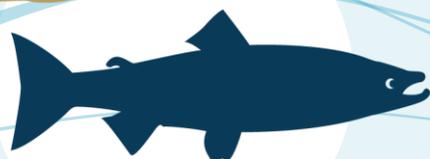


8.3.3.	Captures hebdomadaires 2021	379
8.3.4.	Représentativité des captures en 2021	380
8.3.5.	Impact du piégeage sur le comportement des saumons	383
8.3.6.	Impact du piégeage sur le retard de franchissement	384
8.4.	Production de juvéniles à partir d'incubateur	385
8.4.1.	Contexte	385
8.4.2.	Résultats 2021	387
8.5.	Production des tacons d'automne à partir des déversements au stade alevin	389
8.5.1.	Implantation des juvéniles déversés sur la Gartempe	390
8.5.2.	Implantation de juvéniles déversés sur le bassin de l'Allier	391
8.6.	Taux de retours des saumons déversés	401
8.6.1.	Taux de retour des individus déversés au stade pré-smolt	401
8.6.2.	Taux de retour des individus déversés au stade alevins	404
8.7.	Origine des saumons de retour	407
8.7.1.	Origine des saumons de retour sur le bassin Creuse-Gartempe	409
8.7.2.	Origine des saumons de retour sur l'Allier	411
8.8.	Dynamique migratoire des saumons issus des déversements au stade pré-smolt	413
8.8.1.	Sur le bassin Creuse-Gartempe à Descartes	413
8.8.2.	Sur le bassin de l'Allier	414
8.9.	Conclusion	415
9.	La valorisation des connaissances et sensibilisation des acteurs à la gestion des poissons migrateurs	420
9.1.	Stratégie de communication des informations du programme d'actions	420
9.2.	La valorisation vers les acteurs de l'eau	421
9.2.1.	La valorisation dans les programmes nationaux et supranationaux	421
9.2.2.	La valorisation en cours de programme	422
9.2.3.	La participation aux réunions et groupes de travail	423
9.2.4.	La plaquette "Actions Phares"	428
9.2.5.	La mise à disposition des données	429
9.3.	La valorisation des connaissances pour le grand public	432
9.3.1.	Les conférences	432
9.3.2.	Les « Rencontres Migrateurs »	433
9.3.3.	Les films	438
9.3.4.	Le site internet	440
9.3.5.	La page Facebook	444
9.3.6.	L'exposition itinérante	447





9.4. Conclusion	451
10. Discussion et aide à la gestion	452
10.1. Les particularités de l'année 2021	452
10.2. Bilan des espèces au sein du bassin de la Loire	452
10.2.1. Les aloses	452
10.2.2. La lamproie marine	453
10.2.3. Les Lampetra sp.	454
10.2.4. Le saumon atlantique	454
10.2.5. L'anguille européenne	460
10.2.6. Le mulot porc	461
10.2.7. La truite de mer	461
10.2.8. Le silure	462
10.3. La diffusion de l'information	463
10.4. L'aide à la gestion	464
10.4.1. La continuité écologique	464
10.4.2. La gestion quantitative de l'eau	464
10.4.3. Les mesures de gestion des pêcheries	465
10.4.4. Les mesures de soutien d'effectif	465
11. Bibliographie	469
12. Table des figures	476
13. Table des tableaux	496



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 côtières 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 côtières vendéens et de la Sèvre Niortaise.

Pour autant, l'élargissement progressif, dans le cadre du PLAGEPOMI 2014-2021, 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 côtières 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.

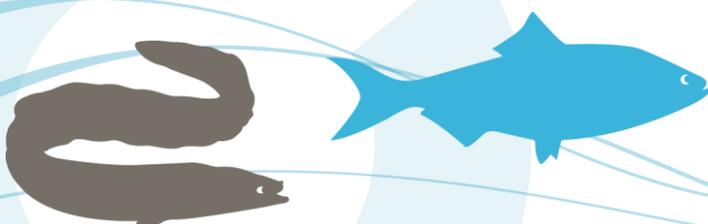
1.1. Orientations du PLAGEPOMI 2014-2021

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.

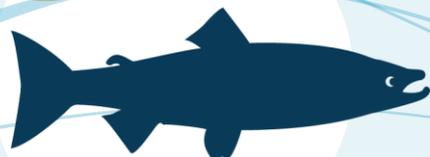
1.1.4. Orientation G3

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 mesures propose des opérations d'acquisition de données complémentaires qui permettent de répondre transversalement à différents questionnements de gestion. Il est présenté en regard des dispositions du PLAGEPOMI. Il concerne donc une série d'actions qui sont thématiques. Ces actions comprennent parfois plusieurs opérations de terrain.



Figure 1 : Liste des opérations permettant d'enrichir le programme de recherches appliquées en faveur des poissons migrateurs en 2021

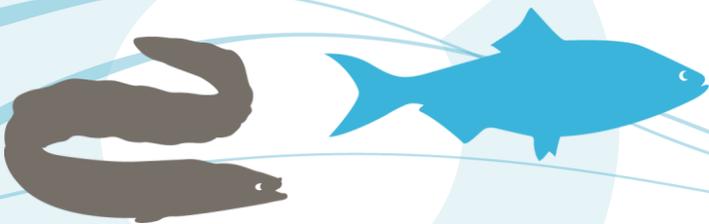
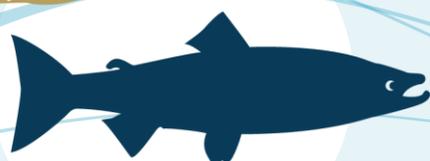


Tableau 1 : Structuration du programme de recherches appliquées porté par LOGRAMI selon les orientations du PLAGEPOMI

Orientations et dispositions	Thématique du Programme LOGRAMI	Actions concernées
Orientation C1 : Dépendance aux habitats	Caractérisation des habitats	Quantification des habitats potentiels actuels : Actualisation de la quantification des habitats potentiels pour le développement des juvéniles de saumon atlantique sur l'Allier entre la Bastide Puylaurent et la restitution de Naussac (S1), cf. § 2.2
	Continuité écologique et accessibilité	Conditions environnementales de l'année 2021, cf. § 3.1
		Conditions de migration, cf. § 3.3
		Fronts de migration des poissons migrateurs : habitats réels utilisés, cf. § 3.4
		Etude de la dévalaison des smolts par radiopistage sur la Gartempe, cf. § 3.5
Orientation C2 : Dynamique de population	Processus de Migrations	Les migrations des poissons migrateurs amphihalins, cf. § 4
		Effectifs des migrateurs aux stations de comptages, cf. § 5.1
	Géniteurs potentiels/reproducteurs	Relation entre le nombre de géniteurs en migration et les comptages d'actes de reproduction, cf. § 5.2 et 5.3
	Abondances des alevins	Relation entre le nombre de nids et l'abondance et la distribution des juvéniles, cf. § 5.5
Abondance de juvéniles de saumons, cf. § 5.4		
	Traits de vie	Structure en âge des saumons et des aloses, cf. § 6.1 et 6.2
		Structure démographique des anguilles européennes sur la Vienne, cf. § 6.3
		Structure en âge des juvéniles de lamproie marine sur le bassin de la Vienne, cf. § 6.4
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, cf. § 7
Orientation C4 : Soutien d'effectifs	Evaluation de l'efficacité (saumon atlantique)	Impact du piégeage sur le franchissement des saumons, cf. § 8.2
		Production de juvéniles à partir d'incubateur, cf. § 8.4
		Implantation des juvéniles déversés, cf. § 8.5
		Production estimée à partir du taux d'implantation, cf. § 8.5.2.1
		Taux de retour des individus déversés au stade pré-smolt, cf. § 8.6.1
		Taux de retour des individus déversés au stade alevins, cf. § 8.6.2
		Dynamique migratoire génésique selon l'origine des saumons, cf. § 8.7
Orientation G3 : Transfert de connaissance	Restitutions des informations	Valorisation vers les acteurs de l'eau, cf. § 9.2
		Valorisation des connaissances pour le grand public et accessibilité de la donnée, cf. § 9.3



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.

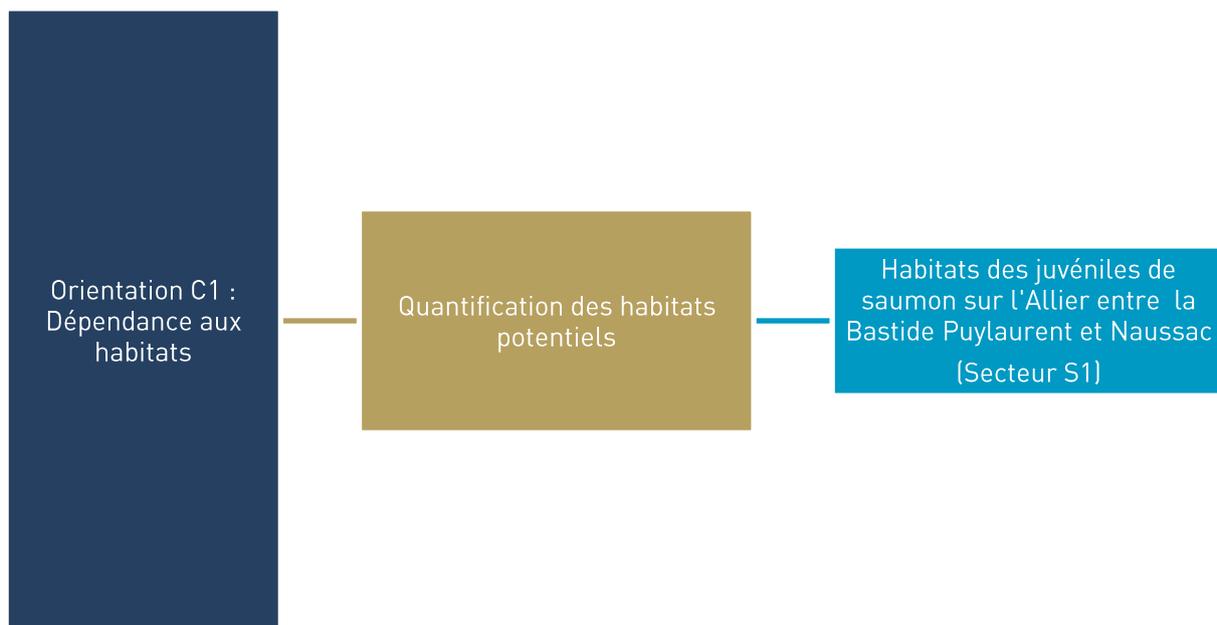


Figure 2 : Dendrogramme des actions menées dans le cadre de l'orientation C1 du PLAGEPOMI : Dépendance aux habitats (Source LOGRAMI)



2.2. Quantification des habitats potentiels pour le développement des juvéniles de saumon atlantique

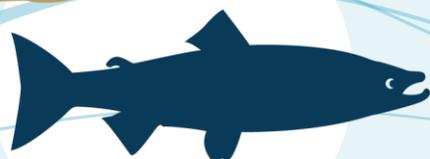
Depuis plusieurs années, LOGRAMI détermine les potentialités d'accueil des poissons grands migrateurs sur le bassin de la Loire. Cette démarche nécessite des investigations conséquentes afin de préciser les faciès et de quantifier les surfaces potentiellement productives. D'année en année, l'ensemble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

Aussi, après deux années 2015 et 2016 de caractérisation inédite de cinq affluents de l'Allier, les années 2017, 2018 et 2020 ont permis l'actualisation de la quantification des habitats potentiels pour le développement des juvéniles de saumon atlantique de **l'Allier entre Langeac et Pont du Château (secteurs S4 et S5) ainsi qu'entre la restitution de Naussac et Pont d'Alleyras (secteur S2)** (Figure 3) laquelle datait de 1999 (Malavoi, 1999; Minster & Bomassi, 1999).

En 2021, cette actualisation s'est poursuivie **sur le secteur S1 de l'Allier, le plus amont, situé entre la Bastide Puylaurent (48) (quelques kilomètres en aval des sources) et la restitution du barrage de Naussac (aval Langogne – 48).**

Ce secteur fait partie de la zone de reproduction historique du saumon atlantique. Après avoir été empêchée pendant 103 ans par l'impossibilité de franchissement suite à l'édification de barrage de Saint Etienne du Vigan en 1895, l'exploitation de ce secteur par les géniteurs a de nouveau été rendue possible grâce à l'arasement du barrage en 1998. Ainsi, il peut accueillir à nouveau une part de la reproduction des saumons atlantiques. Depuis 1999, entre 1 et 95 nids sont observés (surestimation fortement probable en 2006) pour une moyenne sur la période 2000-2020 (hors 2006) de 9 +/- 5 nids, soit entre 0,3 % et 10,2 % des nids comptés sur l'Allier (moyenne de 3,9 % +/- 2,8 %). Cette proportion pourrait toutefois augmenter puisque l'aménagement de l'ouvrage EDF de Poutès qui se traduit dès 2022 notamment par une ouverture de 91 jours de l'ouvrage est susceptible de modifier la répartition des nids vers l'amont par ce processus de colonisation naturelle des géniteurs déjà constatée lors de la phase de travaux.

Ce secteur a également fait l'objet de déversement d'alevins de pisciculture à 4 reprises entre 2002 et 2006 avec en moyenne 73 115 +/- 41 092 alevins (min : 16 081 ; max : 113 751) avant de devenir une zone refuge exempte d'alevinage.



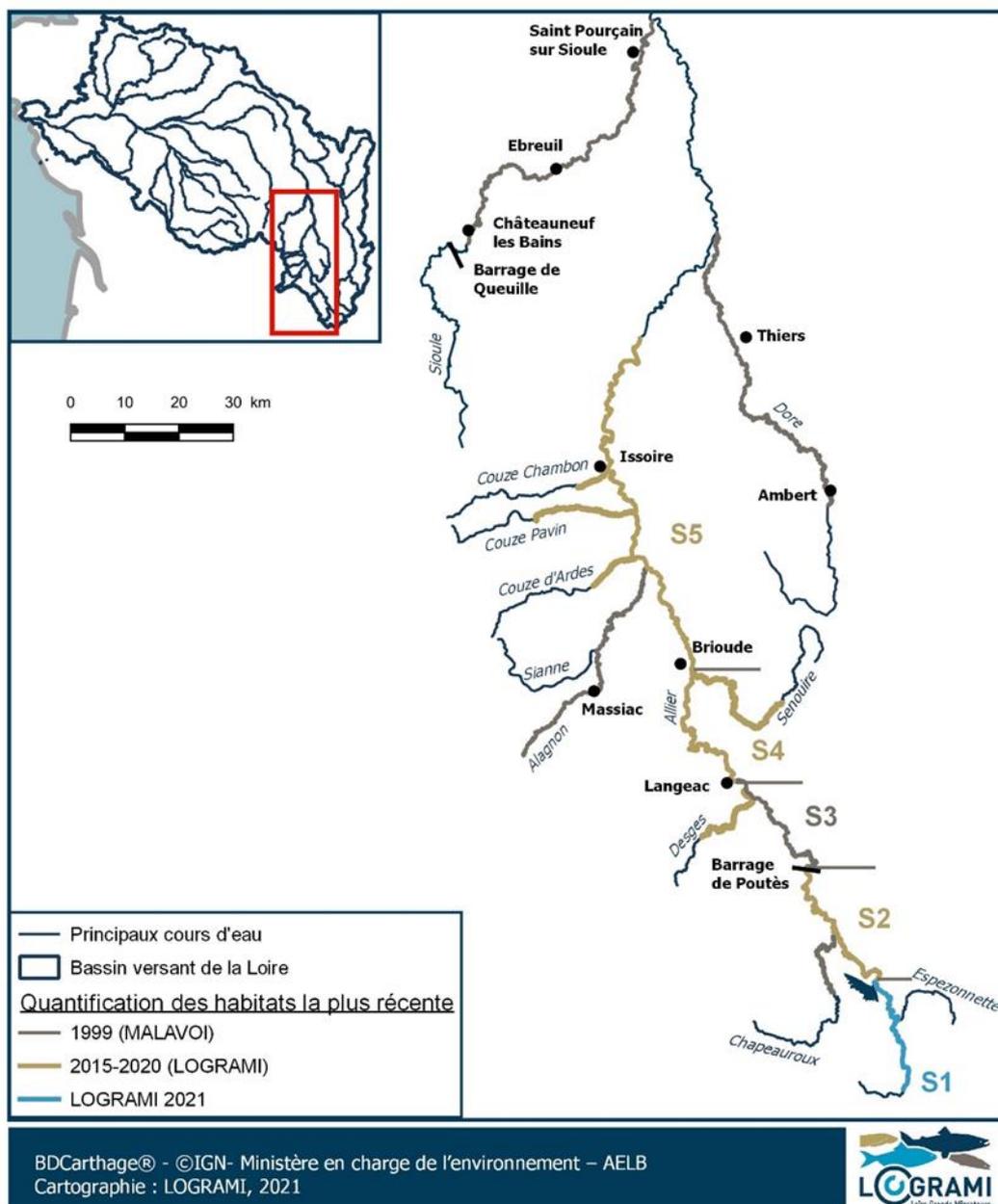
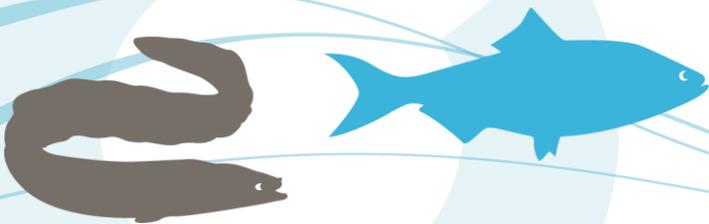


Figure 3 : Localisation du linéaire d'habitats décrits en 2021 et niveau d'actualisation de la quantification des habitats potentiels pour le développement des juvéniles de saumon atlantique sur le bassin de l'Allier

2.2.1. Matériel et méthodes

2.2.1.1 Protocole de prospection terrain

L'ensemble du linéaire de l'Allier entre la restitution du barrage de Naussac (confluence Donozau en aval de Langogne -48) et l'ouvrage ROE 49 767 seuil du camping de la Bastide (La Bastide Puylaurent - 48) a été parcouru de l'aval vers l'amont en binôme à pieds.



Les faciès d'écoulements sont déterminés selon la classification de (Malavoi & Souchon, 2002) (Figure 4). Pour chaque limite aval de faciès, un point cartographique est saisi sur une tablette (Samsung® Galaxy Tab A LTE 2019) équipée d'une carte GPS de série grâce à l'application QField®, solution Qgis® mobile sous Android® (Figure 5).

Ceci permet une intégration directe des données dans la base habitats de LOGRAMI (Association LOGRAMI, 2020).

PROFONDEUR	VITESSE	PROFIL EN TRAVERS	PROFIL EN LONG	FACIES	CODE
> 60 cm	< 30 cm/s	symétrique	<p>souvent en amont d'un obstacle ou d'un faciès de type radier ou rapide</p>	CHENAL LENTIQUE	CLE
			<p>en pied de cascade ou de chute</p>	FOSSE DE DISSIPATION	PRO
	asymétrique	<p>généralement dans une concavité de méandre</p>	MOUILLE DE CONCAVITE		
		<p>le long d'un obstacle à l'écoulement : embâcle, pile de pont, rocher</p>	FOSSE D'AFFOUILLEMENT		
> 30 cm/s		symétrique	<p>pas de situation particulière</p>	CHENAL LOTIQUE	CLO
< 60 cm	< 30 cm/s	symétrique	<p>souvent en amont d'un obstacle ou d'un faciès de type radier ou rapide</p>	PLAT LENTIQUE	PLL
			<p>pente douce, écoulement uniforme, vaguelettes à la surface de l'eau liées à la présence du substrat à proximité de la surface libre. Rugosité relative $H/S50 \sim 3 \text{ à } 4$ (H = hauteur d'eau, S50 = petit axe du D50, diamètre médian du substrat)</p>	PLAT COURANT	PC
	> 30 cm/s	symétrique	<p>pente plus forte, rupture de pente plus nette avec les faciès limitrophes. Turbulence plus forte liée à l'affleurement du substrat au ras de la surface libre. Rugosité relative $H/S50 \sim 2 \text{ à } 3$</p>	RADIER	RAD
			<p>pente très forte, forte turbulence matérialisée par de l'écume blanche. $H/S50 \sim 1.2 \text{ à } 2$</p>	RAPIDE	RAP
			<p>pente très forte, dénivelée entre l'amont et l'aval > 0.5 et < 1.5 m</p>	CASCADE	CAS
			<p>dénivelée > à 1.5 m</p>	CHUTE	CHU

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

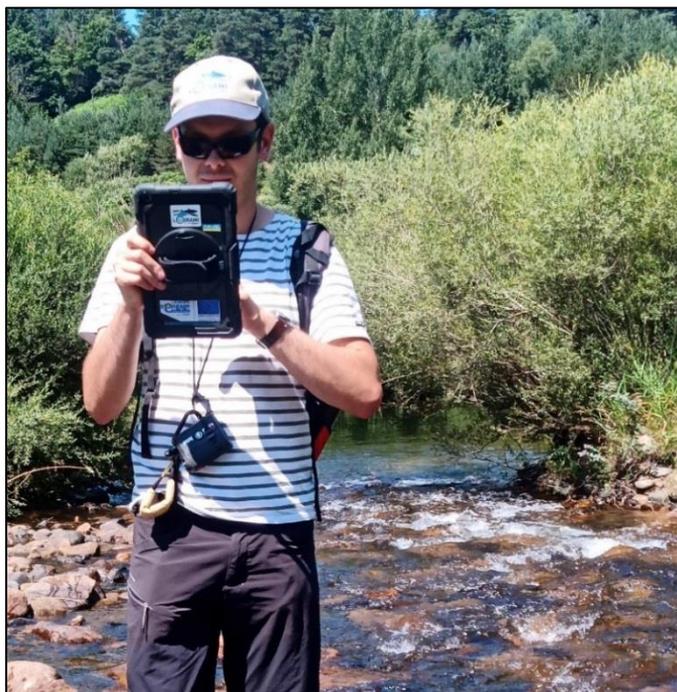


Figure 5 : Saisie d'un point « faciès » sur tablette lors d'une cartographie des habitats (©LOGRAMI)

Pour chaque point créé, un formulaire permet de renseigner les champs suivants dans une table attributaire :

- 🕒 le type de faciès identifié en aval du point ;
- 🕒 la granulométrie dominante et accessoire de ce faciès expertisée « à vue » selon la classification de (Wentworth, 1922) et simplifiée par (Cosyns et al., 2013) (Erreur ! Source du envoi introuvable.) ;
- 🕒 la largeur et/ou la longueur du faciès (mesurée au télémètre laser) si le besoin s'en fait sentir pour faciliter la digitalisation ultérieure des polygones ;
- 🕒 le type de bras où est localisé le faciès (principal ou secondaire) ;
- 🕒 des remarques diverses.

Tableau 2 : Classes de granulométrie utilisées pour la description de la granulométrie des faciès (classification de Wentworth (1922) simplifiée par LOGRAMI (Cosyns et al., 2013))

Nom de la classe granulométrique	Classes de taille <i>Diamètre perpendiculaire au plus grand axe (mm)</i>	Classes de taille adaptées au terrain <i>Diamètre perpendiculaire au plus grand axe (mm)</i>	Code
Rochers	>1024	>1025	R
Blocs	256-1024	256-1025	B
Pierres grossières	128-256	64-256	P
Pierres fines	64-128		
Cailloux grossiers	32-64	16-64	C
Cailloux fins	16-32		
Graviers grossiers	8-16		



Nom de la classe granulométrique	Classes de taille <i>Diamètre perpendiculaire au plus grand axe (mm)</i>	Classes de taille adaptées au terrain <i>Diamètre perpendiculaire au plus grand axe (mm)</i>	Code
Graviers fins	2-8	2-16	G
Sables grossiers	0,5-2	0,0625-2	S
Sables fins	0,0625-0,5		
Limons	0,0039-0,0625	<0,0625	L
Argiles	<0,0039		

2.2.1.2 Cartographie et traitement de données sur SIG

Les données saisies sur le terrain sont ensuite transférées de la tablette à un ordinateur afin d'être bancarisées sur un serveur LOGRAMI dédié (enrichissement de la table « faciès » de la base de données « habitats ») (Association LOGRAMI, 2020). Dès lors, des traitements géographiques postérieurs ont pu être réalisés à l'aide du logiciel de SIG Qgis®. Afin de calculer la surface de chaque faciès décrit, un polygone a été digitalisé à partir des photographies aériennes ou satellites du secteur les plus récentes (Google satellite 2019/IGN 2020) tout en se recalant par rapport aux points pris sur le terrain (limite amont faciès) (Figure 6). Les îlots et autres rochers émergents ont aussi été digitalisés afin de les déduire, autant que possible, dans l'estimation de la surface des faciès. Cette méthode permet d'appréhender au mieux les contours de la surface en eau. Elle paraît plus précise que la méthode du produit de la longueur du faciès par sa largeur moyenne (biais de la mesure de la largeur moyenne pour des formes de faciès non parallélépipédiques).

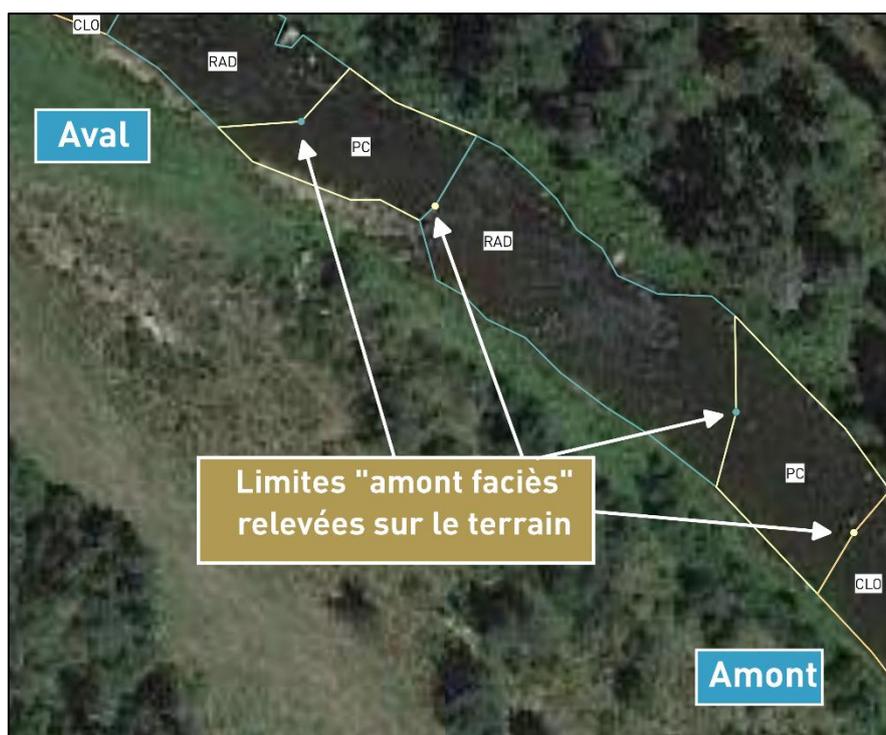
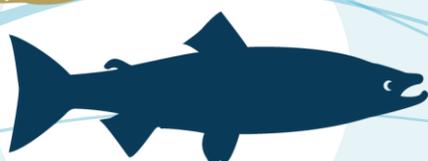


Figure 6 : Aperçu de la couche "faciès" après digitalisation de polygones à partir de photographies aériennes (Google satellite 2019/IGN 2020) et de points pris sur le terrain (limite amont faciès)



2.2.1.3 Estimation du potentiel d'accueil pour les juvéniles de saumon

Détermination des surfaces « Equivalents Radiers-Rapides » (ERR)

Pour leur développement, les juvéniles de saumon privilégient les secteurs présentant des vitesses de courant rapides comprises entre 10 et 100 cm/s, une hauteur d'eau faible entre 10 et 90 cm et un substrat grossier constitué principalement de cailloux, pierres et blocs (Souchon & Valentin, 1991); (Heggenes & Salveit, 1990); (Bardonnnet & Baglinière, 2000); (Heland & Dumas, J., 1994); (Baglinière & Champigneulle, 1982). Ces types de substrats forment de nombreux micro habitats refuges (McCormik et al., 1998). Les tacons 0+ se trouvent donc majoritairement sur des faciès de type radiers (RAD), rapides (RAP) et plats courants (PC).

Il est admis que la production en juvéniles des plats courants est cinq fois inférieure à celle des radiers et des rapides (Baglinière & Champigneulle, 1982). Ainsi, la méthode Equivalents Radiers-Rapides (ERR) de Prévost et Porcher (1996) est utilisée pour quantifier la surface productive en juvéniles saumons (S_{ERR}). Cette méthode initialement établie pour calculer les Totaux Autorisés de Captures (TAC) de saumons dans les rivières bretonnes a déjà été utilisée sur le bassin de la Loire (Minster & Bomassi, 1999; Bach et al., 2012; Bach et al., 2013; Bach et al., 2016; Bach et al., 2017).

$$S_{ERR} = \sum S_{RAD} + \sum S_{RAP} + (1/5 * \sum S_{PC})$$

Seuls les radiers, rapides et plats courants présentant des blocs, des pierres ou des cailloux dans leur granulométrie dominante ont été retenus pour ce calcul de surface favorable au développement des juvéniles de saumons.

Estimation de la production de tacons 0+ d'automne

Afin de traduire biologiquement cette expertise des habitats de ce secteur de l'Allier, des densités moyennes et maximales de tacons 0+ d'automne observées grâce aux échantillonnages annuels menés depuis 2001 sur ce secteur ont été appliquées aux surfaces favorables dites « ERR ». Pour ce faire, les Indices d'Abondance exprimés en CPUE (ind.0+/5mn) ont été convertis en densité (ind.0+/ m² d'ERR) via le coefficient de proportionnalité 0,592/100 obtenu après des échantillonnages de calibration entre des Indices d'Abondance et des échantillonnage par enlèvement sur des stations dont la surface ERR est connue (Bach et al., 2018).

Trois productions potentielles ont été calculées :

- La première correspond à la production moyenne interannuelle de tacons 0+ d'automne du secteur S1 depuis 2000. Elle est calculée à partir des productions annuelles estimées par croisement de la densité moyenne annuelle observée sur toutes les stations d'un linéaire colonisé défini annuellement et de sa surface ERR ;
- La seconde est calculée à partir de la densité maximale observée ponctuellement sur une station depuis 2000. Par généralisation à l'ensemble du secteur, elle correspondrait à une production de tacons 0+ d'automne potentielle maximale du secteur S1;
- La troisième consiste à prendre les standards de la littérature avec un tacon 0+ par m².

La différence entre la production moyenne historique et la production potentielle maximale permet d'évaluer le niveau d'exploitation passé du secteur.



2.2.2. Résultats de la cartographie des habitats de l'Allier entre la Bastide Puylaurent et la restitution de Naussac (S1)

2.2.2.1 Déroutement et conditions des prospections

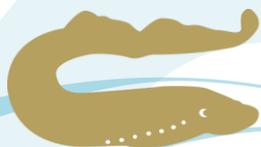
Sur les 40 kilomètres du secteur S1 de l'Allier qui séparent la restitution du barrage de Naussac (confluence Donozau en aval de Langogne - 48) aux sources de l'Allier (Moure de la Gardille - 48), 28,8 kilomètres (hors bras secondaire) ont été parcourus d'aval en amont en 5 journées (20/07/2021, 21/07/2021, 22/07/2021, 26/07/2021 et 27/07/2021) (Tableau 3).

En prenant en compte des bras secondaires, la description des 30,26 kilomètres a nécessité 33h19min de prospections pour une moyenne de 0,94 +/- 0,18 kilomètre décrit/heure. Cette vitesse de progression est moins élevée que celle observée en 2017, 2018 et 2020 sur les secteurs S4, S5 et S2 de l'Allier (respectivement 1,9, 1,81 et 1,63 km/h) (Bach et al., 2018 ; Association LOGRAMI, 2019 ; Association LOGRAMI, 2020). Cette différence peut tout d'abord être induite par la différence de méthode de prospection (remontée du cours d'eau à pieds en 2021 contre descente en hydrospeed en 2017, 2018 et 2020) mais aussi par une densité plus importante de faciès (points à saisir) sur le secteur S1 (38,5 faciès /km contre 13,2 faciès /km sur S4, 14,8 faciès /km sur S5 et 17,4 faciès /km sur S2).

Le débit moyen journalier de l'Allier enregistré à la station hydrométrique de Langogne lors de ces prospections était compris entre 1,38 et 1,90 m³/s (Tableau 3).

Tableau 3 : Bilan des prospections de terrain lors de la cartographie des habitats sur le secteur S1 de l'Allier en 2021 (LOGRAMI et <http://www.hydro.eaufrance.fr>)

Date	Secteur décrit	Distance parcourue (hors bras secondaire) [km]	Bras secondaire		Linéaire total décrit [km]	Durée (hh:mm)	Vitesse (km/h)	Débit Langogne (Nouveau-Monde)		
			Nb	Longueur cumulée [km]				QMJ (m ³ /s)	QM juillet ref (m ³ /s)	QM août ref (m ³ /s)
20/07/2021	Restitution Naussac - Concoules	7,3	3	0,19	7,49	09:14	0,81	1,65	2,21	1,27
21/07/2021	Concoules - 100 m en amont du viaduc SNCF de Bouchâtel	6,8	4	0,52	7,32	08:46	0,83	1,72		
22/07/2021	100 m en amont du viaduc SNCF de Bouchâtel - Passage à gué de Pranlac	5,6	8	0,75	6,35	05:16	1,21	1,9		
26/07/2021	Passage à gué de Pranlac - conf Rau du Fraisse	4,6	0	0	4,6	05:40	0,81	1,44		
27/07/2021	conf Rau du Fraisse - barrage du Camping de l'Allier (La Bastide-Puylaurent)	4,5	0	0	4,5	04:23	1,03	1,38		
Total		28,8	15	1,46	30,26	33:19	0,94			



Ces conditions hydrologiques correspondent parfaitement à celles observées en moyenne durant les mois de juillet et août depuis 35 ans (entre 1,27 et 2,21 m³/s). La « normalité » des conditions hydrologiques durant les prospections étant un prérequis satisfait, les résultats de cette quantification d'habitats peuvent être considérés comme représentatifs des contions normales de développement des juvéniles de saumons durant l'étiage sur ce secteur de l'Allier.

2.2.2.2 Limite amont de la quantification des habitats

En 2021, la quantification des habitats a pris fin au niveau seuil du camping de la Bastide ou « barrage du camping de l'Allier », ouvrage ROE 49 767 jugé très difficilement voire infranchissable à l'étiage (Figure 7), localisé sur la commune de La Bastide Puylaurent (48) à 1 035 m d'altitude et à 11,2 km des sources de l'Allier. Cette limite amont de la cartographie est essentiellement justifiée et par la présence de deux autres seuils franchissables uniquement en période de hautes eaux localisés dans les 715 m en aval du seuil du camping de la Bastide. Par ailleurs, entre ces trois seuils, aucune zone de reproduction pour le saumon n'a été observée. Enfin, la topographie de la rivière montre une augmentation soudaine de la pente moyenne à partir de Rogleton (988 m d'altitude) où est située la frayère à saumon la plus apicale connue à ce jour (Figure 8). En effet, la pente moyenne de 0,4 % sur 22,5 km en aval de Rogleton s'élève brutalement à 1 % jusqu'au seuil du camping de la Bastide pour ensuite atteindre 1,7 % sur les 6 km en amont du seuil et les dépasser au-delà.



Figure 7 : « Seuil du camping de la Bastide » ou « seuil du camping de l'Allier », ouvrage ROE 49 767



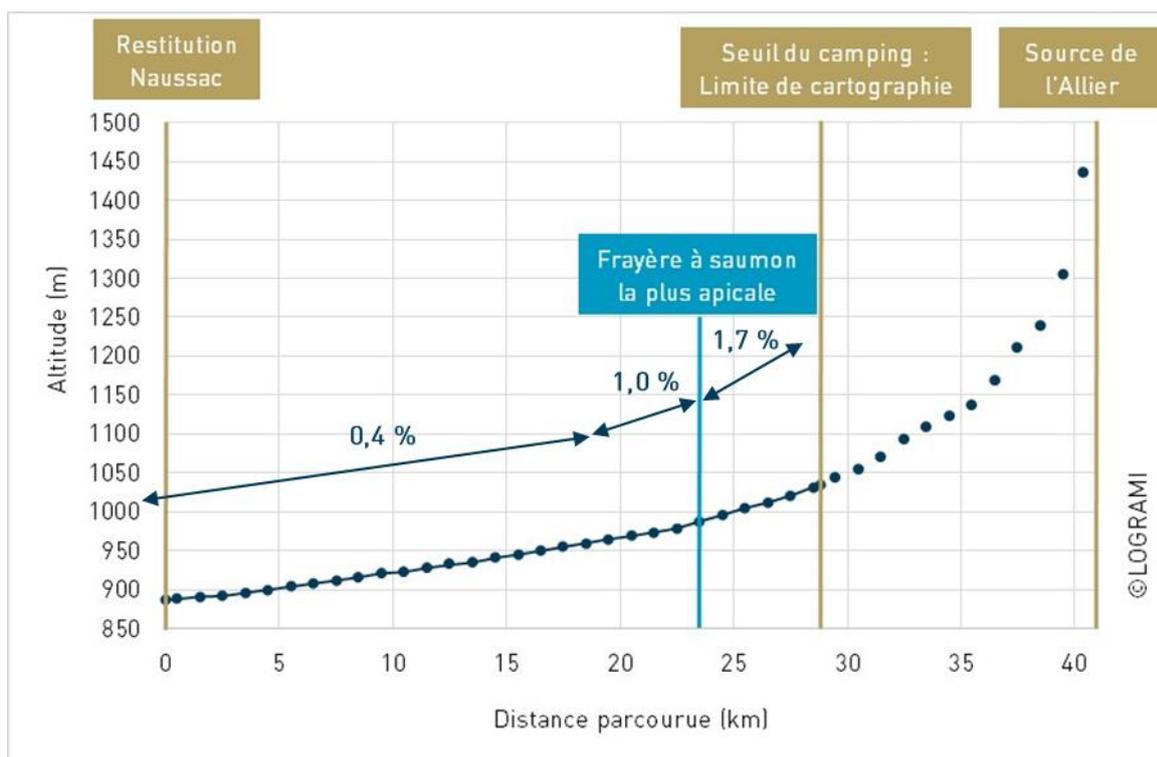


Figure 8 : Profil en long du secteur S1 de l'Allier entre la Bastide Puylaurent (48) (quelques kilomètres en aval des sources) et la restitution du barrage de Naussac (aval Langogne – 48) (LOGRAMI, 2021)

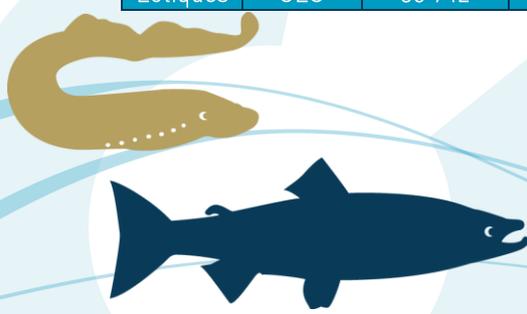
En 2021, 28,8 km (hors bras secondaire) ont donc été parcourus et décrits entre la restitution de Naussac et le seuil du camping de la Bastide. Ce linéaire est plus long que celui décrit en 1999 (Minster & Bomassi, 1999) de 11,8 km. En effet, lors de la précédente quantification des habitats, effectuée en hélicoptère, le manque de visibilité dû à la ripisylve associé à la faible largeur de l'Allier avait contraint la fin de description au niveau du pont de Luc (48) soit 17 km en amont de la restitution de Naussac.

2.2.2.3 Bilan de la quantification d'habitats favorables au développement de juvéniles de saumon atlantique sur le secteur S1

1 164 faciès ont été inventoriés sur le secteur S1. Leur digitalisation, qui a nécessité 36,5 h de traitement, a permis d'en évaluer une surface totale de **356 898 m²** (environ 35,7 ha) (Tableau 4). Les faciès lotiques prédominent en nombre (79,55 %) mais pas en surface (44,03 %). Les plats courants (PC) sont les faciès lotiques les plus largement observés (36,34 % des faciès totaux pour 20,52 % de la surface totale). Les chenaux lenticques (CLE) sont les faciès lenticques les plus largement rencontrés (12,2 % des faciès totaux pour 37,11 % des surfaces totales) (Figure 9).

Tableau 4 : Bilan de la description des habitats et de la quantification des habitats potentiels pour le développement des juvéniles de saumon atlantique sur le secteur S1 de l'Allier entre Naussac et le seuil du camping de la Bastide en 2021

Faciès	Surface (m ²)	%	Nb faciès	%				
Lenticques	CLE	132 430	37,11	142	12,20			
	PLL	31 325	8,78	85	7,30			
	PRO	35 995	10,09	11	0,95			
Lotiques	CLO	35 942	10,07	44,03	138	926	11,86	79,55



Faciès		Surface (m ²)		%	Nb faciès		%	
	PC	73 233		20,52		423		36,34
	RAD	45 854		12,85		333		28,61
	RAP	1 929		0,54		24		2,06
	CAS	137		0,04		4		0,34
	CHUTE	53		0,01		4		0,34
Total		356 898			1164			
ERR		60 478						

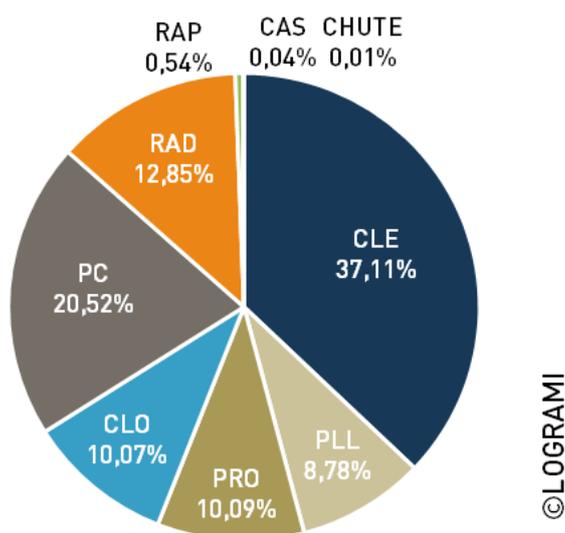


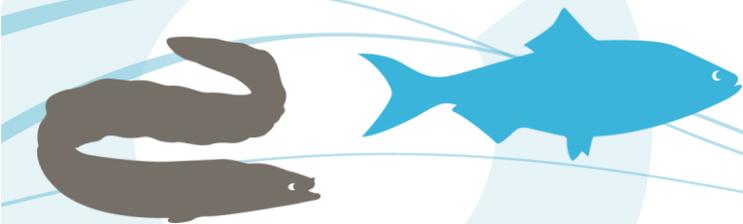
Figure 9 : Répartition des surfaces par faciès d'écoulement sur le secteur S1 de l'Allier en 2021 (LOGRAMI)

Les faciès potentiellement favorables au développement des juvéniles de saumon, radiers (RAD), rapides (RAP) et plats courants (PC) représentent 33,91 % de la surface totale décrite.

Parmi ces faciès favorables, 5 radiers, 7 rapides et 15 plats courants ne présentant pas **des blocs, des pierres ou des cailloux dans leur granulométrie dominante** ont été écartés pour le calcul de la surface totale d'Equivalentes Radiers-Rapides (surface des PC pondérée).

Les raisons qui ont permis cette sélection sont basées sur les faits :

- Les 5 radiers écartés présentaient une granulométrie dominante constituée de roche-mère. Avec 355 m², la somme de leurs surfaces représente 0,77 % des surfaces de radiers décrites sur le secteur S1 et 0,10 % des surfaces totales décrites ;
- Les 7 rapides écartés présentaient une granulométrie dominante constituée de roche-mère. Avec 675 m², la somme de leurs surfaces représente 34,99 % des surfaces de rapides décrites sur le secteur S1 et 0,19 % des surfaces totales décrites ;
- Sur les 15 plats courants écartés, 12 présentaient une granulométrie constituée de roche-mère et 3 présentaient une granulométrie constituée de graviers. Avec 4 608 m², la somme de leurs surfaces représente 6,29 % des plats courants sur le secteur S1 et 1,29 % des surfaces totales décrites.



La granulométrie accessoire de 19 de ces 38 faciès étant constituée de cailloux, de blocs et de pierres, il est possible que ces derniers présentent, à la marge, d'infimes surfaces favorables au développement des juvéniles de saumon. La surface totale d'Equivalents Radiers-Rapides décrite sur le secteur S1 peut donc être considérée comme minimale.

Ainsi le secteur S1 présenterait un total d'Equivalents Radiers-Rapides (surface des PC pondérée) de **60 478 m²** (environ 6 ha) (Tableau 4), soit **16,95 %** de la surface totale.

2.2.2.4 Impact des ouvrages sur les faciès situés en amont

Sur le secteur S1 décrit, 37 206 m² de faciès lenticques ont été rencontrés en amont de cinq ouvrages (Tableau 5). Ces surfaces lenticques représentent 18,63 % des surfaces lenticques totales du secteur S1.

Par application de la proportion d'habitats favorables d'Equivalents-Radiers-Rapides calculée sur la surface totale sans retenues artificielles (18,92 % pour 356 898-37206 = 319 692 m²) à la surface totale de ces retenues, la perte potentielle par ennoisement d'ERR causée par ces ouvrages a été estimée à 7 039 m², ce qui représente 11,64 % des surfaces ERR décrites sur ce secteur.

Parmi ces ouvrages, le seuil de Naussac II est le plus impactant (84,17 % des surfaces lenticques artificielles = 5 925m² d'ERR perdu par ennoisement) car il est le plus haut et situé sur la partie aval du secteur où la pente est la moins importante et où le lit de la rivière est le plus large.

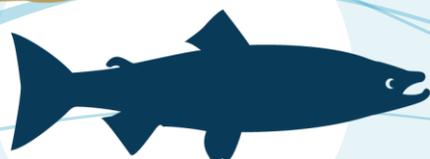
Tableau 5 : Surfaces des faciès lenticques induites par les 5 ouvrages référencés (ROE) sur le secteur S1 de l'Allier entre Naussac et Bastide-Putlaurent cartographié en 2021

Ouvrage	ROE	Surface faciès lenticques de la retenue (m ²)
Seuil de Naussac II	45596	31 318
Seuil de Luc - Les Devezes	34021	3 380
Seuil de Luc amont	34032	1 444
Prise d'eau étang la Palo-Prise d'eau étang de la Bastide	49765	747
Seuil de Seuil du moulin du Camping	70519	317
	Surface totale	37 206

2.2.2.5 Production potentielle de tacons 0+ d'automne du secteur S1

La production annuelle moyenne du secteur S1 sur la période 2000-2021 est de 7 072 tacons 0+ d'automne +/- 11 140.

La densité maximale observée sur une station du secteur S1 depuis 2000 est de 1,01 0+/m² d'ERR (IA de 171 ind.0+/5 min. en 2006 à « amont camping Langogne »). Cette densité maximale observée est très légèrement supérieure à 1 tacon 0+/m² qui correspondrait au territoire d'un tacon 0+ de longueur fourche avoisinant les 10 cm (Keeley & Grant, 1995). La taille du territoire augmentant avec celle de l'individu et la longueur fourche moyenne des tacons à « amont camping Langogne » en 2006 étant de 7,34 +/- 0,97 cm, il est probable que la densité estimée sur cette station devait être proche de celle observée en situation d'exploitation optimale des surfaces favorables (saturation) par des individus de cette taille. Cette densité peut donc être utilisée pour estimer une production maximale potentielle du secteur S1 qui s'élèverait à **61 083 tacons 0+ d'automne**.



Selon la densité de 1 tacon/m² de la littérature, le secteur S1 présentant un total d'Equivalents Radiers-Rapides (surface des PC pondérée) de 60 478 m², aurait une production potentielle de **60 478 tacons 0+ d'automne**. Depuis 2000, le secteur S1 ne produirait en moyenne que **11,58 %** de son potentiel maximum (7 072/61 083).

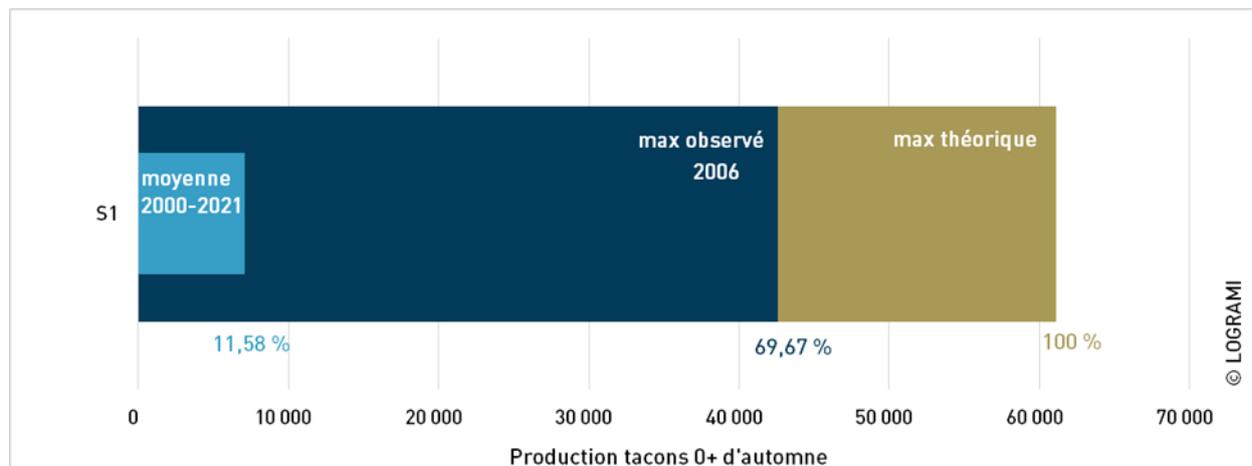


Figure 10 : Production moyenne de tacons d'automne 0+ du secteur S1 de l'Allier (2000-2021) et comparaison avec le maximum observé et le maximum théorique

2.2.3. Comparaison avec la quantification de 1999

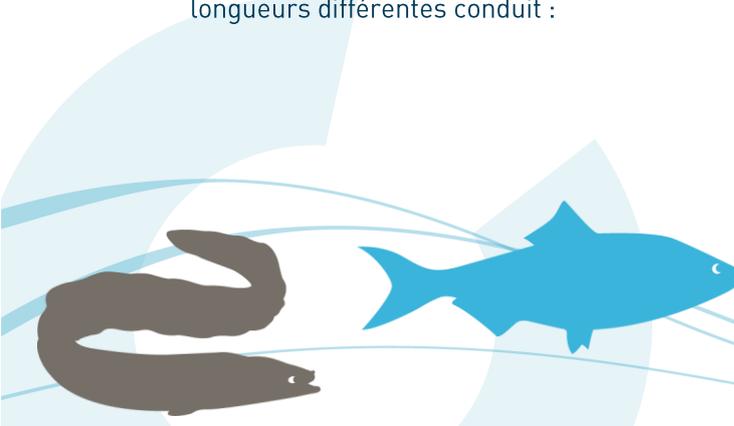
Les données obtenues durant la campagne de cartographie du secteur S1 de l'Allier en 2021 ont été comparées à celles acquises par Minster et Bomassi en 1999 (Figure 10). Deux comparaisons sont possibles : la première porte sur les 17 km de linéaire commun entre les 2 études, la seconde sur les linéaires totaux décrits (17 km en 1999 contre 28,8 km en 2021).

Les radiers à blocs (RAB) et les radiers sans blocs (RAD) qui ont été distingués en 1999 ont été rassemblés pour pouvoir les comparer aux résultats de l'actualisation menée en 2021.

La comparaison des deux quantifications d'habitats sur le linéaire commun de 17 km met en évidence :

- 🌀 Un nombre de faciès beaucoup plus important en 2021 (+174%) ;
- 🌀 Des surfaces totales décrites moins importantes en 2021 (-23,76 %) ;
- 🌀 Une diminution de la proportion et de la quantité des faciès lenticques en 2021 (de 66,69 % à 57,24 %) qui s'accompagne d'une augmentation de la proportion et de la quantité des faciès lotiques (Tableau 7) ;
- 🌀 Une surface d'ERR favorable aux juvéniles de saumons moins importante en 2021 (-22,25 %). Les proportions de surface ERR (surface RAD + surface RAP + 1/5^{ème} surface PC) étant relativement stables entre les 2 études (14,8 % en 1999 contre 15,1 % en 2021), cette diminution de surface ERR totale en 2021 est liée à celle des surfaces totales décrites. La différence de méthodologie de définition des surfaces entre les deux quantifications est probablement en cause.

La comparaison des deux quantifications d'habitats considérant les linéaires totaux décrits de longueurs différentes conduit :



- à l'amplification du constat établi pour le linéaire commun d'un nombre de faciès beaucoup plus important en 2021 (+ 482%) ;
- à un amoindrissement de la différence de surface totale décrite. La surface totale décrite en 2021 sur 28,8 km (30,26 km avec les bras secondaires) reste néanmoins toujours légèrement inférieure à celle décrite en 1999 (356 898 contre 368 882 soit - 3,2 %) même avec 11,8 km de linéaire décrit supplémentaire ;
- à une diminution de la proportion et de la quantité des faciès lenticques en 2021 (de 66,69 % à 55,97 %) qui s'accompagne d'une augmentation de la proportion et de la quantité des faciès lotiques (Tableau 7). Ce constat est lié à l'augmentation de la pente sur le secteur amont supplémentaire décrit en 2021 ;
- à l'inversion du constat portant sur la surface d'ERR puisque, sur le linéaire total de 28,8 km, cette dernière devient plus importante que celle décrite en 1999 (sur 17 km) (60 478 m² contre 54 597 m² soit + 10,8 %).

Tableau 6 : Comparaison des quantifications d'habitats du secteur S1 de l'Allier réalisées en 1999 et en 2021

Faciès	1999- 17 km		2021 linéaire commun 1999 17 km		2021 linéaire total 28,8 km	
	surface (m ²)	nb faciès	surface (m ²)	nb faciès	surface (m ²)	nb faciès
CLE	82 587	36	107 446	64	132 430	142
PLL	163 433	46	17 644	26	31 325	85
PRO			35 902	10	35 995	11
CLO	684	1	33 569	111	35 942	138
PC	84 478	57	53 376	180	73 233	423
RAD	37 076	59	31 774	141	45 854	333
RAP	624	1	1 520	15	1 929	24
CAS					137	4
CHUTE			11	1	53	4
Total	368 882	200	281 242	548	356 898	1 164
ERR	54 597		42 447		60 478	

Tableau 7 : Comparaison de la répartition des faciès lenticques et lotiques du secteur S1 de l'Allier en 1999 et en 2021

	1999		2021 linéaire commun 1999 17km		2021 linéaire total 28,8km	
	Surface (m ²)	%	Surface (m ²)	%	Surface (m ²)	%
Faciès lenticques	246 020	66,69	160 992	57,24	199 750	55,97
Faciès lotiques	122 862	33,31	120 250	42,76	157 148	44,03



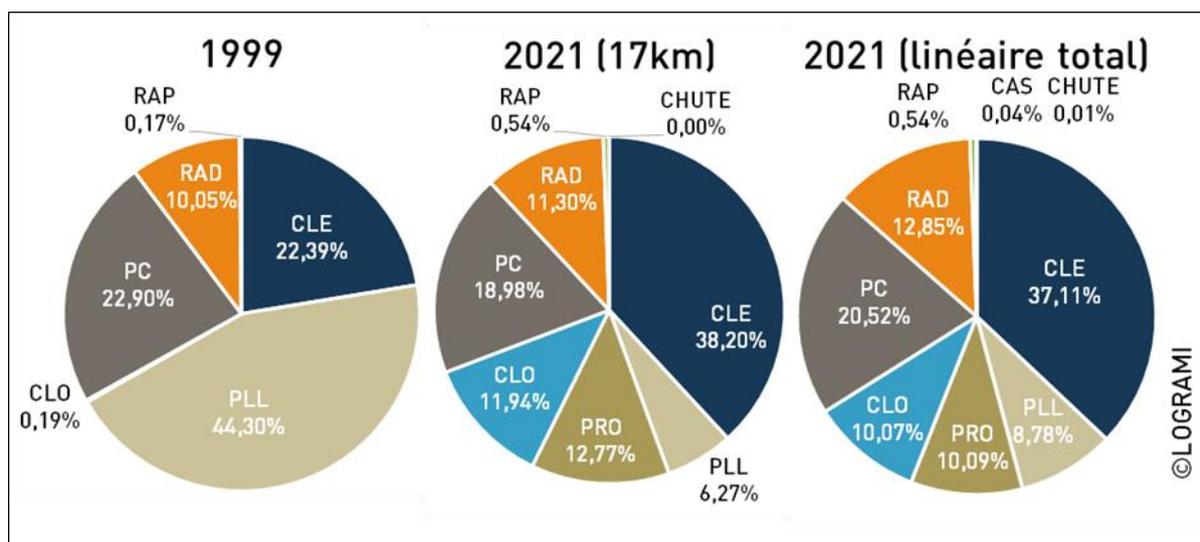


Figure 11 : Comparaison de la répartition des différents faciès (en proportion de leur surface cumulée) décrits en 1999 en 2021 sur le secteur S1 de l'Allier

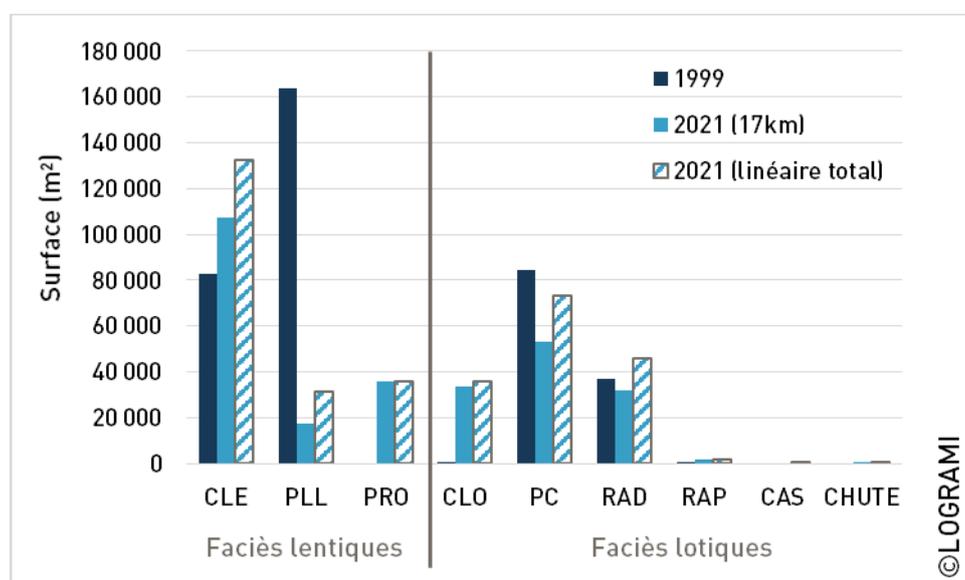
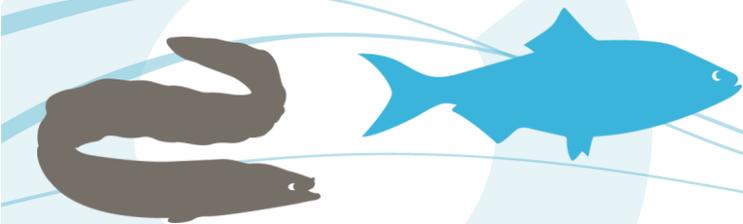


Figure 12 : Comparaison de la répartition des différents faciès (en surface cumulée) décrits en 1999 en 2021 sur le secteur S1 de l'Allier

Plus précisément, à l'échelle des faciès lenticques, la comparaison des deux quantifications d'habitats met en évidence (Tableau 6, Figure 11 et Figure 12) :

- une forte diminution de la proportion des plats lenticques (PLL) (de 44,30 % en 1999 à 6,27 % en 2021 pour le linéaire commun de 17 km et à 8,78 % pour le linéaire de total) ;
- une légère augmentation de la proportion des chenaux lenticques (CLE) (de 22,39 % en 1999 à 38,20 % en 2021 pour le linéaire commun de 17 km et à 37,11 % pour le linéaire de total) ;
- l'apparition des profonds (PRO).

Concernant les faciès lotiques, la comparaison des deux quantifications d'habitats met en évidence (Tableau 6, Figure 11 et Figure 12,) :



- une très forte augmentation de la proportion des chenaux lotiques (CLO) (de 0,19 % en 1999 à 11,94 % en 2021 pour le linéaire commun de 17 km et à 10,07 % pour le linéaire de total) ;
- une légère diminution de la proportion des plats courants (PC) (de 22,9 % en 1999 à 18,98 % en 2021 pour le linéaire commun de 17 km et à 20,52 % pour le linéaire de total) ;
- une légère augmentation de la proportion cumulée des radiers (RAD) et des rapides (RAP) (de 10,20 % en 1999 contre 11,84 % en 2021 pour le linéaire commun de 17 km et contre 13,39 % pour le linéaire de total);
- l'apparition de chutes et de cascades.

2.2.4. Discussion

2.2.4.1 Niveau d'exploitation du potentiel d'accueil du secteur S1 depuis 2000

Cette campagne de quantifications des habitats a permis d'actualiser à 60 478 m², la surface ERR favorable au développement des juvéniles de saumons sur le secteur S1 de l'Allier. Au regard des densités de tacons 0+ d'automne observée, l'estimation de la production potentielle de tacons 0+ d'automne montre que depuis 2000, ce secteur S1 ne produirait que 11,88 % de son potentiel maximum. Cette production moyenne théorique a été artificiellement soutenue par des déversements d'alevins de pisciculture sur ce secteur de 2002 à 2006. Ces déversements ont notamment permis d'observer en 2006 un taux d'occupation record avec une production correspondant à 69,2 % du potentiel maximum. Après 2006 et depuis la définition d'une zone refuge en 2008, ce secteur est exempt de déversement d'alevins. Cet arrêt de déversement a eu pour répercussion une diminution de la densité moyenne globale de tacons 0+ produits (27 263 +/- 12 204 avec alevinage contre 2 586 +/- 3 130 sans) (Figure 13) mais les individus qui y sont échantillonnés sont dorénavant issus exclusivement de la reproduction naturelle. Aussi comme le montrent les années 2012 et 2021, avec des conditions environnementales favorables les quelques géniteurs ayant pu franchir Poutès (118 en 2011 et 48 en 2020) et se reproduire sur ce secteur S1 peuvent aboutir à une production intéressante (respectivement 19% et 13,7 % du maximum théorique) (Figure 13).

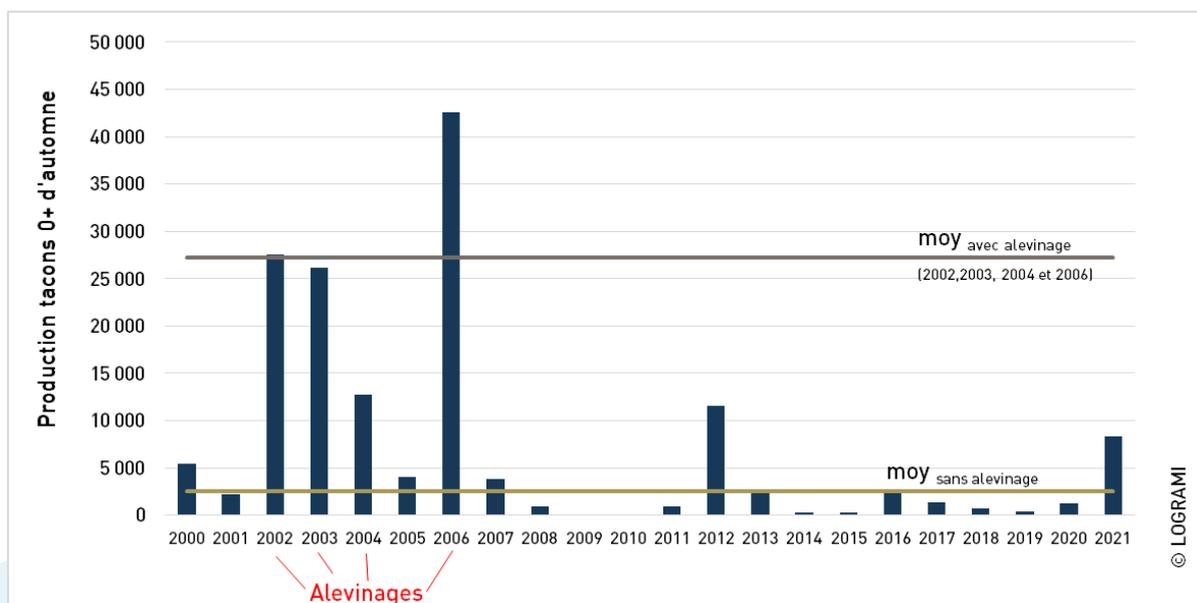
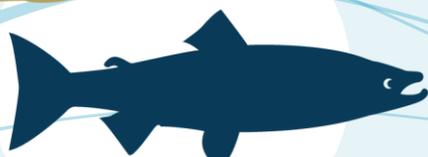
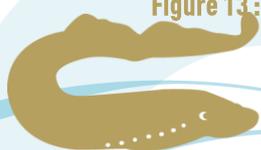


Figure 13 : Production de tacons 0+ d'automne du secteur S1 de l'Allier depuis 2000



Connaissant la productivité des frayères sur ce secteur par croisements des données de comptage de nids et de tacons 0+d'automne l'année n+1, il est possible de définir un nombre de nids nécessaires pour saturer les surfaces ERR disponibles sur le secteur S1. Par ailleurs, connaissant le ratio géniteurs /nids, par croisements des données de comptage de géniteurs à Poutès et de nids, il est possible de définir un nombre moyen de géniteurs nécessaires pour saturer les surfaces ERR disponibles sur le secteur S1. Ainsi :

- Avec une productivité des frayères moyenne observée de 2010 à 2021 de 534+/- 606 tacons 0+/frayère (Figure 14), il faudrait 113 nids sur le secteur S1 pour le saturer en tacons 0+ d'automne. A raison d'en moyenne 1,36 +/- 0,2 géniteurs par frayère comptabilisée en amont du barrage de Poutès sur la période 2000-2020, la reproduction de 154 géniteurs sur le secteur serait nécessaire pour le saturer ;
- Avec la productivité maximum de 1 671 tacons 0+/frayère observée en 2021 dans des conditions de développement très favorables, il faudrait seulement 36 nids sur le secteur S1 pour le saturer en tacons 0+ d'automne. Par analogie avec le calcul précédent, la reproduction de 49 géniteurs sur ce secteur serait nécessaire pour le saturer.

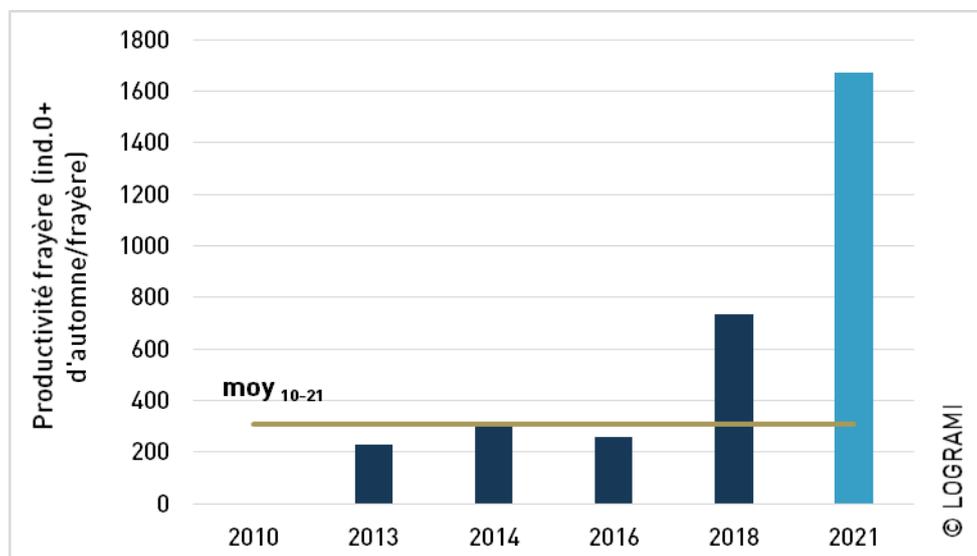


Figure 14 : Productivité des frayères de saumons du secteurs S1 sur l'Allier depuis 2010

2.2.4.2 Comparaison avec la quantification de 1999

Tout comme constaté en 2017, 2018 et 2020 sur les secteurs aval de l'Allier S2, S4 et S5, toutes les différences observées entre les bilans des deux quantifications (1999 et 2021) résultent des disparités dans les méthodes employées pour distinguer les faciès et pour estimer leurs surfaces (Association LOGRAMI, 2019, 2021).

En effet, en 1999 les habitats avaient été déterminés à partir de prises de vues vidéos effectuées en période d'étiage par hélicoptère à basse altitude (moins de 100 m du sol) et de cartographies au 1/25 000^e (Malavoi, 1999). Cette méthode ne permet pas de décrire avec précision **la hauteur d'eau et la vitesse de courant, critères de distinction prépondérants de la clé de détermination des faciès.** En 2021, comme le montre l'augmentation du nombre de faciès décrits (5,8 fois supérieur qu'en 1999), le travail de détermination des faciès effectué à pieds est beaucoup plus précis. Aussi, les granulométries principale et accessoire n'étaient pas décrites en 1999 car pas appréciables



précisément. Par conséquent, des faciès présentant une granulométrie principale non adaptée aux juvéniles de saumons (roche mère, roches, graviers, limons et sables) ont potentiellement été évalués à tort comme des surfaces propices au développement des juvéniles de saumons.

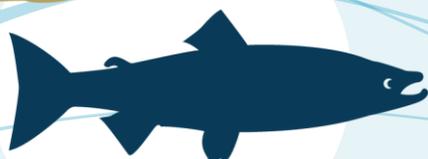
Par ailleurs, en 1999, la largeur moyenne des faciès était mesurée sur carte au 1/25 000^e au droit de chaque faciès. Il était considéré que cette largeur correspondait à la largeur du cours d'eau à l'étiage dans la mesure où les prises de vues aériennes de l'IGN, dont étaient issues les cartes, étaient généralement réalisées en été. Enfin sur SIG, par croisement entre les longueurs des faciès avec leur largeur à l'étiage, leur surface était calculée. Dans le cas de faciès non parallélogrammiques, cette méthode de calcul est moins respectueuse de la réalité que celle des polygones employée en 2021 (digitalisation du contour des faciès et retrait des « îlots » émergés). La proportion **des surfaces ERR entre les 2 campagnes de quantifications sur le linéaire décrit commun (17km) étant stable, la diminution observée en 2021 peut être attribuée à cette différence méthodologique notable qui conduit à une diminution des surfaces totales décrites.**

Enfin, les prospections à pieds ont aussi permis de décrire 11,8 km de linéaire de plus que les prospections par survols (28,8 km en 2021 contre 17 km en 1999 soit 18 031 m² d'ERR – 29,81 % des ERR totales décrites sur S1 en 2021). De même, les bras secondaires n'étaient pas décrits en 1999. Bien que représentant une faible proportion des surfaces ERR totales décrites en 2021 (4,65 %), celle-ci n'est pas négligeable.

2.3. Conclusion

En 2021, la base « habitats » 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 élaborée en 2018 par LOGRAMI, a été enrichie par une campagne de description des habitats du secteur S1 de l'Allier. Cette dernière a permis d'actualiser les surfaces favorables au développement des juvéniles de saumons à l'aide d'une méthode plus précise car plus réaliste que celle employée en 1999 et dans des conditions hydrologiques considérées comme normales. Les surfaces ERR sont revues à la hausse comparativement à celles évaluées en 1999 (de 54 597 à 60 478 m² soit une augmentation de 10,77 %). Cette augmentation semble avant tout liée au mode de prospection à pieds qui a permis de décrire 11,8 km supplémentaires en 2021 puisque sur le linéaire commun (17 km), la précision de la méthode de description des habitats appliquée en 2021 entraîne une diminution des surfaces décrites et de surcroît de celles des ERR.

Pour finir l'actualisation des potentialités d'accueil de l'Allier pour le développement des juvéniles de saumons, il ne reste plus qu'à expertiser les habitats du secteur S3 (aval Poutès – Langeac) ainsi que ceux de l'ancienne retenue du barrage de Poutès. En attendant que les habitats se stabilisent à la suite des travaux de réaménagement de l'ouvrage de Poutès, l'actualisation de la quantification des habitats va se concentrer dès 2022 sur des affluents de l'Allier potentiellement colonisés par les saumons (Chapeauroux...).



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 15). 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.

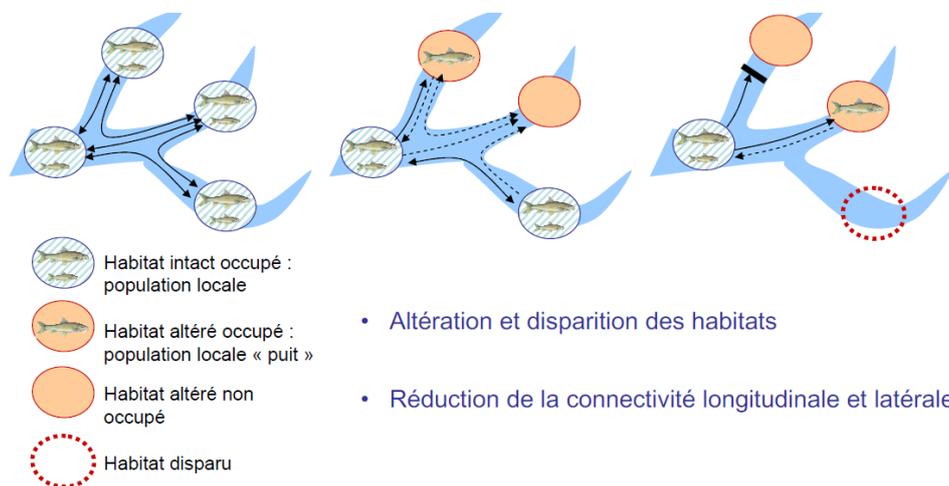
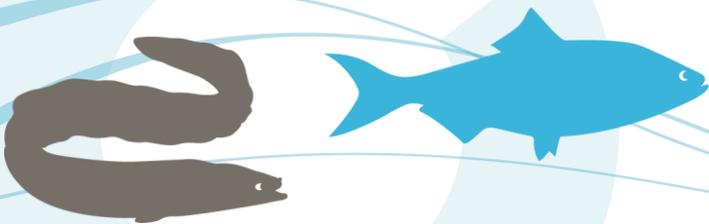


Figure 15 : Schéma d'altération, de disparition des habitats et de réduction de la connectivité longitudinale et latérale des cours d'eau (Sources : C. Le Pichon, G. Gorges, J. Baudry, T. Faure et H. Boussard, 2006)



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 (ouvrages sans dispositif de franchissement ou mal entretenus, 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.

La Figure 16 renseigne les actions réalisées par LOGRAMI en 2021 pour répondre à cette problématique et à l'orientation C1 Dépendance aux habitats du PLAGEPOMI.

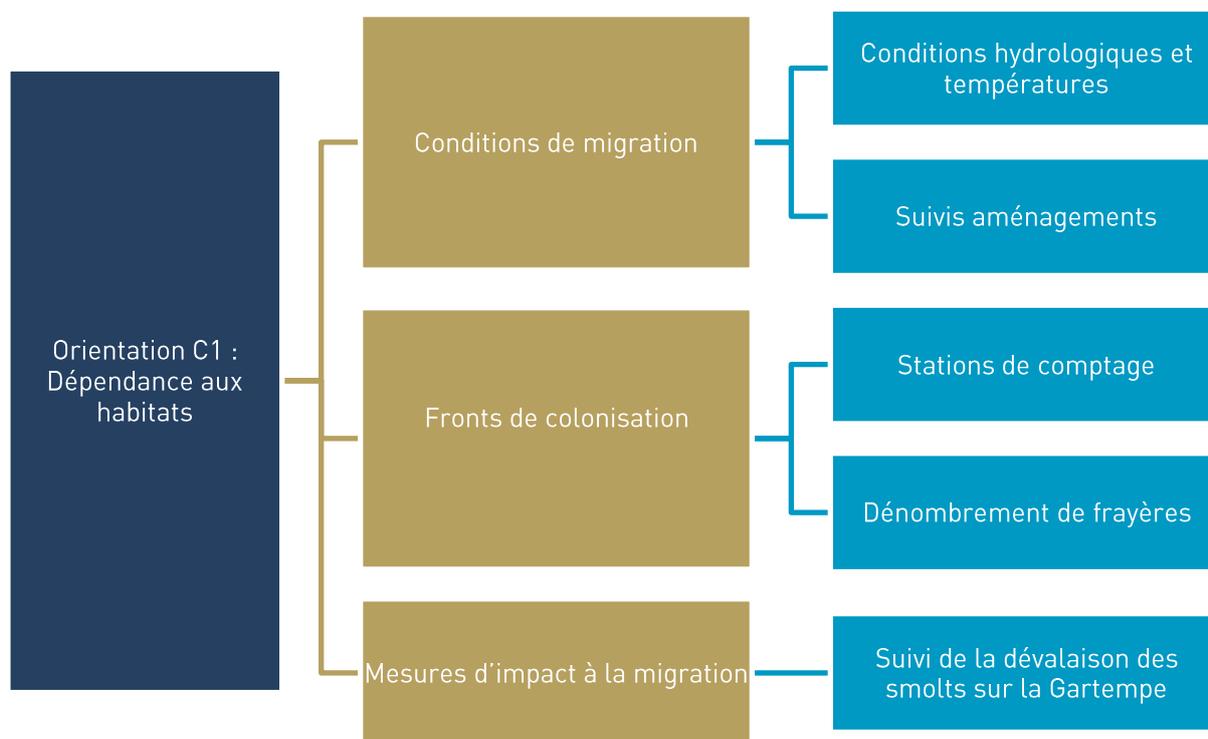


Figure 16 : Dendrogramme des actions menées en 2021 par LOGRAMI dans le cadre de l'orientation C1 : dépendance aux habitats (Source : LOGRAMI)



3.1. Conditions environnementales de l'année 2021

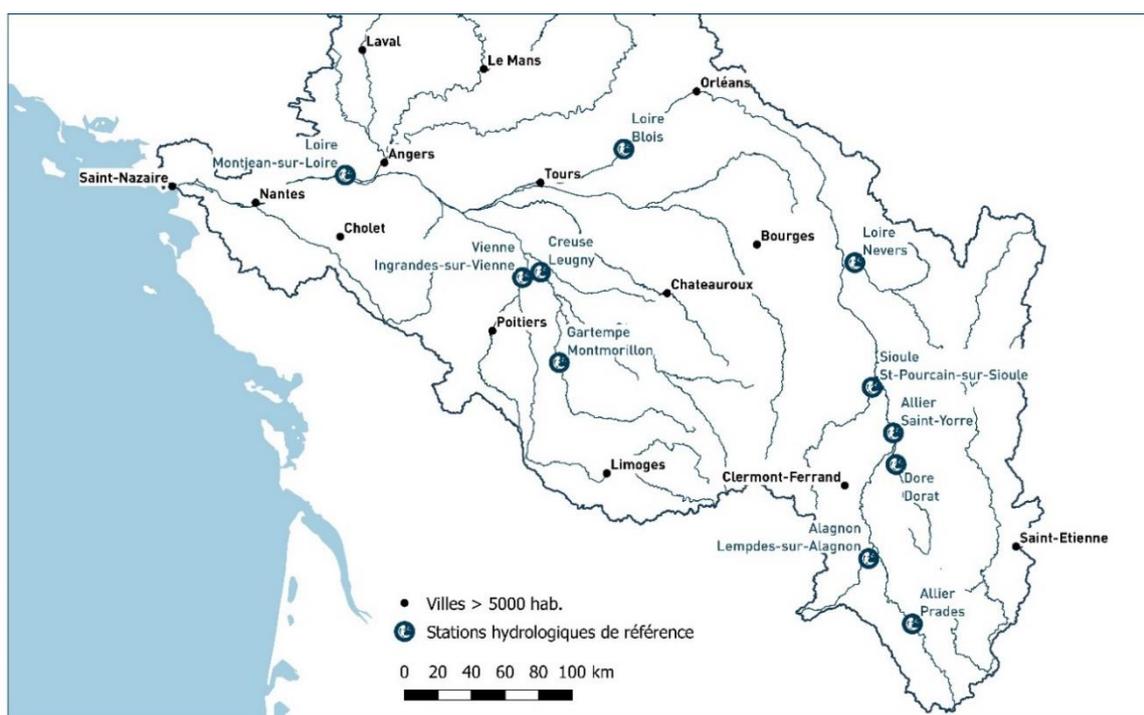
L'activité migratoire des poissons est conditionnée par des paramètres environnementaux. Parmi eux, la température de l'eau ainsi que les débits des cours d'eau ont été recensés comme étant les principaux facteurs influant sur les migrations des poissons. Au niveau d'un barrage hydroélectrique, le fonctionnement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

3.1.1. Les débits

3.1.1.1 Matériel et méthodes

Les débits moyens journaliers du bassin de la Loire sont fournis par la banque nationale de données sur l'hydrométrie et l'hydrologie (banque hydro : www.hydro.eaufrance.fr). Ainsi, l'exploitation de ces données 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 2021, mesurés aux différentes stations hydrologiques (Figure 17 et Tableau 8), n'ont pas tous été validés par les différents producteurs de données. Les valeurs décrites ci-après sont donc susceptibles d'évoluer.



BDCarthage® - ©IGN- Ministère en charge de l'environnement - AELB - Hydro-MEDD/DE
Cartographie : LOGRAMI, 2021



Figure 17 : Localisation des stations hydrométriques de référence sur le bassin de la Loire (Sources : banque hydro : www.hydro.eaufrance.fr)



Tableau 8 : Stations hydrologiques de référence et secteurs associés utilisées pour la caractérisation des débits sur le bassin de la Loire en 2021 (Sources : banque hydro : www.hydro.eaufrance.fr)

Secteur	Station hydrologique de référence	Distance à l'estuaire (km)
Loire aval	Montjean sur Loire (1863-2021)	100
Loire moyenne	Blois (1863-2021)	275
Loire amont	Nevers (1955-2021)	546
Vienne	Ingrandes sur Vienne (1918-2021)	260
Creuse	Leugny (1964-2021)	270
Gartempe	Montmorillon (1955-2021)	340
Allier aval	St Yorre (1967-2021)	675
Allier amont	Prades (1968-2020)	859
Sioule	Saint-Pourçain-sur-Sioule (1967-2021)	633
Dore	Dorat (1991-2021)	694
Alagnon	Lempdes sur Alagnon (1967-2021)	792

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.

En fonction des rapports obtenus, deux classes sont distinguées :

- 
 Indice hydrologique compris entre 0 et 1. Il correspond à des conditions de débits « déficitaires » par rapport aux années de référence;
- 
 Indice hydrologique compris entre 1 et 3. Il correspond à des conditions de débits « excédentaires » par rapport aux années de référence.

Les indices ont été calculés pour les quatre saisons.

3.1.1.2 Conditions hydrologiques durant la période hivernale 2021

Le début d'année est caractérisé par un **hiver pluvieux** sur l'ensemble des stations du bassin de la Loire hormis l'**Allier amont**.

En 2021, les indices hydrologiques calculés pendant la période hivernale sont tous excédentaires excepté l'indice hydrologique à la station de Prades. Les indices oscillent entre 0,8 sur l'**Allier amont** et 1,5 sur la Gartempe. Ces valeurs sont en moyenne **1,2 fois supérieures aux moyennes de référence calculées sur 20 ans** (Figure 18).



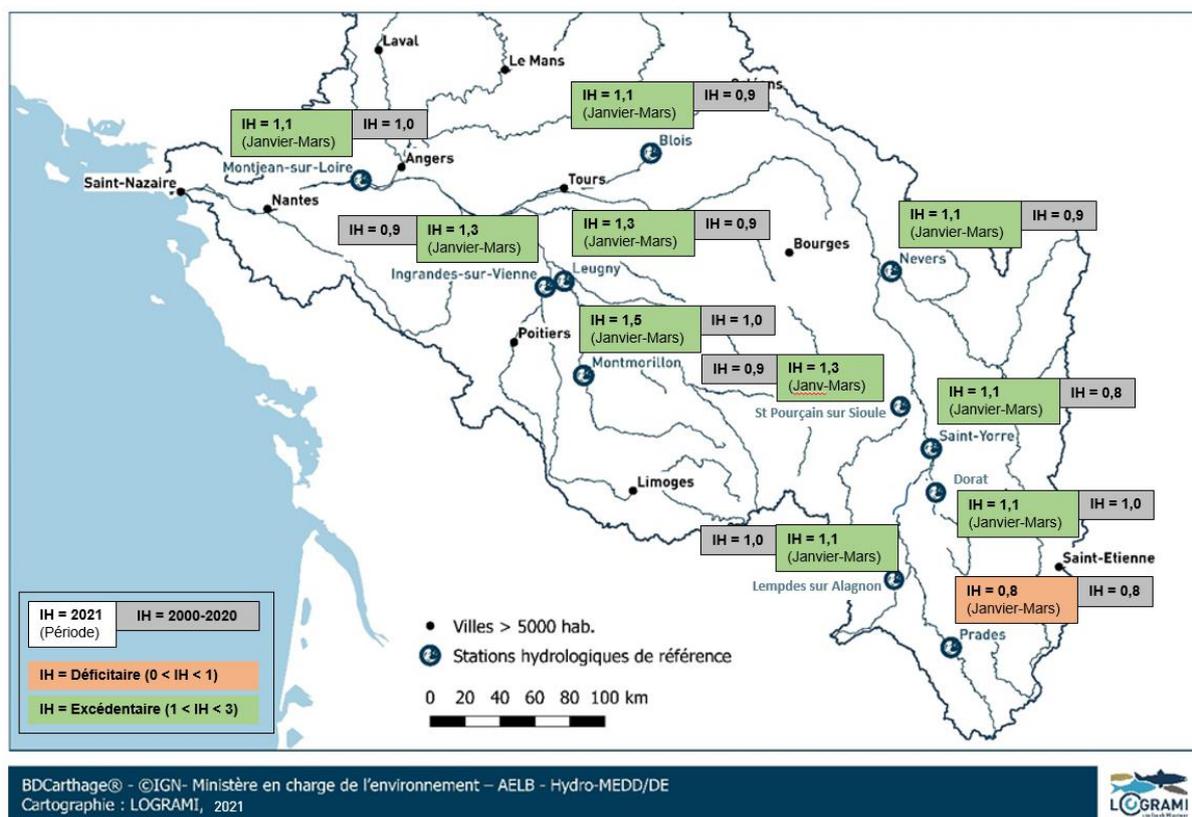


Figure 18 : Indices hydrologiques 2021 et indices hydrologiques historiques (2000-2020) durant la période hivernale sur les stations hydrométriques de référence du bassin de la Loire (Données hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

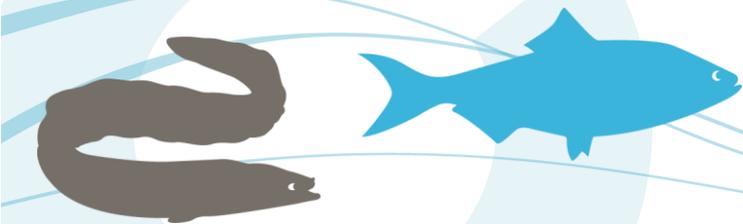
Les crues hivernales mesurées sur l'ensemble du bassin Loire sont apparues essentiellement début février (Figure 19).

Sur la basse et moyenne Loire, les débits moyens mensuels à Montjean-sur-Loire et Blois du mois de février sont près de 2 fois supérieurs aux débits de référence calculés sur une moyenne de 159 ans. Durant cette période, un pic de crues de forte intensité est constaté le 6 février atteignant 4 200 m³/s à Montjean-sur-Loire (crue biennale = 3 100 m³/s) et 1 570 m³/s à Blois (crue biennale = 1 700 m³/s).

Sur la Vienne à Ingrandes et la Creuse à Leugny, les débits sont également très élevés au mois de février avec des valeurs mensuelles respectives de 416 m³/s et 1 259 m³/s. Le débit moyen mensuel de la Vienne et la Creuse est environ 2 fois plus important que les écoulements de référence avec une valeur nettement supérieure au module (119 m³/s à Ingrandes et 72 m³/s à Leugny). Sur chaque axe, un pic de crue à lieu le 3 février avec une valeur de 921 m³/s sur la Vienne et 620 m³/s sur la Creuse. Ces crues sont supérieures aux valeurs des crues biennales : 710 m³/s à Ingrandes et 580 m³/s à Leugny.

Sur la Gartempe, durant les deux premiers mois, deux coups d'eau sont au-dessus des moyennes mensuelles de référence à Montmorillon : le 23 janvier avec 110 m³/s et le 3 février avec 243 m³/s. La crue de début février est de forte intensité avec une valeur qui dépasse la crue biennale (160 m³/s).

Sur la Dore, l'Alagnon, la Sioule, l'Allier et la Loire amont, les débits sont également soutenus pendant le mois de février avec des moyennes mensuelles supérieures aux valeurs de références. Toutefois, les crues sont de moyennes intensités avec des valeurs en dessous de la crue biennale.



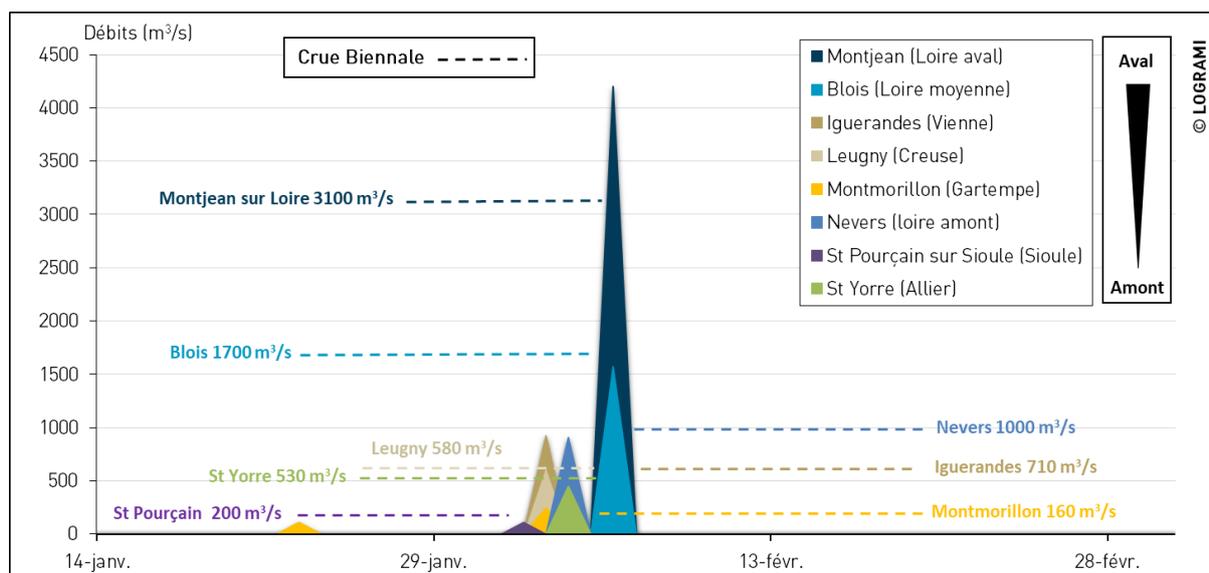
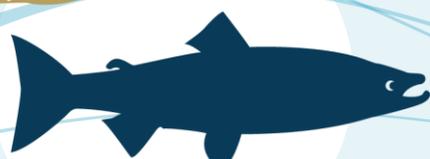


Figure 19 : Pics de crue journaliers enregistrés sur les différentes stations hydrométriques références du bassin de la Loire durant l'hiver 2021 (Données hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

3.1.1.3 Conditions hydrologiques durant la période printanière 2021

L'année 2021 est caractérisée par un printemps très sec sur l'ensemble des stations du bassin de la Loire.

Les indices hydrologiques sont tous déficitaires avec un indice moyen de 0,9 (+/- 0,1) (Figure 20). Ces valeurs sont en moyenne 0,6 fois inférieures aux moyennes de référence calculées sur 20 ans. Le plus faible indice est enregistré sur la Sioule à Saint-Pourçain-sur-Sioule avec une valeur de 0,4. En effet, les débits moyens mensuels sur la Sioule aval au mois d'avril et mai sont près de 4 fois inférieurs aux débits de référence calculés sur une moyenne de 55 ans.



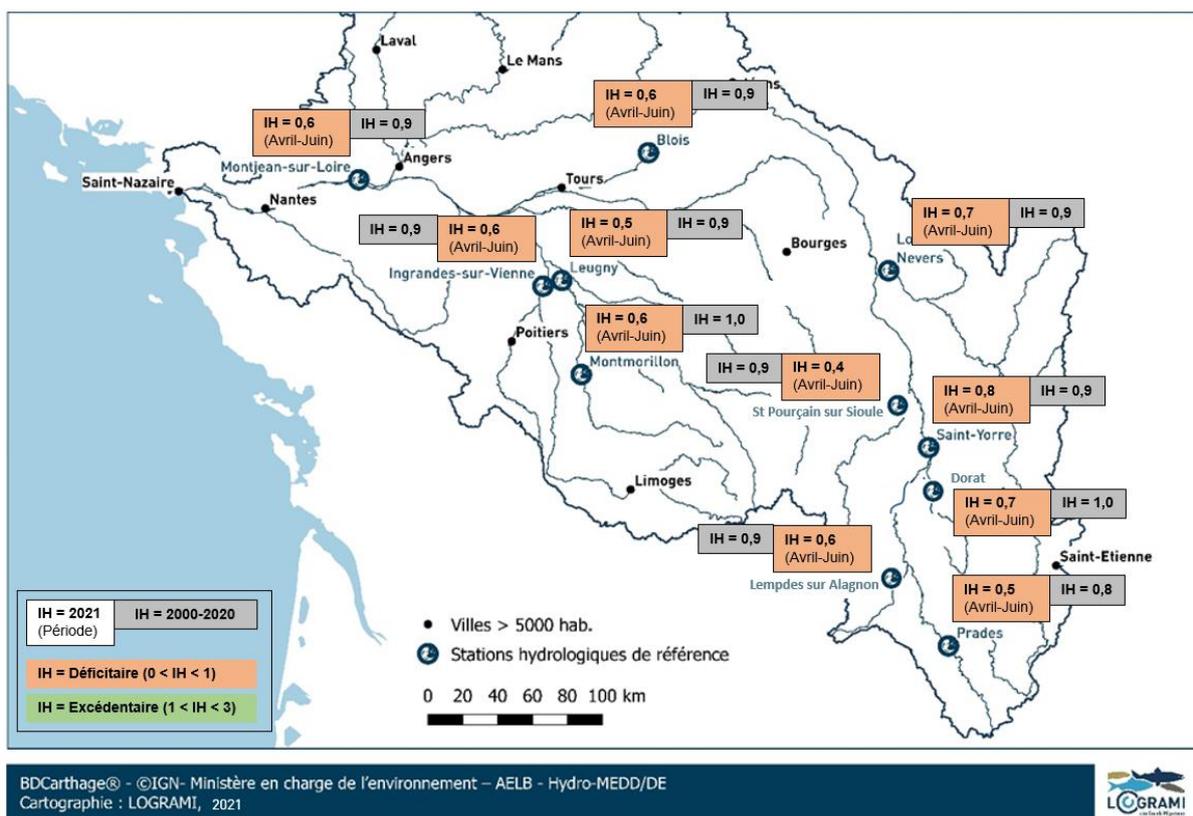


Figure 20 : Indices hydrologiques 2021 et indices hydrologiques historiques (2000-2020) durant la période printanière sur les stations hydrométriques de référence du bassin de la Loire (Données hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

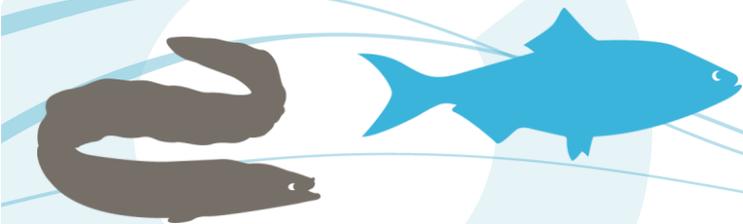
Sur l'Allier à Saint-Yorre, un pic printanier a été observé le 12 mai avec une valeur de 180 m³/s près de 2 fois supérieure au module (94 m³/s). La situation hydrologique de l'Allier à Prades au mois de mai est plus intense que celle de l'Allier aval (Saint-Yorre). Le pic de crue sur ce secteur atteint 91 m³/s le 11 mai pour un module de 20 m³/s. Cette crue est toutefois de faible intensité avec une valeur inférieure à la crie biennale (190 m³/s).

Sur la Loire amont à Roanne, un épisode printanier pluvieux est également enregistré avec un pic 463 m³/s le 12 mai. Cette période de fortes eaux (module = 83 m³/s) a été intensifié par un lâcher d'eau au niveau de la retenue de Villerest quelques kilomètres en amont.

3.1.1.4 Conditions hydrologiques pendant la période estivale 2021

L'année 2021 est caractérisée par un été très pluvieux sur l'ensemble des stations du bassin de la Loire hormis l'Allier amont.

En 2021, les indices hydrologiques calculés durant la période estivale sont tous excédentaires excepté l'indice hydrologique à la station de Prades sur l'Allier amont. Les indices oscillent entre 1,1 sur la l'Alagnon et 2,2 sur la Creuse/Gartempe. Ces valeurs sont en moyenne 2 fois supérieures aux moyennes de référence (Figure 21). Le plus fort écart est enregistré sur les stations de Leugny et Montmorillon. En moyenne, l'indice hydrologique calculé sur 20 années au niveau de ces deux stations est égal à 0,8 contre 2,2, en 2021. Les pluies estivales ont été bien plus soutenues sur le bassin Creuse-Gartempe comparativement au reste du bassin de la Loire.



Contrairement aux années antécédentes (indice = 1,1), la station de Prades enregistre un indice déficitaire en 2021 (indice = 0,8). Le soutien d'étiage opéré par le barrage de Naussac pour l'alimentation en eau des seuils de centrale nucléaire en moyenne Loire a été moins soutenu en 2021. En effet, les niveaux d'eaux importants enregistrés sur l'ensemble des stations pendant cette période ont réduit l'importance des lâchures au niveau du barrage de Naussac.

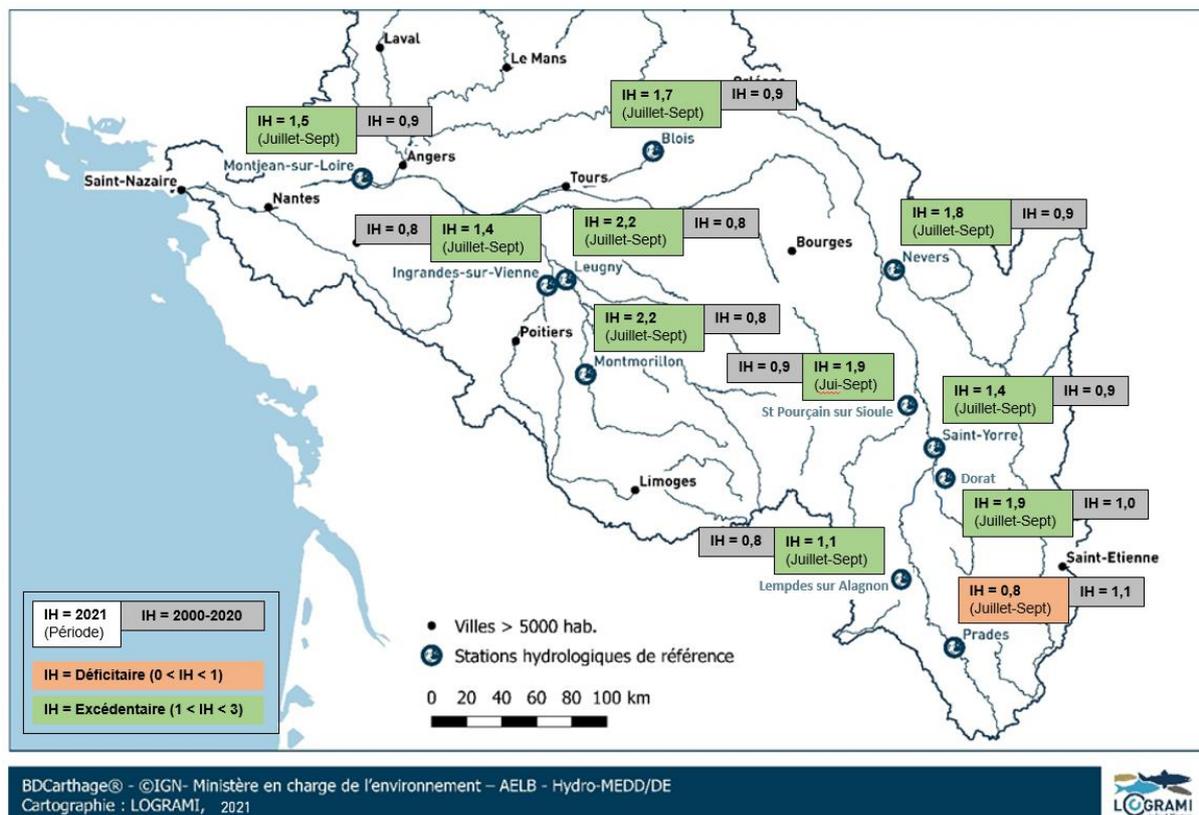


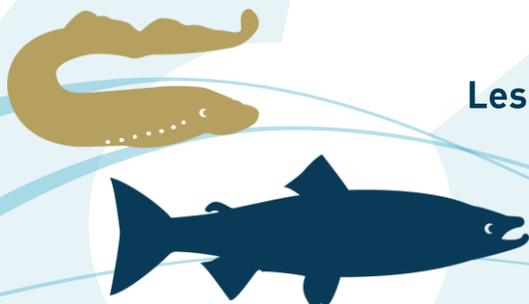
Figure 21 : Indices hydrologiques 2021 et indices hydrologiques historiques (2000-2020) durant la période estivale sur les stations hydrométriques de référence du bassin de la Loire (Données hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

Les crues estivales mesurées sur l'ensemble du bassin Loire sont ainsi réellement apparues en deux périodes dont les dates diffèrent de quelques jours selon les localisations des sites de référence (Figure 22) :

-  entre le 28 juin et le 4 juillet
-  entre le 14 et le 18 juillet

Sur la Loire aval et la Loire moyenne, pour le mois de juillet, le débit moyen mensuel est près de 2 fois supérieur au débit de référence. A Montjean sur Loire, deux pics de crues ont lieu le 4 juillet (925 m³/s) et le 17 juillet (1 220 m³/s). Ces derniers ont des valeurs supérieures au module (839 m³/s). Le bassin de la Vienne a fortement participé à cette forte et rapide augmentation de débit sur la basse Loire. Ces événements sont également observés à la station de Blois avec une moindre intensité (736 m³/s le 2 juillet et 451 m³/s le 18 juillet).

Sur l'axe Creuse, les débits mensuels de juillet (93 m³/s) sont supérieurs au module (73 m³/s) et aux débits mensuels de référence (26 m³/s). Sur cette période, une crue avoisine les 650 m³/s le 15 juillet à Leugny. L'intensité de cette crue est plus élevée qu'une crue biennale (580 m³/s).



Sur la Gartempe, une crue notable est relevée le 14 juillet avec 204 m³/s à Montmorillon (crue biennale : 197 m³/s).

Sur la Vienne, les débits moyens mensuels du mois de juillet sont supérieurs à ceux de référence (calculés sur 104 ans). Le pic de crue le plus élevé de l'année est observé le 15 juillet avec 385 m³/s à la station d'Igrandes sur Vienne. L'intensité de cette crue est toutefois plus faible qu'une crue biennale (720 m³/s).

Sur la Loire amont, deux pics de crue de faible intensité sont enregistrés le 30 juin avec 360 m³/s et le 17 juillet avec 264 m³/s à Nevers (crue biennale = 1 000 m³/s / module = 175 m³/s).

Sur l'Allier aval à Saint Yorre, la crue atteignant 204 m³/s le 28 juin est principalement due aux fortes pluies sur le Livradois Forez. En effet, la Dore a beaucoup participé à cette forte et rapide augmentation de débit (57 m³/s le 28 juin).

Sur la Sioule, pour le mois de juillet, le débit moyen mensuel est 3 fois supérieur au débit de référence calculé sur 55 ans. A Saint-Pourçain-sur-Sioule, un pic de crue a lieu le 29 juin avec 101 m³/s et le 16 juillet avec 60 m³/s. Ces derniers sont entre 2 et 4 fois supérieurs au module (24 m³/s).

Quelques pics de crue ont également eu lieu en dehors de ces 2 périodes :

- Deux pics sont observés sur la Loire amont à Villerest le 25 juin (76 m³/s) et 9 juillet (83 m³/s) alors que ces derniers ne sont pas observés à la station de Nevers 230 km en aval.
- De même un pic plus important de 234 m³/s est observé à Nevers le 26 juillet.

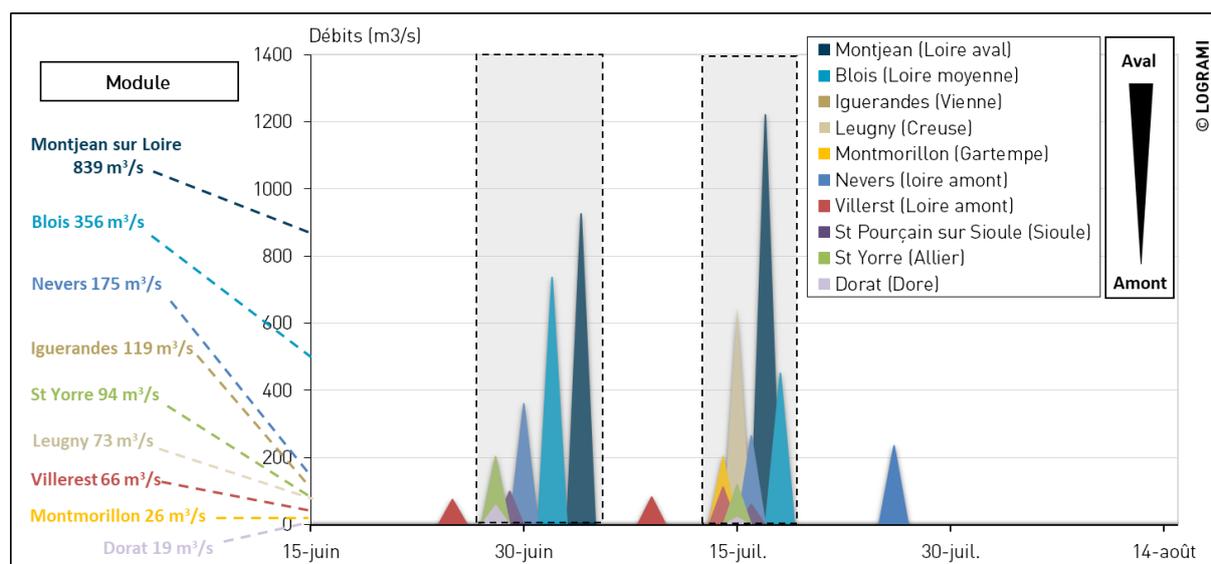
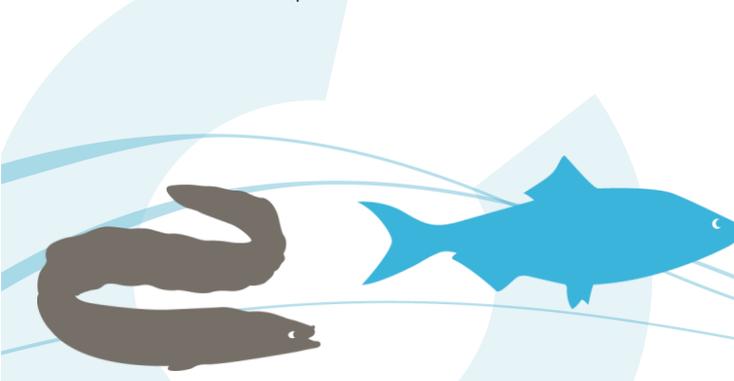


Figure 22 : Pics de crue journaliers enregistrés sur les différentes stations hydrométriques de référence du bassin de la Loire durant l'été 2021 (Données hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

3.1.1.5 Conditions hydrologiques durant la période automnale 2021

La fin d'année est caractérisée par un automne pluvieux sur la Sioule et la Dore. En 2021, les indices hydrologiques calculés durant cette période sont excédentaires à Saint-Pourçain-sur-Sioule et Dorat avec des indices respectifs de 1,2 et 1. Pour les autres stations, les indices sont déficitaires avec des valeurs qui oscillent entre 0,4 sur l'Allier amont et 0,9 sur l'Alagnon, la Loire amont et la Gartempe.



Comparativement aux données antérieures (période 2000-2020) sur ces différents sites de références, les indices hydrologiques de 2021 sont en moyenne 1,1 fois inférieurs (Figure 23).

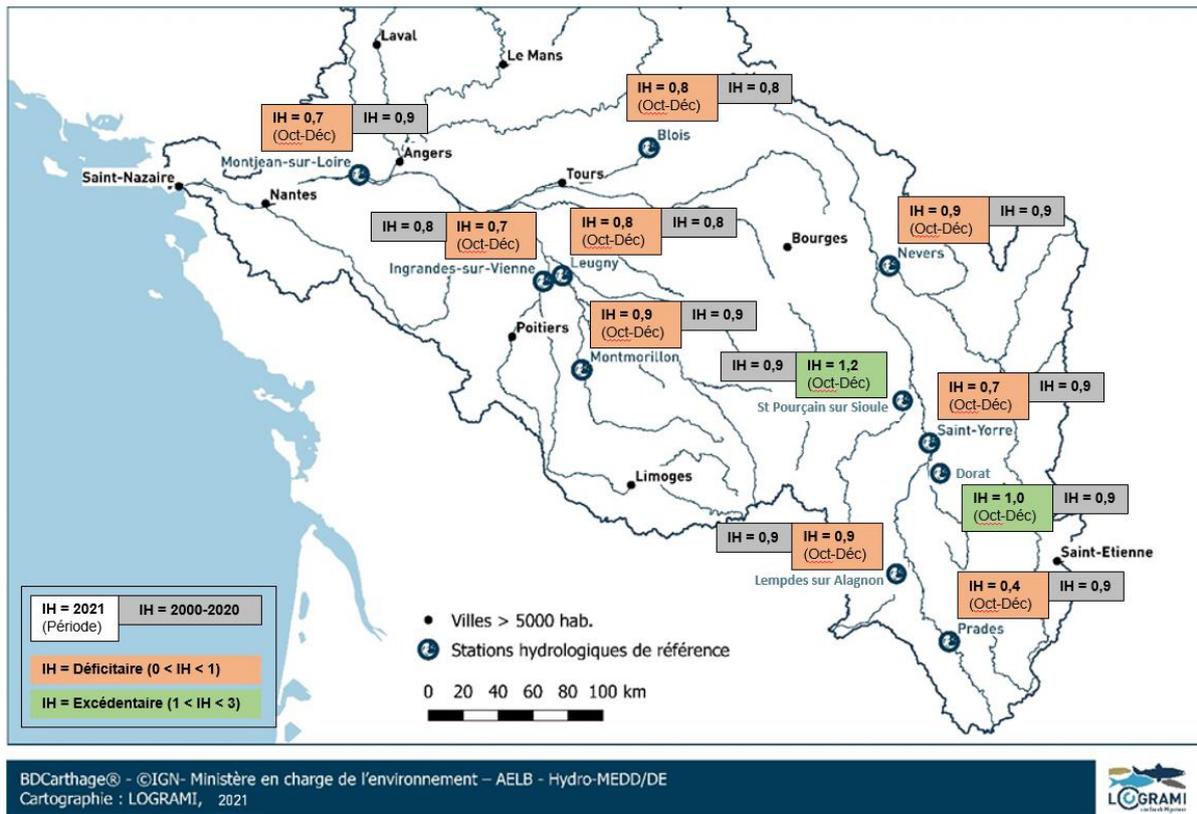
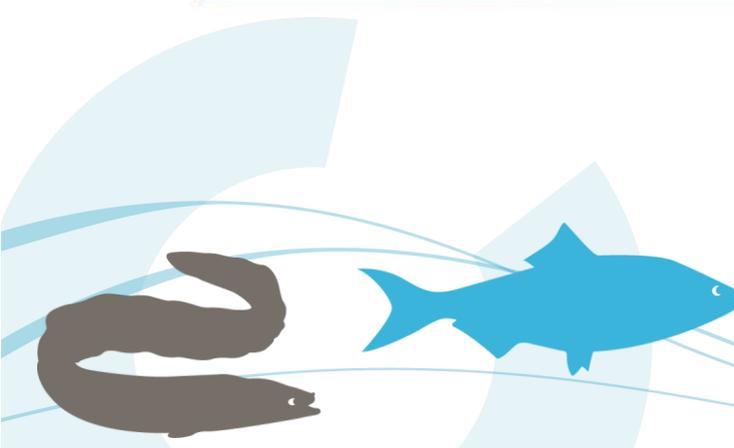
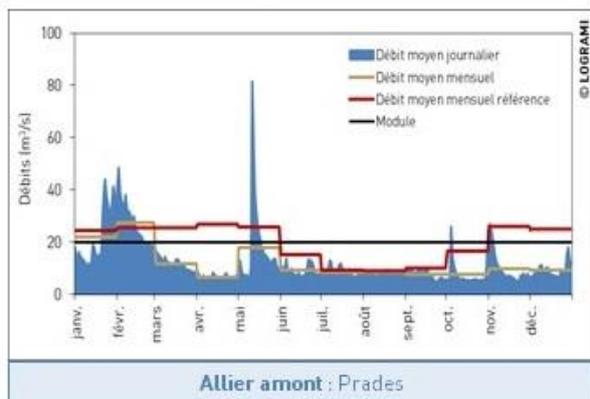
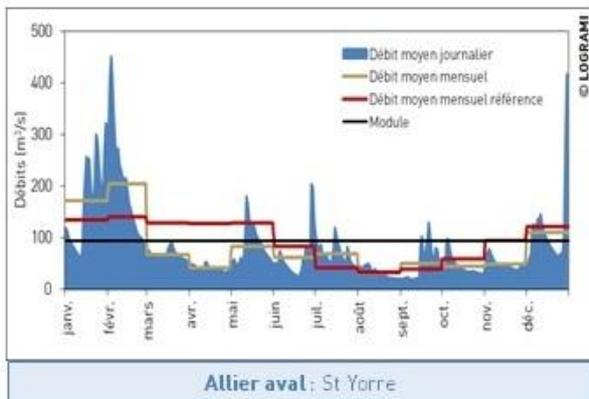
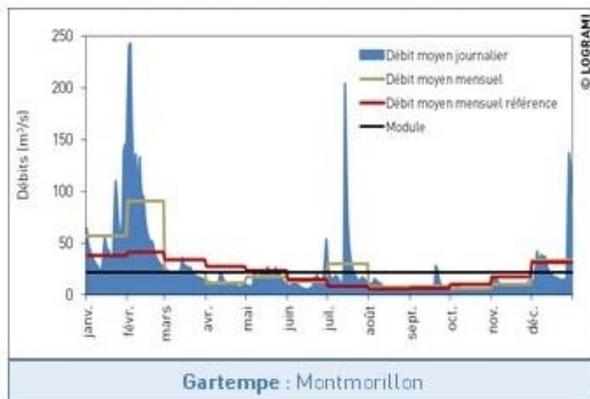
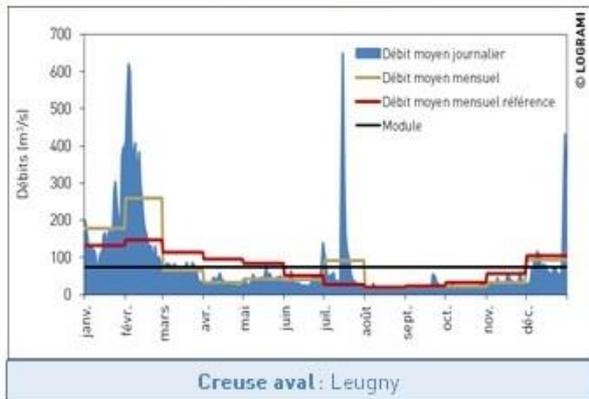
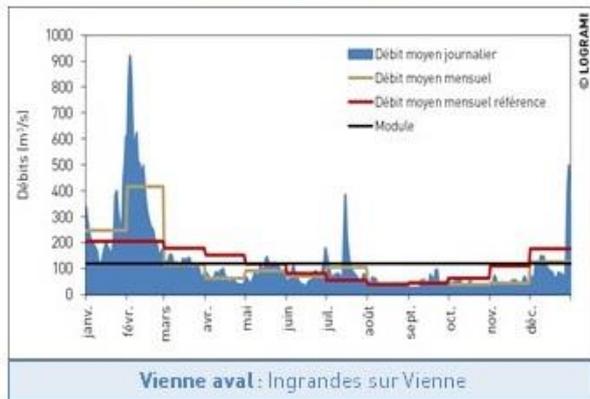
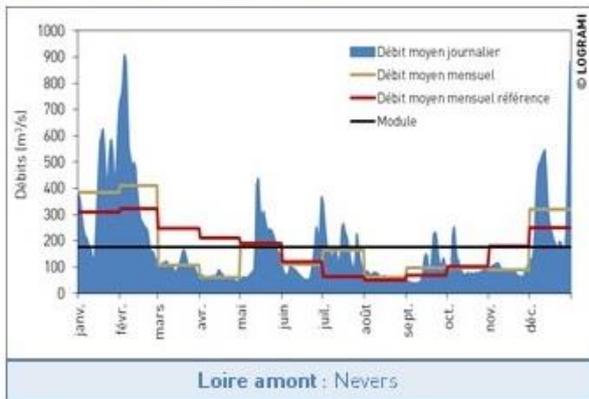
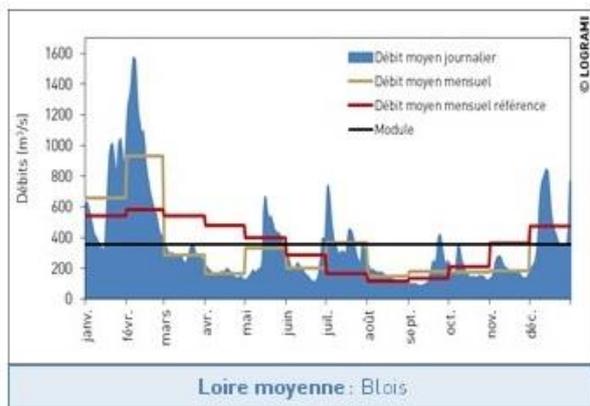
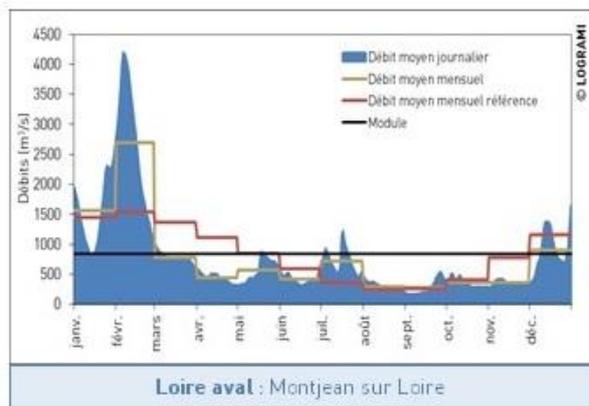


Figure 23 : Indices hydrologiques 2021 et indices hydrologiques historiques (2000-2020) durant la période automnale sur les stations hydrométriques de référence du bassin de la Loire (Données hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

Sur la Dore, pendant le mois de décembre, deux pics de crue sont enregistrés le 5 décembre avec 57 m³/s et le 30 décembre avec 158 m³/s à Dorat. Le deuxième évènement est de forte intensité (crue biennale = 130 m³/s).

Sur le bassin de la Sioule, deux pics de crues modérées sont enregistrés le 10 décembre avec 82 m³/s et le 29 décembre avec 116 m³/s à Saint-Pourçain-sur-Sioule (crue biennale = 200 m³/s).



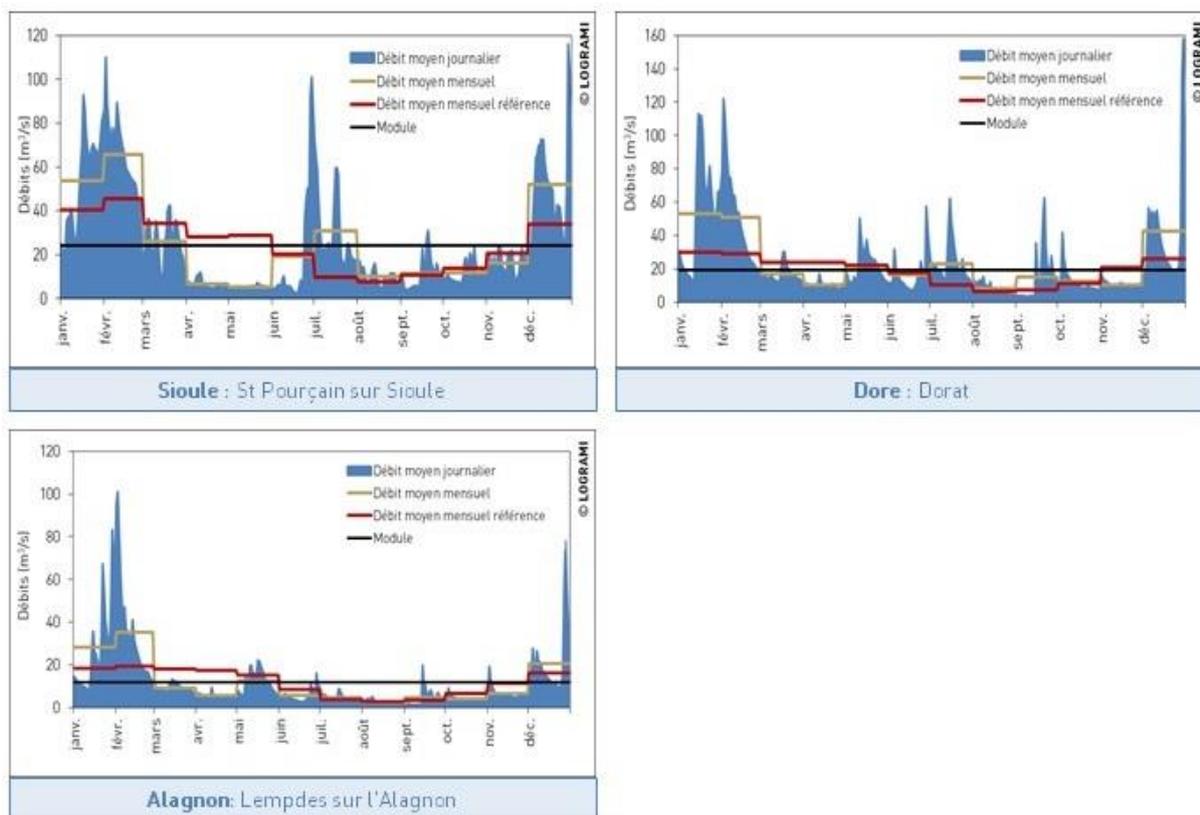


Figure 24 : Débits journaliers et mensuels sur les différentes stations hydrométriques de référence en 2021 (Données hydro : DREAL Pays de Loire / Hydro – MEDD/DE)

3.1.2. Les températures de l'eau

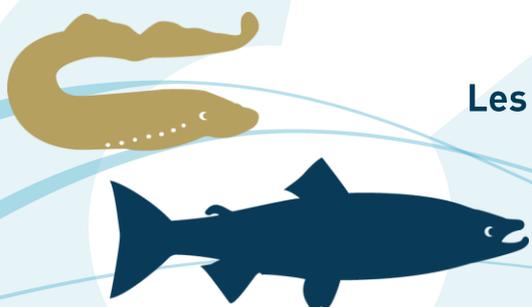
Un réseau de stations de contrôle de la température de l'eau a été mis en œuvre par LOGRAMI. Celles-ci sont pour partie situées au niveau des dispositifs de franchissement équipés de stations de comptages. Ce réseau est complété par d'autres points de mesures sur les principaux axes ainsi que sur des affluents ne comportant pas de stations de comptages (Dore, Alagnon, Renaison, Clain, Ardour).

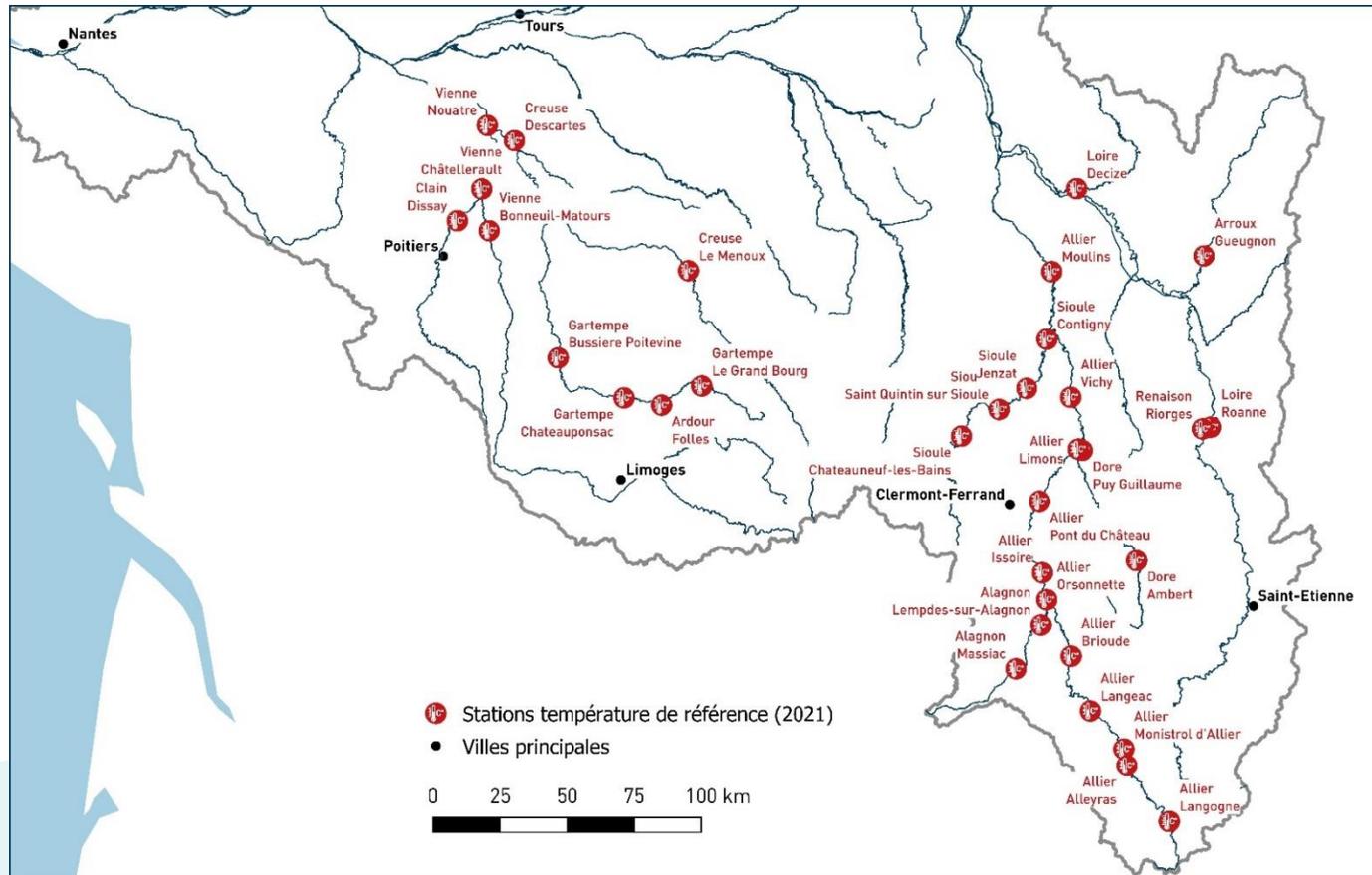
L'objectif est de qualifier l'année 2021 au regard des années antérieures afin d'avoir une vision globale des températures 2021. Pour cela, une comparaison des moyennes mensuelles 2021 aux moyennes mensuelles des années antérieures est réalisée. Il s'agit de préciser l'information en mettant en évidence les tendances thermiques au cours de la saison, des différences inter-stations et des dissemblances interannuelles.

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 25). L'emplacement 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...).

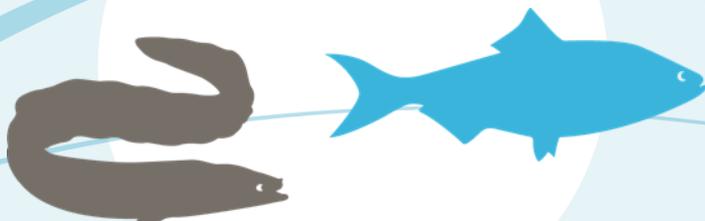




BDCarthage® - ©IGN- Ministère en charge de l'environnement – AELB - LOGRAMI
Cartographie : LOGRAMI, 2022



Figure 25 : Localisation des sondes températures suivies par LOGRAMI sur le bassin de la Loire (Sources : LOGRAMI)



Les données de températures sont récupérées *in situ* à l'aide d'un dispositif de téléchargement et sont ensuite mises en forme puis analysées sur Excel.

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 Fonctionnement du réseau de sondes en 2021

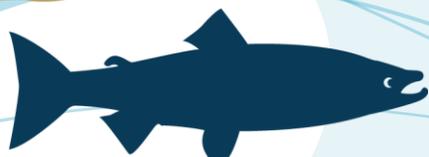
Au total, 33 sondes températures sont implantées sur le bassin de la Loire. Chaque rivière principale suivie possède généralement au moins deux sondes sur son cours afin d'étudier l'évolution du régime thermique. Le réseau de sondes s'est étendu en 2021 avec l'installation de deux nouvelles sondes sur la Sioule à Jenzat et sur la moyenne Loire à St Laurent Nouan.

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). Une synthèse reprenant les éléments essentiels à la compréhension de leurs fonctionnements est réalisée (Tableau 9).

Sur l'ensemble des sondes installées et téléchargées début 2021, 13 sondes ont fait l'objet d'un dysfonctionnement (Gueugnon, Pont du Château, Orsonnette, Monistrol d'Allier, Langogne, St Quintin sur Sioule, Puy Guillaume, Lempdes sur Alagnon, Massiac, Descartes, Argenton sur Creuse, Châteauponsac et Le Grand Bourg).

Les pertes de données sont dues à des piles défectueuses ou à un problème de téléchargement avec la navette de transfert. La sonde de Descartes s'est retrouvée hors d'eau entre le 30 juillet et 14 octobre suite à la baisse du niveau d'eau de la retenue provoquée par la rupture des deux clapets du seuil de Descartes pendant une crue de la Creuse mi-juillet.

Seule la sonde de Saint Laurent Nouan n'a pas fait l'objet d'un téléchargement en ce début d'année 2022.



**Tableau 9 : Fonctionnement du réseau d'enregistreurs thermiques suivi par LOGRAMI sur le bassin de la Loire en 2021
 (Sources : LOGRAMI)**

Rivière	Localisation	Distance à l'estuaire	Période de défaillance en 2021	Fonctionnement 2021 (%)
Loire moyenne	Saint Laurent Nouan	328	Non récupérée	
Loire amont	Decize	576	RAS	100%
	Roanne	721	RAS	100%
Arroux	Gueugnon	650	01/01/2021 au 05/01/2021 (Plus de pile)	99,9%
Renaison	Riorges	725	RAS	100%
Allier	Moulins	599	RAS	100%
	Vichy	663	RAS	100%
	Limons	689	RAS	100%
	Pont du Château	721	11/01/2021 au 31/12/2021 (Problème de sonde)	3%
	Issoire - Orbeil	765	RAS	100%
	Orsonnette	779	01/01/2021 au 31/12/2021 (Plus de pile)	0%
	Brioude - La Bageasse	809	RAS	100%
	Langeac	844	RAS	100%
	Monitsrol d'Allier	870	01/01/2021 au 08/01/2021 (Plus de pile)	99,9%
	Alleyras	883	RAS	100%
	Langogne	926	08/01/2021 au 03/09/2021 (Plus de pile)	34%
Sioule	Contigny	633	RAS	100%
	Jenzat	663	RAS	100%
	St Quintin sur Sioule	679	30/06/2021 au 31/12/2021 (Problème de sonde)	51%
	Châteauneuf les Bains	709	RAS	100%
Dore	Puy Guillaume	691	27/06/2021 au 31/12/2021 (Problème de sonde)	53%
	Ambert	762	RAS	100%
Alagnon	Lempdes sur Alagnon	792	21/01/2021 au 31/12/2021 (Problème de sonde)	6%
	Massiac	815	01/01/2021 au 08/01/2021 (Plus de pile)	99,9%
Creuse	Descartes	260	30/07/2021 au 14/10/2021 (Sonde hors d'eau)	79%
	Argenton-Sur-Creuse	380	06/09/2021 au 31/12/2021 (Plus de pile)	68%
Vienne	Nouatre	240	RAS	100%
	Châtelleraut	270	RAS	100%
Clain	Dissay	270	RAS	100%
Gartempe	Bussière Poitevine	360	RAS	100%
	Châteauponsac	400	01/01/2021 au 23/02/2021 (Plus de pile)	99,8%
	Le Grand Bourg	450	01/01/2021 au 31/12/2021 (Problème de sonde)	0%
Ardour	Folles	440	RAS	100%

3.1.2.3 Amplitude thermique en 2021

Une étude des maxima et minima journaliers de l'année 2021 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 26).

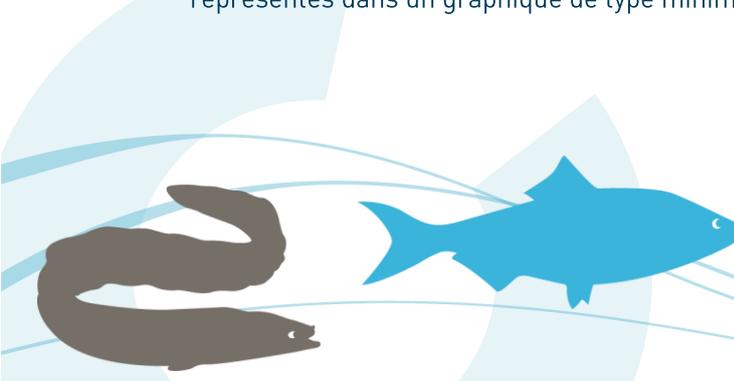




Figure 26 : Amplitude des températures journalières sur les différentes stations de mesure utilisées par LOGRAMI sur le bassin de la Loire en 2021 (Sources : LOGRAMI)

Les températures journalières mesurées sur les différentes stations du bassin ont des amplitudes variables. La station de Gueugnon enregistre l'amplitude thermique maximale de 2021 avec un écart de 25,3 °C entre le maximum enregistré (26,7 °C) et le minimum (1,4 °C).

A l'inverse, les stations de Roanne sur la Loire, de Riorges sur le Renaison et de Châteauneuf les Bains sur la Sioule, toutes les 3 soumises à des eaux de grands barrages, ont enregistré des faibles amplitudes thermiques (respectivement de 17,7 °C, 14,8 °C, et 13,7 °C). Les faibles températures estivales de l'eau de la Loire à Roanne, du Renaison à Riorges et de la Sioule à Châteauneuf les Bains peuvent s'expliquer en partie par la présence des barrages de Villerest, Tache/Rouchain (complexe) et Queuille juste en amont des stations (Tableau 10). 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 3 sites incluent cet « effet retenue ». Les températures enregistrées par la sonde d'Argenton-Sur-Creuse (4 km du complexe d'Eguzon) et de Monistrol d'Allier (7 km du barrage de Poutès) mettent aussi en avant ce phénomène.

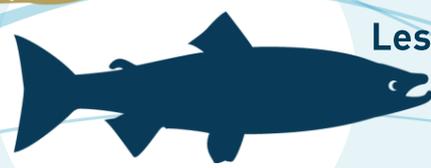


Tableau 10 : Localisation des sondes de suivi des températures de Roanne sur la Loire, Châteauneuf les Bains sur la Sioule, Monistrol d'Allier sur l'Allier, de Riorges sur le Renaison et d'Argenton sur la Creuse par rapport aux barrages situés en amont (Sources : LOGRAMI)

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)

Une diminution de température est observée d'aval en amont de l'Allier avec un différentiel de 1,3 °C en valeur basse mais surtout de 4,8 °C dans les valeurs hautes. Cette stratification thermique sur l'axe Allier reflète parfaitement la variabilité de pression environnementale sur la survie des saumons. Cette observation est également effectuée pour l'axe Loire amont (4,9 °C) et Sioule (5,9°C).

3.1.2.4 Conditions thermiques durant la période hivernale 2021

L'analyse des températures met en évidence un hiver doux sur la Vienne, la Sioule amont et l'Alagnon (moyenne = + 1,8 °C +/- 1) (Figure 27). Cette saison est même à plus de 3,3 °C de plus que la moyenne interannuelle sur la Sioule amont à Châteauneuf les Bains.

Pendant la saison hivernale, le mois de février est particulièrement chaud avec des températures supérieures de + 2,4 °C (+/- 0,5) par rapport aux valeurs de référence en moyenne sur l'ensemble des stations. Le plus fort écart enregistré durant ce mois est de + 4,3 °C à la station de Châteauneuf les Bains.

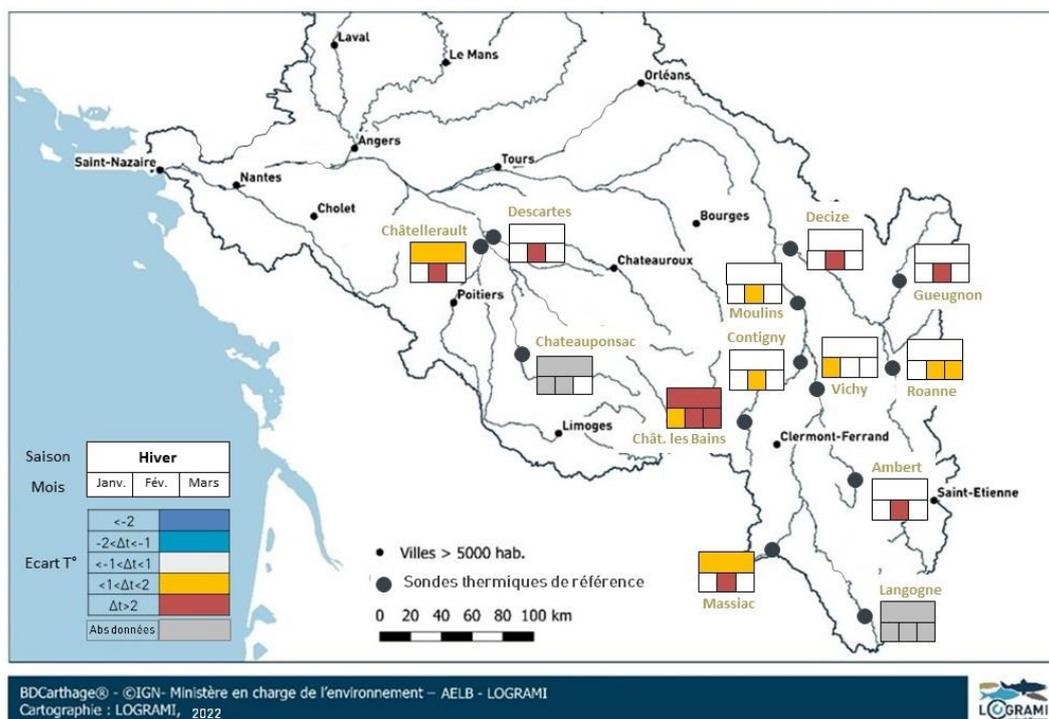


Figure 27 : Ecart de températures (°C) entre les valeurs moyennes mensuelles 2021 et les valeurs de référence pendant la période hivernale sur les stations de mesures du réseau suivi par LOGRAMI sur le bassin de la Loire (Sources : LOGRAMI)

3.1.2.5 Conditions thermiques durant la période printanière 2021

En 2021, le réseau de sondes températures met en évidence **un fort réchauffement de la température de l'axe Sioule au printemps** (en moyenne + 1,7 °C) tandis que la tendance est dans la moyenne pour l'ensemble des autres sondes du bassin (Figure 28). Seul la Loire amont à Roanne enregistre un printemps plus frais comparativement aux valeurs références (- 1,7 °C). Le barrage de Villerest (Loire), situé quelques kilomètres en amont de la sonde de Roanne, semble avoir restitué des eaux fraîches par la vanne de fond durant cette période.

Hormis sur la Sioule durant la période printanière, le mois mai est particulièrement froid avec des températures inférieures de 1,1 °C (+/- 0,6) en moyenne par rapport aux valeurs de référence. Le plus fort écart négatif enregistré est de - 2,3°C à la station de Decize sur la Loire amont.

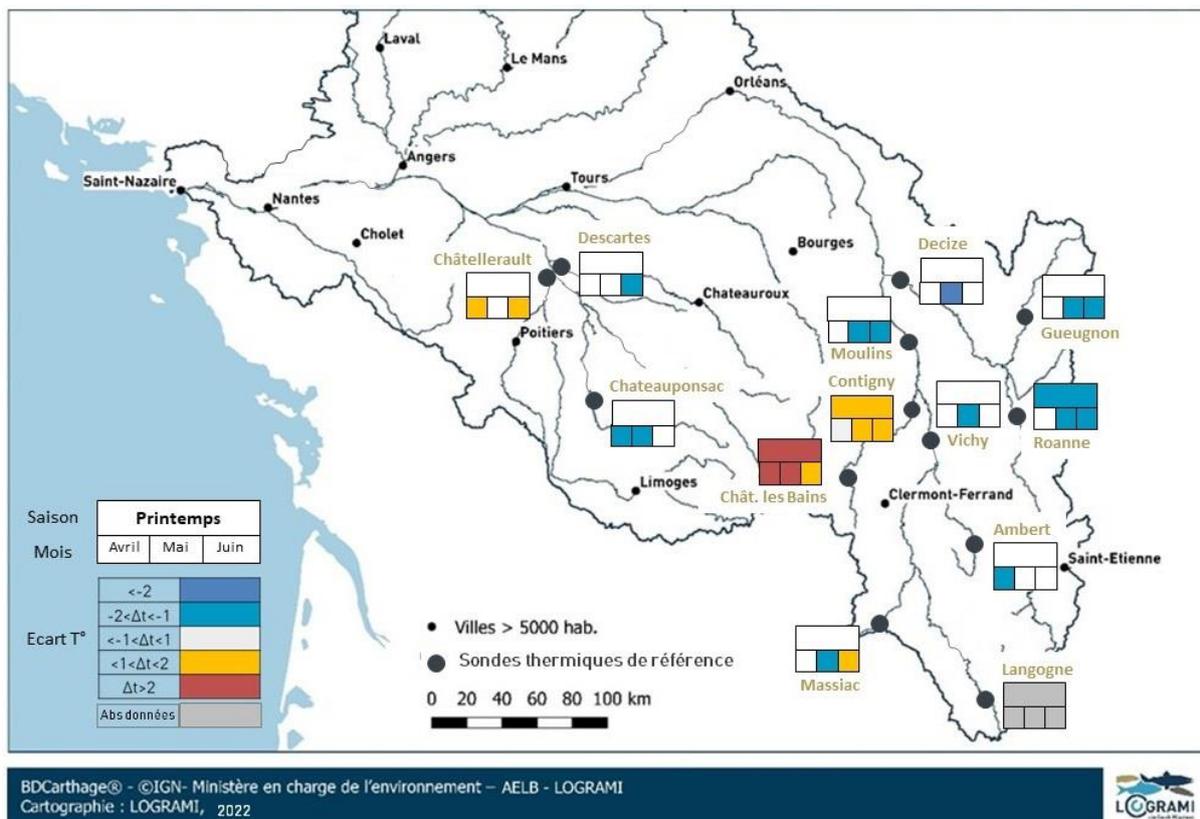


Figure 28 : Ecart de températures (°C) entre les valeurs moyennes mensuelles 2021 et les valeurs de référence durant la période printanière sur les stations de mesures du réseau suivi par LOGRAMI sur le bassin de la Loire (Sources : LOGRAMI)

3.1.2.6 Conditions thermiques durant la période estivale 2021

En 2021, les températures estivales mettent en évidence **un été particulièrement frais sur la Sioule aval, la Loire amont (Decize), l'Allier aval (Vichy) et la Dore** (- 1,7 °C en moyenne) alors qu'il est dans la moyenne pour les axes Creuse, Gartempe et Arroux (Figure 29).

L'été est la saison qui enregistre le plus fort écart négatif avec les valeurs de références. Cette variation maximale est enregistrée à la station de Contigny sur la Sioule aval avec - 1,9 °C. Toutefois, un écart positif moyen mensuel de + 1,8 °C est relevé sur la Sioule amont à Châteauneuf les Bains durant la période estivale.

Durant l'été, le mois juillet est particulièrement froid avec des températures inférieures de 2,1 °C (+/- 1) en moyenne par rapport aux valeurs de référence. Le plus fort écart négatif enregistré est de - 4 °C à la station de Contigny sur la Sioule aval. Ces températures fraîches sont liées aux épisodes de crues rencontrés sur l'ensemble du bassin de la Loire fin juin-début juillet.

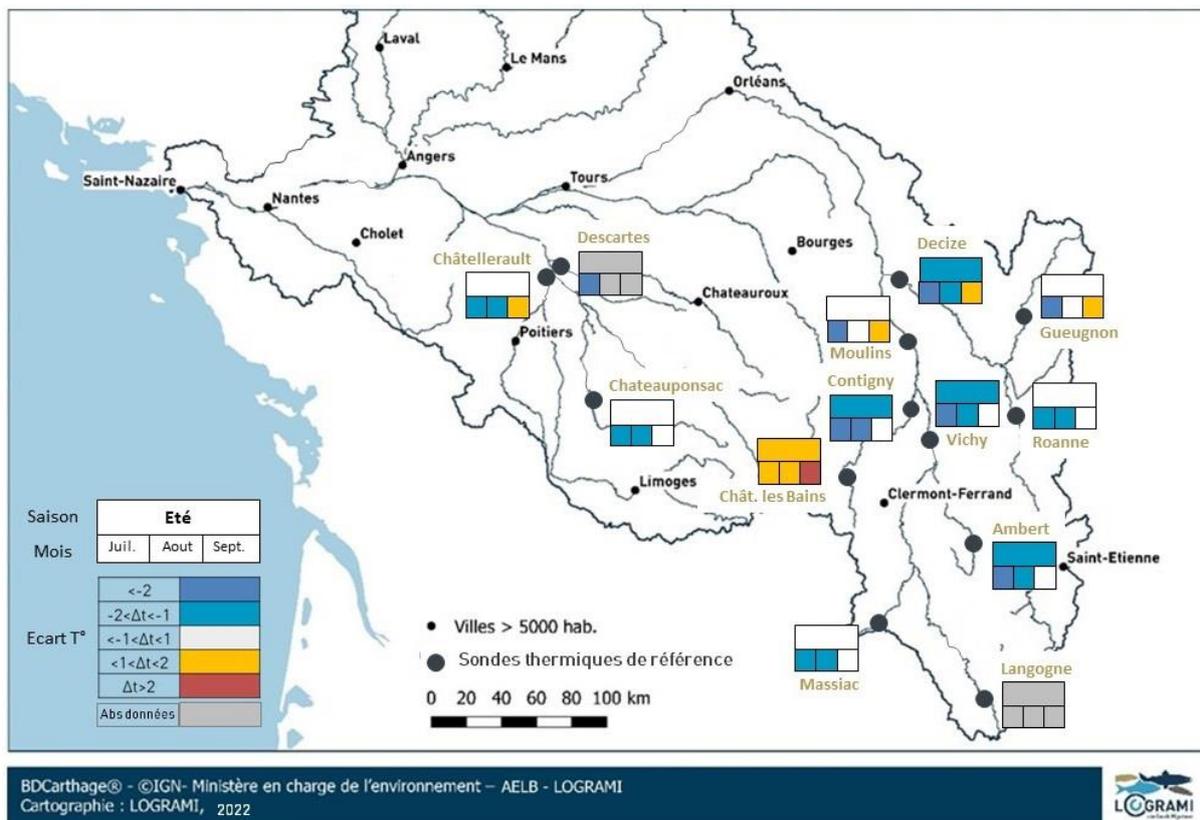
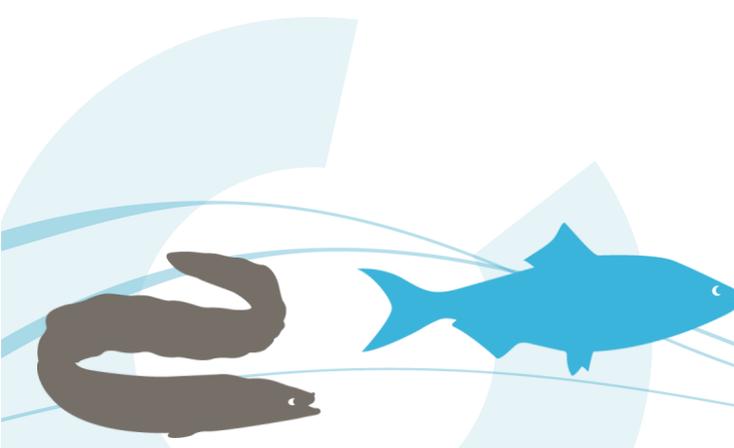


Figure 29 : Ecarts de températures (°C) entre les valeurs moyennes mensuelles 2021 et les valeurs de référence durant la période estivale sur les stations de mesures du réseau suivi par LOGRAMI sur le bassin de la Loire (Sources : LOGRAMI)

3.1.2.7 Conditions thermiques durant la période automnale 2021

En 2021, des températures basses sont observées durant la période automnale sur l'Allier amont, la Dore, l'Alagnon et la Gartempe (moyenne de - 1,5 °C +/- 0,2) (Figure 30). La Vienne, la Loire amont, l'Allier aval et la Sioule aval enregistrent des températures moyennes comparativement aux valeurs de références (moyenne de + 0,5 °C +/- 0,1). Une variation maximale est enregistrée à la station de Châteauneuf les bains sur la Sioule amont avec + 1,7 °C pour la période automnale.

Durant l'automne, le mois d'octobre est particulièrement froid avec des températures inférieures de 1,1 °C (+/- 0,3) en moyenne par rapport aux valeurs de référence, hormis sur la Sioule. Le plus fort écart négatif enregistré est de - 1,7 °C à la station d'Ambert sur la Dore.



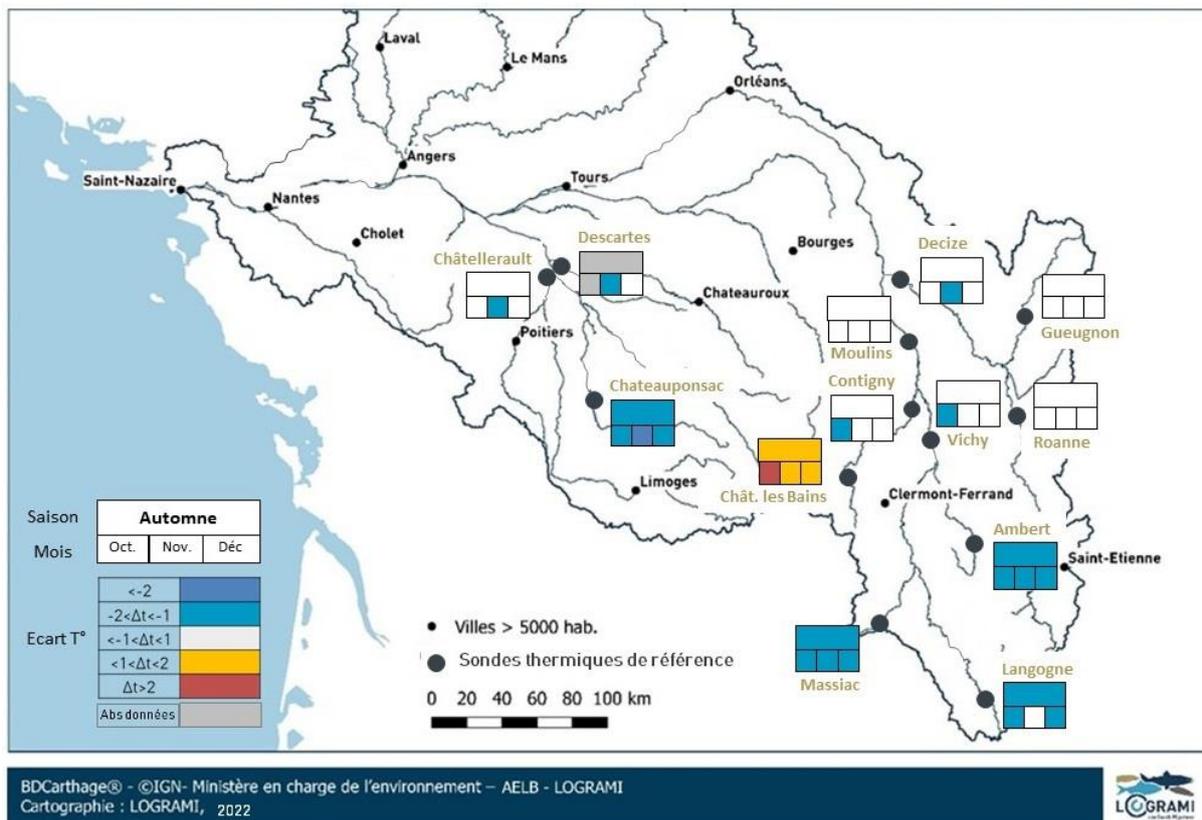


Figure 30 : Ecarts de températures (°C) entre les valeurs moyennes mensuelles 2021 et les valeurs de référence durant la période automnale sur les stations de mesures du réseau suivi par LOGRAMI sur le bassin de la Loire (Sources : LOGRAMI)

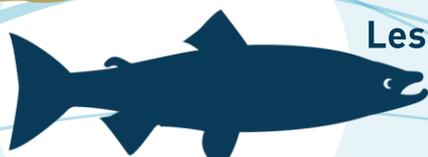
3.1.3. Conclusion

Le début d'année est caractérisé par un hiver très pluvieux sur l'ensemble des stations du bassin de la Loire hormis l'Allier amont. Sur les stations hydrologiques de Montjean sur Loire (Loire aval), Blois (Loire moyenne), Leugny (Creuse) et Ingrandes-sur-Vienne (Vienne), les débits moyens mensuels du mois de février sont près de 2 fois supérieurs aux débits de référence. L'analyse des températures met en évidence un hiver très doux sur la Vienne, la Sioule amont et l'Alagnon avec un mois de février particulièrement chaud sur l'ensemble du bassin de la Loire (en moyenne + 2,4 °C).

L'année 2021 est définie par un printemps très sec sur l'ensemble des stations du bassin de la Loire. Les indices hydrologiques sont en moyenne 0,6 fois inférieurs aux moyennes de référence calculées sur 20 ans. Durant cette période printanière, un fort réchauffement de la température de l'eau est constaté sur l'axe Sioule (en moyenne + 1,7 °C).

La période estivale est marquée par un mois de juillet très pluvieux. L'été 2021 est donc atypique avec des débits plus élevés que la moyenne excepté sur l'amont du bassin de l'Allier. Les indices hydrologiques calculés sur chaque station sont en moyenne 2 fois supérieurs aux moyennes de référence. Sur l'ensemble des axes étudiés, les températures ont été particulièrement basses pour le mois de Juillet (en moyenne - 2,1 °C).

La fin d'année 2021 est caractérisée par un automne pluvieux avec des débits soutenus sur la Dore et la Sioule. Pour les stations de Dorat et Saint-Pourçain-sur-Sioule, les débits moyens mensuels du mois de décembre sont supérieurs à ceux de référence. L'analyse des températures met en évidence un automne frais sur l'Allier amont, la Dore, l'Alagnon et la Gartempe avec un mois d'octobre particulièrement froid sur l'ensemble du bassin de la Loire (en moyenne - 1,1 °C).



Un différentiel de température est constaté sur les tronçons de cours d'eau influencés par des lâchures de grands barrages (Loire, Renaison, Allier, Sioule) modifiant les évolutions thermiques estivales avec des apports d'eau fraîche. Cependant, en 2021, la sonde de Châteauneuf les Bains en aval du barrage de Queuille sur la Sioule a enregistré un écart positif moyen mensuel de + 2,3 °C sur l'ensemble de l'année. Ces valeurs sont toutefois compatibles avec la survie des géniteurs et des juvéniles de saumons.

3.2. Influence de la thermie de l'eau et de l'hydrologie sur le cycle biologique des poissons migrateurs

3.2.1. Le saumon atlantique

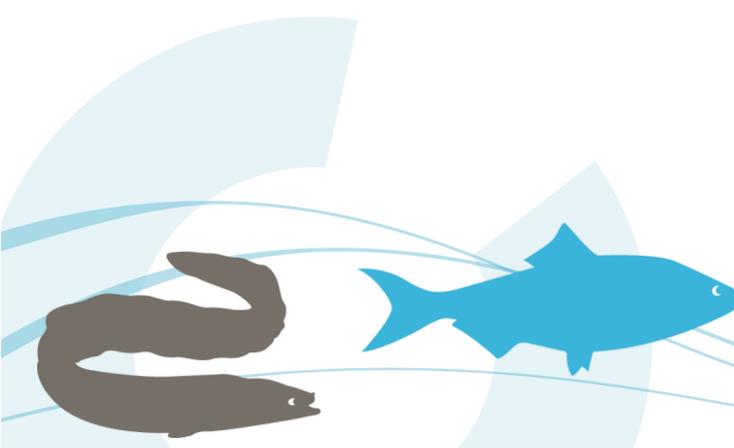
3.2.1.1 Migration des géniteurs

Température

Les températures extrêmes peuvent influencer les mouvements de montaison des saumons (Tableau 11). Autour de 3-10 °C et 20-25 °C, les mouvements du saumon sont limités. Le mouvement de montaison est stoppé à des températures inférieures à 3 °C (Crisp, 1993; Gueguen & Prouzet, 1994). Entre 3 et 10 °C, les saumons sont en capacité de migrer mais avec une activité réduite et les observations montrent que cette nage ralentie réduit leur capacité à utiliser les dispositifs de franchissement. L'optimum de migration se situe alors entre 10 et 20 °C (AEAG, 2018).

Tableau 11 : Préférendum de températures pour la migration du saumon atlantique (Sources : 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	$25 < T^{\circ} < 27,5$
Létal	$T^{\circ} > 27,5$



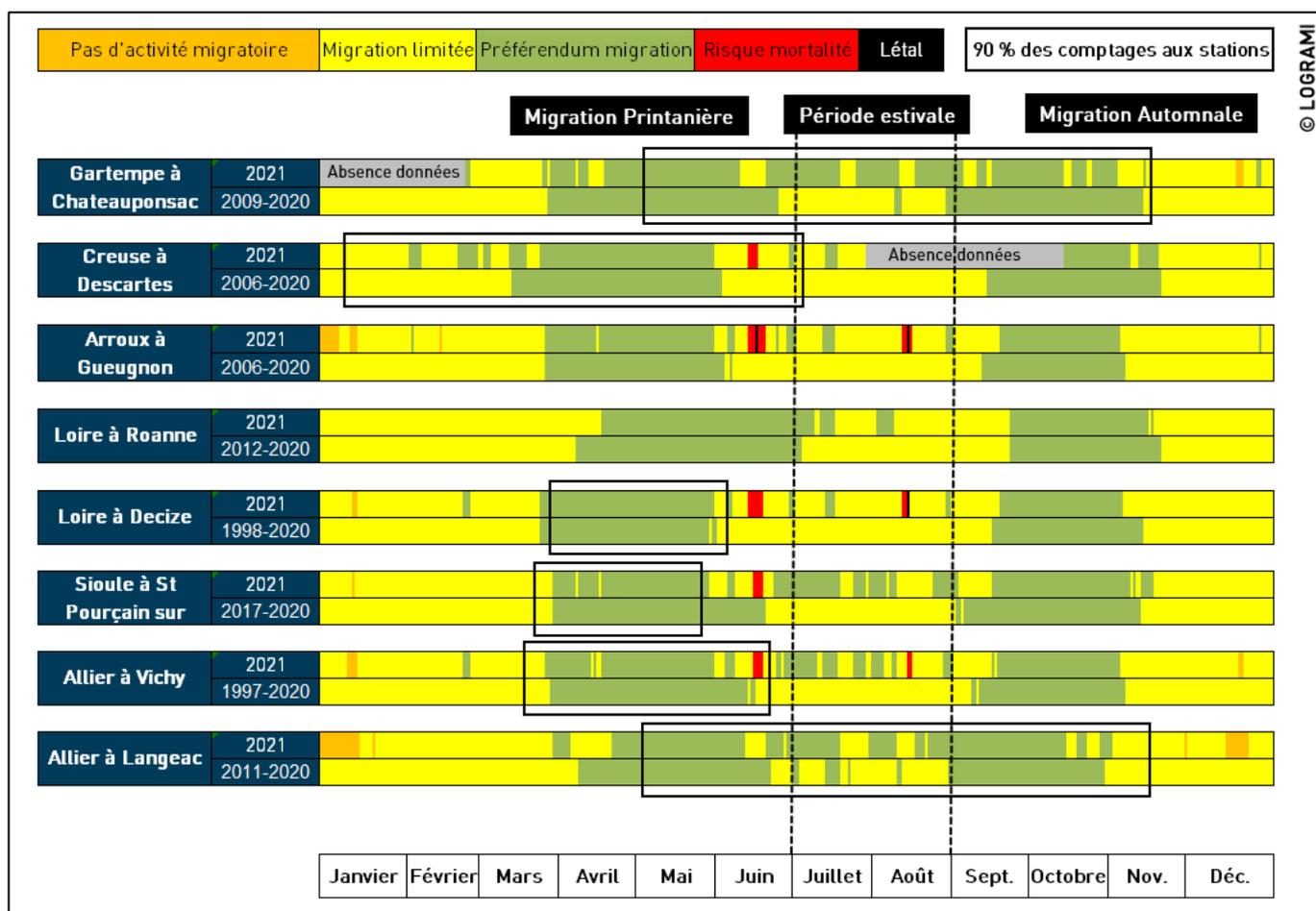


Figure 31 : Comparaison de l'amplitude des préférendums thermiques pour la migration du saumon atlantique entre 2021 et les données antérieures sur les différentes stations de comptage du bassin de la Loire (Sources : LOGRAMI)

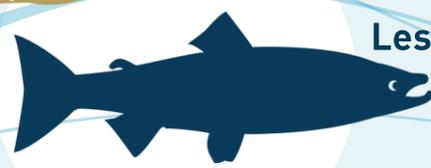
L'amplitude totale de la période de migration est relativement importante chez le saumon, certains individus pouvant notamment être comptabilisés en reprise de migration automnale sur les parties amont des bassins (Langeac sur l'Allier et Châteauponsac sur la Gartempe).

Durant la migration printanière en 2021, l'atteinte du seuil thermique de préférendum migratoire de 10 °C est plus précoce de quelques jours par rapport aux moyennes historiques. L'atteinte du seuil le plus précoce est à la station de Descartes avec 42 jours plus tôt, soit le 3 février. A contrario, il est plus tardif pour la station de Roanne de 8 jours (19 avril contre 12 avril en moyenne) qui est soumise aux eaux plus fraîches provenant de la retenue de Villerest.

L'amplitude du préférendum thermique ($10 < T^{\circ} < 20$) printanière pour la migration du saumon s'élève en moyenne depuis le début des mesures, toutes stations confondues, à 75 jours +/- 6 (Figure 31 et Figure 32).

En 2021, les amplitudes printanières du préférendum thermique (matérialisées par les barres vertes dans la figure) pour la migration du saumon ont été globalement similaires aux années précédentes à l'exception de la Gartempe à Chateauponsac (77 jours d'amplitude contre 88 jours historiquement).

Les 90% de migration n'ont pas été étudié pour Roanne et Gueugnon compte tenu de la faiblesse du nombre de saumons sur ces sites de comptage.



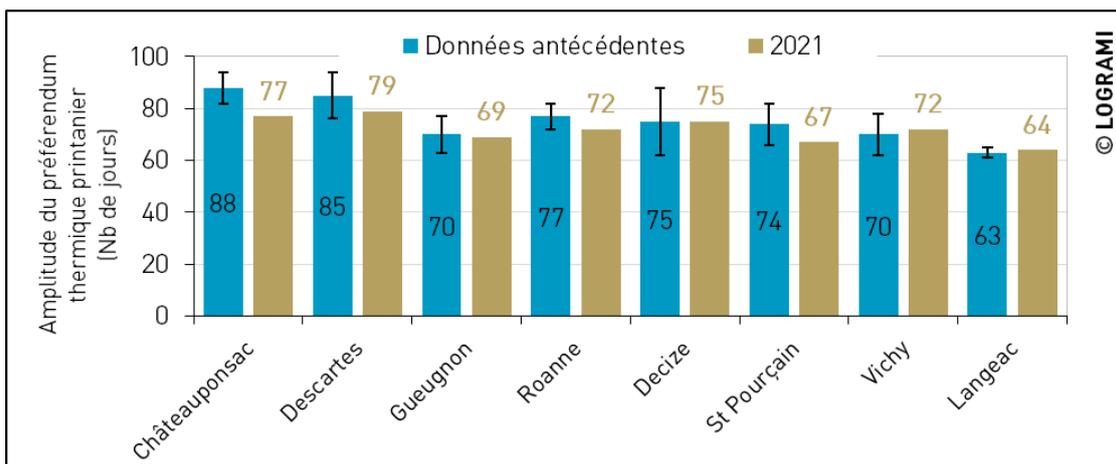


Figure 32 : Comparaison de l’amplitude moyenne des préférendums thermiques printaniers pour la migration du saumon atlantique aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire entre 2021 et les données antérieures (Sources : LOGRAMI)

Considérant 90 % de l’amplitude migratoire des saumons, ces températures favorables à la migration mesurées au printemps depuis le début de la mise en place des sondes thermiques couvrent en moyenne 66 % +/- 14 de la période de migration (Figure 33). Elles révèlent que, quelque soient les années, les températures ne sont pas entièrement compatibles avec les exigences écologiques du saumon. Certains axes en aval présentent des capacités migratoires limitées de façon chronique comme la Creuse à Descartes et la Sioule à Saint-Pourçain-sur-Sioule.

En 2021, les amplitudes du préférendum thermique pour 90 % de la migration sont globalement similaires aux années précédentes hormis sur la Loire amont à Decize (41 % d’amplitude contre 82 % historiquement). Sur l’Allier et la Gartempe dans leur partie amont, les conditions ont été plus favorables qu’habituellement.

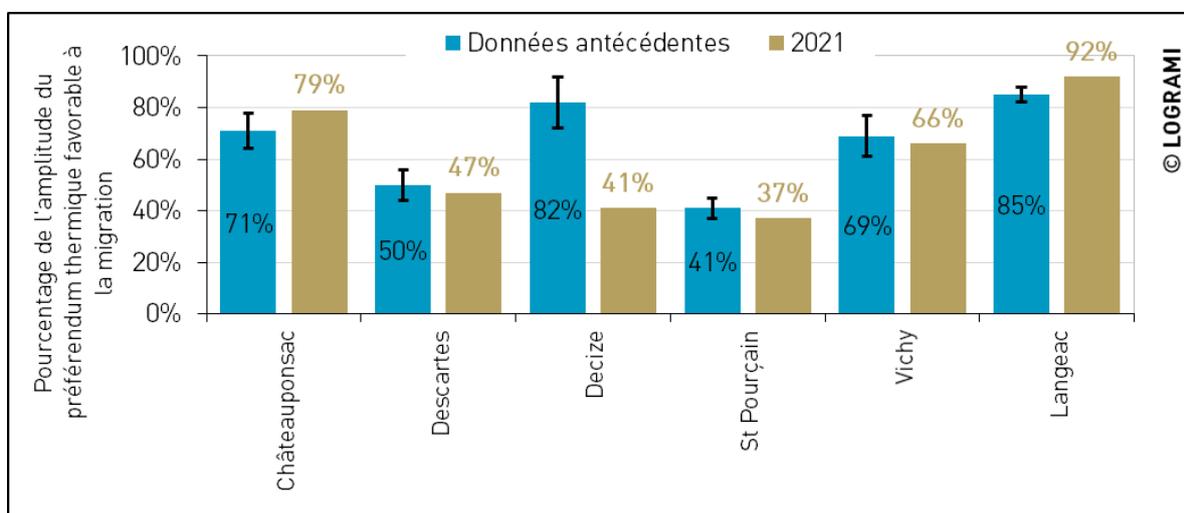
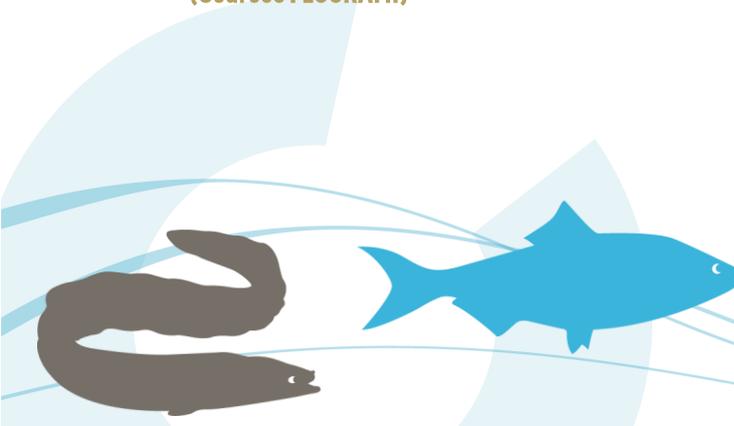


Figure 33 : Comparaison du pourcentage de l’amplitude du préféremdum thermique favorable à la migration du saumon atlantique aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire entre 2021 et les données antérieures (Sources : LOGRAMI)



Hydrologie

Les conditions hydrologiques rencontrées pendant les six premiers mois de l'année (déc-janvier à juin) permettent de caractériser la migration printanière de montaison des saumons sur le bassin de la Loire.

Au niveau des stations aval du bassin de la Loire (Montjean sur Loire et Blois) et du bassin de la Vienne (Descartes et Châtelleraut), le mois de décembre de l'année n-1 est également pris en compte car des géniteurs de saumon y sont régulièrement observés.

Ainsi en 2021, les indices hydrologiques sur la Loire aval, la Loire moyenne, la Loire amont, l'Allier et ses affluents sont déficitaires avec un indice moyen de 0,8 (+/- 0,1) (Figure 34). A contrario, des indices excédentaires sont enregistrés en 2021 sur la Vienne, la Creuse et la Gartempe (Indice moyen = 1,1 +/- 0,1). Le plus fort indice est enregistré sur la Gartempe à Montmorillon avec une valeur de 1,2.

Sur la période de décembre 2020 à juin 2021, les conditions de débits ont été « favorables » à la circulation des saumons et à la dévalaison des ravalés 2021 sur le bassin de la Vienne, de la Creuse et de la Gartempe. A contrario, le manque d'eau de la première moitié de l'année sur Loire et l'Allier a pu limiter la progression des géniteurs sur cette partie du bassin.

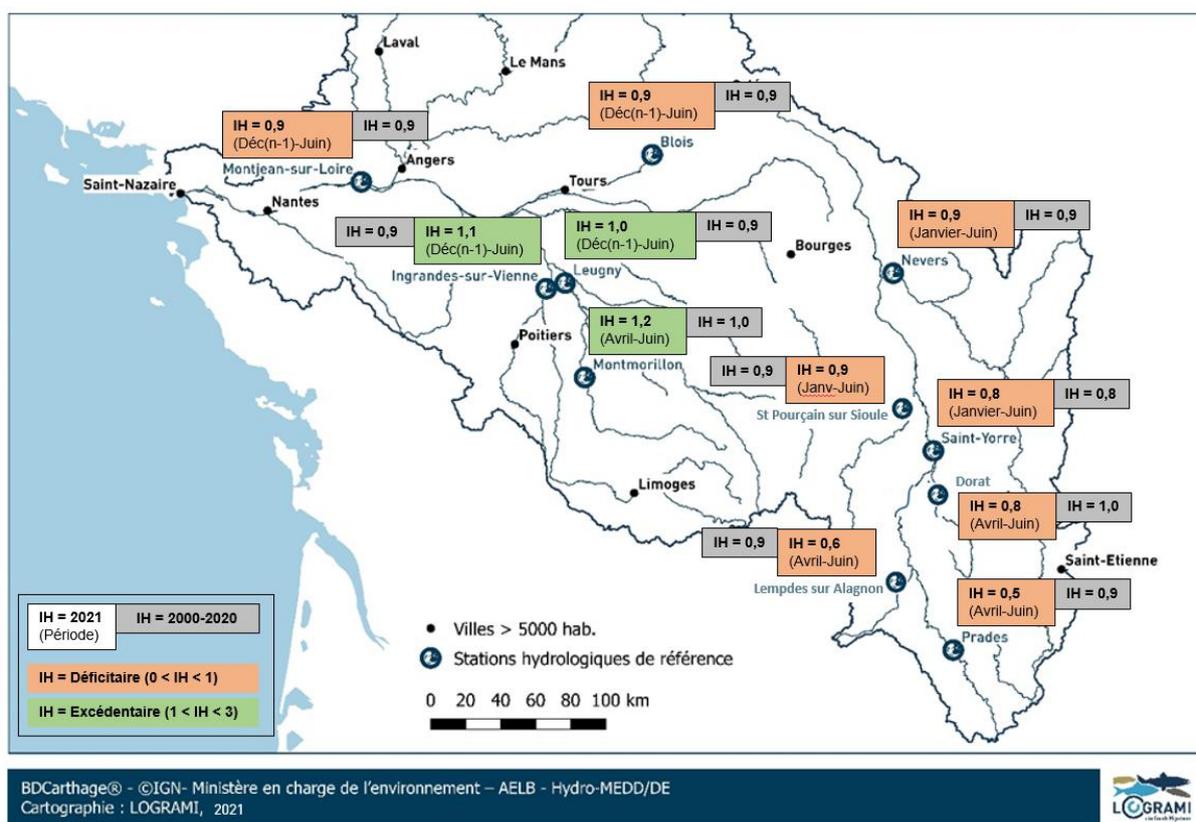


Figure 34 : Indices hydrologiques 2021 et indices hydrologiques historiques (2000-2020) durant la migration printanière des saumons (janvier à juin) sur les stations hydrométriques de référence du bassin de la Loire (Données hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

3.2.1.2 Survie estivale des géniteurs

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 & Smith, 1986;

Thioulouse, 1972). Ces sites se trouvent généralement à l'aval des lieux de frai. Cette analyse ne prend pas en compte ce comportement migratoire car ces enregistreurs ne sont pas disposés dans ces sites de sédentarisation. Par conséquent, le caractère « favorable » ou « défavorable » à la survie estivale d'une rivière est applicable pour la phase de migration active des géniteurs.

Température

La température influence de nombreux mécanismes biotiques chez le saumon atlantique telle que la survie estivale (Tableau 12). Le risque de mortalité pour les géniteurs intervient à partir de 25 °C (Cohendet, 1993). Le seuil léthal pour les géniteurs des saumons est de 27,5 °C (CRISP, 1993). La durée de ces températures élevées est un risque accru de mortalité.

Tableau 12 : Préféremdum de températures pour la survie estivale du saumon atlantique (Sources : AEAG, 2018)

	Classes de température
Pas de risque de mortalité	0 < T° < 25
Risque de mortalité	25 < T° < 27,5
Léthal	T° > 27,5

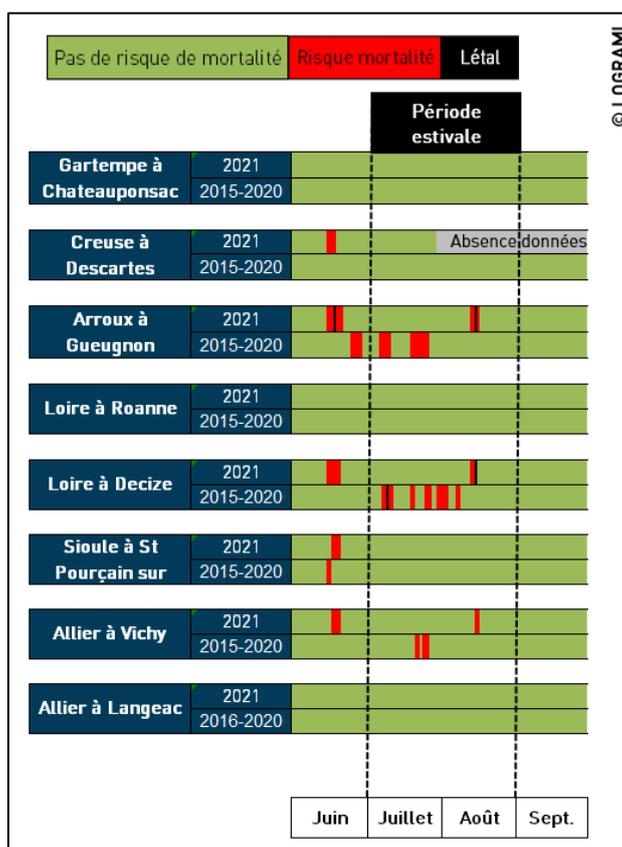
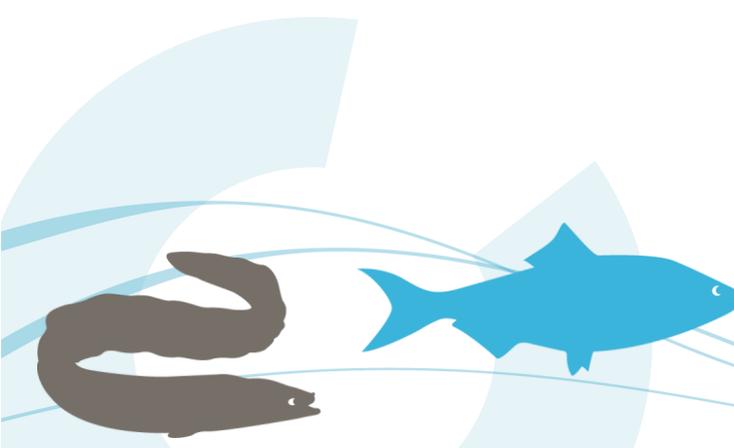


Figure 35 : Comparaison de l'amplitude des préféremdums thermiques pour la survie estivale du saumon atlantique entre 2021 et les données antérieures sur les différentes stations de comptage du bassin de la Loire (Sources : LOGRAMI)



Seuil des 25°C

En 2021, le seuil des 25 °C est atteint très précocement à Descartes (4 reprises), Gueugnon (7 reprises) et Decize (6 reprises) à partir du 14 juin ainsi qu'à Vichy (4 reprises) et Saint-Pourçain-sur-Sioule (4 reprises) à partir du 16 juin (Figure 35).

Les températures estivales (juillet-août) ont été « favorables » à la survie des saumons. La température de l'eau n'a en effet dépassé les 25 °C qu' 4 reprises à Gueugnon sur l'Arroux, 3 reprises à Decize sur la Loire amont et 3 reprises à Vichy sur l'aval de l'Allier.

Sur le bassin de l'Allier, depuis 2019 grâce à l'enrichissement du réseau de sondes température, il est possible d'analyser plus finement les conditions de survie des géniteurs le long de l'axe principal. En 2021, 3 journées dépassant le seuil des 25 °C ont été observées à Moulins, Vichy et Limons (Figure 36). Comparativement à 2019, les conditions de survie des géniteurs en 2021 durant l'été ont été beaucoup plus « clémentes » sur la partie aval du bassin.

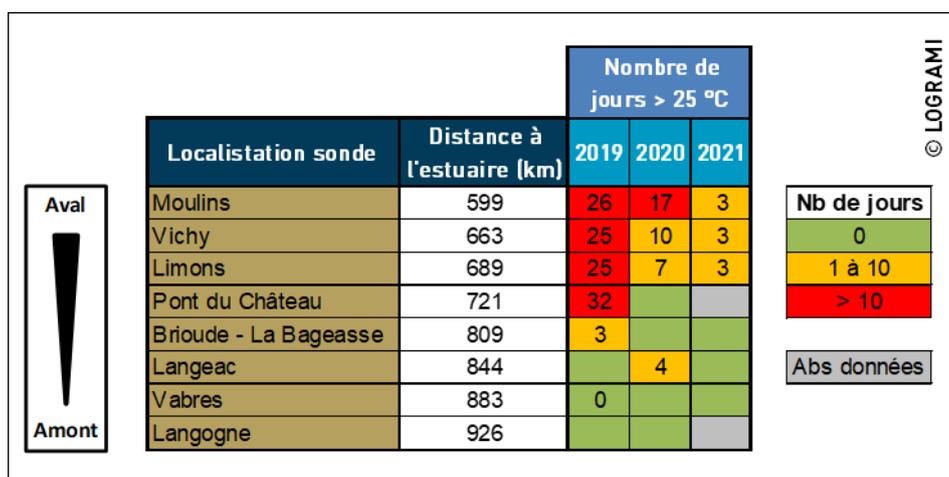


Figure 36 : Nombre de jours supérieurs à 25 °C au niveau des stations de mesure de la température sur l'Allier pendant les étés 2019, 2020 et 2021 (Sources : LOGRAMI)

Sur le bassin Creuse-Gartempe en 2021, aucune sonde température n'a enregistré de valeurs dépassant le seuil de 25 °C durant la période estivale (Figure 37). Ainsi, la thermie a été plutôt favorable en 2021 pour la survie du saumon atlantique sur le bassin Creuse-Gartempe. Comparativement, en 2019 les conditions avaient été beaucoup moins favorables sur l'ensemble de l'axe avec un seuil de 25 °C dépassé 20 fois à Descartes.

Ces différentiels de seuils observés entre l'aval et l'amont argumentent encore en faveur d'action sur la continuité écologique afin de garantir l'accès aux zones plus fraîches en période estivale.

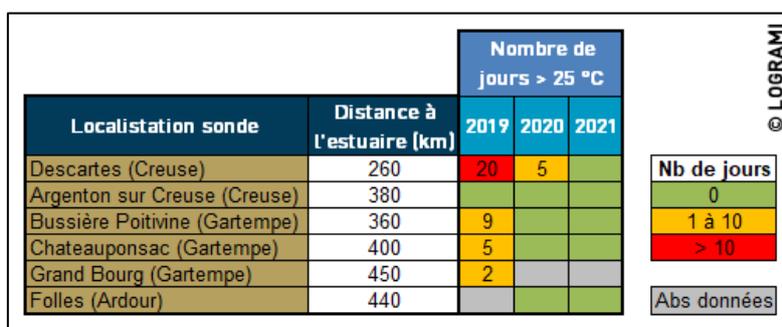


Figure 37 : Nombre de jours supérieurs à 25 °C au niveau des stations de mesure de la température sur l'axe Creuse-Gartempe pendant les étés 2019, 2020 et 2021 (Sources : LOGRAMI)

Seuils des 27,5 °C

En 2021, le seuil de 27,5 °C est atteint très précocement à la station de Gueugnon à partir du 17 juin (Figure 35). Durant la période estivale, la température de l'eau a dépassé les 27,5 °C à une reprise à Gueugnon et Decize le 15 août.

Sur le bassin de l'Allier, comparativement à 2019, les conditions de survie des géniteurs durant l'été 2021 ont été beaucoup plus « favorables » sur la partie aval du bassin (Figure 38). En effet, en 2019, le seuil de 27,5 °C avait été atteint à plusieurs reprises sur le secteur Moulins – Pont du Château alors que celui-ci n'a été atteint sur aucun secteur en 2021.

Localisation sonde	Distance à l'estuaire (km)	Nombre de jours > 27,5 °C		
		2019	2020	2021
Moulins	599	7		
Vichy	663	8		
Limons	689	6		
Pont du Château	721	6		
Brioude - La Bageasse	809			
Langeac	844			
Vabres	883			
Langogne	926			

Nb de jours

0

1 à 10

> 10

Abs données

© LOGRAMI

Figure 38 : Nombre de jours supérieurs à 27,5°C au niveau des stations de mesure de la température sur l'Allier pendant les étés 2019, 2020 et 2021 (Sources : LOGRAMI)

Sur le bassin Creuse-Gartempe, aucune valeur supérieure à 27,5 °C n'a été observée en 2021 (Figure 39).

Localisation sonde	Distance à l'estuaire (km)	Nombre de jours > 27,5 °C		
		2019	2020	2021
Descartes (Creuse)	260	5		
Argenton sur Creuse (Creuse)	380			
Bussière Poitvine (Gartempe)	360	1		
Chateauponsac (Gartempe)	400			
Grand Bourg (Gartempe)	450			
Folles (Ardour)	440			

Nb de jours

0

1 à 10

> 10

Abs données

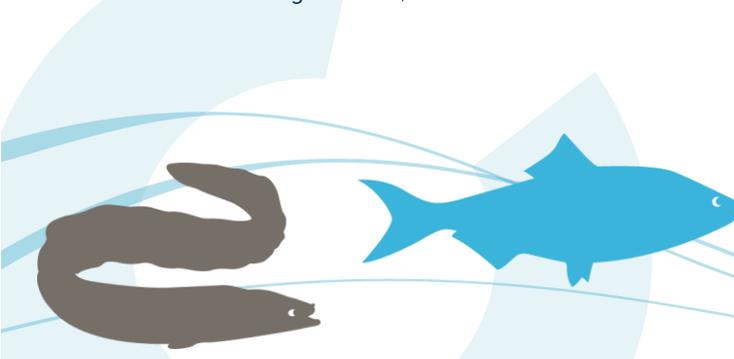
© LOGRAMI

Figure 39 : Nombre de jours supérieurs à 27,5 °C au niveau des stations de mesure de la température sur l'axe Creuse-Gartempe pendant les étés 2019, 2020 et 2021 (Sources : LOGRAMI)

Hydrologie

Les conditions hydrologiques rencontrées pendant l'été (juillet-septembre) permettent de caractériser les conditions de survie estivale des géniteurs de saumons.

En 2021, les indices hydrologiques calculés durant cette période sont tous excédentaires excepté l'indice hydrologique à la station de Prades sur l'Allier amont (Figure 40). Les indices oscillent entre 1,1 sur l'Alagnon et 2,2 sur la Creuse et sur la Gartempe.



Les conditions de débits rencontrées durant la période estivale ont été « favorables » à la survie des saumons sur la partie aval du bassin de l'Allier et de la Gartempe. Toutefois des conditions « moins favorables » pour la survie des géniteurs de saumons ont été rencontrées sur la partie amont de l'Allier pendant l'été.

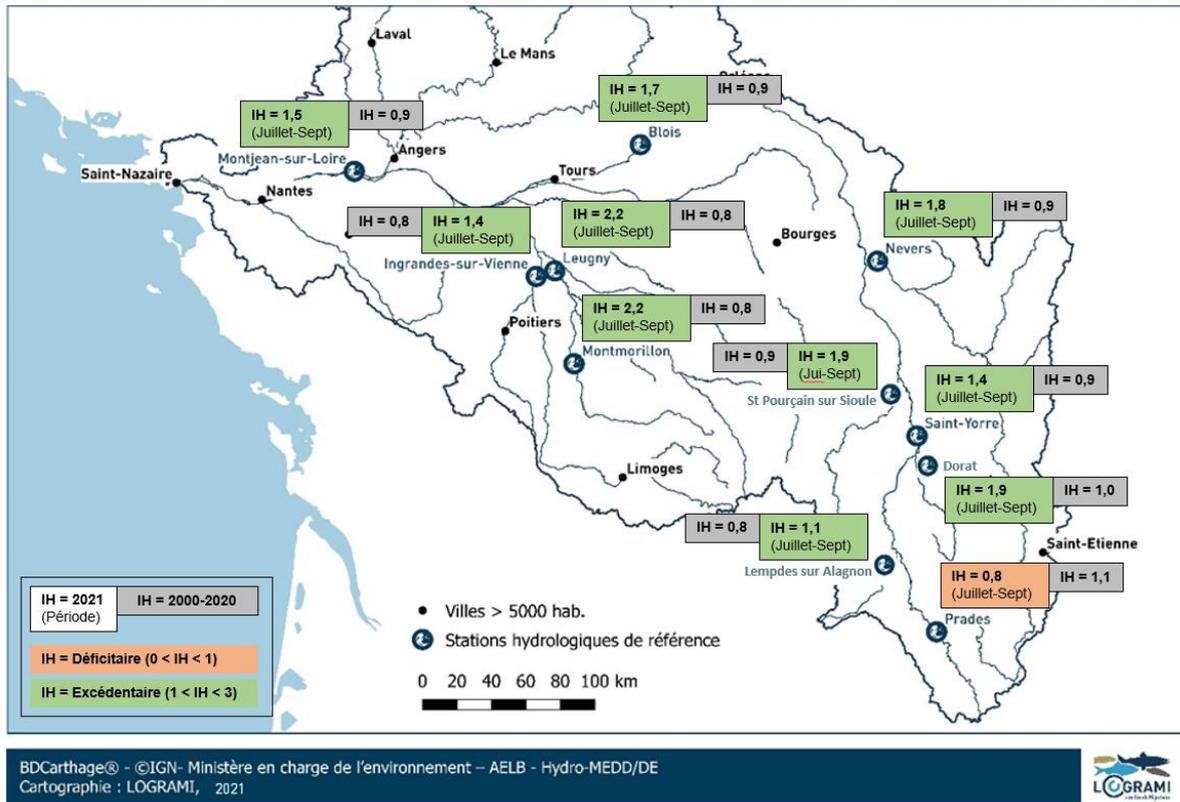


Figure 40 : Indices hydrologiques 2021 et indices hydrologiques historiques (2000-2020) durant la période estivale sur les stations hydrométriques de référence du bassin de la Loire (Données hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

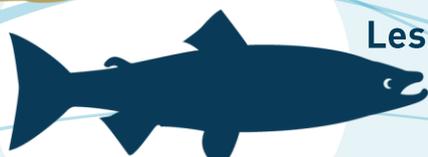
3.2.1.3 Reprise migratoire automnale

Température

Durant la migration automnale en 2021, la fenêtre optimale de migration est atteinte plus précocement de 17 jours sur l'Allier et la Sioule par rapport à la Loire et la Creuse-Gartempe. Ainsi, elle débute aux alentours du premier septembre (+/- 3 jours) aux stations de Langeac et Vichy (Allier), Saint-Pourçain-sur-Sioule (Sioule) contre le 17 septembre (+/- 4 jours) en moyenne aux stations de Decize, Roanne et Gueugnon (Loire) ainsi que Descartes et Châteauponsac (Creuse Gartempe).

L'amplitude du préférendum thermique ($10 < T^\circ < 20$) pour la migration automnale des saumons s'élève en moyenne depuis le début des mesures toutes stations confondues à 61 jours +/- 6 (Figure 41).

En 2021, les amplitudes automnales du préférendum thermique pour la migration du saumon ont été globalement plus courtes de 9 jours +/-2 que les années précédentes sur l'ensemble des stations de comptages à l'exception de l'Allier amont à Langeac.



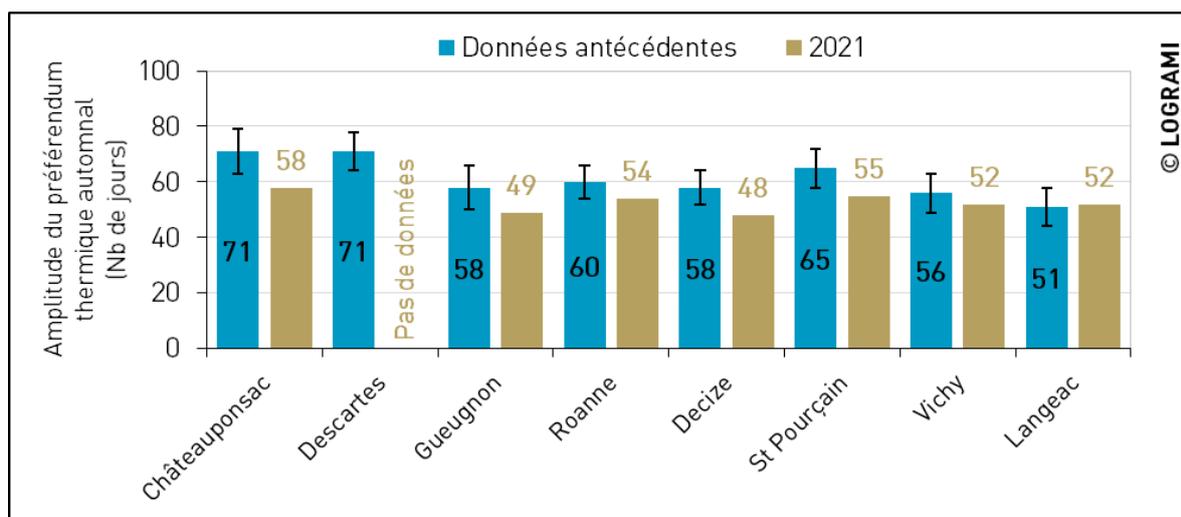


Figure 41 : Comparaison des amplitudes moyennes des préférendums thermiques automnaux pour la migration du saumon atlantique sur les différentes stations de comptage du bassin de la Loire entre 2021 et les données antérieures (Sources : LOGRAMI)

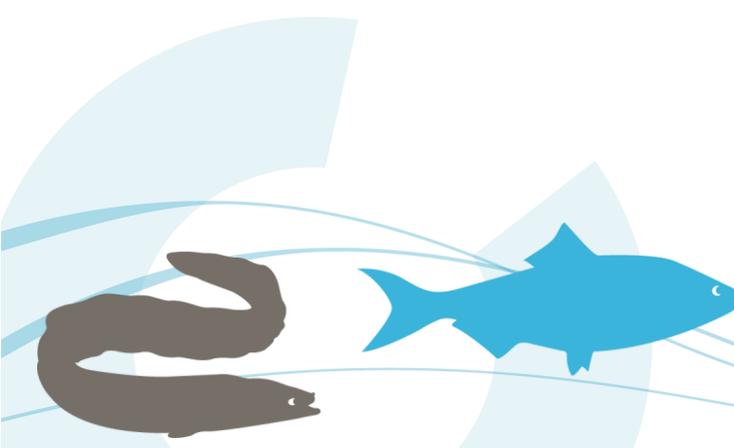
Chaque année des individus sont comptabilisés en reprise de migration automnale sur les parties amont des bassins : Langeac sur l'Allier et Châteauponsac sur la Gartempe. A Langeac, en considérant 90 % de l'amplitude migratoire automnale des saumons, ces températures favorables à la migration mesurées à l'automne couvrent en moyenne 58 % +/- 10 de la période de migration. En 2021, l'amplitude du préférendum thermique est plus faible avec 50 % de la période de migration.

Hydrologie

Les conditions hydrologiques rencontrées de septembre à novembre permettent de caractériser la reprise de migration automnale des saumons.

En 2021, les indices hydrologiques calculés pour cette fenêtre sont tous déficitaires avec un indice moyen de 0,8 (+/- 0,1). Ces indices déficitaires sont similaires aux moyennes de référence calculées sur les 20 dernières années (2000-2020). Le plus faible indice est enregistré sur l'Allier amont à Prades avec une valeur de 0,5 (Figure 42).

Les conditions de débits rencontrées durant la période automnale ont été « défavorables » à la migration des saumons sur l'ensemble du bassin de la Loire.



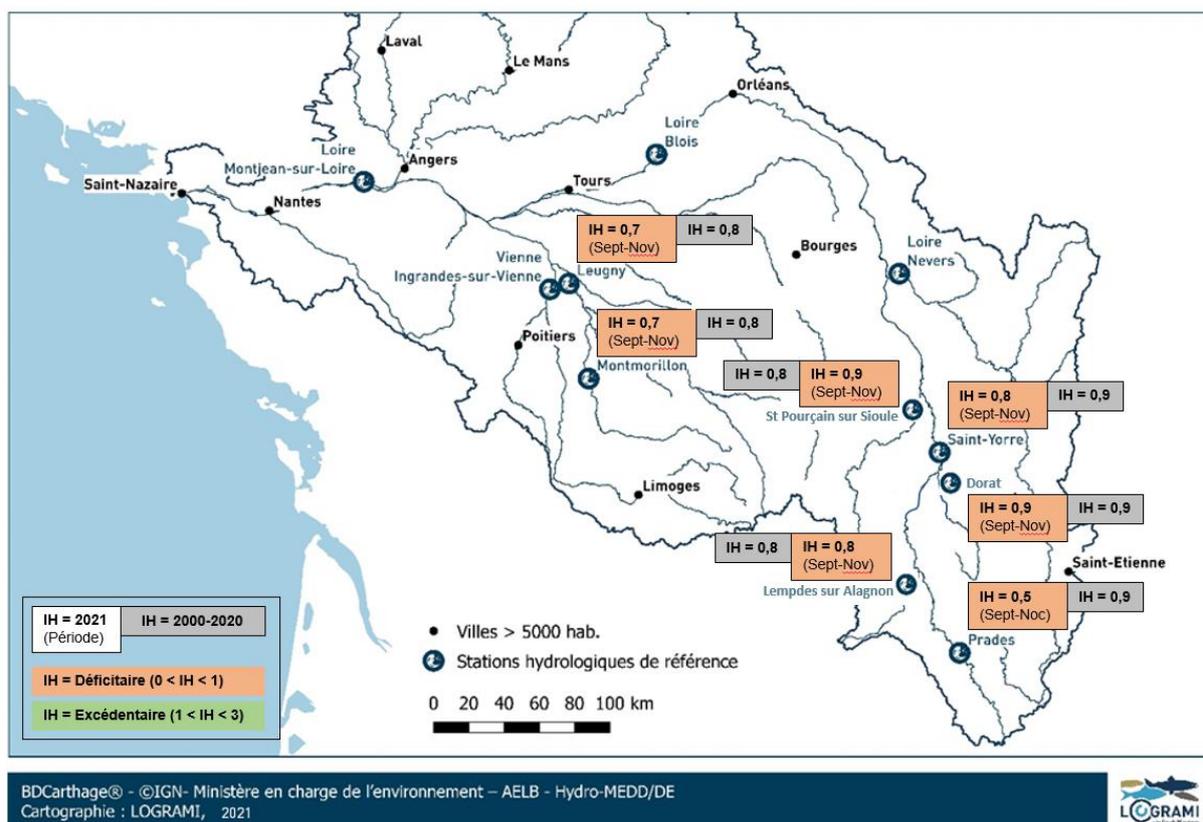


Figure 42 : Indices hydrologiques 2021 et indices hydrologiques historiques (2000-2020) de septembre à novembre sur les stations hydrométriques de référence du bassin de la Loire (Données hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

3.2.1.4 Reproductions de géniteurs

Température

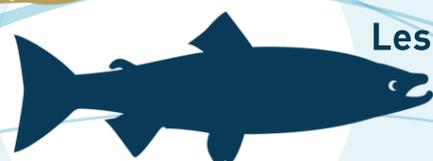
D'après l'historique des observations de reproduction sur le bassin de l'Allier, l'activité de reproduction des saumons se concentre essentiellement sur le mois de novembre avec une amplitude maximale de 35 jours entre le 5 novembre et le 6 décembre (cf. § 3.4.3.2).

Vers la mi-octobre, les saumons s'apprêtent à quitter les fosses de la rivière pour se diriger vers les têtes de radier afin de s'y reproduire. L'activité de reproduction est optimale pour des températures comprises entre 4,2 et 12,5 °C (Dumas & Marty, 2006; Le Brech, 2009).

En moyenne, sur l'ensemble des stations de mesure, les températures favorables à l'édification des frayères représentent 80 % +/- 10 du temps soit 28 jours +/- 3 (Figure 43).

L'amplitude du préférendum de reproduction la plus importante est enregistrée sur le Renaison avec 89 % +/- 2 du temps (31 jours). Cette dernière est due au grand barrage localisé quelques kilomètres en amont de site de mesure. Cet ouvrage restitue le débit réservé par une vanne de fond. A cette période de l'année, la température de l'eau du fond de la retenue plus chaude semble compatible avec les exigences thermiques des saumons durant la période de reproduction.

Sur le bassin de l'Allier, une réduction de l'amplitude du préférendum de reproduction vers l'amont est constatée. Un écart de 17 % est constaté entre Issoire (80 %) et Langogne (63 %). Ce constat semble être en accord avec les observations de terrain réalisées sur le secteur de Langogne témoignant d'une amplitude de la période de reproduction plus courte.



En 2021, les périodes de reproduction optimales pendant la période de reproduction sur l'Alagnon (63 % du temps), la Dore (63 %) et l'Allier (moyenne 70 %) ont été plus courtes comparativement aux données antécédentes avec respectivement 79 %, 75 % et 79 %. Ces observations sont dues à des températures fraîches rencontrées durant le mois de novembre en 2021 (cf. § 3.1.2.7 Conditions thermiques durant la période automnale 2021).

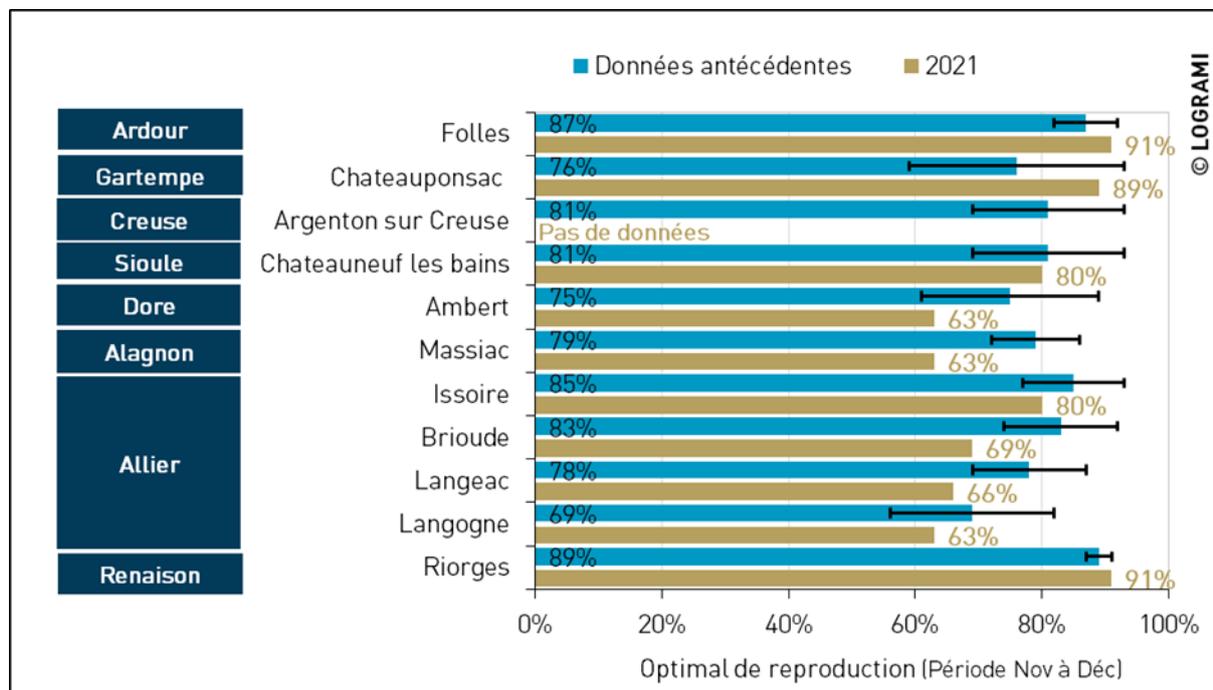


Figure 43 : Comparaison des conditions optimales de température (7,5 à 12,5 °C) pour la reproduction des saumons (période de novembre à décembre) entre 2021 et les données antérieures sur les stations thermiques de Folles, Châteauponsac, Argenton sur Creuse, Châteauneuf les Bains, Ambert, Massiac, Issoire, Brioude, Langeac, Langogne et Riorges (Sources : LOGRAMI)

Hydrologie

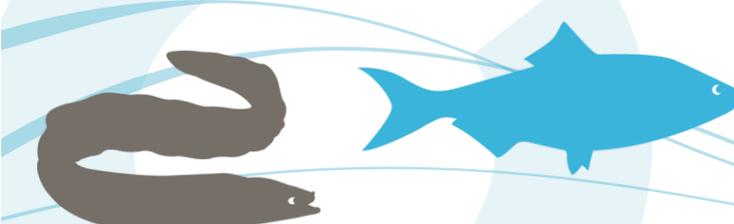
Durant la période de reproduction des géniteurs de saumons, aucune crue morphogène ne semble avoir détruit les nids.

3.2.1.5 Développement des œufs

Température

Les différents stades de développement de l'embryon sont caractérisés par un cumul de degrés-jours (somme des moyennes journalières). Ainsi, la température moyenne journalière enregistrée sur chaque rivière permet d'estimer la date précise d'éclosion (440 degrés jours-pour les saumons ; (Dumas & Marty, 2006)) et d'émergence (800 degrés jours-pour les saumons ;(Louhi et al., 2011)). Pour cette analyse, il est considéré qu'en moyenne le pic de reproduction des saumons sur le bassin de la Loire se situe autour du 1^{er} décembre.

En moyenne, sur l'ensemble des stations de mesure, la date d'éclosion des œufs se situe le 27 février (+/- 16 jours) et l'émergence des alevins le 16 avril (+/- 15 jours) (Figure 44). Un raccourcissement de la période d'incubation des œufs est constaté sur les secteurs les plus en aval. En effet, ces derniers présentent une évolution plus rapide, la température moyenne journalière y étant plus élevée.



Sur les tronçons de cours d'eau influencés par des lâchures de grands barrages (Renaison, Sioule, Creuse), l'éclosion intervient plus précocement (moyenne = 8 février +/- 8 jours). Les débits rejetés étant largués par le fond de la retenue, la température est anormalement plus chaude pendant la période hivernale.

En 2021, l'éclosion des œufs (15 février +/- 13 jours) et l'émergence des alevins (3 avril +/- 14 jours) ont été plus précoces d'une quinzaine de jours sur l'ensemble des zones de reproduction du bassin de la Loire. En effet, les températures hivernales ont été douces avec un mois de février particulièrement chaud sur l'ensemble du bassin (+ 2,4 °C).

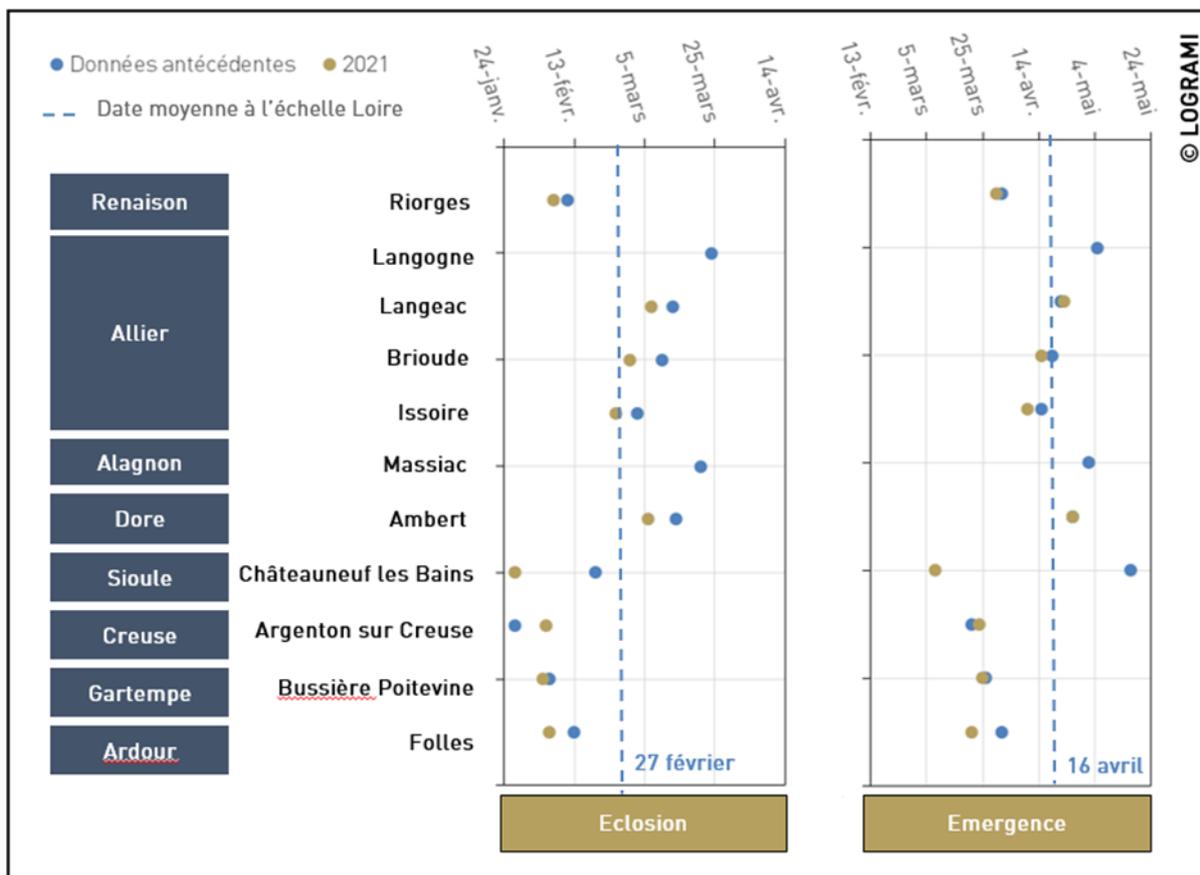
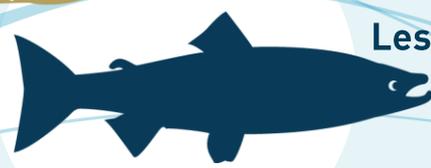


Figure 44 : Dates d'éclosion des œufs et d'émergence des alevins sur les zones de reproduction du saumon sur le bassin de la Loire en 2021 par rapport à l'historique des températures (Sources : LOGRAMI)

Hydrologie

Lors de la phase d'incubation des œufs et de développement des alevins vésiculés dans leur frayère, des débits trop élevés vont mettre en suspension le substrat de frai et découvrir les œufs et les alevins, entraînant leur mort (Baran, 2012). Une comparaison de la proportion du nombre de jours où le débit a été supérieur à 5 fois le module durant la période de développement des juvéniles à l'intérieur de leur frayère (800 degrés-jour après la date médiane de frai définie le 1^{er} décembre) est réalisée sur chaque rivière présentant de la reproduction de saumons (Tableau 13).

Tableau 13 : Evaluation et comparaison du pourcentage de jours avec des débits cinq fois supérieurs au module des rivières sur les secteurs de reproduction des saumons en 2021 (Sources : LOGRAMI)



Rivière	Station hydrométrique	Module	Pourcentage de jours aux débits supérieurs à 5 fois le module
Allier	Langeac	22	0%
Alagnon	Lempdes	12	5%
Dore	Dorat	19	4%
Sioule	Ebreuil	19,7	0%
Creuse	Argenton sur Creuse	26,1	16%
Gartempe	Montmorillon	21	30%
Ardour	Folles	1,75	9%

En 2020-2021, l'impact du débit lors de l'incubation des œufs jusqu'à l'émergence des alevins est nul voir négligeable sur l'Allier, l'Alagnon, la Dore, la Sioule et l'Ardour (moyenne = 4 % +/- 3).

Sur la Creuse et la Gartempe, le pourcentage du nombre de jours où le débit a été supérieur à 5 fois le module est bien plus élevé avec respectivement 16 % et 30 %. Des conditions de débit défavorables ont donc été rencontrées par les œufs et les alevins émergents sur ces deux axes et peuvent expliquer un éventuel faible taux de survie.

3.2.1.6 Développement des tacons

D'après les études de survie sous graviers menées sur le bassin de la Loire (Bach et al., 2015b), la période de développement des alevins débute en moyenne autour du 16 avril (+/-15) (date moyenne d'émergence). Le développement des alevins s'étalerait jusqu'à la fin de l'été (fin septembre) soit 168 jours (16 avril au 30 septembre). Cette amplitude de développement englobe la période estivale présentant potentiellement des températures élevées critiques auxquelles les tacons 0+ sont vulnérables.

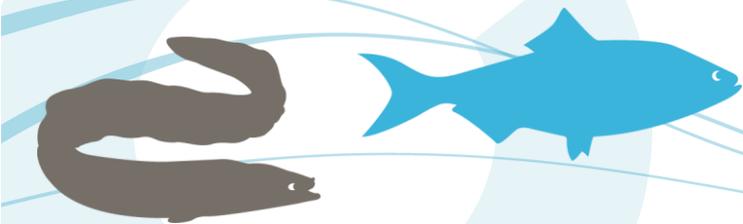
Température

La vitesse de croissance des tacons en eau douce est fonction de la température de l'eau liée à la latitude des secteurs de cours d'eau considérés (Stradmeyer & Thorpe, 1987). Dans les zones de climat tempéré (France), elle est plus rapide que dans les latitudes nordiques (Scandinavie) (Heland & Dumas, J., 1994). Les températures optimales pour le développement des tacons oscillent entre 7 et 21 °C (AEAG, 2018).

En moyenne, sur l'ensemble des stations de mesure, les températures favorables à la croissance des tacons (de 7 à 21 °C) représentent 87 % +/- 10 du temps soit 146 jours +/- 17 sur les 168 (Figure 45).

-  Le maximum est atteint sur les têtes de bassin avec des valeurs supérieures à 95 % aux stations de mesure de Châteauneuf les bains sur la Sioule (99 % +/- 1), Ambert sur la Dore (96 % +/- 3), Langogne sur l'Allier (94 % +/- 5) et Riorges sur la Renaison (100 %) ;
-  Le minimum est enregistré à la station d'Argenton-sur-Creuse avec 61 % +/- 14.
-  Sur l'Allier, une diminution progressive de la fenêtre optimale de développement de près 23 % entre l'amont (Langogne) et l'aval (Issoire) induite par l'augmentation naturelle de la température de l'eau selon le gradient amont – aval est observée.

En 2021, les fenêtres optimales de croissance ont été globalement statiquement supérieures aux valeurs historiques (Mann Whitney : p-value < 0,05 ; alpha 0,05) pour toutes les stations de mesure. Le mois de juillet pluvieux constaté sur l'ensemble du bassin de la Loire a enregistré des températures compatibles avec le développement des tacons. En l'absence de données, il est difficile de statuer sur l'amont de l'Allier mais au regard de la progressivité des valeurs optimales



et des autres observations, les pourcentages à Langogne sont à l'évidence supérieurs à 94 % et même probablement proches de la totalité de la période de croissance.

Il apparaît que les meilleures conditions de développement des alevins sont rencontrées dans les parties apicales des axes justifiant l'accès aux géniteurs à ces meilleures zones de production.

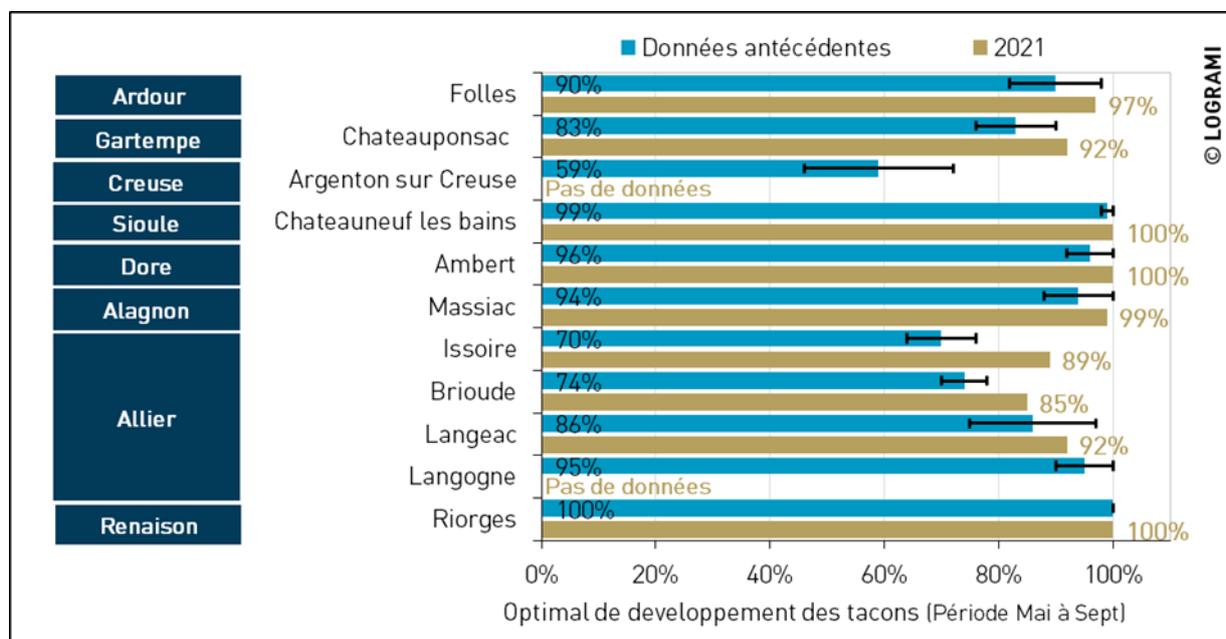


Figure 45 : Comparaison des conditions optimales de température (7 à 21 °C) pour le développement des tacons (période de mai à septembre) entre 2021 et les données antérieures sur les stations thermiques de Folles, Châteauponsac, Argenton sur Creuse, Châteauneuf les Bains, Ambert, Massiac, Issoire, Brioude, Langeac, Langogne et Riorges (Sources : LOGRAMI)

Hydrologie

En 2021, aucun évènement hydrologique soutenu n'est venu perturber la croissance des tacons sur l'ensemble du bassin de l'Allier et ses affluents. Seule une crue notable sur la Gartempe est relevée le 14 juillet avec 204 m³/s à Montmorillon (crue biennale : 197 m³/s).

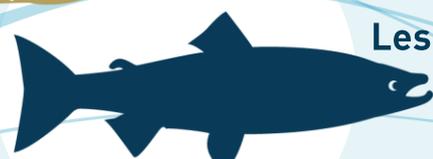
Toutefois, les variations artificielles de niveau induites par les ouvrages hydro-électriques peuvent engendrer des mortalités chez les tacons.

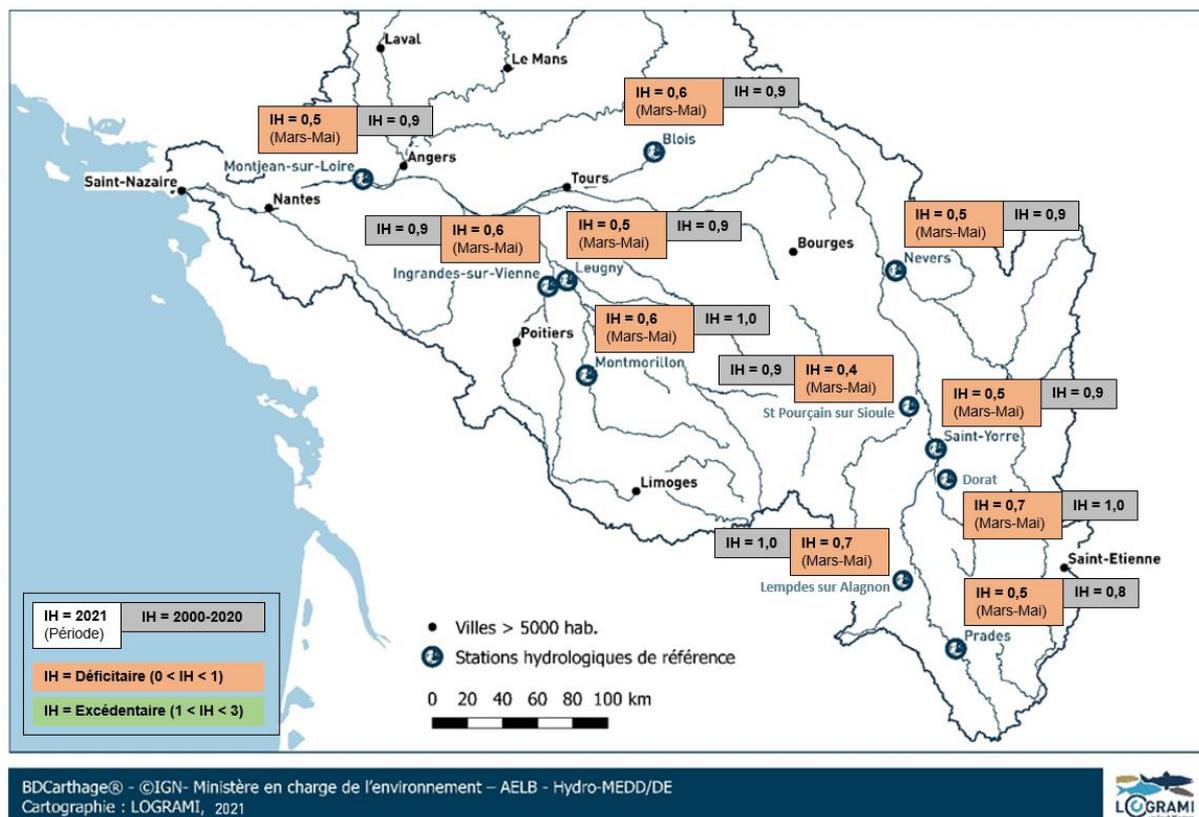
3.2.1.7 Dévalaison des smolts

Hydrologie

Concernant la dévalaison des smolts, 95 % des individus dévalent entre mars et mai. En 2021, les indices hydrologiques calculés pour cette fenêtre sont tous déficitaires avec un indice moyen de 0,5 (+/- 0,1) (Figure 46). Ces indices déficitaires sont en moyenne 1,7 fois inférieurs aux moyennes de référence calculées sur les 21 dernières années (2000-2020).

Le manque d'eau en entre mars et mai a pu limiter la dévalaison des smolts sur l'ensemble du bassin de la Loire.





3.2.2. L'aloise

3.2.2.1 Migration des géniteurs

Température

Il a été démontré que la migration des aloses est corrélée linéairement de manière significative avec la température (Cassou-Leins & Cassou-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 14). Entre 7 et 10 °C, les aloses sont en capacité de migrer mais avec une activité réduite et les observations montrent que cette nage ralentie réduit leur capacité à utiliser les dispositifs de franchissement. L'optimum de migration se situe entre 10 et 20 °C. Le risque de mortalité pour les géniteurs est avéré pour une température de 30 °C (AEAG, 2018).

Tableau 14 : 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	$25 < T^{\circ} < 30$
Létal	$T^{\circ} > 30$

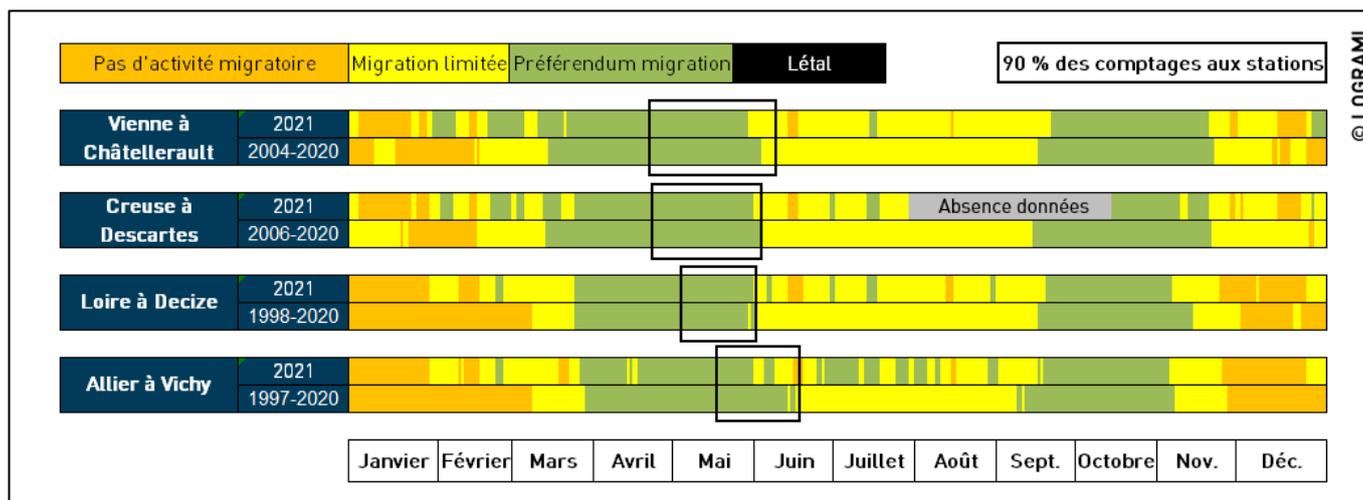


Figure 47 : Comparaison de l'amplitude des préférendums thermiques pour la migration de l'aloise entre 2021 et les données antérieures sur les différentes stations de comptage du bassin de la Loire (Sources : LOGRAMI)

En 2021, l'atteinte du seuil de 10 °C est plus précoce de 39 jours +/- 4 pour l'ensemble des stations (Figure 47). Des températures élevées de 25 à 30 °C sont observées à 2 reprises à Vichy pendant la fin de la période de migration. Ces températures représentent seulement 5 % de l'ensemble de la période migratoire des aloses.

Durant les 6 premiers mois de l'année, l'amplitude du préférendum thermique ($10 < T^{\circ} < 20$) pour la migration de l'aloise s'élève en moyenne depuis le début des mesures, toutes stations confondues, à 78 jours +/- 5 (Figure 48).

En 2021, l'amplitude du préférendum thermique pour la migration de l'aloise a été plus longue à Châtelleraut (92 jours contre 81 jours +/- 9 en moyenne) et plus courte à Descartes (79 jours contre 85 jours +/- 9 en moyenne).

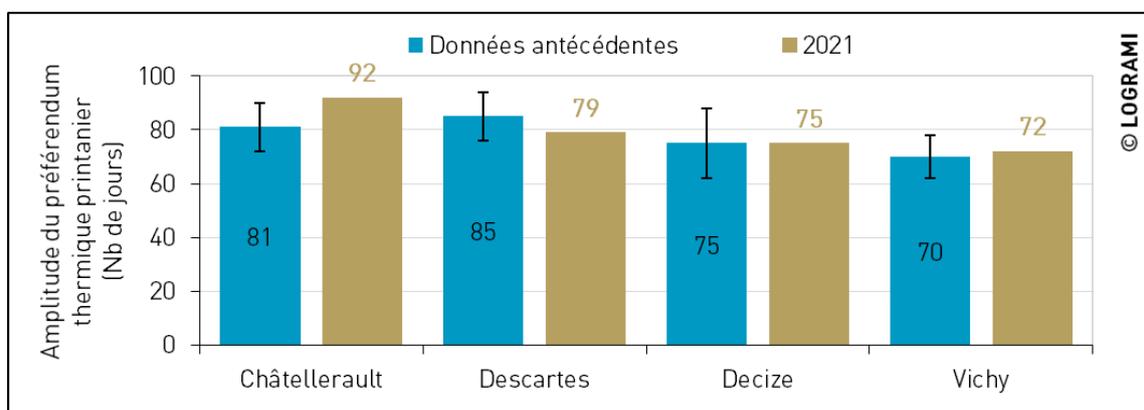


Figure 48 : Comparaison du pourcentage de l'amplitude du préférendum thermique favorable à la migration des aloses aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire entre 2021 et les données antérieures (Sources : LOGRAMI)

En considérant 90 % de l'amplitude migratoire des aloses, ces températures favorables à la migration mesurées depuis le début de la mise en place des sondes thermiques couvrent en moyenne 82 % +/- 3 de la période de migration (Figure 51).

En 2021, les amplitudes du préférendum thermique pour 90 % de la migration sont plus faibles que les années précédentes à Châtelleraut (70 % d'amplitude contre 76 % +/- 9 historiquement) et Vichy (72 % d'amplitude contre 83 % +/- 12 historiquement).



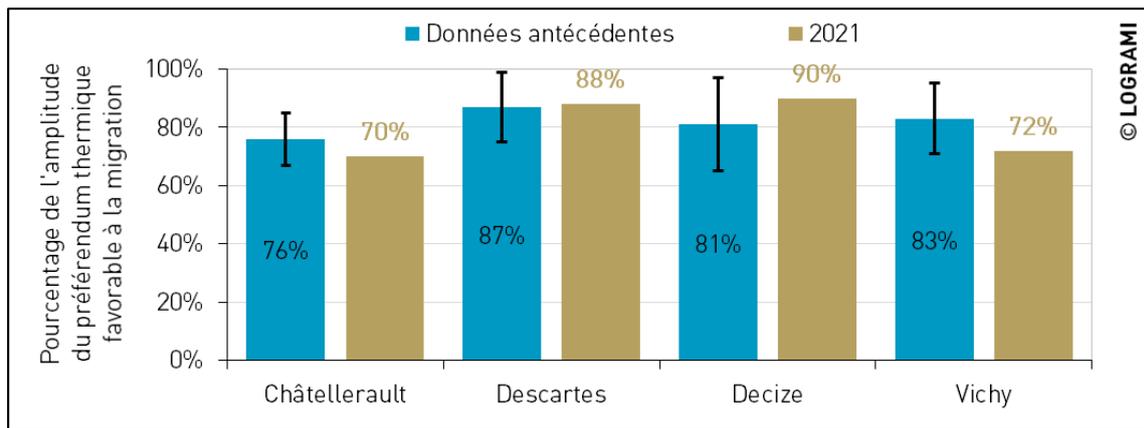


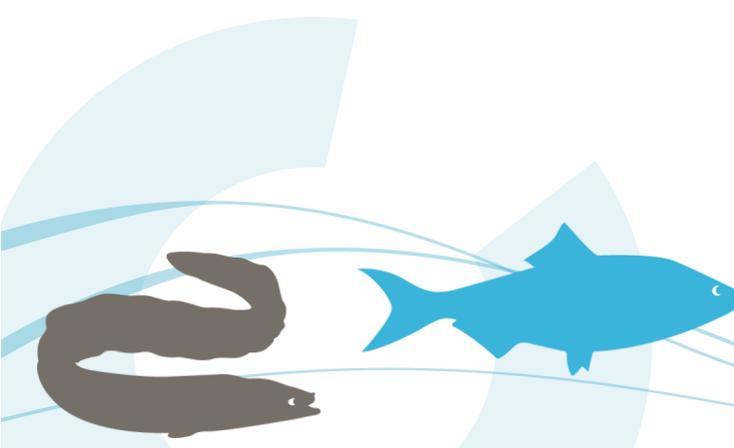
Figure 49 : Comparaison du pourcentage de l'amplitude du préféremdum thermique printanier favorable à la migration des aloses aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire entre 2021 et les données antérieures (Sources : LOGRAMI)

Hydrologie

Les conditions hydrologiques rencontrées pendant les six premiers mois de l'année (janvier à juin) permettent de caractériser la migration de montaison des aloses. Les indices hydrologiques au niveau des stations de comptages ont été calculés en tenant compte des amplitudes de migration.

Ainsi en 2021, les indices hydrologiques sont déficitaires sur l'ensemble des stations avec un indice moyen de 0,8 (+/- 0,1) (Figure 50). Le plus faible indice est enregistré sur la Creuse à Leugny avec une valeur de 0,5.

En 2021, les conditions de débits ont été « limitantes » pour la migration des aloses sur l'ensemble du bassin de la Loire.



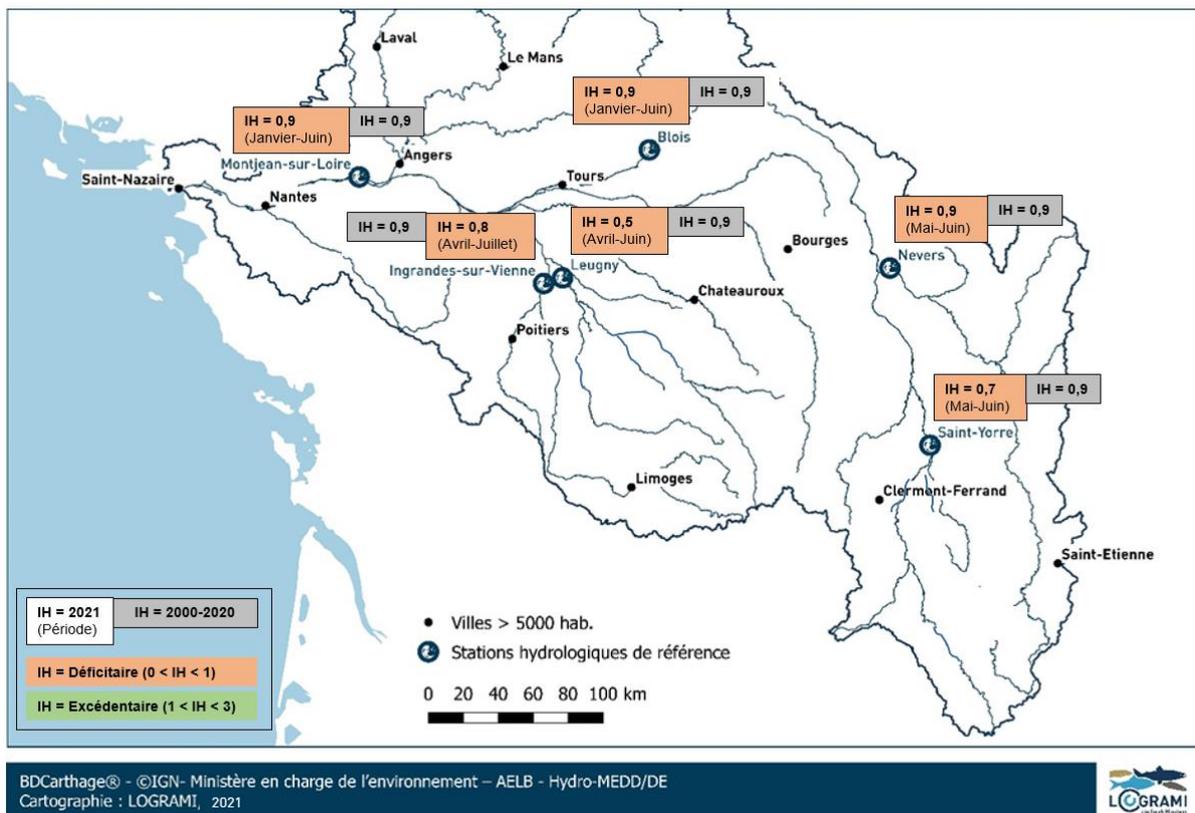


Figure 50 : Indices hydrologiques 2021 et indices hydrologiques historiques (2000-2020) pendant la migration des aloses sur les stations hydrométriques de référence du bassin de la Loire (Données hydro : DREAL Centre / Hydro - MEDD/DE)

3.2.2.2 Reproduction des géniteurs

D'après l'historique des observations de reproduction sur le bassin de la Loire, l'activité de reproduction des aloses se situe entre le 15 avril et le 31 juillet.

Température

Les observations de terrain sur le bassin de la Loire attestent que les conditions de reproduction optimales se situent entre 14 et 23 °C (LOGRAMI, 2020).

En moyenne, sur l'ensemble des stations de mesure, les températures favorables à la reproduction des géniteurs représentent 65 % +/- 6 de la période de reproduction (70 jours +/- 6) (Figure 51). Le maximum est atteint à Descartes avec 74 % +/- 10 et le minimum à Decize avec 59 % +/- 11. Sur le bassin de la Vienne (Descartes et Châtelleraut), en moyenne 73 % de la période de frai rencontre des températures optimales (79 jours).

En 2021, la fenêtre optimale de reproduction a été plus importante sur l'ensemble des sites avec un maximum de 81 % sur la Creuse à Descartes.



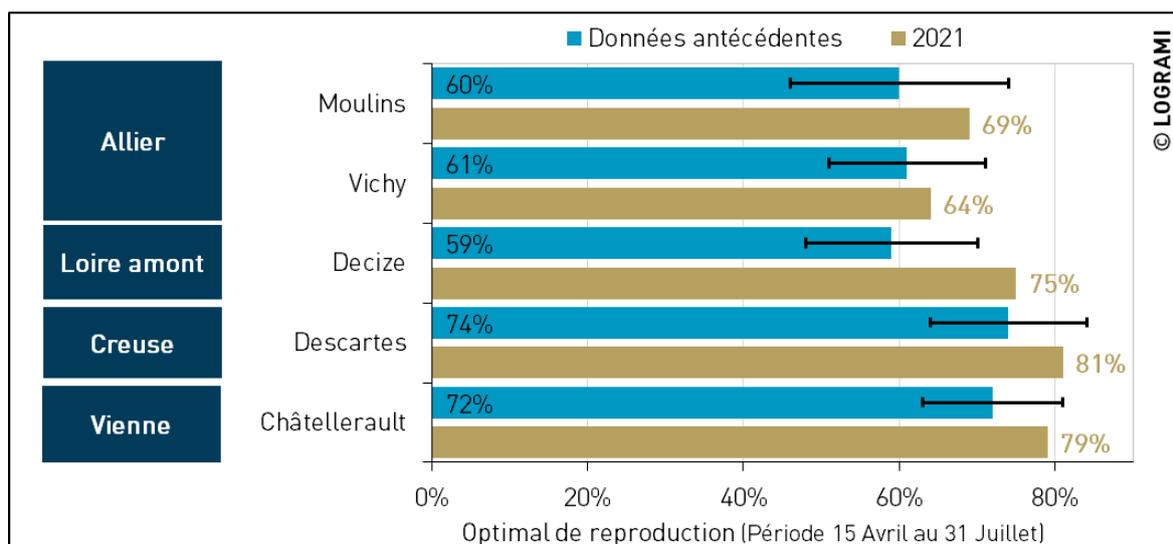


Figure 51 : Comparaison des conditions optimales de température (14 à 23 °C) pour la reproduction de l’alose (période 15 avril au 31 juillet) entre 2021 et les données antérieures sur les stations de thermiques de Decize, Vichy, Moulins, Châtelleraut et Descartes (Sources LOGRAMI)

Hydrologie

Les débits observés sur la Loire moyenne et la Loire amont au mois de mai ont retardé la reproduction des géniteurs en engendrant une baisse des températures. Un pic de crue a lieu le 14 mai avec une valeur de 436 m³/s à Nevers et le 16 mai avec 662 m³s à Blois. Toutefois, les débits moyens mensuels sur ces deux stations sont globalement similaires aux écoulements de référence.

Les crues estivales mesurées sur l’ensemble du bassin Loire fin-juin et mi-juillet ont mis un terme à la reproduction des aloses.

3.2.2.3 Développement des alosons

Température

La croissance des juvéniles jusqu’à la dévalaison est influencée par la température et la quantité d’oxygène dissoute dans l’eau (Alexandrino et al., 2000; Jatteau & Charles, 2010). Concernant les alosons, la plage de température pour laquelle la survie est supérieure à 90 % est comprise entre 13,5 et 25 °C (Alexandrino et al., 2000; Jatteau & Charles, 2010).

La phase de croissance débute 20 jours après l’éclosion (Jatteau & Fraty, 2012) et se poursuit jusqu’à la dévalaison des alosons à la fin de l’été/début de l’automne (Boisneau et al., 2011). Ainsi la période calculée pour la croissance s’étale du 15 mai au 30 septembre.

Historiquement, sur la période du 15 mai au 30 septembre, la température de l’eau est favorable à la survie des alosons en moyenne 90 % +/- 4 du temps sur l’ensemble des sites (Figure 52). La température de l’eau sur l’ensemble des sites de la Loire pendant la période de développement des alosons ne semble pas être un facteur limitant.

Comparativement aux années antécédentes, en 2021, la fenêtre de température favorable à la survie des alosons est plus élevée sur l’ensemble des stations (moyenne = 94 % +/- 2).

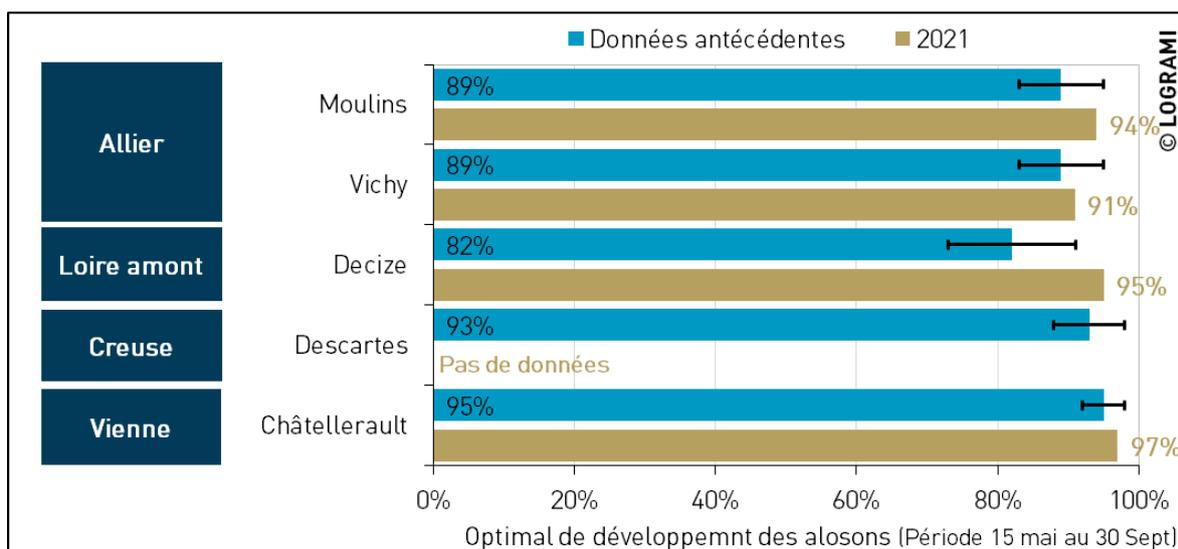


Figure 52 : Comparaison des conditions optimales de température (13,5 à 25 °C) pour le développement des alosons (période du 15 mai au 30 septembre) entre 2021 et les données antérieures sur les stations de températures de Decize, Vichy, Moulins, Châtelleraut et Descartes (Sources LOGRAMI)

Hydrologie

Le débit peut également nuire directement ou indirectement au succès du recrutement. En effet, d'un point de vue mécanique, un débit élevé peut augmenter l'abrasion des œufs sur un substrat dur ainsi que transporter les embryons et les larves vers des habitats inappropriés de faible densité de nourriture. Le débit va également augmenter la turbidité qui va interférer avec la capacité d'alimentation des alosons.

En ce sens, les événements hydrologiques de fin-juin et mi-juillet sur l'ensemble des stations du bassin de la Loire ont pu réduire le succès du recrutement 2021 des aloses (cf. § 3.1.1.4). Les crues, en entraînant une réduction de la température de l'eau, ont également retardé le développement des œufs et des alosons.

3.2.3. La lamproie marine

3.2.3.1 Migration des géniteurs

Température

La température joue un rôle dans la capacité migratrice de la lamproie marine. La migration en rivière est effective entre 4 °C et 24 °C (AEAG, 2018). Entre 4 et 7 °C, les lamproies marines sont en capacité de migrer mais avec une activité réduite et les observations montrent que cette nage ralentie réduit leur capacité à utiliser les dispositifs de franchissement. Aussi, une température de l'eau comprise entre 7 et 19 °C semble être optimale pour l'activité de migration (AEAG, 2018). Comme pour l'aloise, la létalité pour les géniteurs de lamproie marine se situe à 30 °C. La période considérée pour la montaison s'étale de janvier (en estuaire) à juillet mais l'essentiel des migrations aux stations de comptage ont lieu entre avril et fin mai.

Tableau 15 : Préféremdum de températures pour la migration de la lamproie marine (AEAG, 2018)

	Classes de température
Pas d'activité migratoire	$T^{\circ} < 4$
Migration limitée	$4 < T^{\circ} < 7$

Classes de température	
Préférendum migration	$7 < T^{\circ} < 19$
Migration limitée	$19 < T^{\circ} < 24$
Pas d'activité migratoire	$24 < T^{\circ} < 30$
Létal	$T^{\circ} > 30$

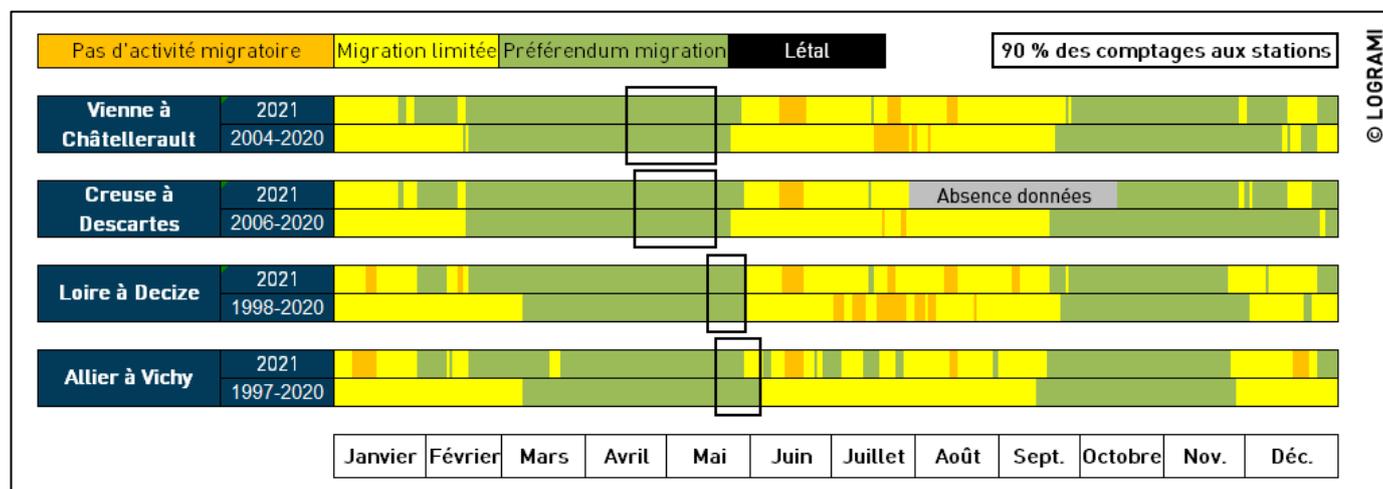


Figure 53 : Comparaison de l'amplitude des préférendums thermiques pour la migration de la lamproie marine entre 2021 et les données antérieures sur les différentes stations de comptage du bassin de la Loire (Sources LOGRAMI)

En 2021, l'atteinte du seuil de 7 °C est plus précoce sur l'ensemble des stations du bassin (Figure 53). Les températures sont favorables à la migration des lamproies dès fin-janvier. Pour l'amont du bassin, l'atteinte du seuil de 7 °C est plus précoce de 38 jours aux stations de Vichy et Decize. Malgré des conditions rapidement favorables à la migration des lamproies sur le haut du bassin, aucun individu n'est arrivé en amont des points de contrôle. Toutefois, il est possible que des géniteurs aient pu coloniser la partie moyenne de la Loire.

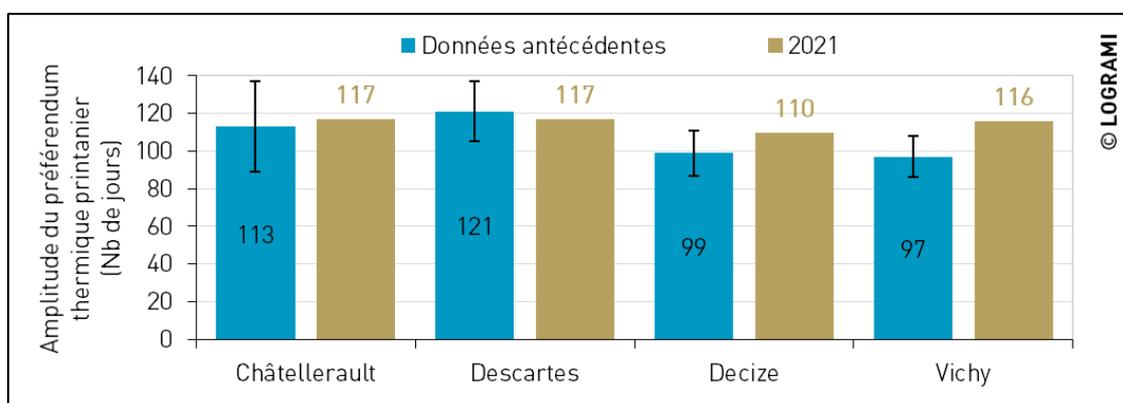
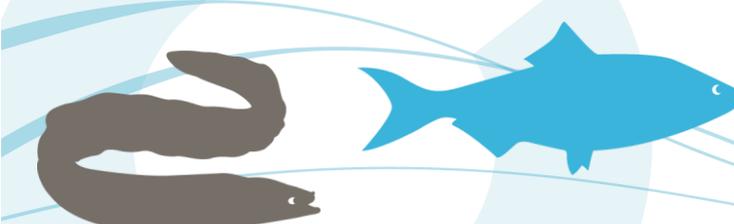


Figure 54 : Comparaison du pourcentage de l'amplitude du préférendum thermique favorable à la migration des lamproies marines aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire entre 2021 et les données antérieures (Sources : LOGRAMI)

Durant les 6 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, toutes stations confondues, à 107 jours +/- 10 (Figure 54).

En 2021, les fenêtres de migration aux stations apparaissent globalement plus favorables. Les amplitudes du préférendum thermique pour la migration de la lamproie marine ont été globalement



plus longues à Decize (110 jours contre 99 jours +/- 12 en moyenne) et Vichy (116 jours contre 97 jours +/- 11 en moyenne). Ces dernières sont identiques pour la station de Châtellerault (117 jours contre 113 jours en moyenne) et Descartes (117 jours contre 121 en moyenne).

En considérant 90 % de l'amplitude migratoire des aloses, ces températures favorables à la migration mesurées depuis le début de la mise en place des sondes thermiques couvrent en moyenne 95 % +/- 8 de la période de migration. Les températures n'apparaissent donc annuellement pas comme un facteur limitant dans la progression des individus en migration de montaison (Figure 55).

En 2021, les amplitudes du préférendum thermique pour 90 % de la migration sont globalement plus élevées que les années précédentes avec 100 % du temps à Châtellerault, Descartes et Decize.

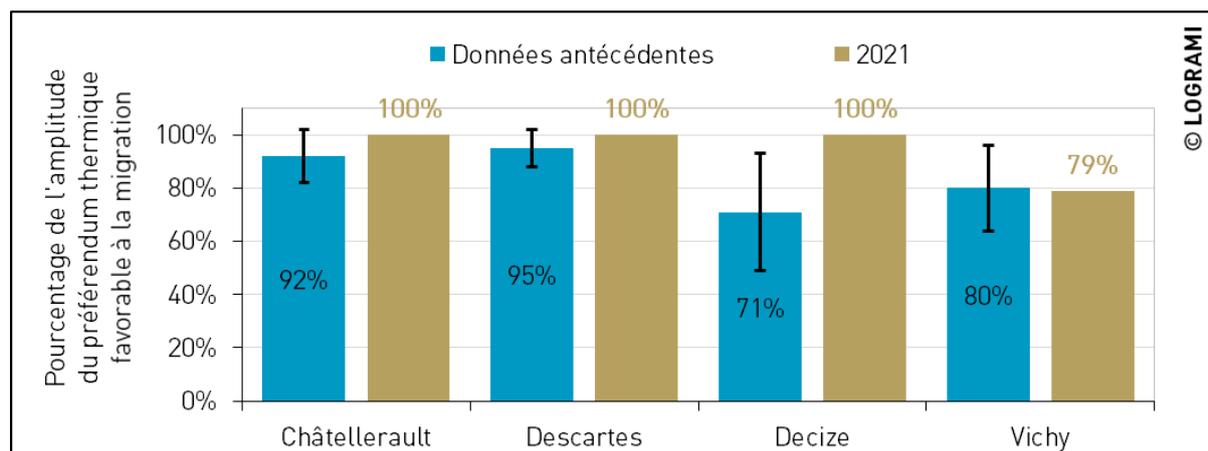


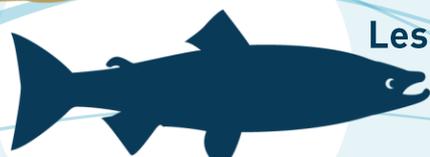
Figure 55 : Comparaison du pourcentage de l'amplitude du préférendum thermique printanier favorable à la migration des lamproies marines aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire entre 2021 et les données antérieures (Sources : LOGRAMI)

Hydrologie

Les conditions hydrologiques rencontrées pendant les six premiers mois de l'année (janvier à juin) permettent de caractériser la migration de montaison des lamproies. Les indices hydrologiques au niveau des stations de comptages ont été calculés en tenant compte des amplitudes de migration.

Ainsi en 2021, les indices hydrologiques sont déficitaires sur l'ensemble des stations avec un indice moyen de 0,8 (+/- 0,1) (Figure 56). Le plus faible indice est enregistré sur la Vienne à Ingrandes sur Vienne avec une valeur de 0,6.

Comme pour les aloses en 2021, les conditions de débits ont été « défavorables » à la migration des lamproies marines sur l'ensemble du bassin de la Loire.



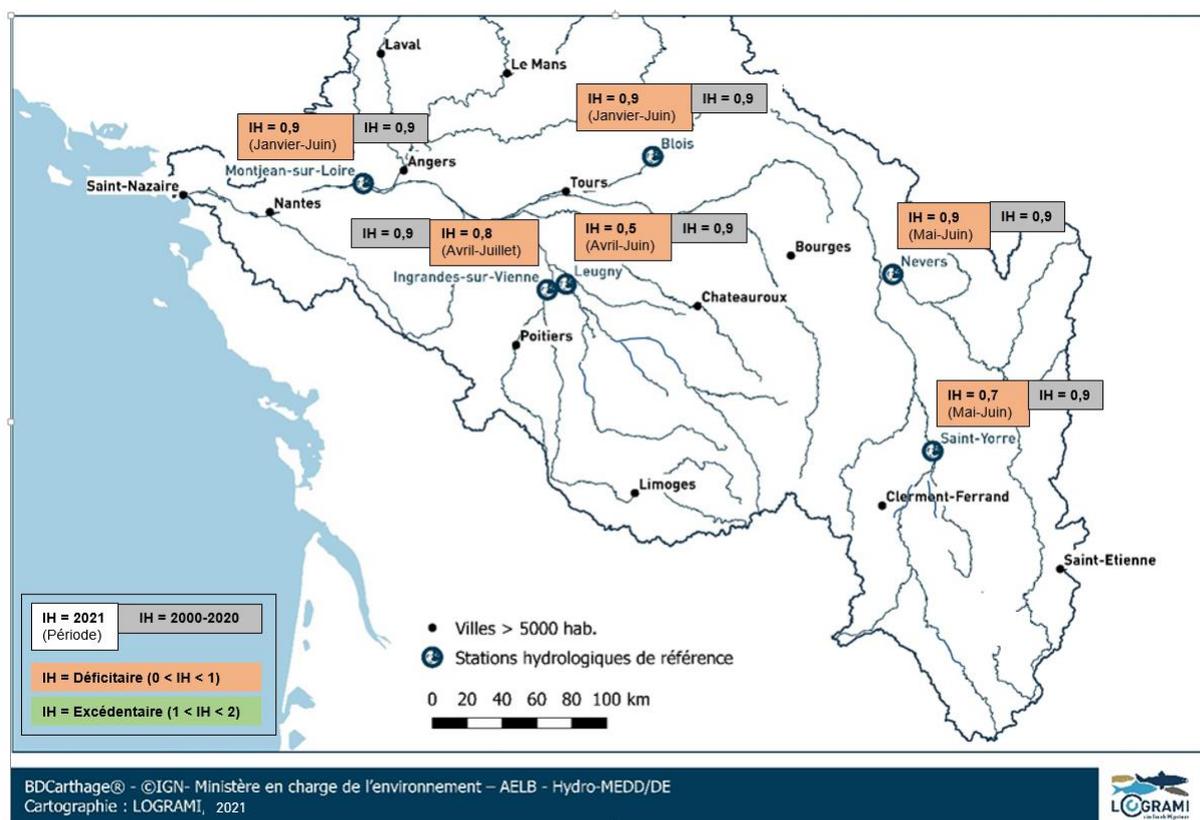


Figure 56 : Indices hydrologiques 2021 et indices hydrologiques historiques (2000-2020) pendant la migration des lamproies marines sur les stations hydrométriques de référence du bassin de la Loire (Données hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

3.2.3.2 Reproduction des géniteurs

Température

Les lamproies marines ont des exigences strictes pour la reproduction, en matière de granulométrie, de vitesse du courant mais aussi en termes de température de l'eau. Les géniteurs se reproduisent dans des eaux ayant une température comprise entre 10 à 19 °C. Au regard des observations faites sur le bassin de la Vienne, la période de reproduction des lamproies marines se situe entre le 15 avril et le 30 juin.

Le nombre de jours avec des températures favorables à la reproduction des lamproies marines est en moyenne de 52 (+/- 4) sur l'ensemble des stations avec un maximum de 40 jours à Moulins et un minimum de 34 jours à Châtellerault.

En moyenne, sur l'ensemble des stations de mesure, les températures favorables à la reproduction des géniteurs représentent 48 % +/- 3 du temps (Figure 57). Le maximum est atteint à la station de Moulins avec 52 % +/- 8 et le minimum à la station de Châtellerault avec 44 % +/- 11. Sur le bassin de la Vienne, 45 % de la période de frai rencontre des températures optimales. Ainsi, la température de l'eau sur cet axe pendant la période de reproduction des lamproies réduit l'amplitude de l'activité de frai.

En 2021, la fenêtre optimale de température pour la reproduction des lamproies a été plus importante sur l'Allier à Vichy (65 % soit 70 jours). Cette dernière est identique pour l'ensemble des autres axes.

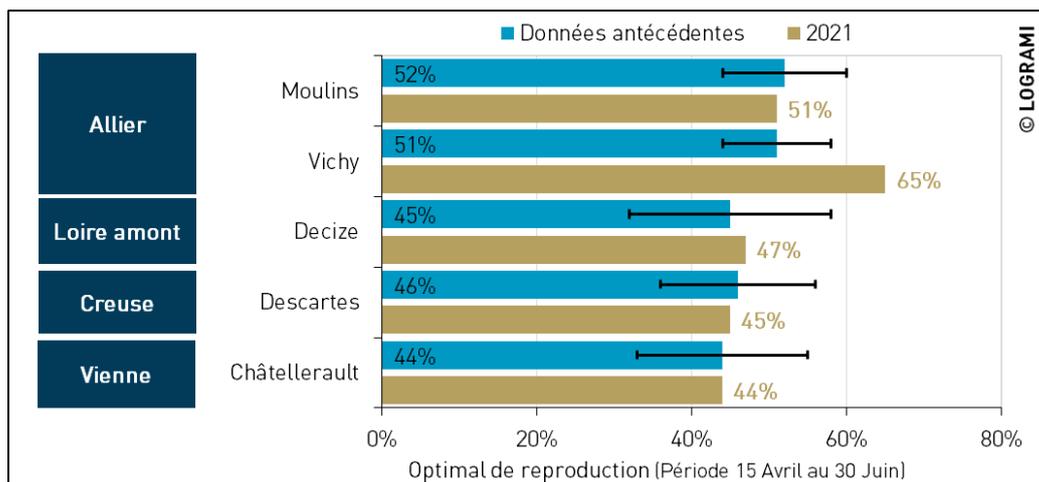
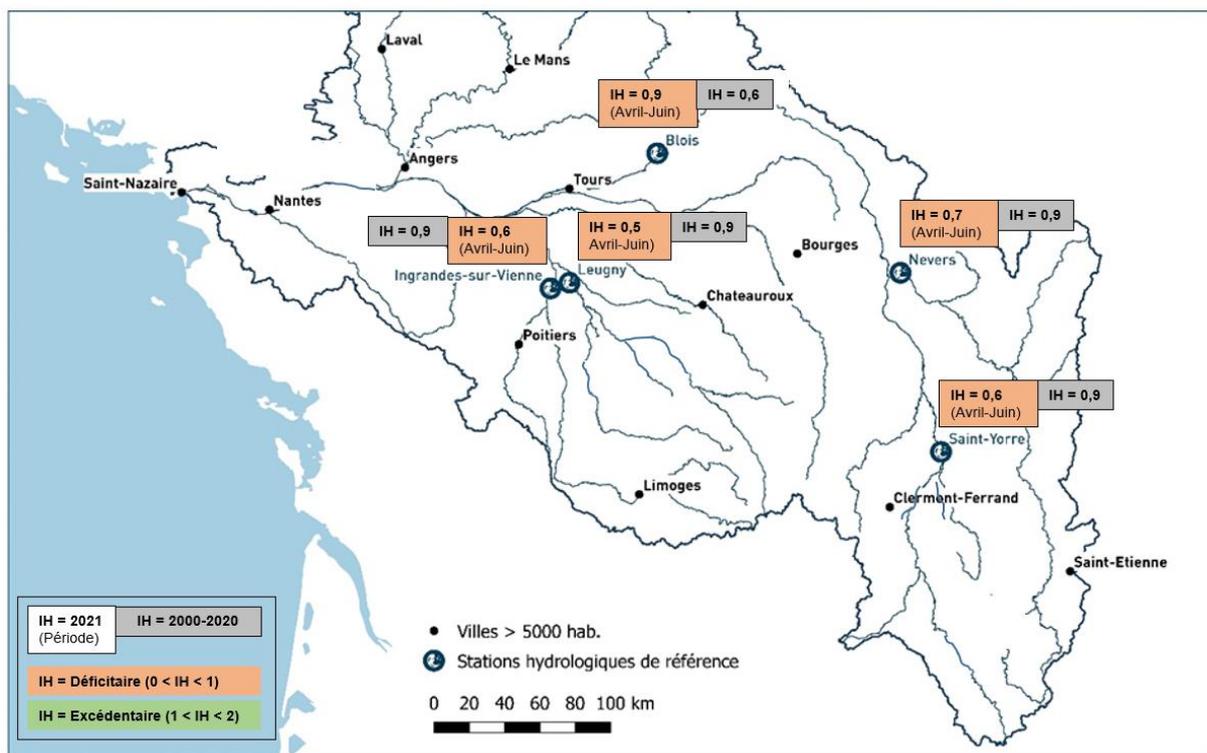


Figure 57 : Comparaison des conditions optimales de température (10 à 19 °C) pour la reproduction des lamproies marines (période du 15 avril au 30 juin) entre 2021 et les données antérieures sur les stations de thermiques de Decize, Vichy, Moulins, Châtelleraut et Descartes (Sources LOGRAMI)

Hydrologie

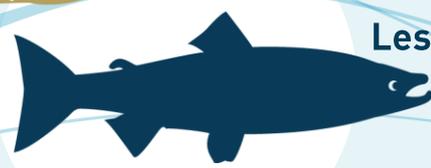
En 2021, les indices hydrologiques sont déficitaires sur l'ensemble des stations avec un indice moyen de 0,6 (+/- 0,1) d'avril à juin (Figure 58).



BDCarthage® - ©IGN- Ministère en charge de l'environnement - AELB - Hydro-MEDD/DE
Cartographie : LOGRAMI, 2021



Figure 58 : Indices hydrologiques 2021 et indices hydrologiques historiques (2000-2020) durant la période de reproduction des lamproies marines sur les stations hydrométriques de référence du bassin de la Loire (Données Hydro - DREAL Centre / Hydro - MEDD/DE)



Aucun évènement hydrologique soutenu n'est venu perturber la reproduction des lamproies marines sur la Creuse, la Loire et l'Allier. Seul un pic de crue notable sur la Vienne et la Loire moyenne avec des valeurs dépassant le module ont pu fractionner la période de reproduction des géniteurs sur ces parties du bassin de la Loire.

3.2.3.3 Développement des ammocètes

Chez les larves de lamproies (ammocètes), l'optimal de développement est atteint pour des températures comprises entre 10 et 21 °C (AEAG, 2018). La croissance active des ammocètes 0+ a lieu du mois de juillet au mois de septembre. Durant cette période, elles se nourrissent en filtrant l'eau de manière sélective.

En moyenne, sur l'ensemble des stations de mesure, les températures favorables au développement des ammocètes représentent 39 % +/- 4 de la période estivale (36 jours +/- 5) (Figure 59). Le maximum est atteint à la station de Vichy avec 47 % +/- 11 contre 34 % à Descartes et Châtellerault.

En 2021, les fenêtres optimales de température pour le développement des ammocètes ont été globalement plus longues avec un maximum de 72 % (66 jours) sur l'Allier à Vichy.

La période estivale semble être limitante pour la croissance de ces individus sur l'ensemble du bassin de la Loire.

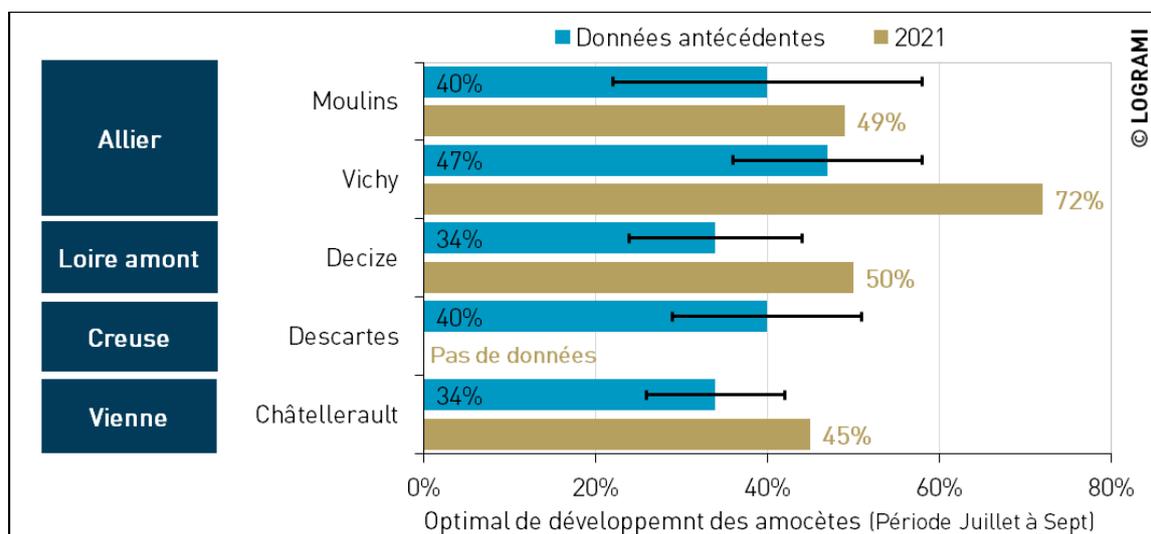


Figure 59 : Comparaison des conditions optimales de températures (10 à 21 °C) pour le développement des ammocètes (juillet à septembre) entre 2021 et les données antérieures sur les stations de thermiques de Decize, Vichy, Moulins, Châtellerault et Descartes (Sources LOGRAMI)

Le seuil de létalité pour les ammocètes est de 30 °C. Toutefois l'activité des ammocètes est dégradée lorsque la température de l'eau dépasse 26 °C (AEAG, 2018). Depuis 2015, le seuil de 26 °C est dépassé plus régulièrement sur la Loire amont et l'Allier (Figure 60). Le maximum est atteint en 2020 avec un dépassement de ce seuil à 22 reprises sur la Loire amont à Decize. Ces observations peuvent expliquer en partie la raréfaction des lamproies marines sur les secteurs amont du bassin de la Loire.

En 2021, ces températures supérieures à 26 °C sont atteintes durant l'été à seulement une reprise à Moulins et deux reprises à Decize.



	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
Moulins				0	2	0				10	14	3	1	Nb de jours 0 1 à 10 > 10 Abs données
Vichy	3	1	5	4	0		18	1			13	5	0	
Decize	5	5	6	6	6	0	19	2	11	16	5	22	2	
Descartes	3	3	0	0	2	0	4	0	0	10	12	3		
Châtellerault	4	3	0	0	1	0	7	0		8			0	

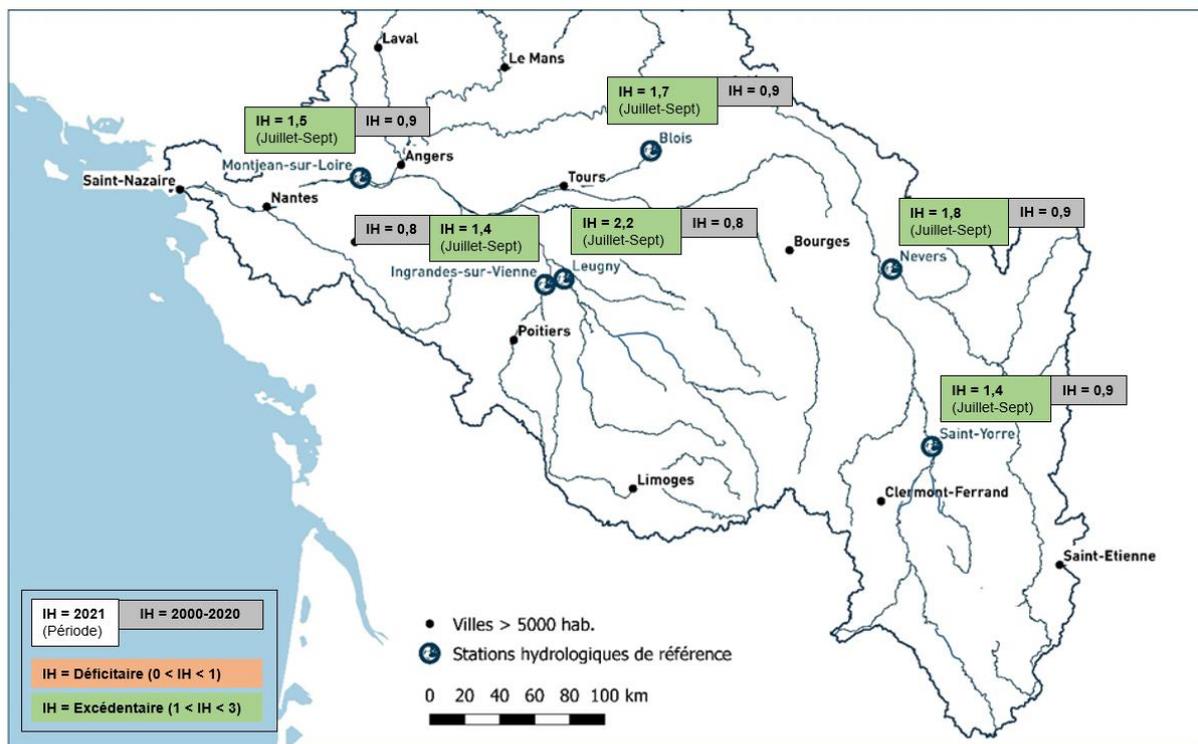
Figure 60 : Nombre de jours supérieurs à 26°C au niveau des stations de mesure de Moulins, Vichy, Decize, Descartes et Châtellerault depuis 2009 (Sources : LOGRAMI)

Hydrologie

Après reproduction, les embryons de lamproies restent dans le nid jusqu'à un mois avant de devenir des ammocètes. Les ammocètes 0+ quittent le nid et recherchent de l'eau à faible débit dans les zones sablonneuses, où elles s'enfouissent.

Les conditions hydrologiques rencontrées durant la période estivale permettent de caractériser les conditions de développement des ammocètes.

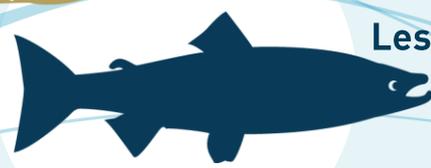
En 2021, les indices hydrologiques calculés durant cette période sont tous excédentaires avec un indice moyen de 1,6 (+/- 0,2) (Figure 61). Le plus fort indice est enregistré sur la Creuse à Leugny avec une valeur de 2,2.



BDCarthage® - ©IGN- Ministère en charge de l'environnement - AELB - Hydro-MEDD/DE
Cartographie : LOGRAMI, 2021



Figure 61 : Indices hydrologiques 2021 et indices hydrologiques historiques (2000-2020) pendant le développement des ammocètes sur les stations hydrométriques de référence du bassin de la Loire (Données hydro : DREAL Centre / MEDD/DE)



Des débits trop élevés peuvent mettre en suspension le substrat et découvrir les ammocètes. Une crue avoisinant les 650 m³/s le 15 juillet a été observée Leugny sur la Creuse. Cette dernière, avec une valeur 9 fois supérieure au module, a pu engendrer un stress hydrologique voire une mortalité pendant la phase de développement des ammocètes.

3.2.4. L'anguille européenne

3.2.4.1 Migration de montaison en phase de croissance

Température

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 et al., 1994) (Tableau 16). 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.

Tableau 16 : Préférendum de températures pour la migration de l'anguille (Elie, 1994)

	Classes de température
Pas d'activité migratoire	T° < 8
Migration limitée	8 < T° < 10
Préférendum migration	10 < T° < 25
Léthargie	T° > 25

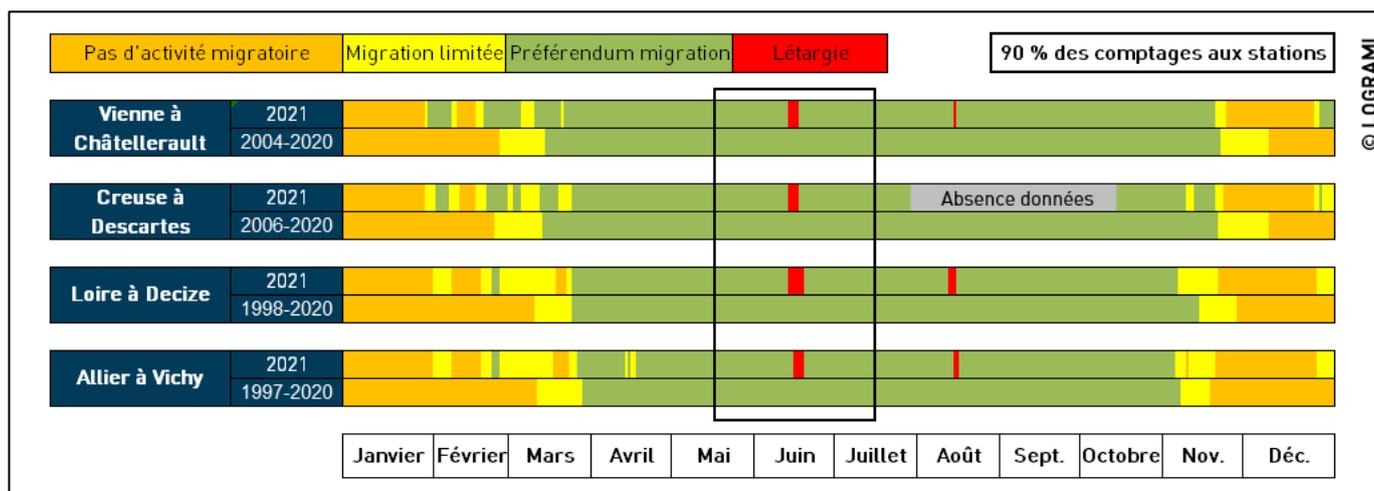


Figure 62 : Comparaison de l'amplitude des préférendums thermiques pour la migration de l'anguille jaune entre 2021 et les données antérieures sur les différentes stations de comptage du bassin de la Loire (Sources LOGRAMI)

Au cours de l'année, l'amplitude du préférendum thermique (10 < T° < 25) pour la migration de l'anguille jaune sur l'ensemble des stations s'élève en moyenne depuis le début des mesures à 224 jours +/- 20 (Figure 62 et Figure 63).

En 2021, des températures supérieures à 25 °C sont cependant constatées sur l'ensemble des stations :

- à 5 reprises à Châtelleraut,
- au minimum 4 reprises à Descartes sur la période d'acquisition de données,
- à 9 reprises à Decize,



à 6 reprises à Vichy.

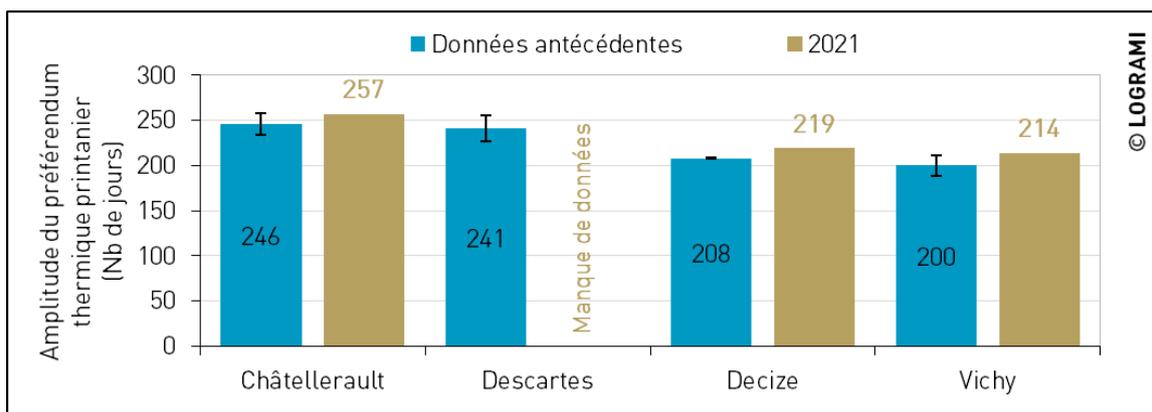


Figure 63 : Comparaison des conditions optimales de température (15 à 25 °C) pour la migration de l’anguille jaune (période du 15 mai au 15 juillet) entre 2021 et les données antérieures sur les stations de thermiques de Decize, Vichy, Moulins, Châtelleraut et Descartes (Sources LOGRAMI)

En considérant 90 % de l’amplitude migratoire des anguilles, les températures favorables à la migration mesurées sur l’ensemble des stations en 2021 couvrent 95 % +/- 2 de la période de migration (Figure 64).

Pour autant, 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.

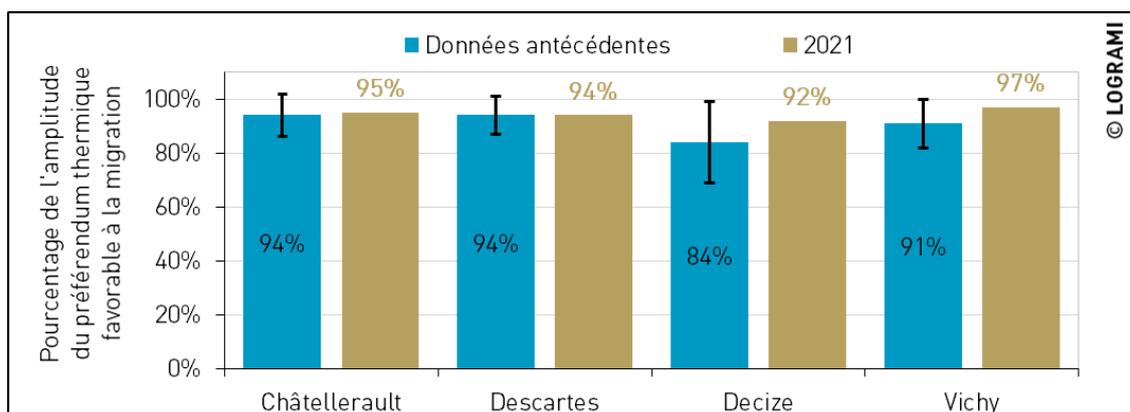


Figure 64 : Comparaison du pourcentage de l’amplitude du préféremdum thermique printanier favorable à la migration des anguilles jaunes aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire entre 2021 et les données antérieures (Sources : LOGRAMI)

Hydrologie

En 2021, les indices hydrologiques calculés durant la période de migration des anguilles jaunes sont tous excédentaires excepté l’indice hydrologique à la station de St Yorre sur l’Allier (Figure 65). Les indices excédentaires oscillent entre 1,1 sur le bassin de la Vienne et 1,2 sur la Loire amont.

Sur la période de mai à juillet, les conditions de débits ont été « favorables » à la circulation des anguilles jaunes sur le bassin de la Vienne et de la Loire. A contrario, le manque d’eau sur l’Allier a pu limiter la progression des individus sur cette partie du bassin. L’hydrologie particulièrement élevée fin juin sur l’ensemble des stations du bassin de la Loire a pu stimuler la fin de la période de migration des anguilles jaunes (cf. § 3.1.1.4).

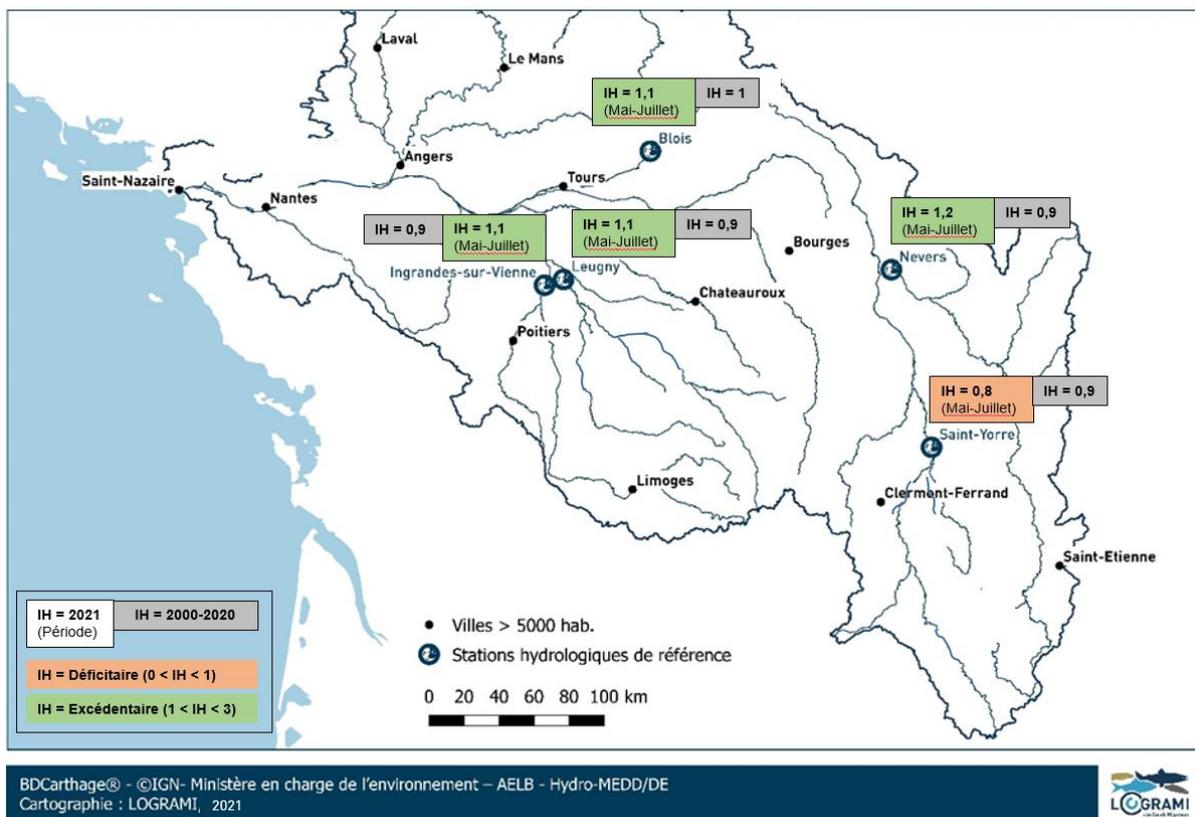


Figure 65 : Indices hydrologiques 2021 et indices hydrologiques historiques (2000-2020) durant la migration des anguilles jaunes sur les stations hydrométriques de référence du bassin de la Loire (Données hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

3.2.4.2 Migration de dévalaison

Hydrologie

Les débits soutenus rencontrés durant l'hiver sur l'ensemble du bassin ainsi que durant la période automnale sur la Sioule et la Dore ont été « favorables » à la dévalaison des anguilles argentées.

3.2.5. Conclusion

Concernant le saumon en 2021, les conditions de débits ont été « favorables » à la circulation des géniteurs et à la dévalaison des ravalés 2021 sur le bassin de la Vienne, de la Creuse et de la Gartempe. A contrario, le manque d'eau de la première moitié de l'année sur la Loire et l'Allier a pu limiter la progression des géniteurs et la dévalaison des smolts sur cette partie du bassin. Les débits rencontrés durant la période estivale avec notamment un mois de juillet pluvieux ont été « favorables » à la survie des saumons. En outre, les températures estivales 2021 ont été globalement basses donc favorables au saumon sur la partie aval du bassin de l'Allier et de la Creuse.

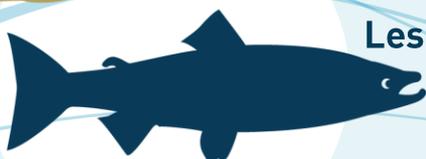
La faible hydrologie rencontrée durant la période automnale a été pénalisante pour la reprise de migration des individus sur l'ensemble du bassin de la Loire. Cette dernière associée à des températures plus fraîches qu'en moyenne sur la saison ont réduit les fenêtres de reproduction optimales sur l'Alagnon, la Dore et l'Allier. En 2021, les températures ont été favorables à la croissance

des tacons sur l'ensemble des stations et aucun évènement hydrologique soutenu n'est venu perturber leur développement sur le bassin de l'Allier et ses affluents.

Concernant l'alose en 2021, les conditions de débits ont été « limitantes » pour la migration des géniteurs sur l'ensemble du bassin de la Loire. Les amplitudes du préférendum thermique pour la migration sont plus courtes que les années précédentes à Châtelleraut et Vichy. Des pics de crue sur la Loire moyenne et la Loire amont au mois de mai ont retardé la reproduction des géniteurs en engendrant une baisse des températures. Toutefois, les fenêtres optimales de reproduction ont été plus importantes sur l'ensemble des zones de frayères. Les crues estivales fin-juin et mi-juillet ont mis un terme à la reproduction des aloses. Ces dernières ont pu également réduire le succès du recrutement et retardé le développement des œufs et des alosons. Cependant, les températures estivales plus fraîches en 2021 ont augmenté la fenêtre de température favorable au développement des juvéniles sur l'ensemble du bassin.

Concernant la lamproie marine en 2021, les conditions de débits ont été « défavorables » à la migration des lamproies marines sur l'ensemble du bassin de la Loire. Toutefois, les fenêtres thermiques de migration aux stations apparaissent globalement plus favorables et précoces (fin-janvier/début février) que les années antécédentes. En 2021, la fenêtre optimale de température pour la reproduction des lamproies et le développement des ammocètes ont été globalement plus longues pour l'ensemble du bassin de la Loire. Cependant, une crue de forte intensité le 15 juillet à Leugny sur la Creuse avec une valeur 9 fois supérieure au module a pu engendrer un stress hydrologique voire une destruction d'habitats de croissance durant la phase de développement des ammocètes.

Concernant l'anguille en 2021, les températures favorables à la migration mesurées sur l'ensemble des stations couvrent 95 % +/- 2 de la période de migration comprise entre mi-mai et mi-juillet. La thermo-tolérance de cette espèce lui permet de mieux résister aux conditions extrêmes de température durant la période estivale. Les débits soutenus rencontrés durant l'hiver sur l'ensemble du bassin ainsi que durant la période automnale sur la Sioule et la Dore ont été « favorables » à la dévalaison des anguilles argentées.



3.3. Conditions de migration

3.3.1. Situation de la 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 2020 du Référentiel des Obstacles à l'Écoulement (ROE) réalisé par l'AFB, **plus de 21 700 obstacles à l'écoulement ont été recensés sur le bassin de la Loire**. Par unité géographique, les densités d'obstacles à l'écoulement varient entre 17,1 ouvrages pour 100 km de cours d'eau sur le sous bassin Mayenne-Sarthe-Loir à 29,2 sur le sous bassin Vienne-Creuse (Source : statistiques ROE 2019, OFB).

Parmi eux, 830 ouvrages étaient équipés de 1 ou plusieurs dispositif(s) de franchissement pisciaires, soit environ 4 % des ouvrages sont équipés de dispositifs de franchissement. **Une partie d'entre eux se situe sur les cours d'eau à migrateurs.**

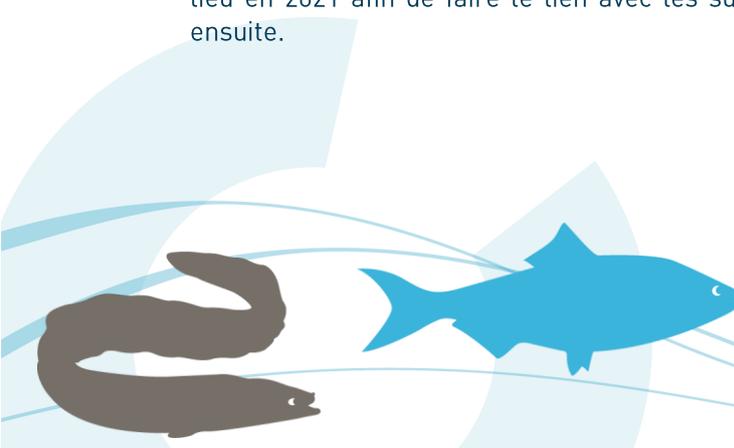
A la dévalaison, le ROE renseigne sur les obstacles à l'écoulement utilisés pour la production hydroélectrique et qui, de ce fait, sont des obstacles à la dévalaison des juvéniles de saumon atlantique, aloses et lamproies ainsi que des anguilles argentées qui dévalent pour se reproduire en mer.

695 ouvrages du bassin Loire sont recensés comme ayant un usage lié à la production hydroélectrique (source : ROE). Seuls environ 15 % sont équipés de systèmes de dévalaison. 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 migrateurs du bassin de la Loire sont équipés de systèmes de dévalaison** répondant aux exigences minimales actuelles.

3.3.2. Améliorations de la continuité écologique par sous-bassins en 2021

Ce paragraphe concerne les modifications réalisées en 2021 sur les seuils des principaux axes à migrateurs du bassin de la Loire (au titre du SDAGE) en faveur de la continuité écologique (hors affluents concernés par l'anguille). Ces différentes 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.

L'objectif de cette partie est de retracer les modifications en termes de continuité écologique ayant eu lieu en 2021 afin de faire le lien avec les suivis des populations de poissons migrateurs présentés ensuite.



3.3.2.1 Bassin Loire amont – Allier

Sur l'Allier :

A **Chambon de Cerzat** (ROE9934 ; Aubazat (43)), la construction d'une passe à bassins dédiée à la montaison au niveau du seuil (rive gauche) a eu lieu en 2021 (Figure 66). Il n'existe pas d'aménagement à la montaison en rive droite (côté usine).

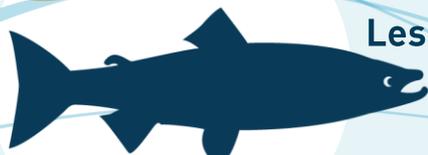


Figure 66 : Passe à bassins réalisée au seuil de Chambon de Cerzat en 2021 (crédit : LOGRAMI)

A **Poutès** (ROE28711 ; Alleyras (43)), les travaux de démantèlement de l'ancien barrage débutés en 2020 ont été terminés en 2021. L'ouvrage a été transparent du 30 septembre 2020 au 14 décembre 2021, incluant donc la période de reprise migratoire automnale et la reproduction du saumon atlantique. Les travaux de réalisation du nouvel ouvrage se sont terminés avec la fermeture des vannages et la mise en eau le 14 décembre 2021 (Figure 67 et Figure 68).

Le nouvel ouvrage reconstruit, prévu à l'origine à 4 mètres de haut, **mesure in fine 7 mètres avec deux vannes centrales qui seront ouvertes 91 jours par an, pour faire en sorte que les saumons puissent remonter le lit à des moments clés** fixés grâce aux données des stations de comptage situées en aval, à la fin du printemps et à l'automne. En complément, même si ce dispositif a montré ses limites, un système d'ascenseur à poissons avec une passe servira en dehors de ces périodes de migration. Le nouveau Poutès est maintenant opérationnel. L'ascenseur modifié est en fonctionnement et des opérations de suivis complémentaires devraient permettre de mesurer la fonctionnalité du dispositif.

La déconstruction de l'ancien barrage avait entraîné un abaissement important de la retenue. Des zones de faciès favorables à la reproduction du saumon atlantique ont ainsi été découvertes dès l'automne 2020. Mais suite à la mise en eau du nouveau barrage, la réduction de la retenue n'est pas celle annoncée dans les projets (de 3,5 km à 300 m (EDF, 2020)). En effet, les observations de terrain montrent une retenue d'à minima 1 200 m de longueur après la mise en eau, soit 3 fois plus que la longueur annoncée. La récupération de zones de reproduction potentielles pour le saumon est donc moindre que celle qui était prévue.



Des suivis seront mis en place pour mesurer la perte de stimulation de migration des smolts (juvéniles de saumon retournant grandir en mer) et des ravalés (reproducteurs retournant en mer pour une seconde reproduction) dans la retenue. Ces opérations de suivi devront permettre de valider ou non l'atteinte des objectifs pris en matière de réduction des impacts de l'ouvrage lors de la dévalaison. En parallèle de l'impact non négligeable sur la dévalaison, de l'augmentation d'un facteur 3 de la longueur de la retenue, celle-ci a pour potentielle conséquence d'impacter le succès de la reproduction en amont immédiat de l'ouvrage. Ainsi, en 2022, la remontée de l'eau de la retenue, plus longue que prévue, a eu pour conséquence l'envolement d'une ponte. Face à ce constat, les acteurs pilotes du projet Nouveau Poutès Optimisé devront nécessairement s'adapter en modifiant la gestion de l'ouvrage afin de préserver ces zones de frais.



Figure 67 : Vue aval du nouveau barrage de Poutès sur l'Allier (crédit : LOGRAMI, 2022)

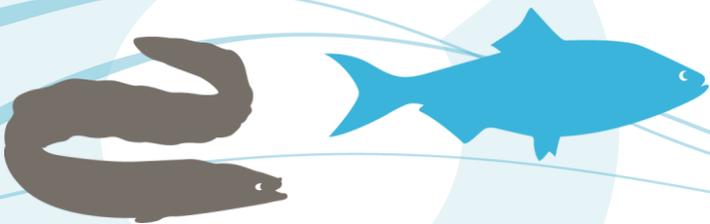




Figure 68 : Goulotte de dévalaion (à gauche) et passe à poissons (à droite) du nouveau barrage de Poutès sur l'Allier (crédit : LOGRAMI, 2022)

Sur la Sioule :

A Jenzat, une usine hydroélectrique a été installée au niveau du seuil alimentant l'ancien Moulin de Salles de la minoterie Thivat. Elle est équipée de trois vis hydrodynamiques ichtyocompatibles. L'ancienne passe à ralentisseurs sur-actifs en rive gauche du seuil a été remplacée en 2020 par une passe à bassins successifs (13) à échancrures verticales, située en rive droite à proximité des vis hydrauliques (Figure 69 et Figure 70). La mise en service de la nouvelle passe à poissons a eu lieu le 1^{er} avril 2021. Compte tenu de la position de cet ouvrage sur l'axe Sioule à l'entrée des zones de reproduction des saumons, le seuil de Jenzat a été équipé d'une station de comptage au niveau de la passe à poissons.

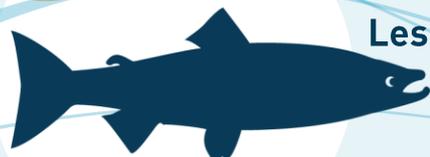
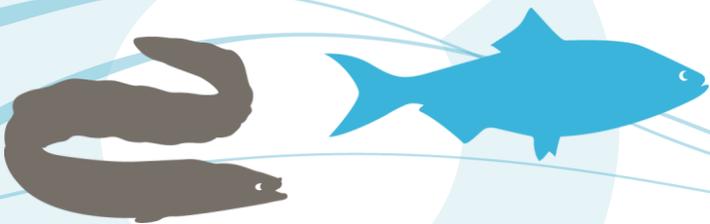




Figure 69 : Vue aval du seuil de Jenzat sur la Sioule avec de gauche à droite : passe à poissons, vis hydrodynamiques et clapet de décharge (crédit : LOGRAMI, 2021)



Figure 70 : Passe à poissons à fentes verticales aménagée au niveau du seuil de Jenzat sur la Sioule (crédit : LOGRAMI, 2021)



Sur les autres affluents de l'Allier :

Sur la Dore, affluent rive droite de l'Allier, le seuil aval d'Iloa (ROE 83589) a été effacé en 2020 sur la commune de Dorat (43).

3.3.2.2 Bassin Vienne-Creuse

En 2021, aucun aménagement en faveur de la continuité écologique n'a été réalisé sur les axes à grands migrateurs sur le bassin Vienne-Creuse. Des projets sont en cours avec une perspective de travaux en 2022.

Les aménagements réalisés sur les affluents concernés par l'anguille européenne par les différentes structures à compétence GEMA/GEMAPI œuvrant sur le bassin ne sont pas recensés ici.

3.3.2.3 Bassin Cher

Sur les axes à grands migrateurs du Cher (or anguille), une passe en enrochements aménagée en 2020 sur l'ouvrage de Savonnières (ROE 11485 ; Savonnières (37)) a été mise en eau en 2021 (maîtrise d'ouvrage : Syndicat Nouvel Espace du Cher). Des études sont en cours qui devraient permettre la réalisation d'autres travaux en faveur de la continuité écologique en 2022.

3.3.2.4 Bassin Maine

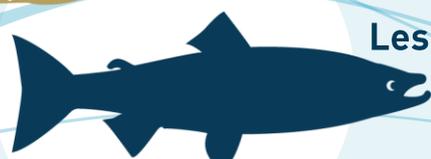
Sur la Mayenne, après les deux rivières de contournement réalisées en 2020 (Association LOGRAMI, 2021), trois passes en enrochements ont été aménagées en 2021 au niveau des ouvrages de Chambellay (ROE 2230 ; Chambellay (49)) et Grez-Neuville (ROE 43073 et 43074 ; Grez-Neuville (49)) sous la maîtrise d'ouvrage du Conseil départemental du Maine-et-Loire (réalisation des projets : EP Loire). La construction de passes à anguilles a débuté sur plusieurs sites, en rive opposée aux dispositifs multi-espèces.

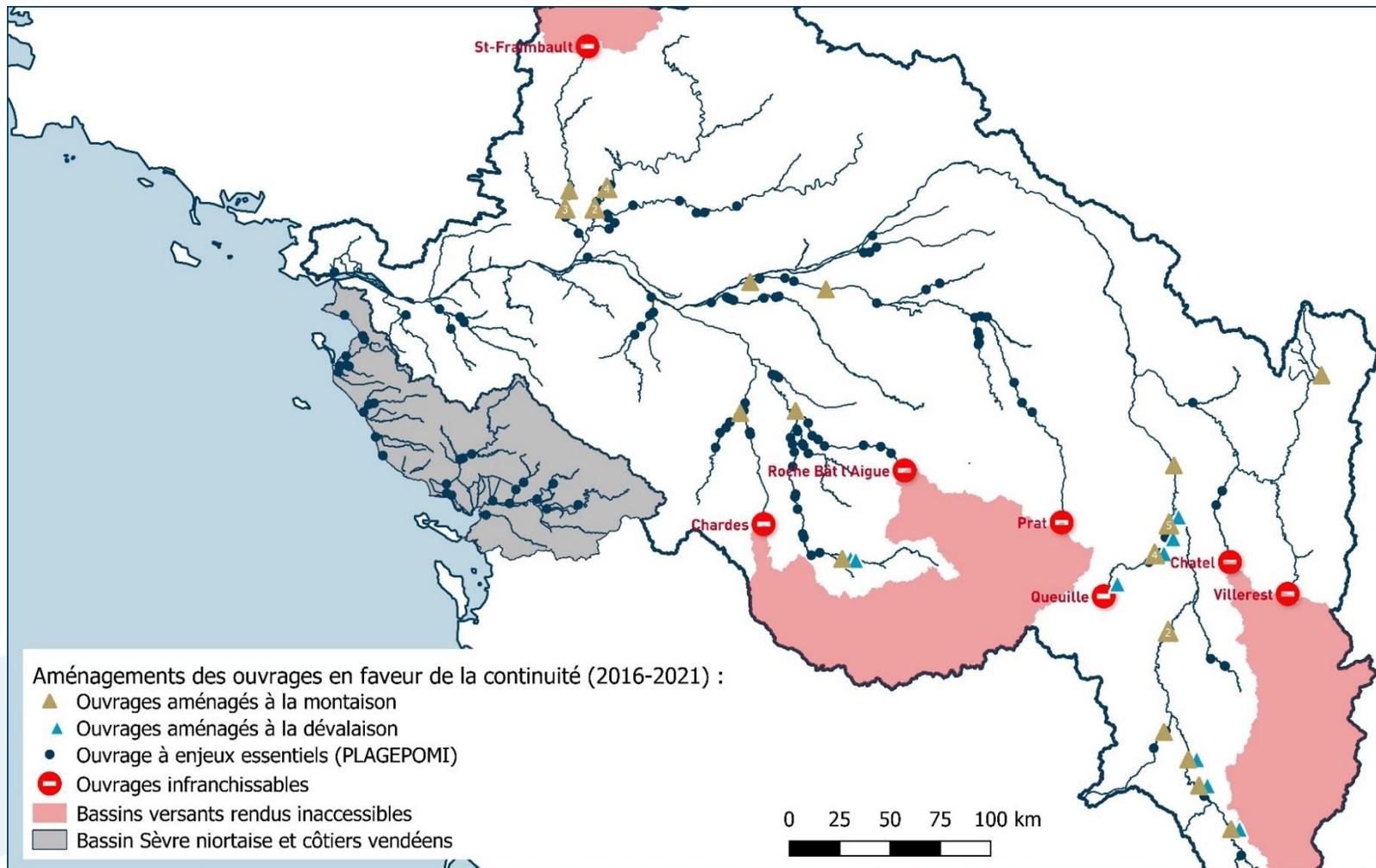


Figure 71 : Passe à poissons en enrochements en cours de travaux à Chambellay sur la Mayenne (source : D. Maffre-EP Loire)

3.3.3. Synthèse des améliorations récentes de la continuité écologique

La Figure 72 présente les aménagements réalisés sur les axes à migrateurs du SDAGE sur bassin de la Loire de 2016 à 2021 et les Ouvrages à enjeux essentiels identifiés dans le Plan de gestion des poissons migrateurs (PLAGEPOMI).

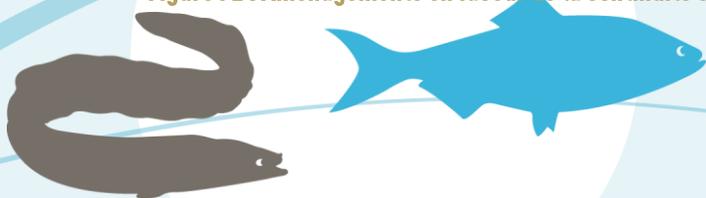




BDCarthage® - ©IGN- Ministère en charge de l'environnement – AELB - OFB - Maîtres d'ouvrages
Cartographie : LOGRAMI, 2022



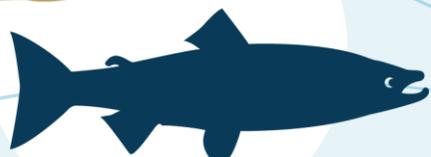
Figure 72 : Aménagements en faveur de la continuité écologique réalisés de 2016 à 2021 sur axes à migrateurs (SDAGE) du bassin versant de la Loire

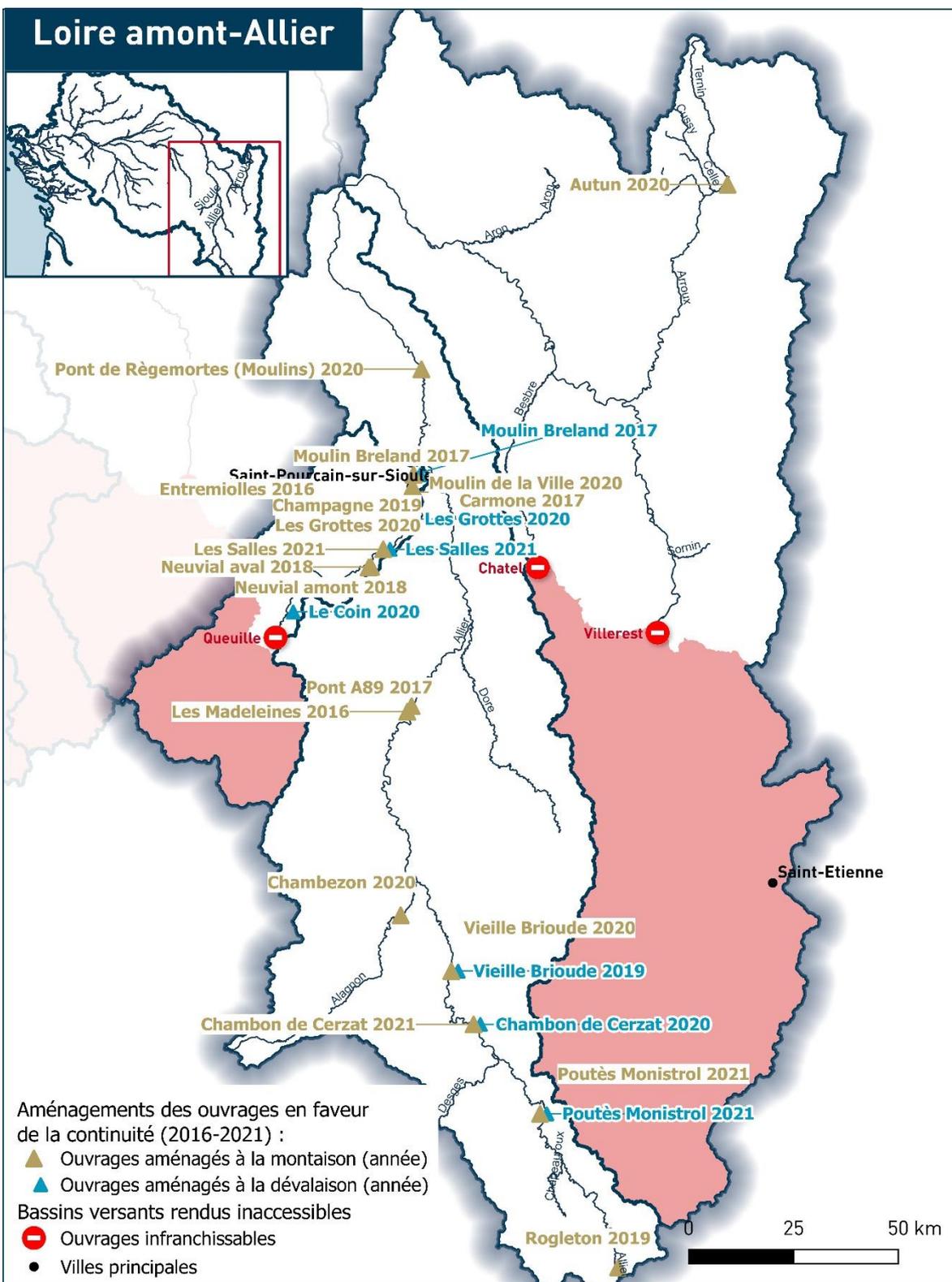


3.3.3.1 Bassin Loire amont – Allier

Au cours de la période 2016-2021, sur les principaux cours d'eau à migrateurs (hors petits affluents où l'anguille est présente) :

- 18 ouvrages ont fait l'objet de travaux en faveur de la montaison sur le secteur Loire amont-Allier dont :
 - 8 sur la Sioule (usines hydroélectriques de Moulin Breland, Moulin Ville, Carmone, Entremiolles, Champagne, Les Grottes, anc. Minoterie Thivat et Neuvial),
 - 7 sur l'Allier (Pont de Règemortes, Pont A89, Les Madeleines, Vieille Brioude, Chambon de Cerzat, Poutès et Rogleton),
 - 1 sur l'Alagnon (Chambezon),
 - 1 sur la Dore (Iloa),
 - et 1 sur l'Aron (Autun),
- 6 ouvrages ont été aménagés à la dévalaison : 4 sur la Sioule dont une nouvelle installation d'usine hydroélectrique (Moulin Breland, les Grottes, anc. Minoterie Thivat et Le Coin) et 2 sur l'Allier (Vieille Brioude et Chambon de Cerzat).





BDCarthage® - ©IGN- Ministère en charge de l'environnement – AELB - OFB - Maîtres d'ouvrages - Cartographie : LOGRAMI, 2022



Figure 73 : Aménagements en faveur de la continuité écologique réalisés de 2016 à 2021 sur axes à migrateurs (SDAGE) du Loire amont-Allier

3.3.3.2 Bassin Vienne-Creuse

Cinq aménagements en faveur de la continuité écologique effectués sur les grands cours d'eau à migrateurs du bassin de la Vienne entre 2016 et 2020 :

- 3 aménagements à la montaison au niveau de l'usine hydroélectrique de Roche sur la Gartempe, au Moulin de Souhé sur le Clain et à Yzeures-sur-Creuse sur la Creuse ;
- 2 aménagements à la dévalaison au niveau des usines hydroélectriques de Roche-Etrangleloup et de Roche sur la Gartempe (Figure 74).

Plusieurs projets sont en cours de développement et devraient être réalisés à partir de 2021.

D'autres aménagements ont été réalisés sur les petits affluents de la Vienne (Trois Moulins, Gatineau, Remneuill, Dive de Morthermer, Ris Ponteil et Ruisseau du Vigeant), du Clain (Auxances) et de la Creuse (Claise), où l'anguille européenne est présente, ainsi que sur la Vienne en amont de l'Isle-Jourdain, aujourd'hui inaccessible aux poissons grands migrateurs (Sources : Syndicat Mixte Vienne et Affluents ; Communauté de communes Vienne-Gartempe ; Syndicat Clain aval ; Syndicat Mixte d'Aménagement de la Brenne, de la Creuse, de l'Anglin et de la Claise ; EPTB Vienne).

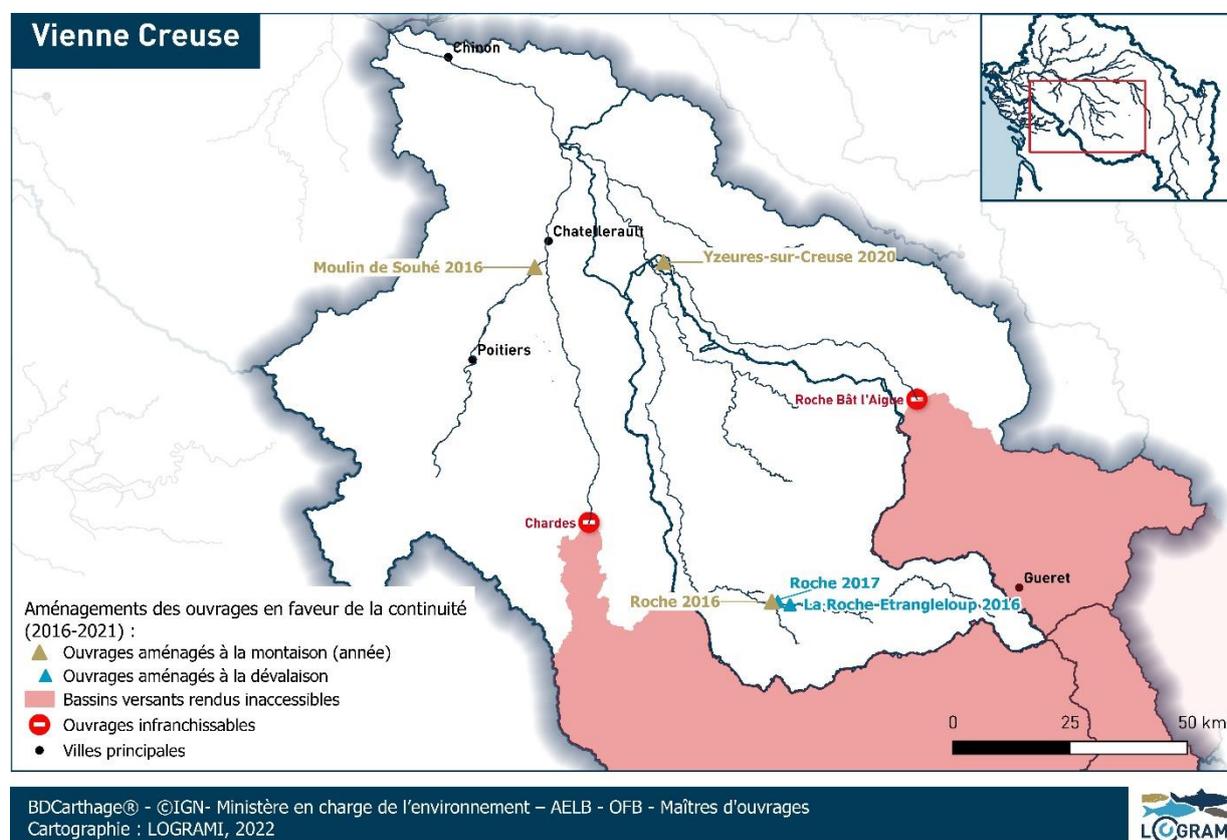


Figure 74 : Aménagements en faveur de la continuité écologique réalisés de 2016 à 2021 sur axes à migrateurs (SDAGE) du bassin Vienne-Creuse

3.3.3.3 Bassin Cher

Sur le Cher, l'ouvrage de Civray a été aménagé d'un bras de contournement terminé en 2019. Une rampe en enrochements a également été réalisée en 2020 et mise en eau en 2021 sur le premier ouvrage aval à Savonnières.

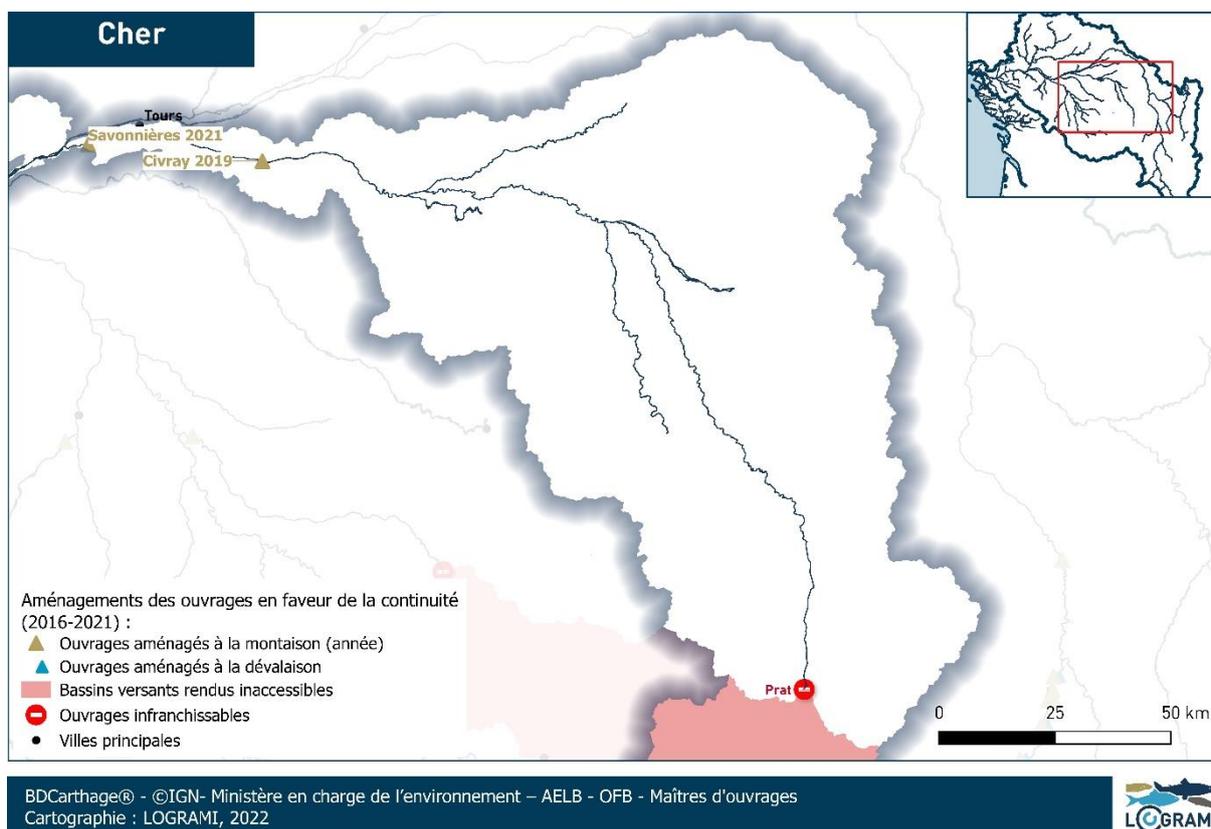
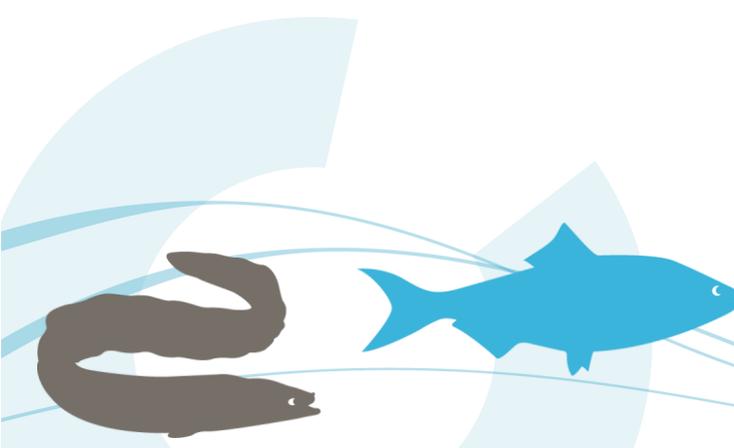


Figure 75 : Aménagements en faveur de la continuité écologique réalisés de 2016 à 2021 sur axes à migrateurs (SDAGE) du bassin Cher

3.3.3.4 Bassin Maine

Onze ouvrages ont fait l'objet d'aménagements en faveur de la continuité pisciaire sur les cours d'eau à migrateurs du bassin de la Maine ces six dernières années :

- 🌀 Cheffes (Moulin Gabet), Châteauneuf, Villechien et Pendu sur la Sarthe,
- 🌀 Montreuil-sur-Maine, Grez-Neuville, Chambellay et Jaille-Yvon sur la Mayenne (Figure 76),
- 🌀 les usines hydroélectriques de Belle Poule, La Richardière et Mayenne (.



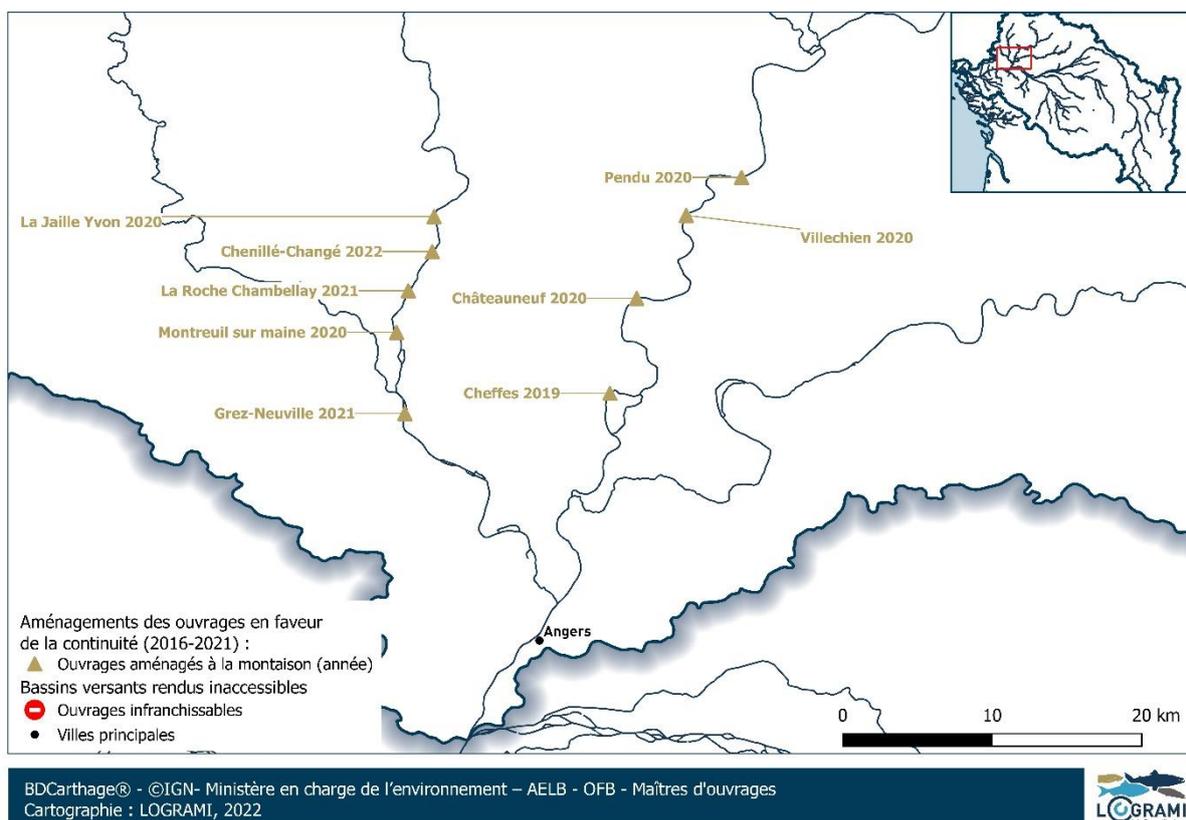


Figure 76 : Aménagements en faveur de la continuité écologique réalisés de 2016 à 2021 sur axes à migrateurs (SDAGE) du bassin Maine



Figure 77 : Aménagements des ouvrages hydroélectriques pour la dévalaison réalisés sur l'axe Mayenne

3.3.3.5 Bilan sur les quatre sous-bassins

Au cours des cinq dernières années (2016-2021), 37 ouvrages ont fait l'objet d'aménagements à la montaison et/ou à la dévalaison sur les principaux cours d'eau à migrateurs des sous-bassins Loire amont-Allier, Vienne-Creuse, Cher et Maine.

Ce chiffre représente **seulement 36 % des 105 Ouvrages à enjeux essentiels (OEE)** listés dans le Plan de Gestion des Poissons Migrateurs sur ces sous-bassins et **6 % des 613 ouvrages de la liste des ouvrages prioritaires** du plan d'actions pour une mise en œuvre apaisée de la continuité écologique (PAPARCE) sur ces mêmes secteurs. A noter que certains ouvrages aménagés avant sa rédaction ne figurent pas parmi cette dernière liste (Figure 78).

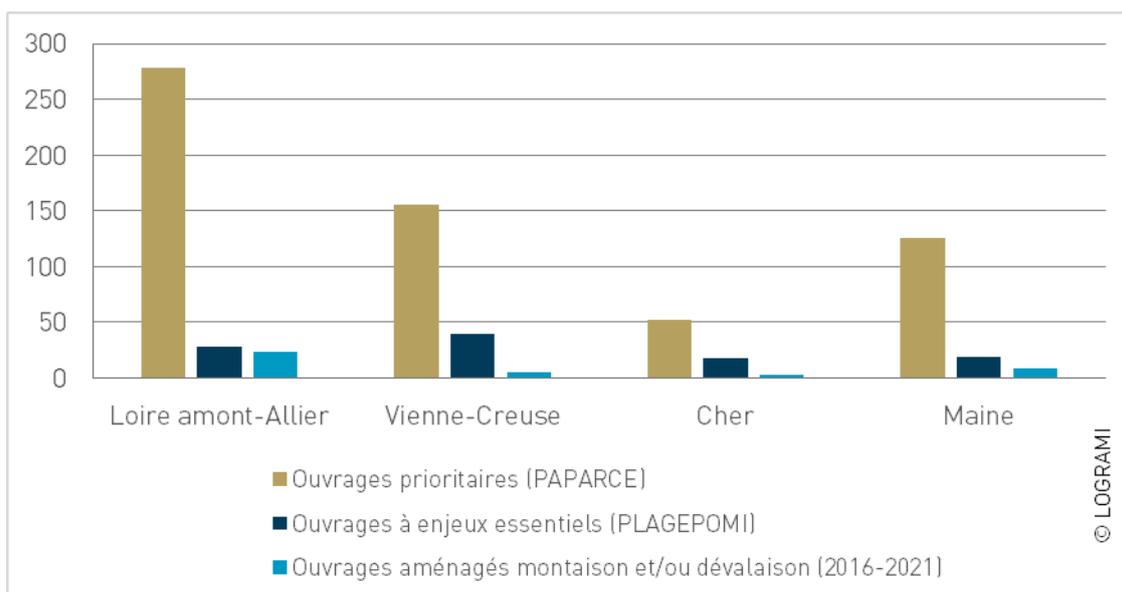


Figure 78 : Ouvrages à enjeux essentiels (PLAGEPOMI), ouvrages prioritaires (PAPARCE) et ouvrages aménagés sur la période 2016-2021 sur les principaux cours d'eau à migrateurs du bassin de la Loire

3.3.4. Etat des aménagements sur les ouvrages à enjeux essentiels (OEE)

Les ouvrages à enjeux essentiels sont listés dans le Plan de Gestion des Poissons migrateurs 2022-2027 du bassin de la Loire, des côtiers vendéens et de la Sèvre Niortaise. Ces ouvrages ont été intégrés à la liste d'ouvrages prioritaires établie dans le cadre du plan d'action pour une restauration apaisée de la continuité écologique (PAPARCE), annexée au programme de mesures du SDAGE. Au nombre de 131 (pour le bassin Loire uniquement), ils représentent seulement 16,5 % des ouvrages prioritaires et moins de 1 % des ouvrages non détruits recensés dans le Référentiel des Obstacles à l'Écoulement (OFB). Ils sont tous situés sur des axes à enjeux migrateurs identifiés dans le SDAGE Loire-Bretagne.

3.3.4.1 A la montaison

Une synthèse des aménagements réalisés sur les 131 ouvrages à enjeux essentiels montre que 47 % d'entre eux sont aménagés pour la montaison mais que :

- 45 % des dispositifs ne sont pas fonctionnels (vétustes, non adaptés aux espèces et/ou mal réalisés),
- 8 % ont un fonctionnement partiel,
- 26 % doivent être validés,

- Un quart, soit 21 %, sont considérés comme fonctionnels, soit moins de 10 % des 131 ouvrages à enjeux essentiels (Figure 79 et Figure 80).

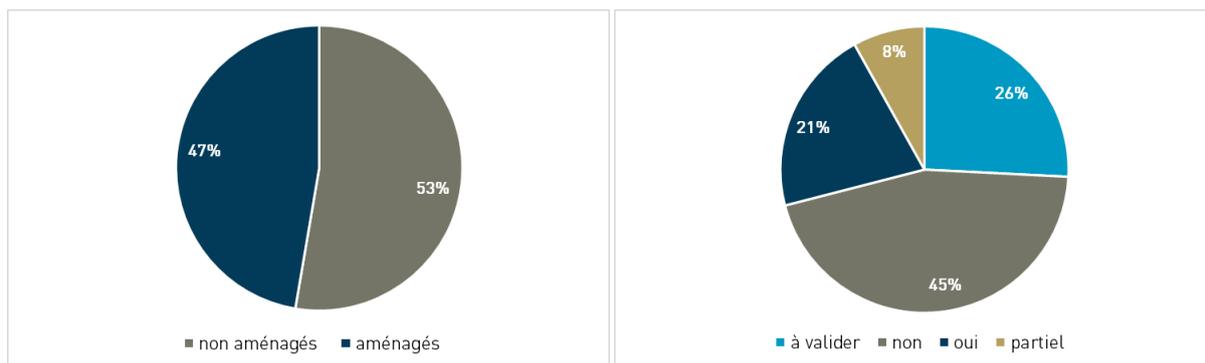
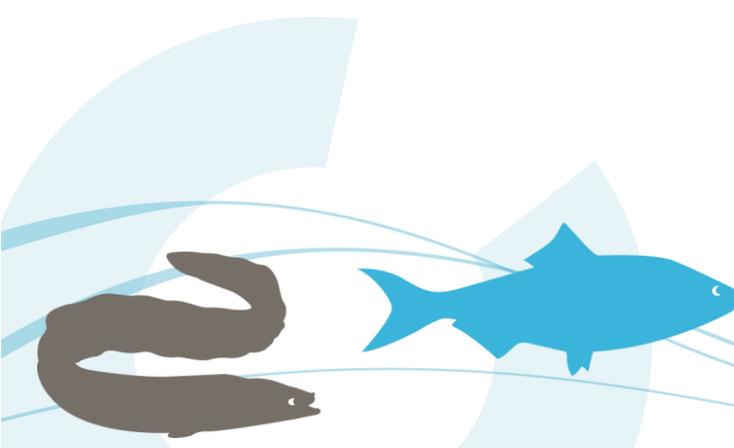
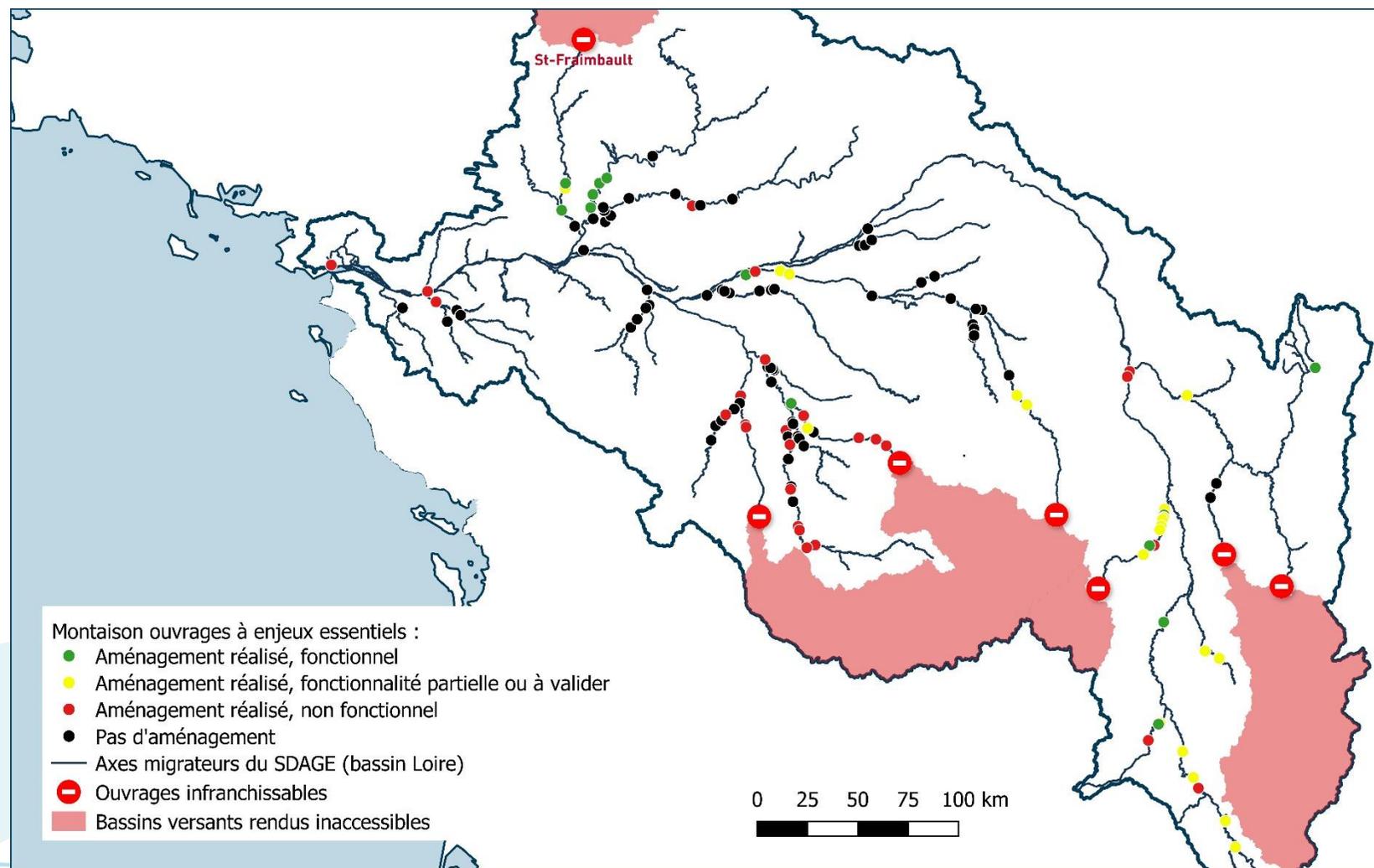


Figure 79 : Ouvrages à enjeux essentiels du bassin de la Loire : aménagements des ouvrages (à gauche) et fonctionnalité connue des aménagements (à droite) pour la montaison





BDCarthage® - ©IGN- Ministère en charge de l'environnement – AELB - OFB
Cartographie : LOGRAMI, 2022



Figure 80 : Ouvrages à enjeux essentiels du bassin de la Loire : aménagements et fonctionnalité connue des aménagements pour la montaison

3.3.4.2 A la dévalaison

Parmi les 131 ouvrages à enjeux essentiels, 48 sont utilisés pour produire de l'hydroélectricité, usage impactant particulièrement les poissons lors de leur dévalaison. Parmi ceux-ci, seuls 33 % sont aménagés pour assurer la dévalaison dont :

- 13 % ne sont pas fonctionnels (vétustes, non adaptés aux espèces et/ou mal réalisés),
- pour 87 %, la fonctionnalité des aménagements n'est pas connue ou à valider, soit plus de 28 % des 48 ouvrages hydroélectriques (Figure 81 et Figure 82).

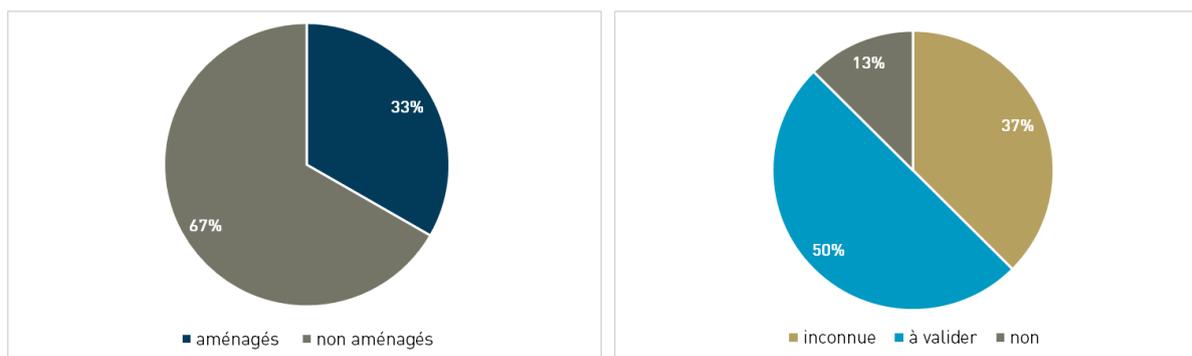
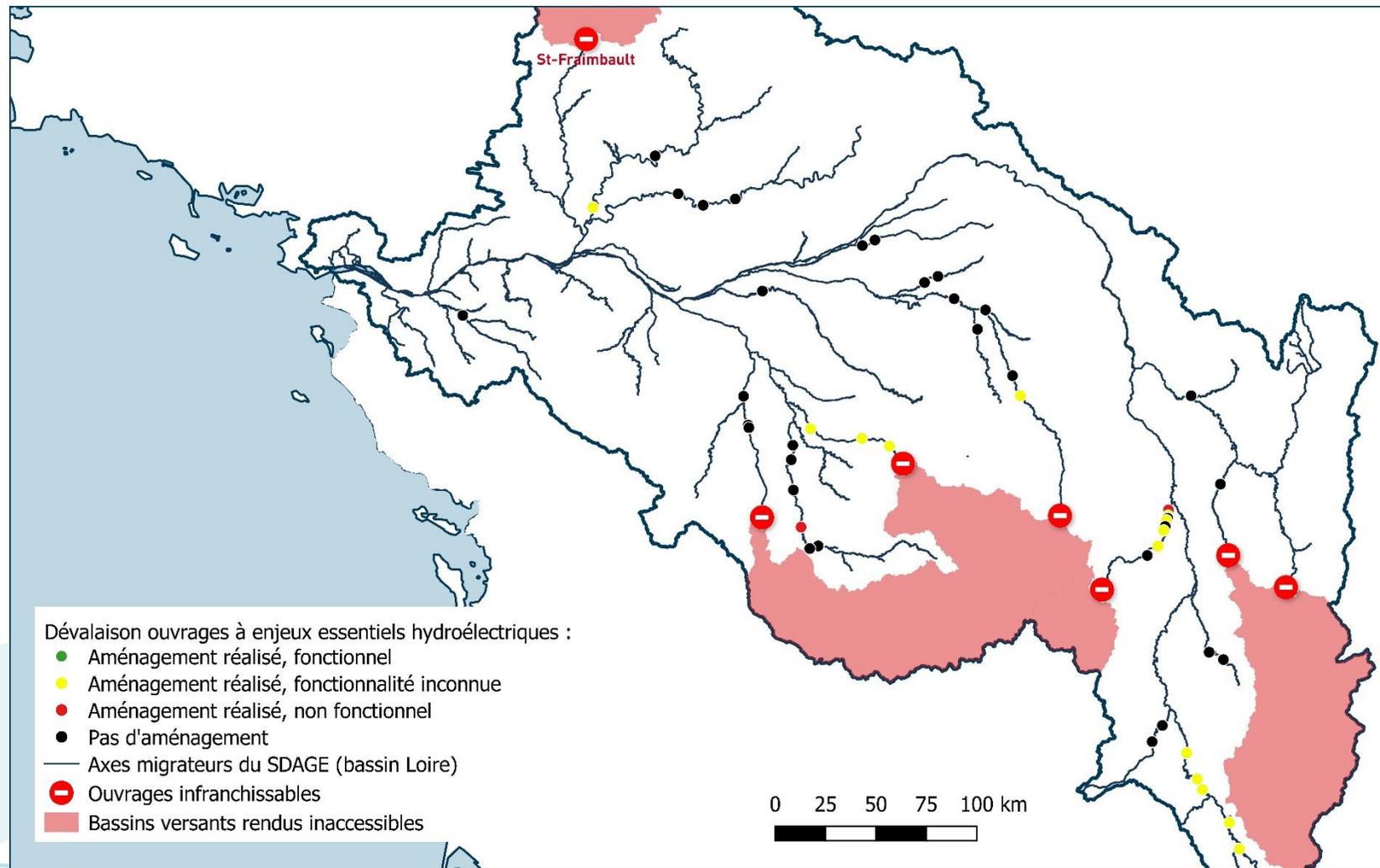


Figure 81 : Ouvrages à enjeux essentiels du bassin de la Loire : aménagements des ouvrages (à gauche) et fonctionnalité connue des aménagements (à droite) pour la dévalaison



BDCarthage® - ©IGN- Ministère en charge de l'environnement – AELB - OFB
Cartographie : LOGRAMI, 2022



Figure 82 : Ouvrages à enjeux essentiels du bassin de la Loire : aménagement et fonctionnalité connue des aménagements pour la dévalaison

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

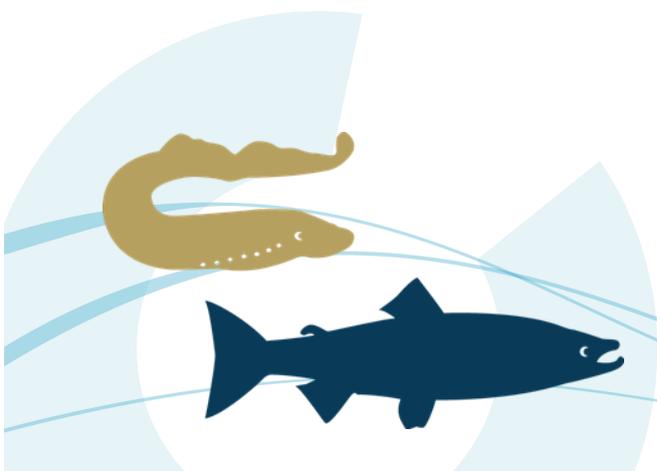
3.4.1. Le front de colonisation des aloses

En 2021, la recherche précise du front de colonisation des aloses n'a pas été réalisée. 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 (83 aloses comptabilisées) et Roanne (0 alose), soit à au moins 610 Km de l'estuaire (Figure 83).

Concernant les principaux affluents :

- Sur le bassin de la Maine, des suivis de la reproduction ont été réalisés par l'OFB mais n'ont pas permis de confirmer la présence d'alose sur le bassin ;
- Sur le bassin de la Vienne, les fronts de colonisation se situent en amont des deux stations de comptage de Descartes sur la Creuse (368 aloses) et de Châtelleraut sur la Vienne (748 aloses). Pour l'axe Creuse, il est probable qu'il se situe à proximité de la commune de la Roche Posay et pour l'axe Vienne sur la commune de Bonneuil-Matours (soit respectivement à environ 270 Km et 280 Km de l'estuaire) ;
- Sur le Cher, aucune observation n'a permis de confirmer la présence ou non de l'espèce en 2021 ;
- Sur l'Allier, seulement 3 aloses ont franchi le barrage de Vichy. Ce barrage constitue donc la limite de colonisation sur l'axe (à environ 660 Km de l'estuaire).



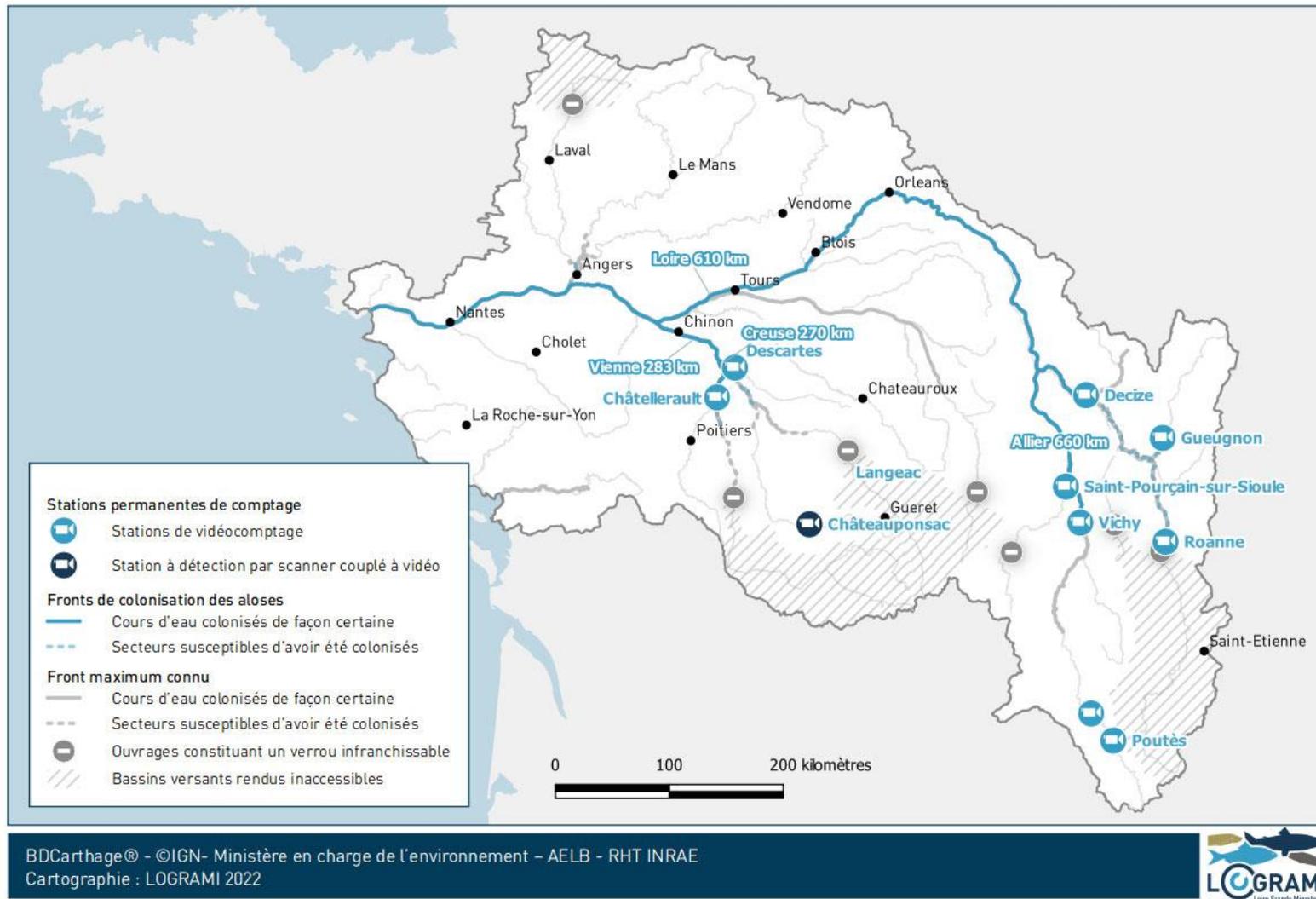


Figure 83 : Cours d'eau du bassin de la Loire colonisés par les aloses en 2021

Les conditions environnementales et d'accessibilité des habitats

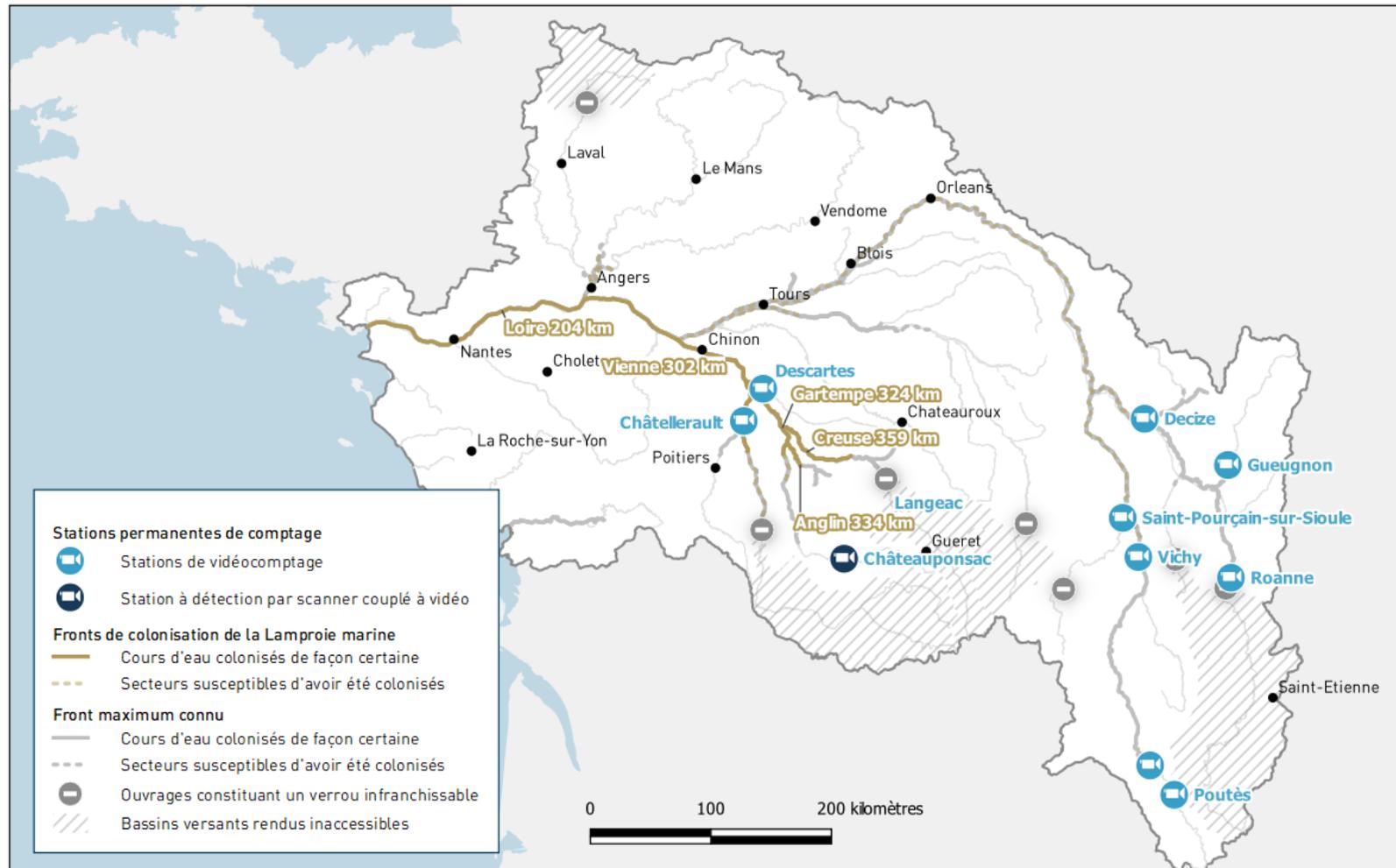
3.4.2. Le front de colonisation de la lamproie marine

En 2021, une recherche spécifique du front de colonisation de la lamproie marine a été menée sur le Cher et sur la Vienne et ses principaux affluents.

- **Sur le Cher**, 9 frayères potentielles situées entre les communes de Saint Aignan et de Bléré ont été prospectées. Aucun nid n'a été identifié. Compte tenu des faibles effectifs observés sur l'ensemble du bassin de la Loire et le manque d'attractivité de cet affluent (en lien notamment avec la morphologie de la confluence Loire-Cher), il est probable que très peu de lamproies marines aient colonisé le Cher.
- **Sur le bassin de la Vienne**, 28 frayères potentielles ont été visitées dans le but d'établir le front de colonisation sur l'axe principal et les différents affluents (Figure 84). La reproduction a démarré dès le début du mois de mai, mais en raison des niveaux d'eau importants, les prospections n'ont pu débuter qu'à partir du 27 mai. Suite à une augmentation des débits, la recherche des nids a dû être stoppée mi-juin, certaines frayères de la Vienne et de la Gartempe n'ont ainsi pas pu être visitées. Le front estimé sur ces deux axes est donc un minimum.
 - Sur l'axe Vienne, plusieurs nids ont été observés à l'aval de l'ouvrage de Bonneuil (soit à environ 300 km de l'estuaire). Aucune prospection n'a pu être réalisée en amont. Compte tenu des débits, il est probable que certains individus soient remontés plus haut.
 - Sur l'axe Creuse, le front de colonisation se situe sur la commune de Longefont (soit à environ 360 km de l'estuaire).
 - Sur la Gartempe, un nid a été observé sur la commune de Saint-Pierre-de-Maillé à l'aval de l'ouvrage de la Roche à Gué (soit à environ 320 km de l'estuaire). Plusieurs nids ont aussi été observés sur l'Anglin. Sur cet affluent, le front est situé à l'aval du seuil de Pontigny sur la commune d'Ingrandes (soit à environ 330 km de l'estuaire). Des lamproies se sont donc engagées sur la Gartempe et son principal affluent.

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), aucun indice de présence n'a pu être observé entre cette confluence et la station de comptage de Decize (Figure 84). A noter qu'aucune prospection n'a été menée 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.

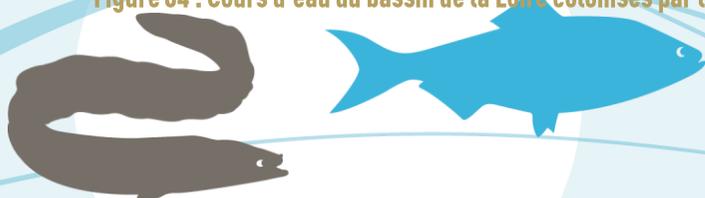




BDCarthage© - ©IGN- Ministère en charge de l'environnement - AELB - RHT INRAE
Cartographie : LOGRAMI 2022



Figure 84 : Cours d'eau du bassin de la Loire colonisés par la lamproie marine en 2021



3.4.3. Le front de colonisation du saumon atlantique

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

3.4.3.1 Sur le bassin Creuse – Gartempe

Compte tenu de la présence de nombreux seuils problématiques sur l'axe Gartempe et du très faible nombre de saumons comptés sur la Creuse à Descartes en 2021 (13 individus), il est peu probable que des saumons aient réussi à se reproduire. Les conditions hydrologiques n'ont permis de réaliser qu'une seule journée de prospection sur les zones de reproduction potentielles du bassin de la Gartempe. Ainsi, le 23 novembre, une dizaine de zones potentielles sur la Gartempe (entre les communes de Rancon et de Bessines-sur-Gartempe) et sur l'aval de l'Ardour (confluence Gartempe - moulin de Montheil) ont été visitées. Plusieurs nids de Truite fario ont été identifiées mais aucun nid de saumon n'a été découvert.

Ce suivi ne permet donc pas d'attester la présence de reproduction naturelle en 2021 sur ce bassin. Il ne permet pas non plus d'affirmer avec certitude qu'aucun saumon ne s'est reproduit sur la Gartempe. Certains individus ont en effet pu frayer après les dates de prospections et/ou sur d'autres secteurs potentiels.

3.4.3.2 Sur le bassin Loire – Allier amont

La dynamique de reproduction du saumon atlantique montre que celle-ci peut commencer début novembre et s'étaler jusqu'au 10 décembre, soit une amplitude de 6 semaines. Au-delà du 1^{er} décembre, l'ensemble des nids peut donc être considéré comme établi (Figure 85). En 2021, aucune frayère n'a été observée sur la zone de reproduction de référence (dans le tronçon court circuité du barrage de Poutès) durant les 4 prospections réalisées entre le 9 novembre et le 3 décembre.

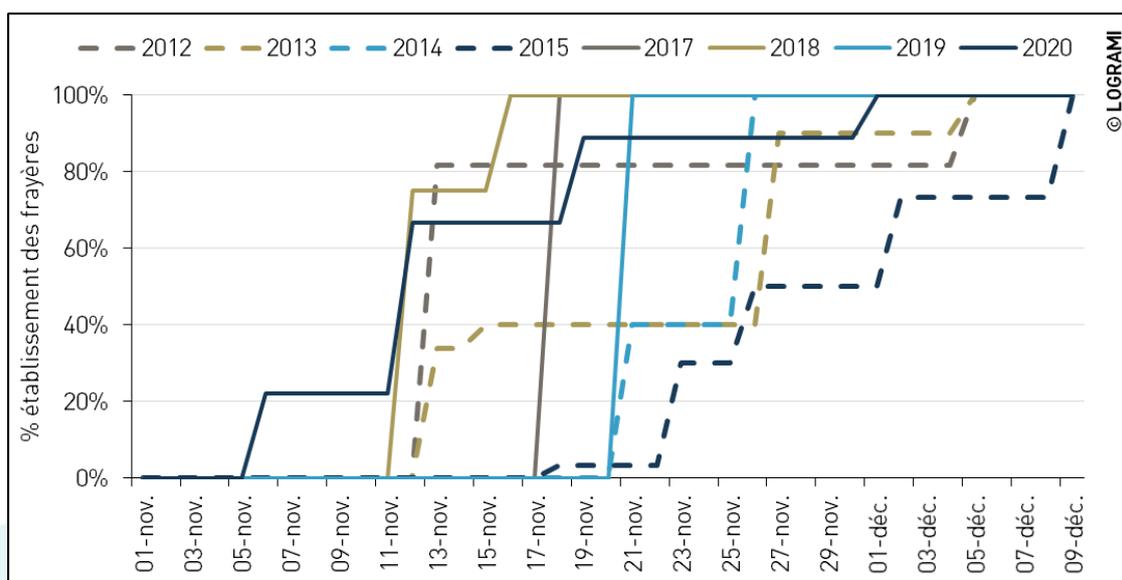


Figure 85 : Dynamique de construction des nids de saumon atlantique dans le tronçon court-circuité du barrage de Poutès depuis 2012 sur l'Allier



En 2021, les premiers nids ont été observés, lors de la première prospection à pieds, le 9 novembre sur l'Allier à Chanteuges. Sur l'Alagnon, la même journée aucune frayère n'a été vue sur le Béal de Lempdes-sur-Alagnon. Le survol initialement prévu sur l'Allier et ses principaux affluents n'a pas pu se faire sur la Sioule et la Dore suite à l'augmentation des débits fin novembre. En complément du survol de l'Allier et l'Alagnon, la Sénouire et la Desges ont été prospectées à pieds dans les premiers kilomètres en amont de la confluence avec l'Allier. De plus, pour la première fois depuis le début des comptages, sur l'Alagnon, l'amont de Massiac a été prospecté sur 20 km jusqu'au Pont du Vernet (Joursac). En 2021, le linéaire total prospecté en survol et à pieds sur le bassin de l'Allier s'élève à 249,8 km (Tableau 17).

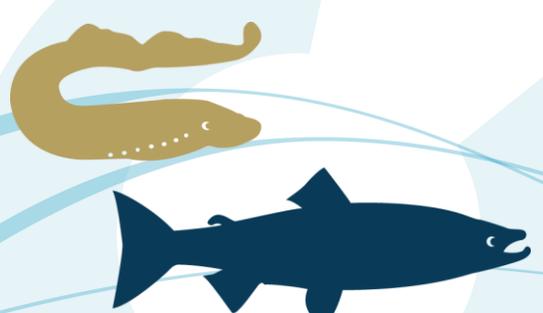
Tableau 17 : Récapitulatif du déroulement des prospections des zones de reproduction de saumon atlantique sur l'ensemble du bassin de l'Allier en 2021 (Source : LOGRAMI)

Cours d'eau	Date	Secteur prospecté	Linéaire (km) / zones de frayères
Allier	09/11/21 au 03/12/21	Entre Reilhac et Monistrol-d'Allier	15 zones de frayères
		Amont et aval de Monistrol-d'Allier	1
	26/11/21	Entre le Breuil-sur-Couze et Reilhac	15 zones de frayères
	03/12/21	Entre Monistrol-d'Allier et Vabres	6 zones de frayères
Alagnon	09/11/21 et 16/11/21	Béal (traversée de Lempdes-sur-Alagnon)	1
	16/11/21 et 25/11/21	Entre la Confluence avec l'Allier et Massiac	12 zone de frayères
	25/11/21	Entre Massiac et le Pont du Vernet	20
Sénouire	26/11/21	Entre la confluence avec l'Allier et l'aval de Domeyrat	12,2
Desges	26/11/21	Entre la confluence avec l'Allier et le seuil de la Cambuse	2,6
Allier	07/12/21 (survol)	Entre Laveyrune et Issoire	179
Alagnon		Entre Massiac et la confluence avec l'Allier	34

Nids sur l'Allier

Les premières observations de nids ont été réalisées le 9 novembre 2021 à Chanteuges.

Les très faibles débits observés avant le survol du 7 décembre 2021 ont permis, comme en 2020, de **réaliser un comptage exhaustif** des nids. Ce survol a été réalisé entre Laveyrune (07/48) et Issoire (63) sur 179 km. Comme chaque année, le secteur de Monistrol-d'Allier n'a pas été survolé (important réseau de lignes à haute tension) mais a été prospecté trois fois à pieds avant le survol.



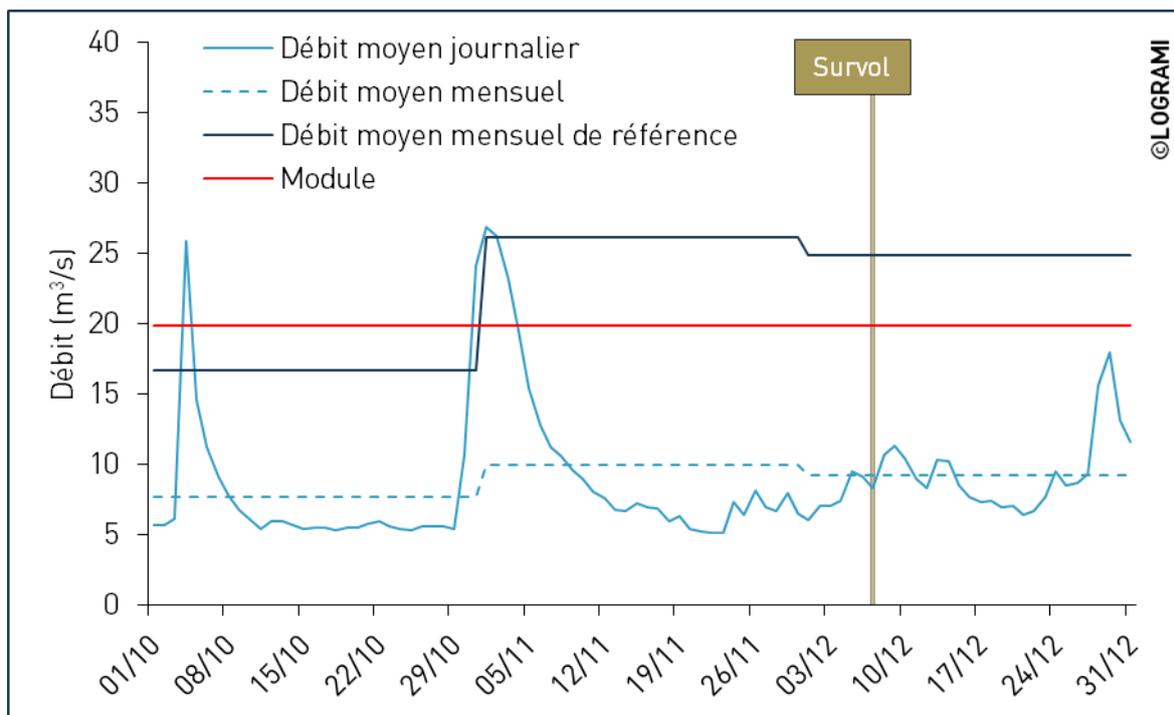


Figure 86 : Débits de l'Allier à la station de Prades du 1^{er} octobre au 31 décembre 2021 (Données hydro : DREAL Auvergne / HYDRO-MEDD/DE)

Avec 158 nids comptabilisés contre 272 +/- 80 en moyenne depuis la mise en place de ce suivi sur l'Allier en 2000, le nombre de nids en 2021 correspond à la deuxième plus mauvaise année (Figure 87).

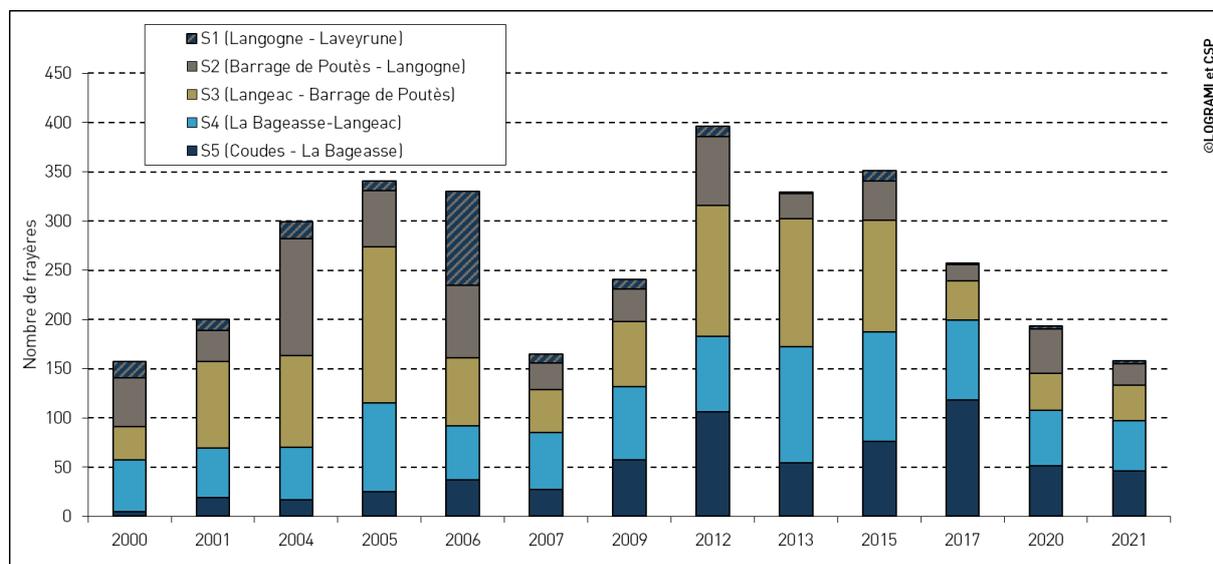
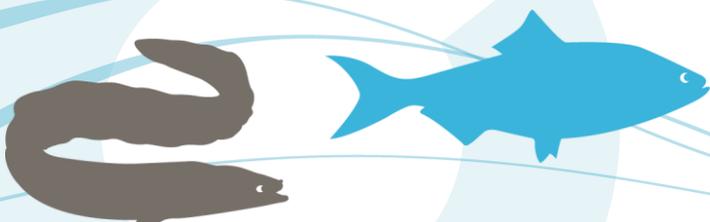


Figure 87 : Évolution du nombre de nids de saumon comptabilisés sur les cinq secteurs de l'Allier depuis la mise en place du suivi en 2000 (Source LOGRAMI et CSP)

Cependant, comme en 2020, bien que peu de géniteurs aient été comptés à la station de comptage de Vichy, le ratio entre le nombre de géniteurs et les nids comptés est supérieur à la moyenne depuis 2000 ($0,51 \pm 0,12$). Il s'agit du meilleur taux observé avec 0,74 devant 2005 (Figure 88).



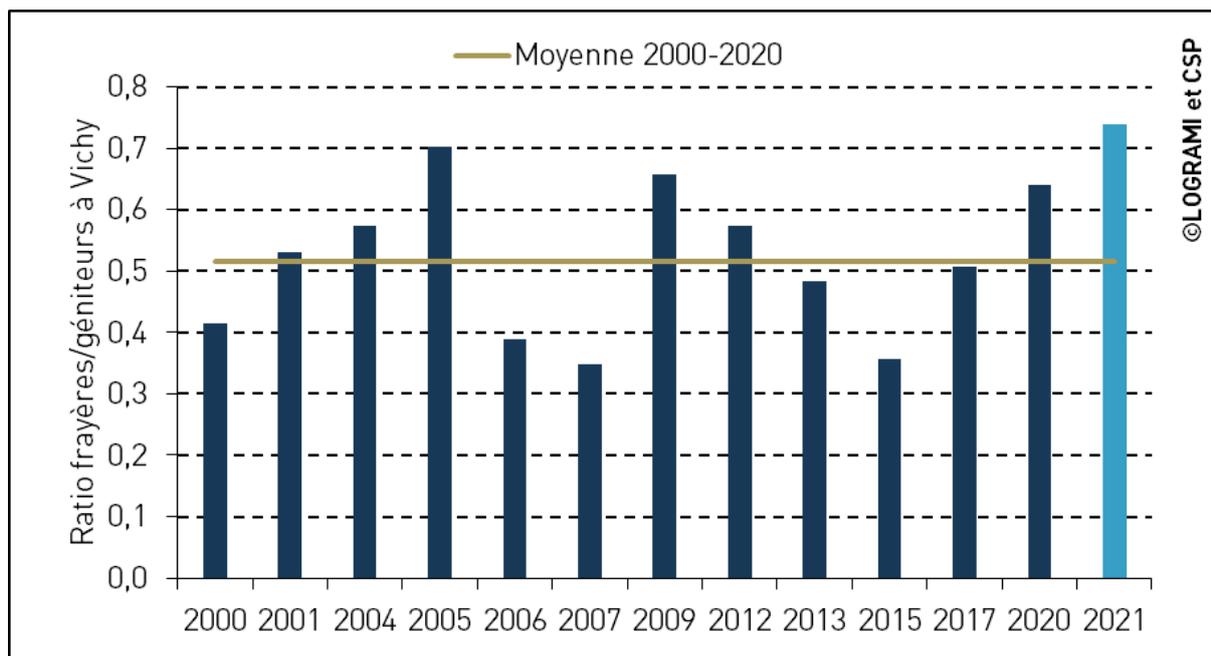


Figure 88 : Ratio entre le nombre de saumons à Vichy et le nombre de nids (frayères) comptabilisés sur l'Allier en amont de Vichy de 2000 à 2021

Répartition géographique

158 nids ont été comptabilisés sur l'Allier, entre Laveyrune et Issoire (Figure 89 et Figure 90) :

- Deux tiers des nids (61 %) se trouvent en aval du seuil de Langeac. La répartition entre le secteur S4 et S5 est pratiquement similaire avec 51 nids sur S4 et 46 nids pour S5. Comme en 2020, l'occupation des secteurs S4 et S5 est majoritaire ;
- 23 % des nids entre Langeac et Poutès (S3) ;
- 14 % (22/158) des nids se situent en amont du barrage de Poutès (transparent à partir du 30/09, cf. § 3.3.2.1), dont 10 dans les 3 premiers kilomètres en amont du barrage. Comme en 2020, l'ancienne retenue du barrage est occupée par une dizaine de nids. Cette observation atteste une nouvelle fois du gain d'habitat de reproduction pour les saumons avec une granulométrie facilement mobilisable. Avec le nouveau fonctionnement du barrage de Poutès, la morphologie et la granulométrie de l'ancienne retenue du barrage va mettre quelques années avant de se stabiliser. Il sera intéressant à l'avenir de suivre l'évolution de l'occupation de cette zone par les saumons.

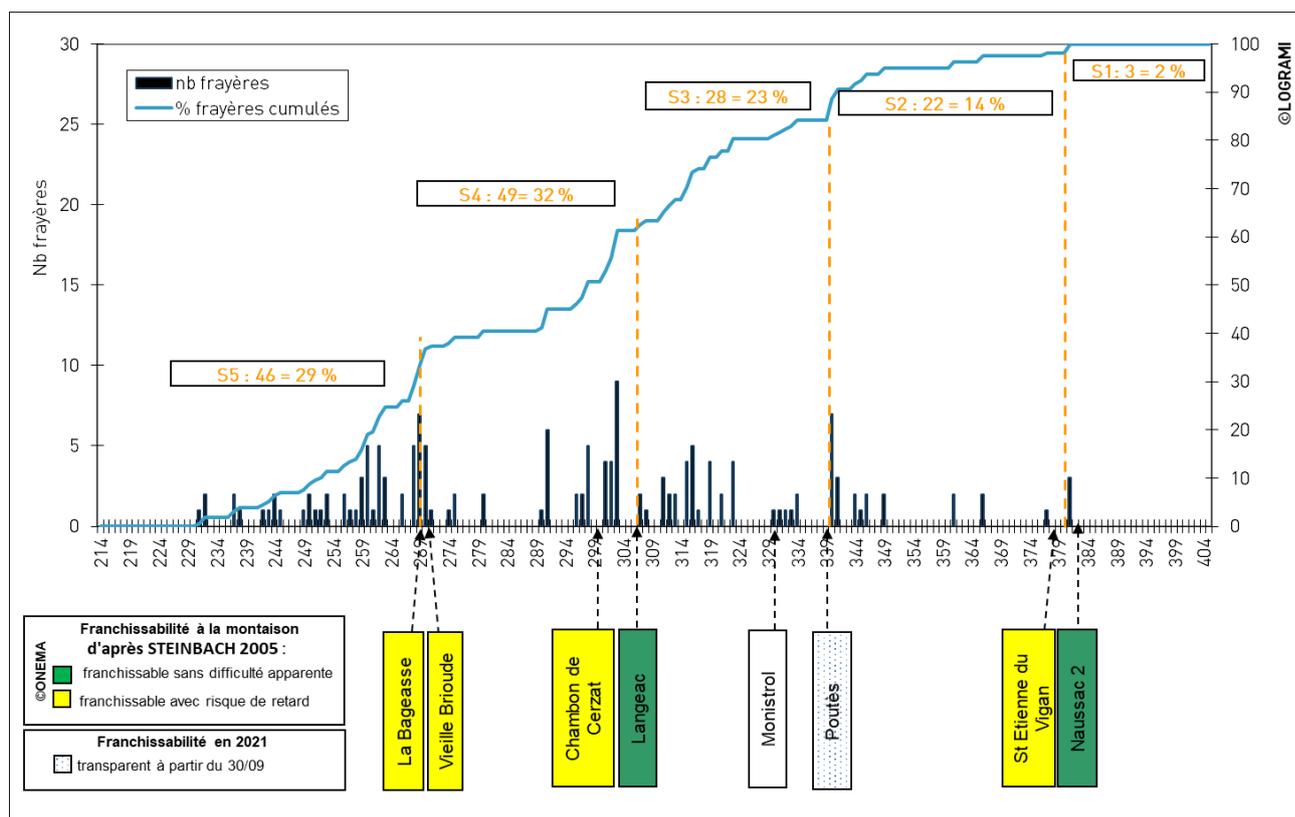


Figure 89 : Répartition kilométrique des nids de saumon atlantique sur l'Allier en 2021 et principaux obstacles à la migration (Source LOGRAMI pour les nids et ONEMA pour la franchissabilité)

L'année 2021, avec une hydrologie peu favorable à la montaison, est semblable à l'année 2017 concernant la répartition des nids avec une **surexploitation de la zone aval (S4 et S5) et une sous exploitation de la zone amont (S3, S2 et S1)** (Figure 91).

Ainsi les secteurs S5 et S4 représentent respectivement 29 % et 32 % des nids contre en moyenne 18 % +/-12 et 28 % +/- 7 depuis 2000. Concernant les zones amont, le secteur S3 représente 23 % de la proportion de nids de 2021, habituellement ce secteur accueille 30 % +/- 10. Les secteurs S2 et S1 sont les moins occupés avec 14 % (S2) et 2 % (S1), habituellement ces secteurs représentent respectivement 19 % +/- 10 et 6 % +/- 8 des nids.

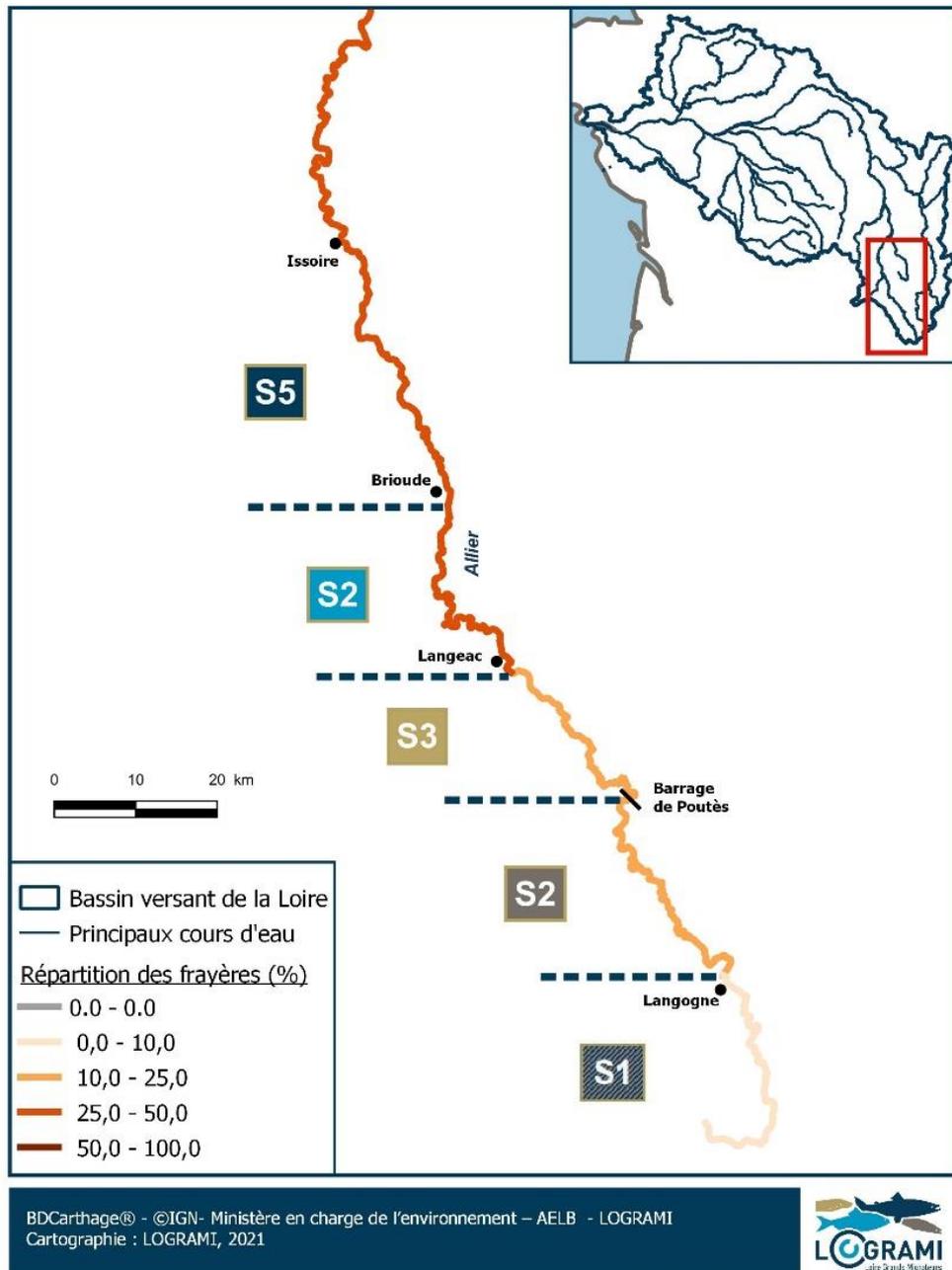


Figure 90 : Cartographie des densités de nids de saumon atlantique par secteurs sur le bassin de l'Allier en 2021

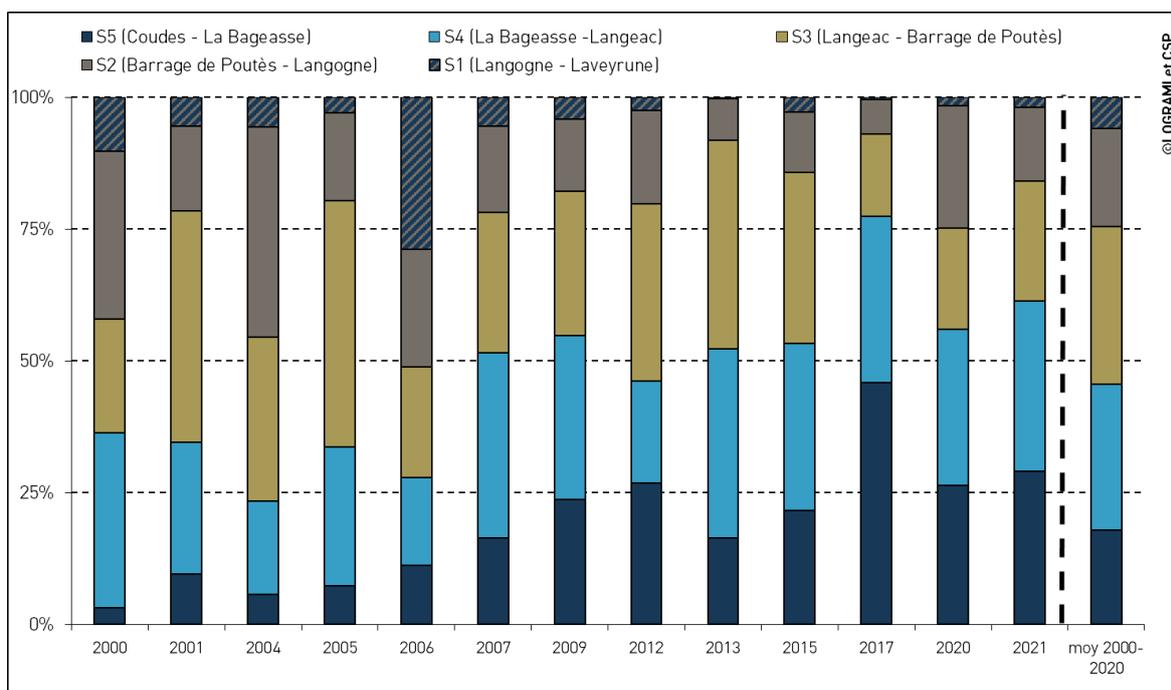


Figure 91 : Évolution de la répartition de nids de saumon comptabilisées selon les cinq secteurs de l'Allier depuis la mise en place du suivi en 2000

Malgré l'ouverture du barrage de Poutès à partir du 30 septembre, seulement 14 % des nids sont comptés sur le secteur S2 pour un Indice Hydrologique de 1,2 (Figure 92). Comparativement en 2020, pour une hydrologie plus faible et une ouverture du barrage de Poutès plus précoce (1^{er} septembre), 23 % des nids avaient été observés sur ce secteur. Il semblerait que les faibles effectifs observés en 2021 à Langeac (57 saumons) couplés à une hydrologie faible n'ont pas permis une occupation optimale des secteurs amont.

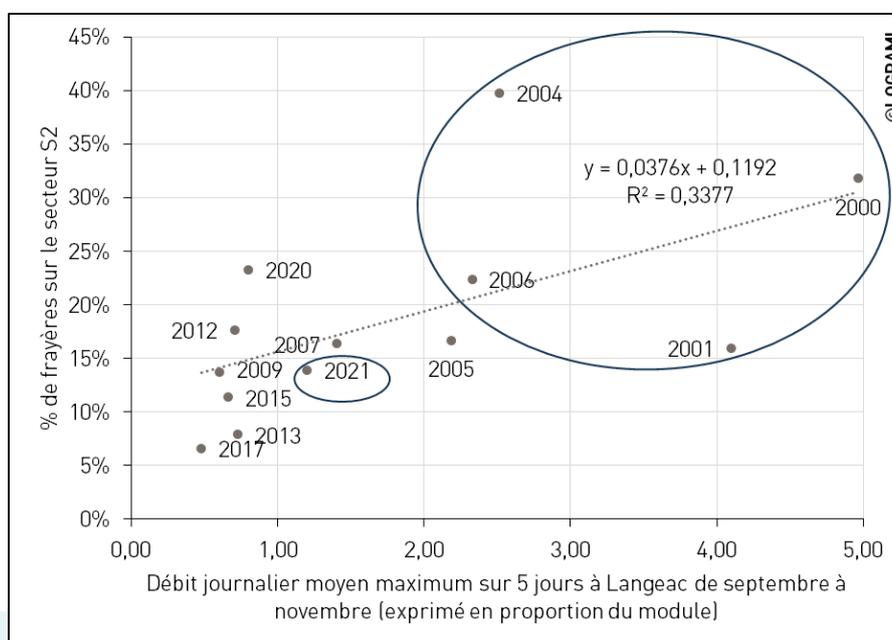
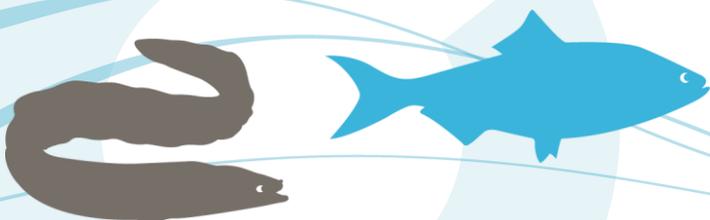


Figure 92 : Relation (sans 2021) entre la part des nids comptabilisés sur le secteur S2 et le débit moyen journalier maximum calculé sur 5 jours à Langeac sur la période septembre-novembre de l'année de comptage et ajout graphique de 2021 (Données hydro : DREAL Auvergne / HYDRO-MEDD/DE)



Le tronçon court-circuité de Poutès accueille chaque année des nids de saumons. Leur proportion par rapport au nombre de nids en amont est liée à l'hydraullicité au moment de la montaison et à l'effet bloquant de l'ouvrage de Poutès. Ainsi, en 2021, le tronçon court-circuité de Poutès n'a accueilli que 19 % des nids de l'ensemble du linéaire en amont de Monistrol d'Allier qui comprend le TCC de Poutès et les secteurs S2 et S1. En moyenne depuis 2000 jusqu'à 2020, ce tronçon court-circuité accueillait 31 % +/- 17 des nids (Figure 93).

L'année 2021, comme celle de 2020, se particularise clairement par une migration vers l'amont favorisée par l'ouverture de Poutès alors que les débits sont déficitaires. Avec les ouvertures de l'ouvrage durant 91 jours, la proportion de nids dans le TCC devrait diminuer et attester d'une meilleure continuité écologique au niveau de cet ouvrage.

L'importante reproduction dans les premiers kilomètres du secteur S2 peut comme en 2020 être liée à la migration tardive à Langeac. 25 saumons soit 76 % de la migration automnale (25/33) ont franchi le seuil de Langeac après le 31 octobre. Il est probable que les saumons qui sont arrivés tard à Langeac ont choisi de s'arrêter dans les premiers kilomètres du secteur S2 sentant une granulométrie facilement mobilisable plutôt que de migrer plus en amont.

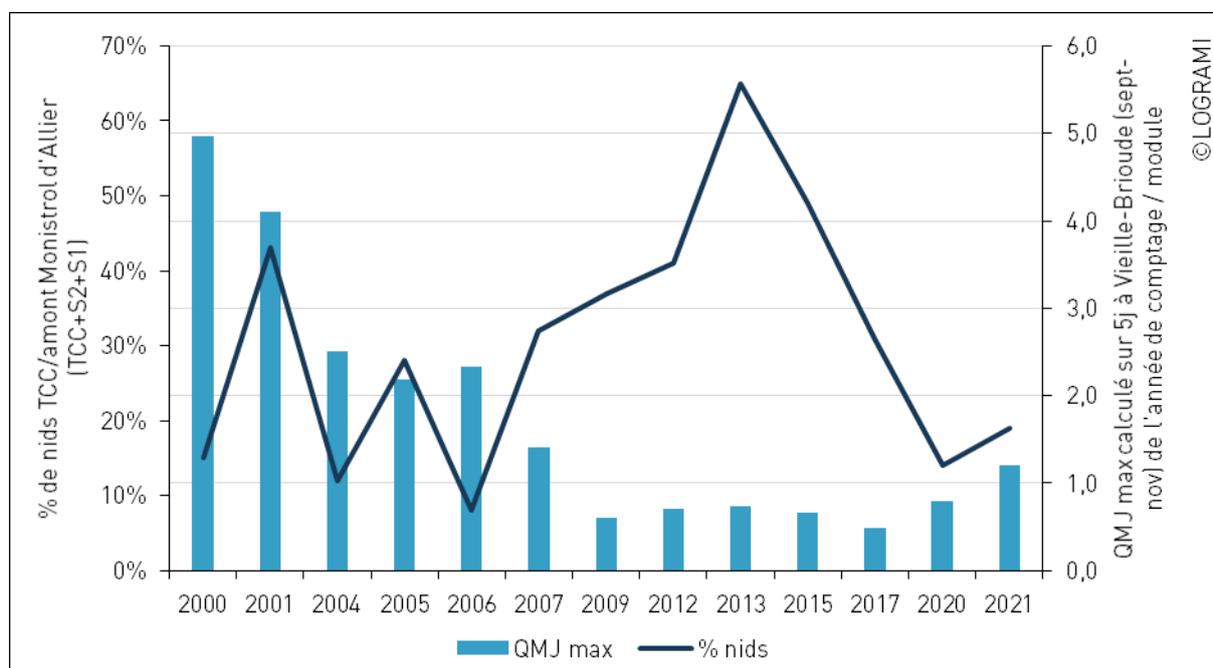


Figure 93 : Pourcentage de nids dans le TCC de Poutès par rapport à l'amont de Monistrol d'Allier et le débit journalier moyen maximum calculé sur 5 jours de l'Allier à Langeac sur la période septembre-novembre de l'année de comptage (Données hydro : DREAL Auvergne / HYDRO-MEDD/DE)

Malgré la transparence du barrage de Poutès, le secteur S1 ne représente que 2 % des nids contre 6 % +/- 8. Ces chiffres montrent que les saumons ayant franchi le barrage de Poutès sont restés en aval sur le secteur S2.

Bien que moins colonisé qu'en 2017, le secteur S5 représente quasiment 1/3^e des nids. C'est la deuxième plus forte proportion de nids sur ce secteur depuis le début des comptages. L'occupation importante de ce secteur peut s'expliquer par les faibles débits automnaux (Figure 94) (débit moyen journalier maximum calculé sur 5 jours de 26,6 m³/s, soit 0,94 fois le module à Vieille-Brioude).

En l'absence de pic de débit à l'automne, excepté un léger pic de débit à partir du 31 octobre, les saumons n'ont pas eu de bonnes conditions de migration après leur arrêt estival. La répartition plus



importante des nids sur le secteur aval démontre que les saumons ont eu du mal à migrer plus en amont.

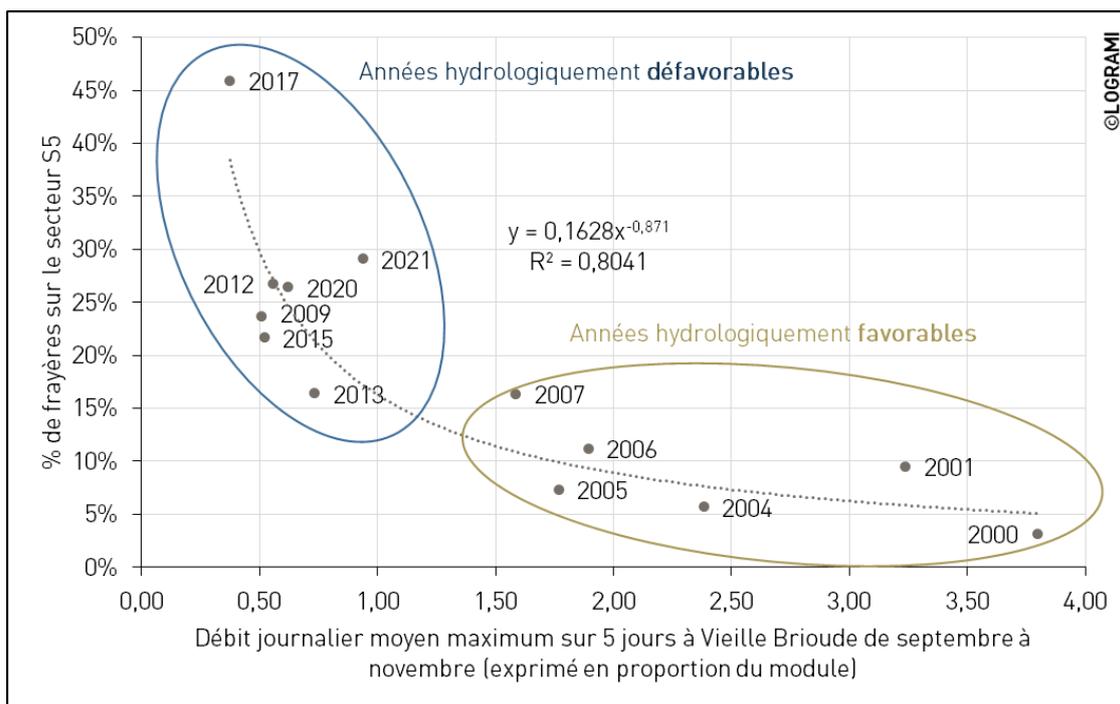


Figure 94 : Relation entre la part de nids comptabilisés sur le secteur S5 et le débit journalier moyen maximum calculé sur 5 jours de l'Allier à Vieille-Brioude sur la période septembre-novembre de l'année de comptage (Données hydro : DREAL Auvergne / HYDRO-MEDD/DE)

Évolution historique du front de colonisation du saumon de l'Allier

Une analyse de la répartition des nids de saumon atlantique sur les cinq secteurs de l'Allier et au cours de six grandes périodes significatives (continuité migratoire et gestion) depuis 1938 a été réalisée à partir de l'ensemble des données « nids saumons » mobilisables et exploitables (comptages à tendance exhaustive) (Figure 95).

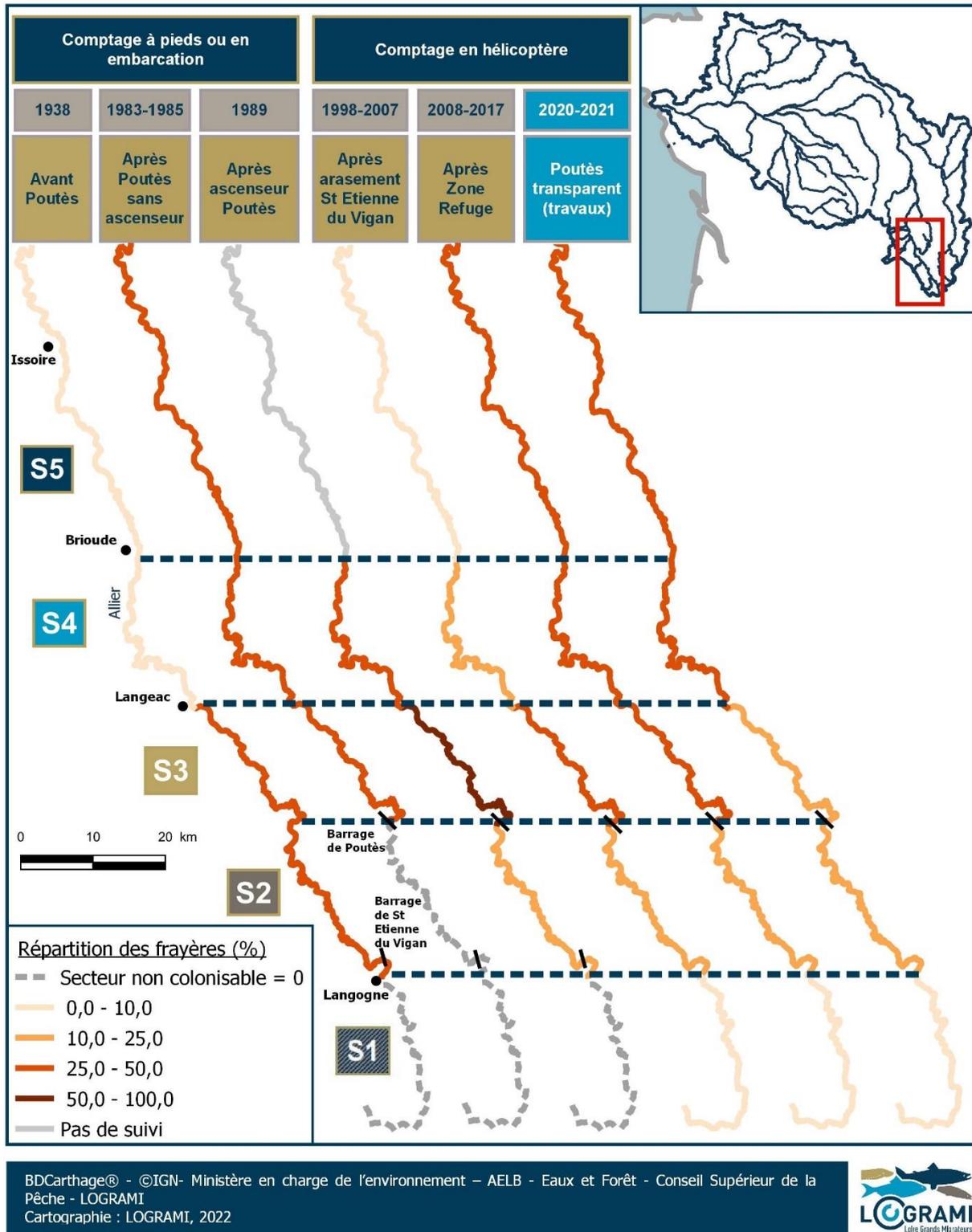


Figure 95 : Répartition moyenne des nids de saumon atlantique sur les cinq secteurs de l'Allier et au cours de six grandes périodes significatives (continuité migratoire et gestion) depuis 1938 (Source : Eaux et Forêts, CSP, ONEMA et LOGRAMI)

Six 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 :

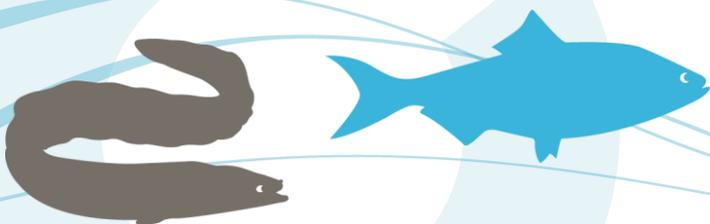
- **Avant 1941** et la construction du barrage de Poutès ;
- **Entre 1941 et 1985**, avant la construction et la mise en service de l'ascenseur à poissons du barrage de Poutès en 1986 ;
- **Entre 1986 et 1997**, après la mise en service de l'ascenseur de Poutès mais avant le démantèlement du barrage de Saint Etienne du Vigan en 1998 ;
- **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 ;
- **Entre 2008 et 2019**, 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 ;
- **En 2020 et 2021**, et la mise en transparence de l'ouvrage de Poutès au 1^{er} septembre (2020) et 30 septembre (2021) à la suite des travaux sur les vannes.

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.

Pour ces six grandes périodes, les comptages suivants ont été sélectionnés :

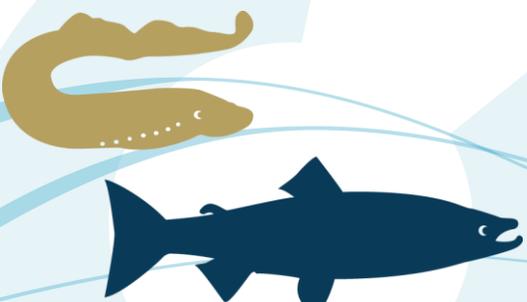
- Avant 1941 = « comptage- enquête » des EAUX ET FORETS de 1938 et repris dans COHENDET (1993) ;
- Entre 1941 et 1985 = moyenne des comptages du CONSEIL SUPERIEUR DE LA PECHE 1983 et 1985 ;
- Entre 1986 et 1997, = comptage du CONSEIL SUPERIEUR DE LA PECHE 1989, le seul comptage exhaustif de la période sur les secteurs S2, S3 et S4 mais malheureusement pas de suivi sur le secteur S5 ;
- 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) ;
- Entre 2008 et 2019 = moyenne par secteur calculée à partir des comptages par hélicoptère réalisés par LOGRAMI et l'ONEMA (2009-2012-2013-2015-2017) ;
- En 2020 et 2021 = moyenne par secteur calculée à partir des comptages par hélicoptère réalisé par LOGRAMI.

L'analyse de la répartition des nids de saumon atlantique sur les cinq secteurs de l'Allier et au cours de six grandes périodes significatives révèle que :



- ❶ **Avant 1941** et la construction du barrage de Poutès, l'enquête des EAUX ET FORETS de 1938 localise l'intégralité des nids 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 des nids était située sur les secteurs S3 et S2.**
- ❷ **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 nids étaient logiquement cantonnés 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.
- ❸ **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 nids de saumons. Cependant, les deux secteurs en aval de l'ouvrage mais surtout celui immédiatement en aval (S3) présentent la majorité des nids. L'absence de comptage en S5 pourrait toutefois augmenter artificiellement les contributions de ces deux secteurs.
- ❹ **Entre 1998 et 2007**, après le démantèlement du barrage de Saint Etienne du Vigan, des nids de saumons sont observés en amont de Langogne (Secteur S1) après 100 ans d'absence ! Durant cette période, comme durant la précédente, le secteur S3 (aval Poutès) représente toujours la part la plus importante des nids comptés. 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.
- ❺ **Entre 2008 et 2019**, et l'instauration de la « Zone Refuge » en amont de Langeac qui proscriit les déversements d'alevins de pisciculture en amont de Langeac au profit des secteurs plus aval S4 et S5 : l'hydrologie est très déficitaire lors de la période de montaison et les contributions des secteurs aval S4 et S5 augmentent.
- ❻ **Enfin, en 2020 et 2021** la mise en transparence du barrage de Poutès a montré un transfert d'occupation entre le secteur S3 et le secteur S2 malgré une hydrologie déficitaire.

Comme le reflète la progression vers l'amont de leur front de colonisation depuis 35 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. La mise en transparence de Poutès en 2020 et 2021 a démontré que sans cet obstacle les saumons migrent plus facilement sur la partie amont du bassin. L'effet immédiat de l'occupation du secteur S2 est de bon augure pour les années à venir. La répartition très apicale des nids atteste du caractère opportuniste des saumons qui profitent de l'ouverture d'un axe pour accéder à l'amont. À partir de 2022, l'ouvrage de Poutès sera transparent pendant une période de 91 jours. Cette amélioration de la continuité écologique est susceptible de modifier la répartition des nids vers l'amont par ce processus de colonisation naturelle déjà constaté.



De plus, sur les 25 nids en amont de Poutès, 10 ont été comptés dans l'ancienne retenue du barrage. Cette observation atteste une nouvelle fois d'une granulométrie facilement mobilisable et d'un gain d'habitat de reproduction dans les meilleures zones pour les saumons.

Cependant, lors de la remontée du barrage et de la retenue, un nid se trouvant à 1 200 m en amont du barrage s'est retrouvé ennoyé. Même s'il est impossible d'évaluer précisément l'impact de l'ennoisement sur la survie des œufs, il est fortement probable qu'une partie ou l'ensemble du frai ait été détruit.

Taux d'occupation des surfaces productives

Pour rappel, le potentiel de production (survie des œufs, quantité et qualité des habitats de juvéniles) des secteurs aval est moins important que celui des secteurs amonts (J. M. Bach et al., 2010; J.-M. Bach et al., 2015b; Minster & Bomassi, 1999).

Au cours des années 2017 à 2021, LOGRAMI a mis à jour la cartographie de 4 des 5 secteurs de l'Allier. Lorsque le dernier secteur (S3) sera cartographié, l'exploitation des surfaces potentielles de frayères pourra être calculée avec ces nouvelles données.

D'après les surfaces productives connues de Minster & Bomassi (1999), la répartition des nids sur les 5 grands secteurs de l'Allier peut être calculée pour 2021. Il existe une grande variabilité avec 0,5 à 9,6 nids par hectare d'ERR (équivalent radier/rapide) (Figure 96). En 2021, l'exploitation montre un gradient aval-amont et confirme les difficultés que les saumons ont eu à exploiter les zones amont.

Le secteur S5 est bien plus exploité que les autres avec 9,6 nids par hectare d'ERR (équivalent radier/rapide). Cette exploitation est systématiquement retrouvée avec en moyenne 10,3 +/- 7,4 nids par hectare d'ERR sur ce secteur.

En 2021, les secteurs S3 et S1 sont sous-exploités avec moins de 1,5 nids par hectare d'ERR notamment S1 avec 0,5 frayère par hectare d'ERR. Comparativement à l'historique, le secteur S1 est plus sous-exploité où en moyenne 2,9 +/- 4,6 nids par hectare d'ERR sont observés.

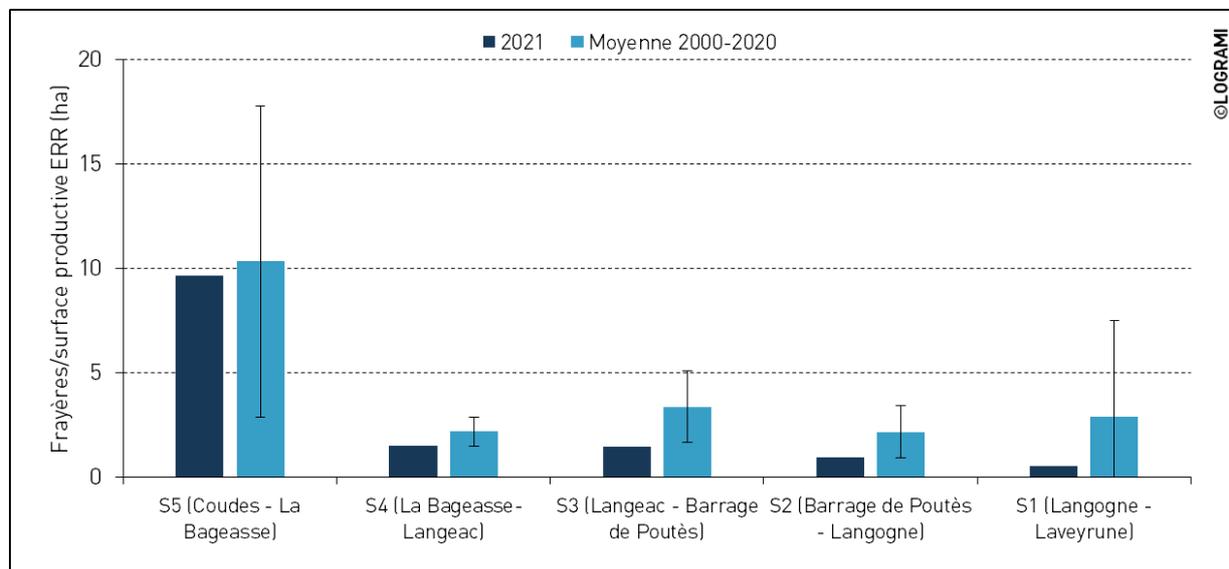
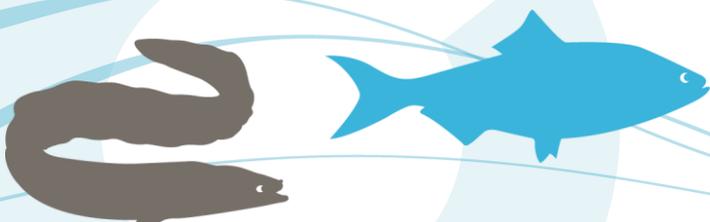


Figure 96 : Densités de nids de saumons observées en 2021 par hectare de surfaces productives en moyenne sur la période 2000-2020 et en 2021 sur les cinq secteurs de l'Allier

Pour autant, il est important de nuancer l'exploitation des ERR. Chaque année, les survols sont réalisés uniquement lorsque les conditions de débits sont favorables aux comptages. Ces conditions sont



réunies lorsque les débits sont inférieurs à 4 fois le module et lorsqu'aucune crue n'est constatée préalablement à l'établissement des nids. Ces comptages excluent donc l'ensemble des années à forte hydraulité qui sont les plus favorables à la migration génésique vers les zones les plus apicales.

En conséquence, les survols sont réalisés lorsque les saumons sont confrontés à des automnes secs et rencontrent des difficultés à migrer et à se reproduire sur les secteurs les plus amont.

Il est fort probable que la densité de nids par hectare de surfaces productives soit très différente lorsque l'automne est humide (pas de survol).

Nids sur l'Alagnon

Représentant 9,4 % des nids comptabilisés en amont de Vichy en 2021 (hors Dore) contre 16,3 % ± 9,1 en moyenne depuis 2001, l'Alagnon a accueilli une part moins importante des nids que les autres années. Pourtant, l'Alagnon en 2021 a été beaucoup plus attractif que les autres années sur la période septembre-novembre (Figure 97).

L'attractivité d'un affluent par rapport au cours d'eau principal peut être caractérisée par la comparaison des débits unitaires de chaque cours d'eau au niveau de leur embouchure. Le débit unitaire correspond au débit en m³/s divisé par la largeur du cours d'eau en question. L'IHAA est calculé en divisant le débit unitaire de l'affluent par celui du confluent. Ainsi l'attractivité théorique d'un affluent augmente avec son IHAA. Lorsque l'indice dépasse 1, l'affluent est plus attractif que le confluent.

Durant la migration automnale, pendant 39 jours, l'Alagnon a été plus attractive que l'Allier (au niveau de la confluence au Saut-du-Loup). C'est la première année depuis le début des suivis que l'attractivité est aussi importante à la période automnale, pour autant seulement 9,4 % des nids ont été comptés sur cet affluent.

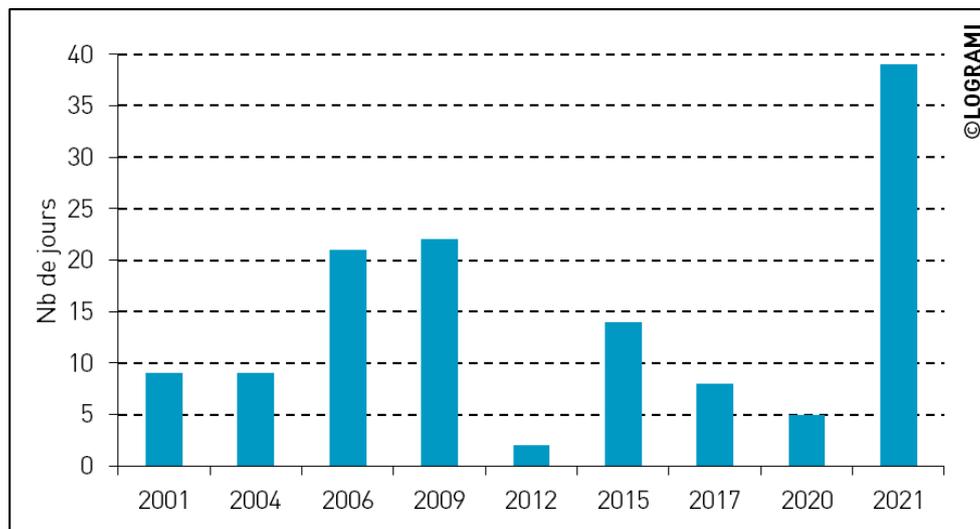


Figure 97 : Nombre de jours durant lesquels l'Alagnon a eu un attrait supérieur à l'Allier à l'automne

La faible proportion de nids sur l'Alagnon peut être expliquée par un léger sous-comptage effectué lors du survol en hélicoptère dû aux mauvaises conditions lors du suivi.

Le retour de géniteurs potentiellement exclusivement natifs sur cet affluent pourrait également expliquer une colonisation moins importante que les autres années lors desquelles l'alevinage était présent. En effet, les géniteurs qui se sont reproduits en 2021 sur l'Alagnon sont principalement issus de la production naturelle de juvéniles de 2017 (1^{ère} année sans déversement sur l'Alagnon). Grâce aux suivis des juvéniles par pêche électrique, la production d'alevins (exclusivement natifs) était estimée à 37 596 en 2017 sur l'Alagnon contre 237 067 sur l'Allier (origine mixte).



En 2021, même si l'Alagnon a été plus attractif que l'Allier en début d'année (Figure 100), la majeure partie des saumons n'ayant pas encore atteint la confluence à cette date, peu d'individus ont dû s'engager sur cet affluent. En période de migration printanière, l'attractivité était supérieure à 1 du 7 au 10 mai et du 16 au 26 mai. Potentiellement, les saumons se seraient engagés sur l'Alagnon durant ces fenêtres d'attractivité. Lors de la migration automnale, l'attractivité de l'Alagnon était nettement supérieure à celle de l'Allier du 14 septembre au 3 octobre et du 3 novembre jusqu'à la fin de l'année. C'est pendant la fin du mois de septembre ou au début du mois de novembre que la plupart des géniteurs de saumons se seraient engagés sur cet axe.

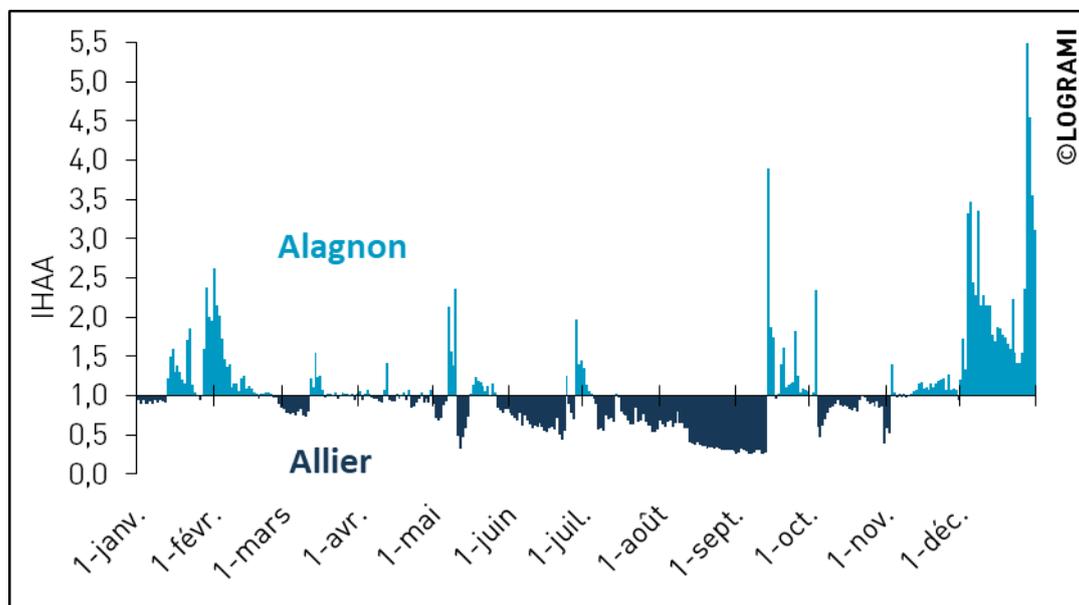
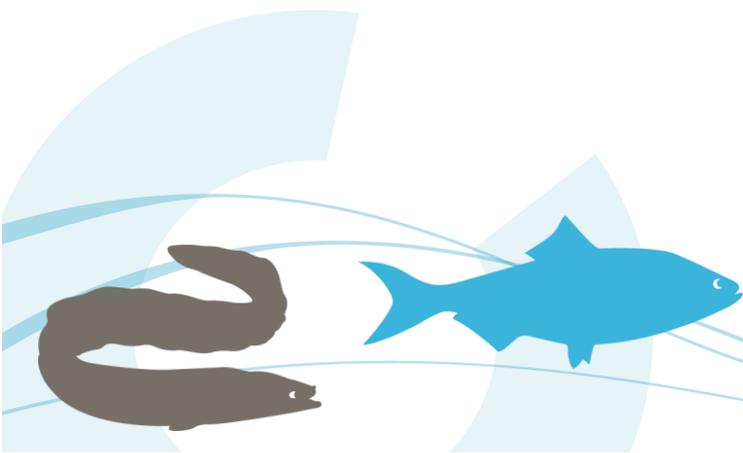


Figure 98 : Évolution de l'indice hydrologique d'attrait de l'Alagnon par rapport à l'Allier en 2021

En 2021, aucune frayère n'a été comptée dans le Béal de Lempdes-sur-Alagnon. Ce suivi historique permettait de connaître la dynamique de migration de l'année en cours. En moyenne de 2012 à 2020, 50 % ± 25 des nids étaient réalisés au 23 novembre. À partir du 11 décembre, plus aucune frayère supplémentaire n'a été observée (Figure 99).



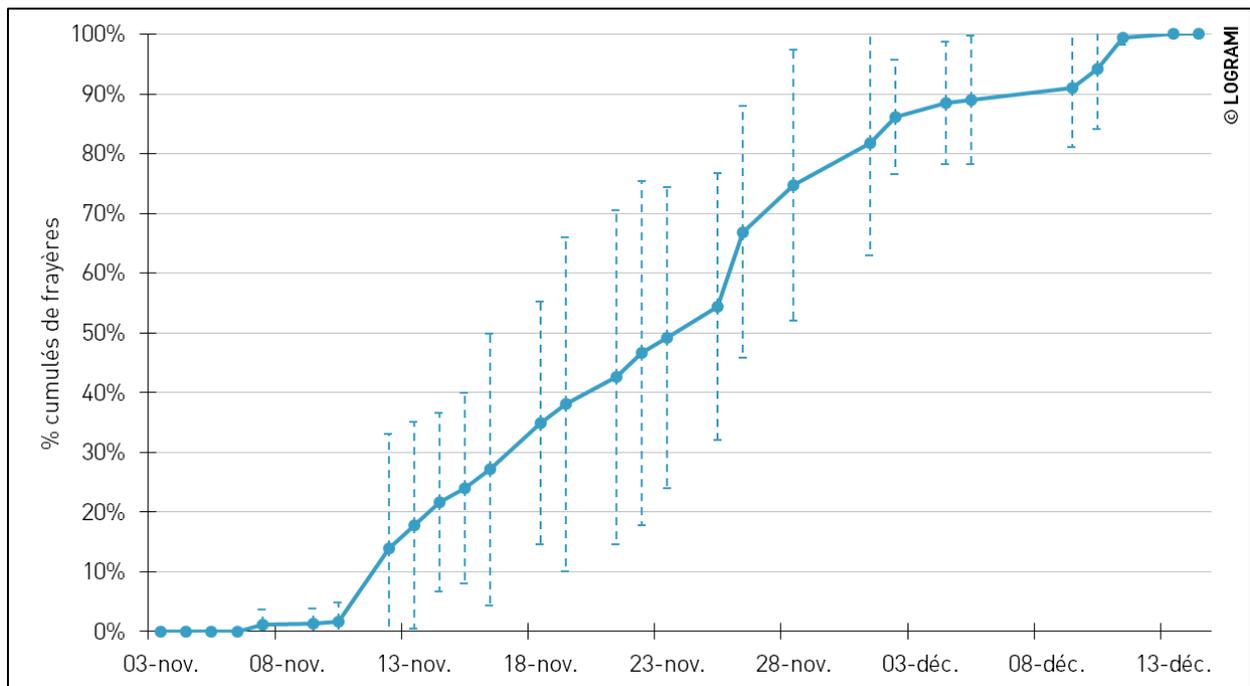
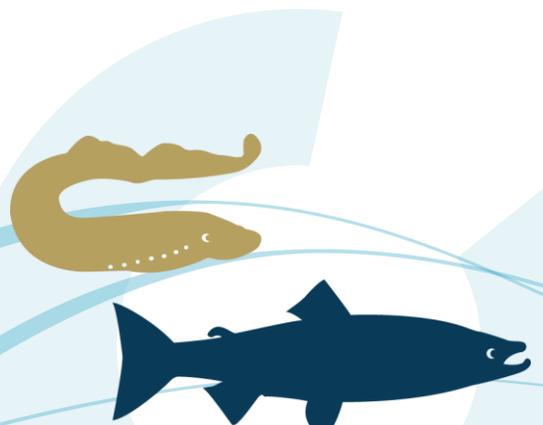


Figure 99 : Dynamique moyenne de la reproduction des saumons atlantiques dans le Béal de Lempdes-sur-Alagnon de 2012 à 2020 (avant les travaux au seuil de Chambezon)

Le survol s'est effectué dans des conditions de débits assez importantes. Au moment de sa programmation, le débit à Lempdes-sur-Alagnon était de 5,5 m³/s. À partir du 6 décembre, le débit a dépassé les 16 m³/s et le survol a été réalisé le 7 décembre dans ces gammes de débit (Figure 100). Malgré ce débit assez important, il a été décidé de survoler l'Alagnon. Ce survol a été réalisé entre Massiac (15) et le Saut-du-Loup (confluence avec l'Allier (63) sur 34 km. Pour la première fois depuis 2012, aucune frayère n'a été comptée sur le Béal sur la traversée de Lempdes-sur-Alagnon. Habituellement, ce bras dérivé est une zone de repli (frayère forcée) pour de nombreux géniteurs bloqués 1,2 km plus en amont par le seuil de Chambezon (Bach et al., 2013).

Les conditions lors du survol n'ont pas permis de réaliser un suivi exhaustif, certaines nids ont pu être non comptabilisés.



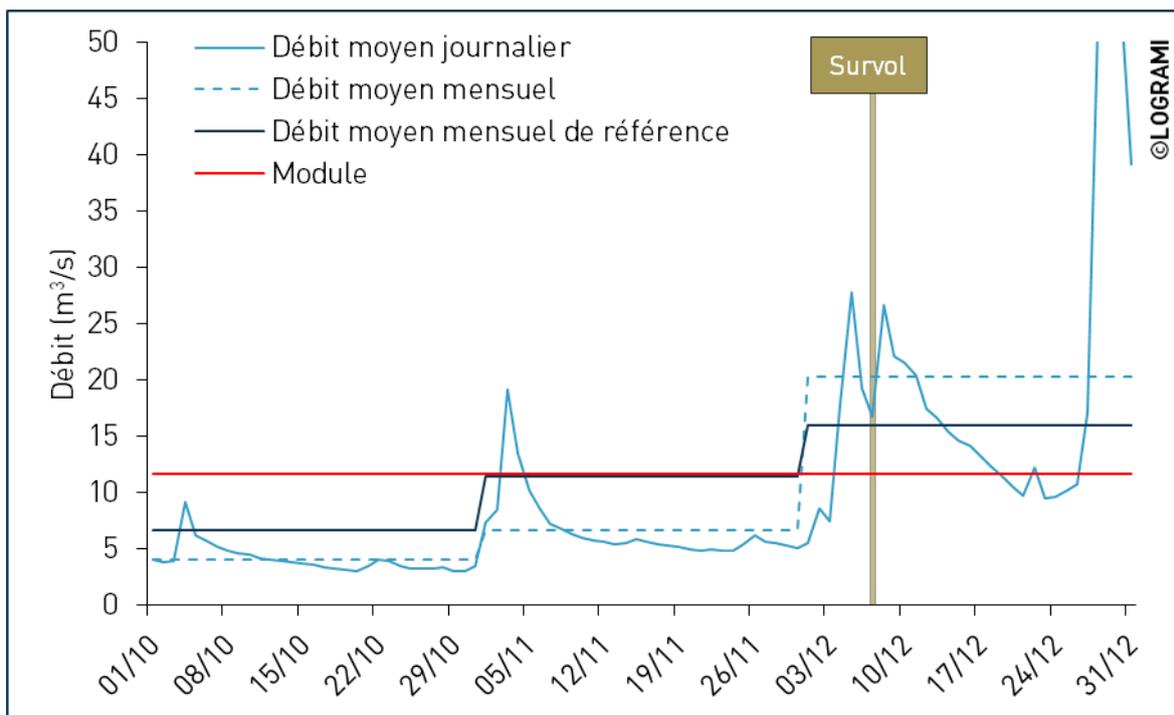


Figure 100 : Débits de l'Alagnon à la station de Lempdes-sur-Alagnon du 1^{er} octobre au 31 décembre 2021 (Données hydro : DREAL Auvergne / HYDRO-MEDD/DE)

Avec 15 nids comptabilisés contre 45 ± 25 en moyenne depuis la mise en place de ce suivi sur l'Alagnon en 2001, le nombre de nids en 2021 est avec 2020 (17 nids), la 3^{ème} plus mauvaise année de comptage (Figure 101).

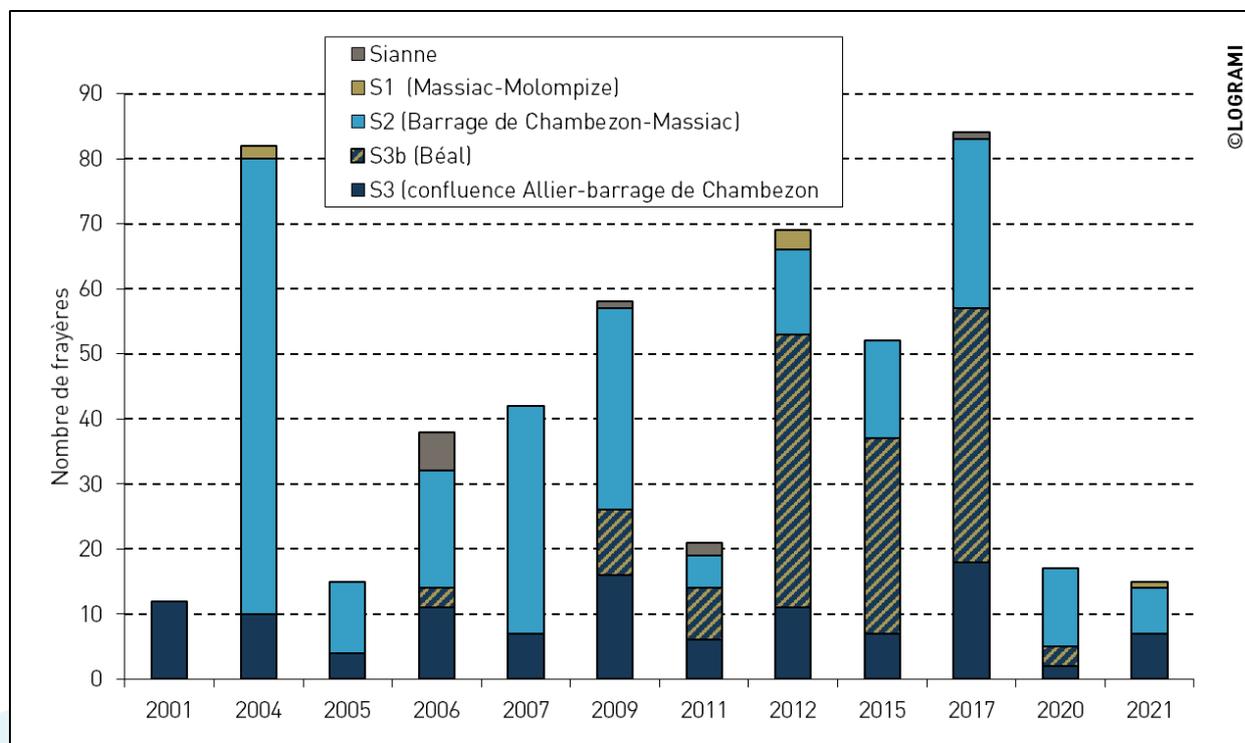
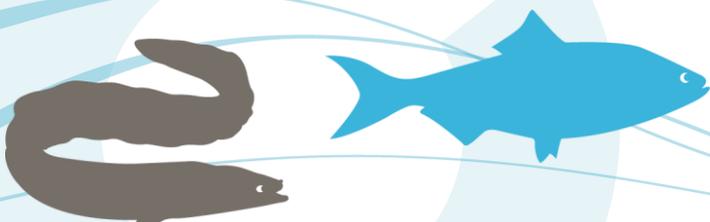


Figure 101 : Évolution du nombre de nids de saumons comptabilisés sur les trois secteurs de l'Alagnon depuis la mise en place du suivi en 2001



Répartition géographique

La répartition des 15 nids comptés sur l'Alagnon (Figure 102 et Figure 103) est segmentée avec :

- 7 nids en aval du seuil de Chambezon (S3) dont aucune dans le Béal de Lempdes-sur-Alagnon,
- 7 nids sur le secteur S2, (5 nids en aval de confluence avec la Sianne et 2 en amont),
- 1 frayère sur le secteur S1 situé en amont de Massiac.

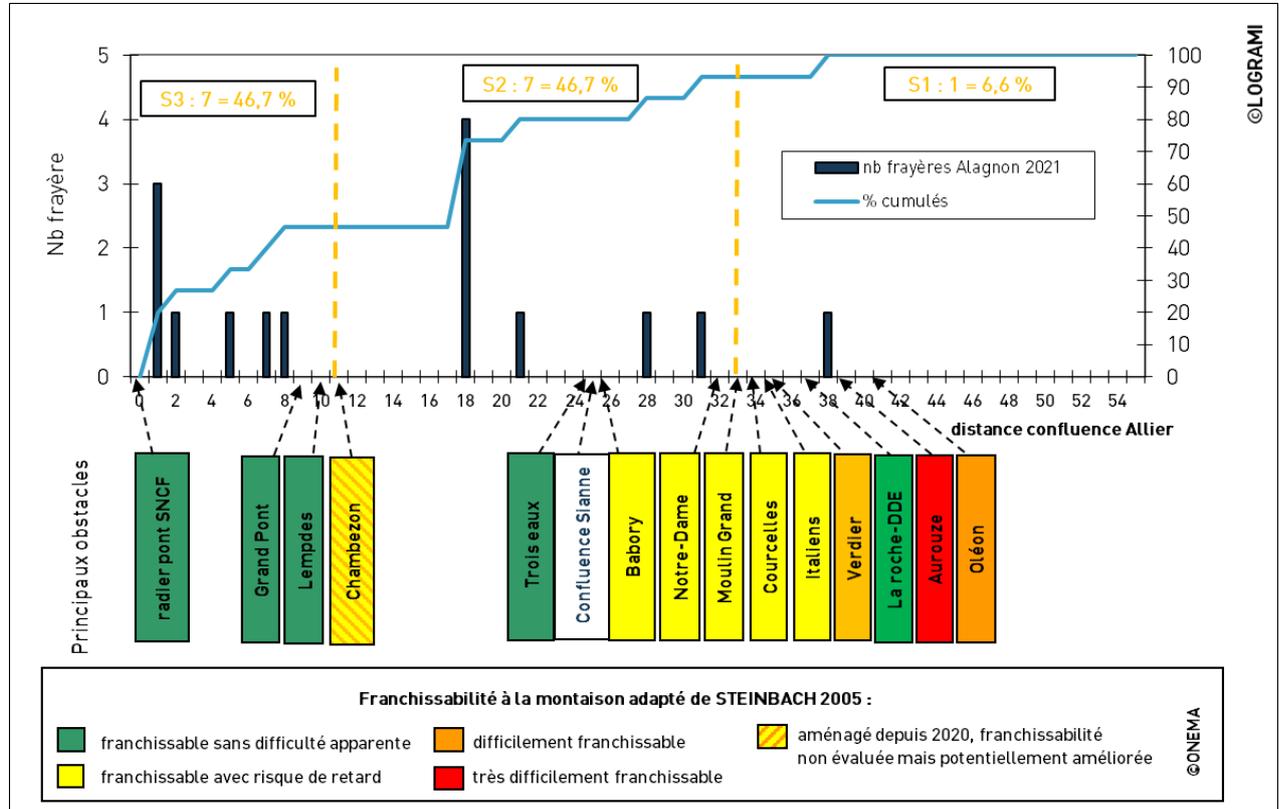
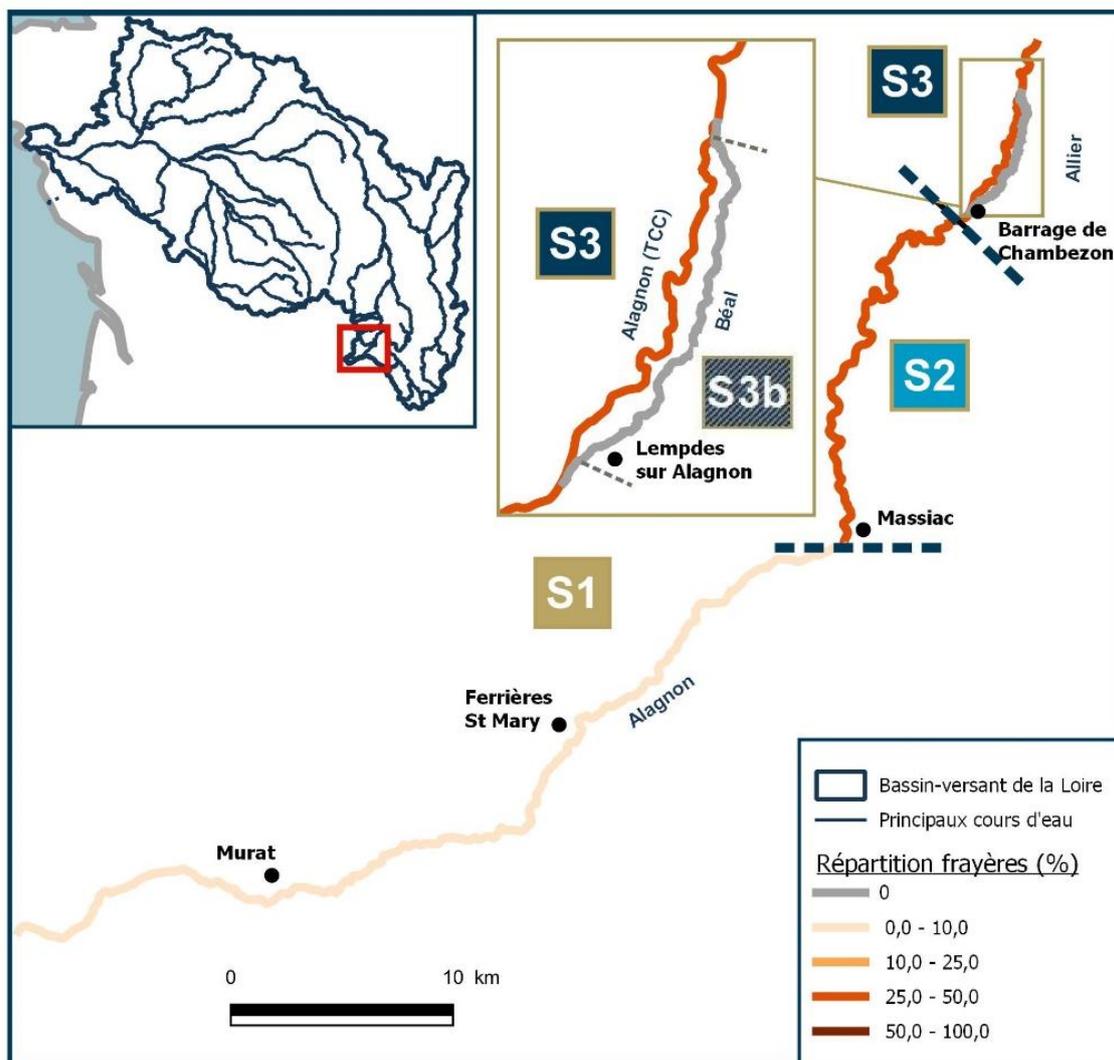


Figure 102 : Répartition kilométrique des nids de saumon atlantique sur l'Alagnon en 2021 et principaux obstacles à la migration (Source LOGRAMI pour les nids et ONEMA pour la franchissabilité)



BDCarthage® - ©IGN- Ministère en charge de l'environnement – AELB
Cartographie : LOGRAMI, 2021



Figure 103 : Cartographie des densités de nids de saumon atlantique par secteurs sur le bassin de l'Alagnon en 2021

Évolution interannuelle

Malgré un nombre de nids plutôt restreint en 2021 sur cet affluent, la répartition est intéressante. En effet, aucune frayère n'a été comptée sur le Béal de l'Alagnon, alors que depuis 2009 ce secteur est occupé par $40\% \pm 19$ des nids (Figure 104). Cette information montre que la majorité des saumons de l'Alagnon qui ont progressé jusqu'au seuil de Chambez sont passés en amont.

En amont de Massiac, 1 nid a été compté en aval du seuil d'Aurouze, il n'avait pas été compté de nid sur ce secteur depuis 2012.

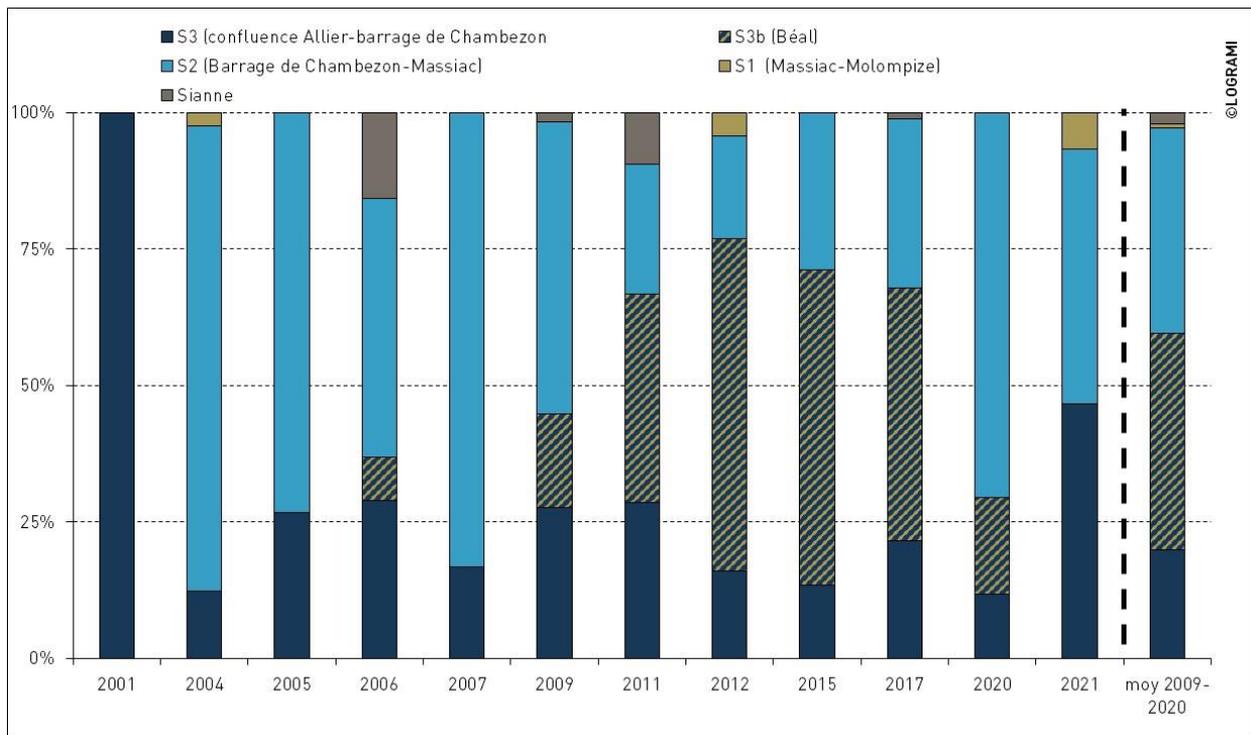
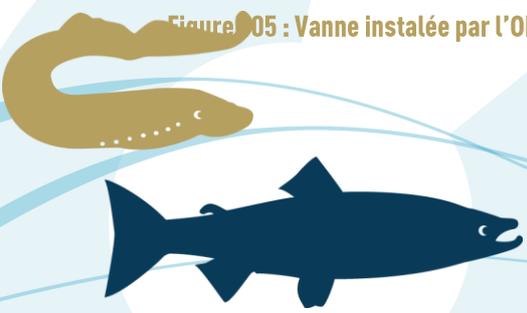


Figure 104 : Évolution de la répartition de nids de saumons comptabilisés sur les trois secteurs de l'Alagnon depuis la mise en place du suivi en 2001

En 2021, l'OFB a installé une vanne au niveau de la prise d'eau du Béal de l'Alagnon. Il semblerait que le rôle de cette vanne soit de réguler le débit entrant dans le Béal. Par ailleurs, il se pourrait que cette vanne dissuade certains saumons en dévalaison n'ayant pas réussi à franchir le seuil de Chambezon de rentrer dans le Béal de l'Alagnon. Lors de faibles débits, cette vanne pourrait être une barrière comportementale pour les saumons les empêchant de rentrer et de se reproduire sur le Béal.



Figure 105 : Vanne installée par l'OFB en amont du Béal de Lempdes-sur-Alagnon



De 2009 à 2017, les suivis ont montré qu'un automne sec avec notamment une absence de pic de débit significatif pouvait expliquer une répartition plus importante des nids en aval du seuil de Chambezon, classé difficilement franchissable avant 2020.

Les années 2020 et 2021, bien que marquées par une hydrologie automnale faible ne suivent pas la relation entre le débit et la part des nids sur le secteur en aval du seuil de Chambezon (Figure 106). La nouvelle passe à poissons du seuil de Chambezon installée en octobre 2020 semble améliorer la franchissabilité au niveau de cet ouvrage.

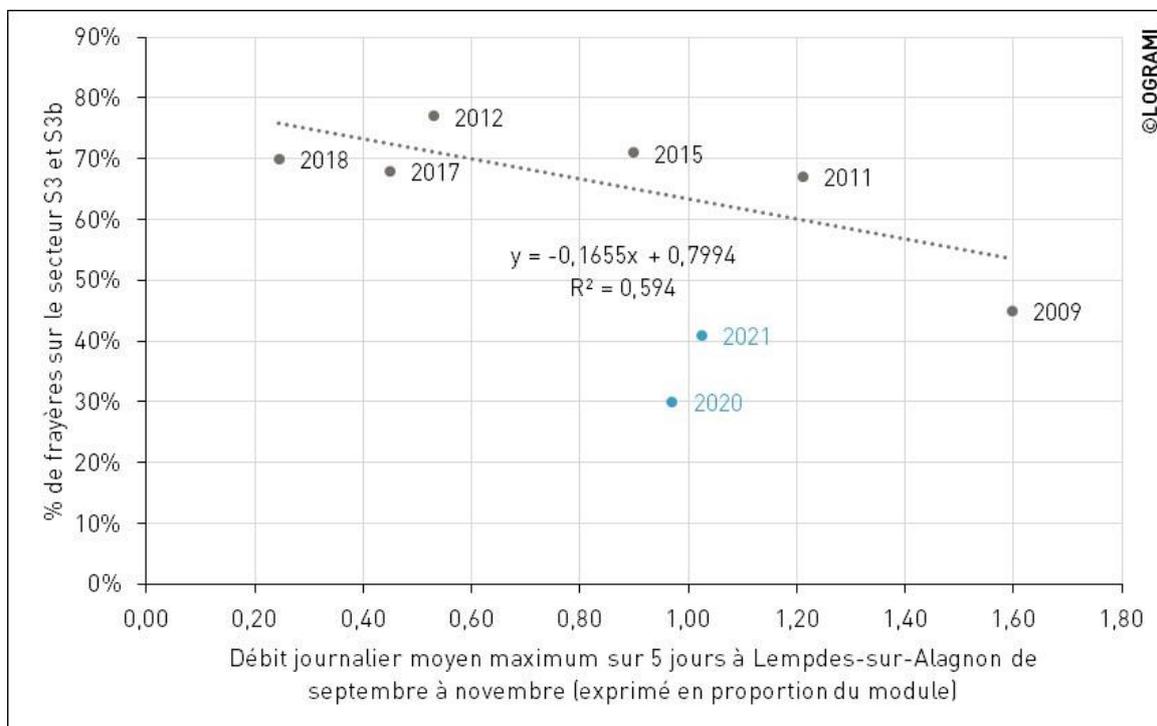


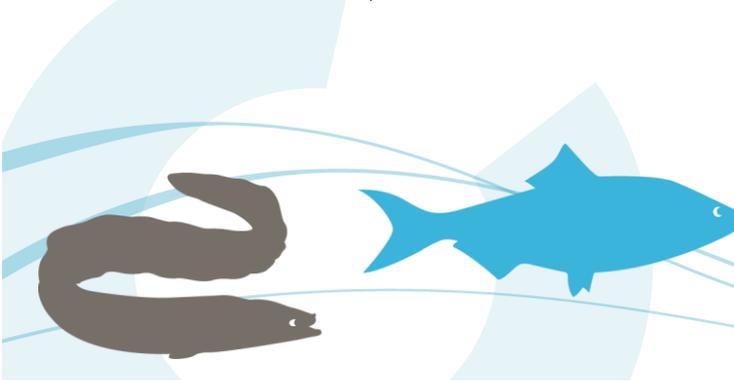
Figure 106 : Relation entre la part de nids comptabilisés sur le secteur S3 et S3b et le débit journalier moyen maximum calculé sur 5 jours de l'Allier à Lempdes-sur-Alagnon sur la période septembre-novembre de l'année de comptage depuis 2009 (début du suivi intégral du Béal) sans l'année 2020 et 2021 et positionnement de l'année 2020 et 2021 (Données hydro : DREAL Auvergne / HYDRO-MEDD/DE)

D'après les surfaces productives connues de (Minster & Bomassi, 1999), la répartition des nids sur les trois grands secteurs de l'Alagnon peut être calculée en 2021. Il existe une faible variabilité avec 0,11 à 0,61 nids par hectare d'ERR (équivalent radier/rapide) (Figure 107). En 2021, aucun nid n'a été compté dans le Béal dans sa traversée de Lempdes-sur-Alagnon. La surface en ERR du Béal est évaluée à 11 410 m² (Minster & Bomassi, 1999).

Depuis 2009, le Béal est surexploité avec 19,2 +/- 14,9 nids par hectare d'ERR. Cette surexploitation était due à l'ouvrage de Chambezon qui contraignait les saumons à se replier et à s'engager dans le Béal pour se reproduire.

Historiquement, sur les trois secteurs du cours principal de l'Alagnon (hors Béal), le secteur S2 était le plus occupé avec 1,1 +/- 0,6 frayère par hectare d'ERR.

L'amélioration de la continuité pisciaire au niveau du seuil de Chambezon devrait permettre une meilleure occupation des ERR sur les secteurs S2 et S1.



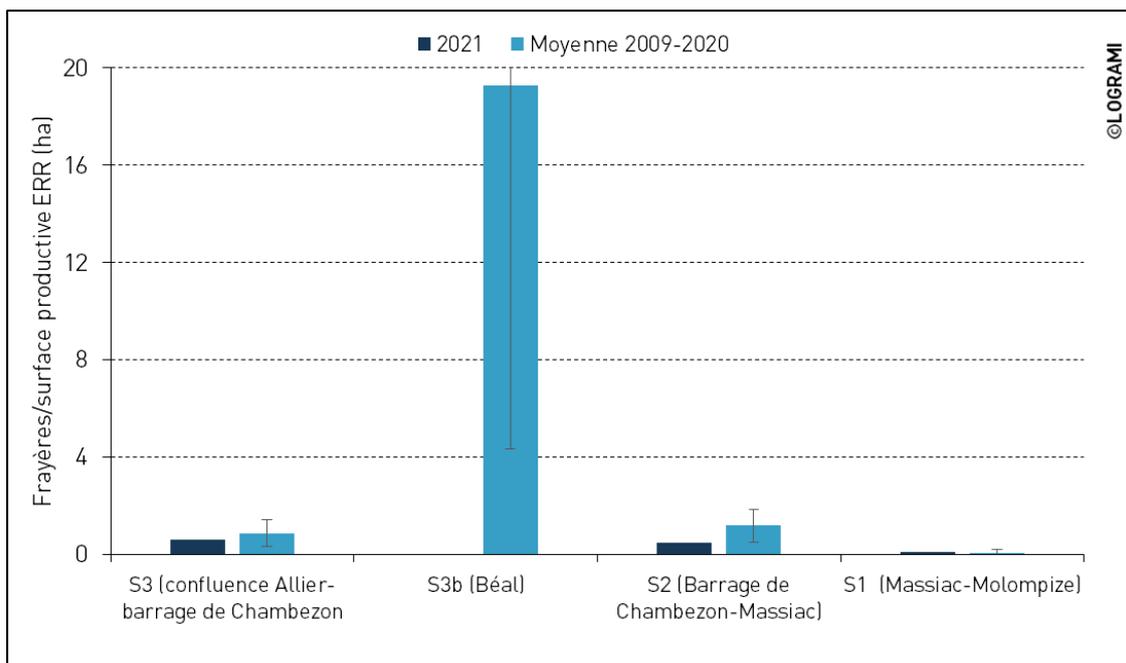


Figure 107 : Densités de nids de saumon atlantique observées en moyenne sur la période 2009-2020 et en 2021 par hectare de surfaces productives sur les trois secteurs de l'Alagnon

Sur les autres cours d'eau

Sur la Sioule, suite à l'annulation du survol, le front de colonisation certain est obtenu à la station de comptage de Jenzat avec 19 individus comptabilisés (363 km de l'estuaire).

Les prospections réalisées à pieds sur l'aval de la Sénouire sur un linéaire de 11,8 km jusqu'à la confluence avec le Doublon n'ont pas permis d'observer de nids de saumons. De même, aucun nid n'a été observé sur la Desges sur un linéaire prospecté de 2,6 km en amont de la confluence avec l'Allier.

3.4.3.3 Sur l'ensemble du bassin de la Loire

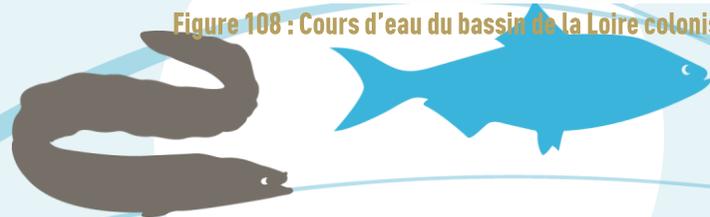
Les observations couplées aux résultats des études spécifiques de comptages des nids de saumons ainsi que les effectifs des stations de comptage ont permis de construire une carte de colonisation du bassin pour l'année 2021 (Figure 108). Il est cependant à noter que les fronts indiqués sont des fronts 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.



BDCarthage® - ©IGN- Ministère en charge de l'environnement - AELB - RHT INRAE
Cartographie : LOGRAMI 2022



Figure 108 : Cours d'eau du bassin de la Loire colonisés par le saumon atlantique en 2021



3.4.4. 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 d'anguilles 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 2021, le système de comptage étant à l'arrêt pour cause de travaux sur le nouveau barrage (cf. § 3.3.2.1), aucune anguille n'a pu y être observée. Des anguilles en montaison ont été observées à la station de Langeac à 847 km de l'estuaire. A l'avenir, au niveau du barrage de Poutès, les anguilles pourront emprunter un dispositif spécifique mais ne seront malheureusement pas comptées car le déversoir se situe après le système de comptage de l'ascenseur. Sur les autres cours d'eau, des anguilles en montaison ont été comptabilisées aux stations de Descartes et Châtelleraut sur la Creuse et la Vienne (respectivement à 260 et 270 km de l'estuaire), de Roanne sur la Loire (721 km de l'estuaire) et de Jenzat sur la Sioule (363 km de l'estuaire). 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 (Briand et al., 2018) (Figure 109).

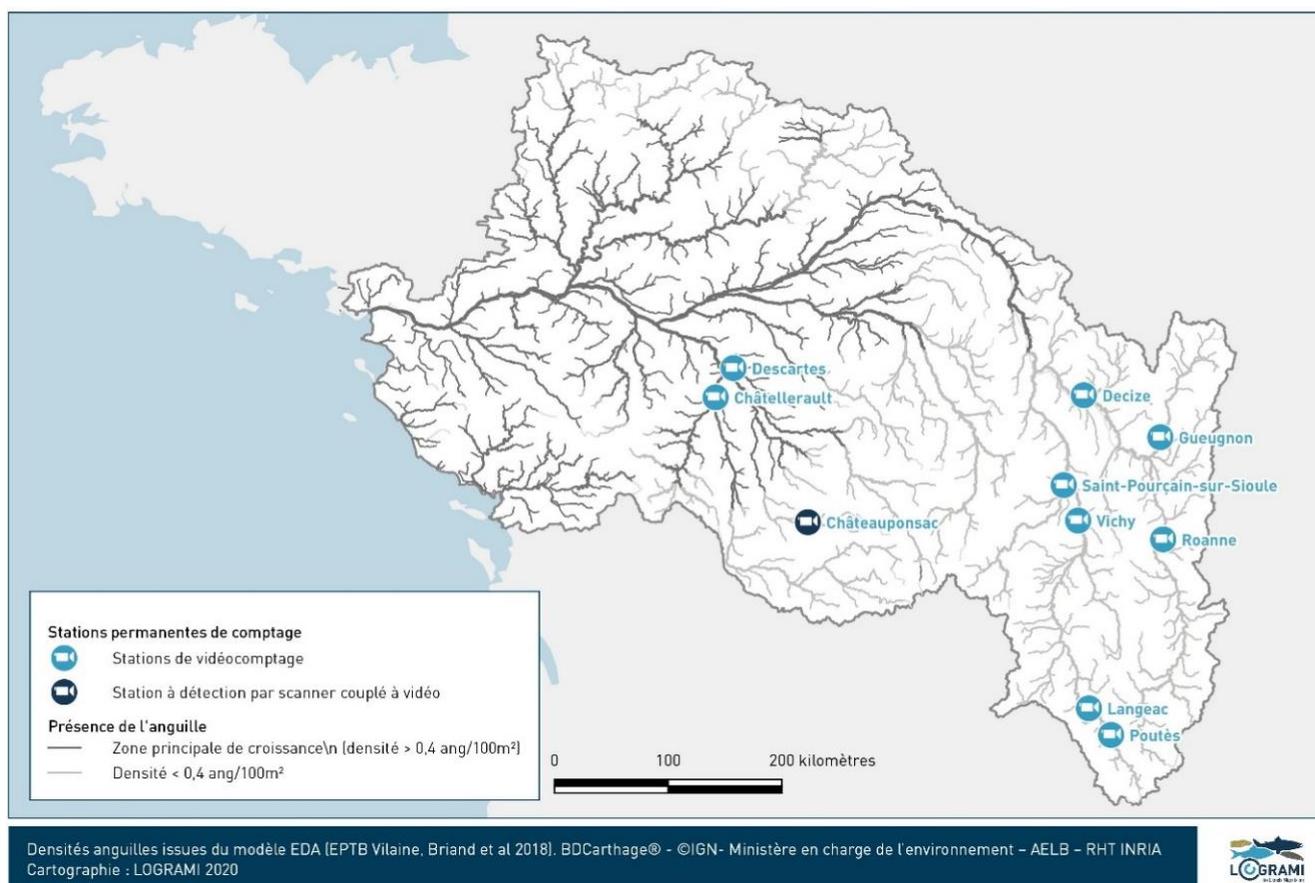


Figure 109 : Densités d'anguille européenne sur les cours d'eau du bassin de la Loire d'après les données du modèle EDA (d'après Briand et al., 2018)

3.4.5. Le front de colonisation du mullet porc

Le mullet porc est le plus euryhalin des mullets. Il effectue de grandes migrations entre la mer et l'eau douce essentiellement à des fins trophiques (Keith et al., 2011a). 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 mullets 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 mullet 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. 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. Il n'y a cependant pas été observé en 2021 (Figure 110).



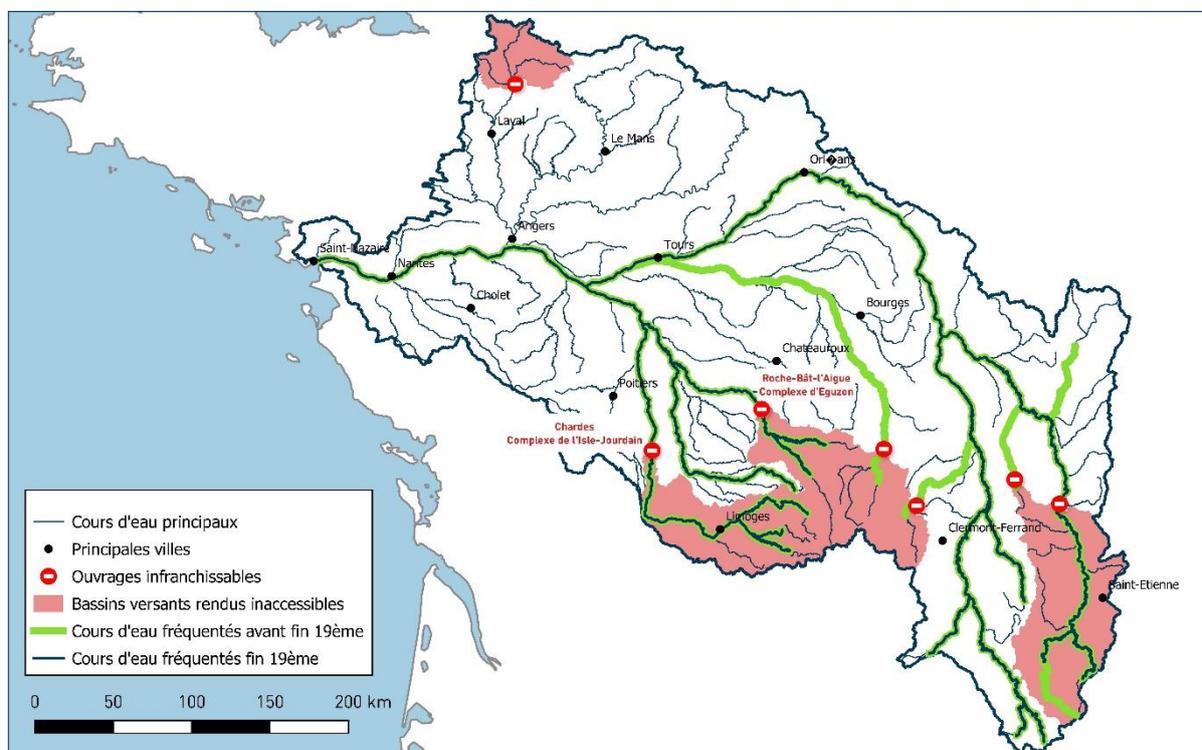
Figure 110 : Cours d'eau du bassin de la Loire colonisés par le mullet porc sur le bassin de la Loire en 2021

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, 1963), les surfaces des zones de frayères accueillant le saumon à la fin du 18^{ème} 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^{ème} siècle. Suite à la création de nouveaux aménagements à l'ère industrielle, le saumon a totalement disparu du bassin de la Vienne. Ses frayères historiques ont été condamnées par la construction des barrages hydroélectriques de La Roche Bât l'Aigue, La Roche aux Moines et Eguzon (1907 à 1926) d'une part et de Chardes, La Roche et Jousseau (1918 à 1928) d'autre part, formant respectivement les complexes d'Eguzon sur la Creuse et de l'Isle-Jourdain sur la Vienne (Figure 111).

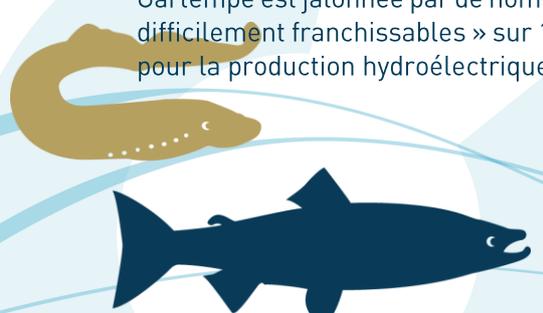


BDCarthage® - ©IGN- Ministère en charge de l'environnement - AELB - CSP (Steinbach,1997)
Cartographie : LOGRAMI, 2020



Figure 111 : Linéaires fréquentés par le saumon atlantique avant la fin du XIX^{ème} siècle, au XIX^{ème} 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 (René, 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^{ème} 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 77 saumons (+/- 50,2). La Figure 112 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).

Avec une moyenne de 32 individus comptabilisés depuis 2019, 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.

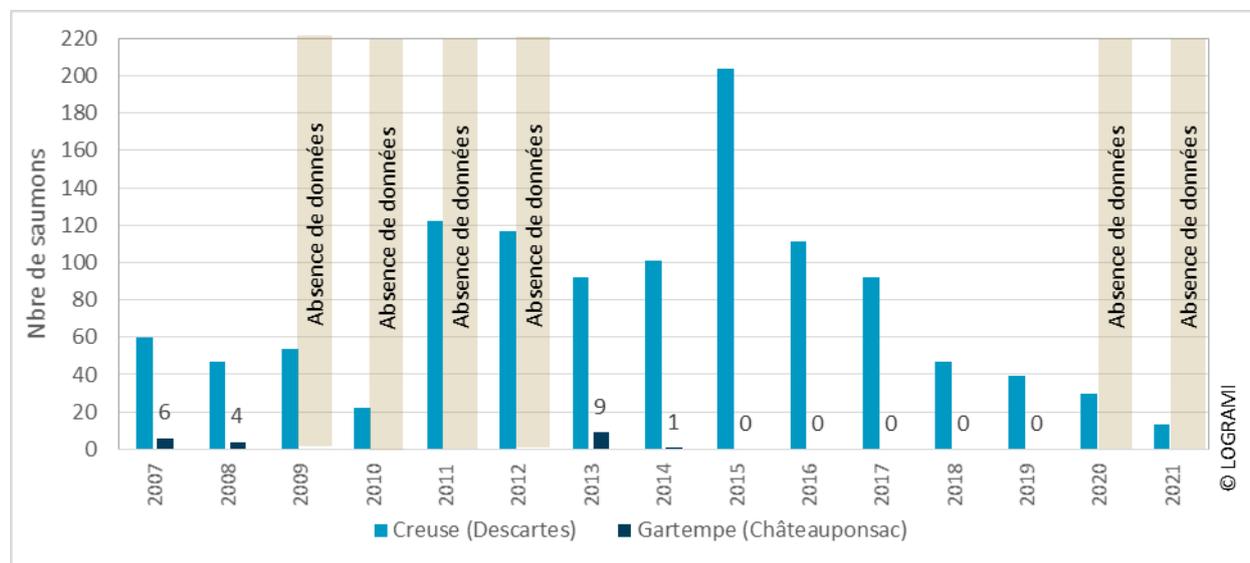


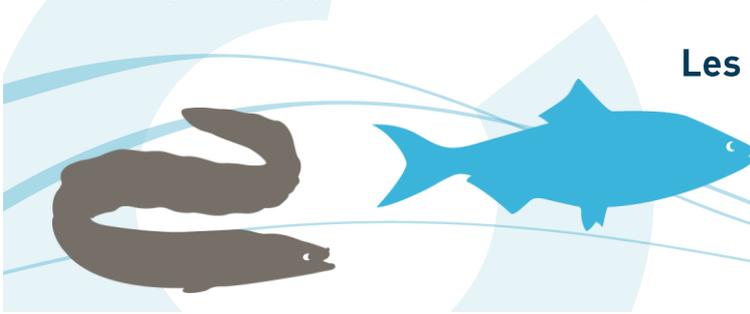
Figure 112 : Passages de saumons à la station de comptage de Descartes sur la Creuse et de la Roche-Etrangleloup sur la Gartempe depuis 2007 (compteur à résistivité de 2001 à 2011 puis scanner à infrarouge à partir de 2013) (Sources : LOGRAMI, EPTB Vienne et FMC)

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 et qu'il a été inopérant de 2019 à 2021.

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 certaines années.

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 (14 en fonctionnement durant l'étude 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.214-17¹, 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.

Pour compléter l'acquisition de connaissances concernant la dévalaison des smolts sur l'axe, un suivi dont l'objectif était de connaître la perte globale subie par les jeunes saumons en dévalaison a été programmé. En 2019, la première année d'étude a concerné un linéaire de 145 km sur la Gartempe. Afin de préciser les données lors de cette première année, une seconde année de suivi a été réalisée en 2021.

3.5.2. Méthodologie

3.5.2.1 Zone d'étude

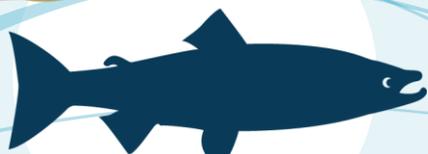
En 2019, la zone d'étude retenue avait été choisie en fonction des zones de production de juvéniles de saumon. Il s'agissait de couvrir le plus grand parcours de dévalaison des smolts sur la Gartempe. Le suivi s'étendait du PK 145 au niveau du Moulin de l'Ancienne Papeterie (Fursac – 23) au PK 25,7 (Nalliers – 86), couvrant ainsi un linéaire de 119 km. Un point de suivi optionnel avait été placé sur la Creuse en aval de la confluence avec la Gartempe, au niveau de l'ouvrage de Descartes, portant ainsi le linéaire total à 175 km.

Les résultats de 2019 montrent peu de pertes sur les 14 premiers kilomètres amont du suivi, soit du Moulin de l'Ancienne Papeterie à Châteauponsac, par rapport aux pertes observées en aval alors que le linéaire entre Roche Etrangleloup (PK 117) et Nalliers, correspond à 90,6% des pertes de smolts (Association LOGRAMI, 2020). Ainsi, il a été choisi de concentrer le suivi 2021 sur **un linéaire allant de Châteauponsac à la confluence avec la Creuse sur la Gartempe puis jusqu'à Descartes sur la Creuse** (Figure 114). Au total l'étude 2021 concerne 149 kilomètres de rivière, 118 sur la Gartempe et 31 sur la Creuse, de l'ouvrage de la Roche Etrangleloup à celui de Descartes (Egea, 2021).

3.5.2.2 Matériel et technique de suivi

Comme 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 (Association LOGRAMI, 2021).

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



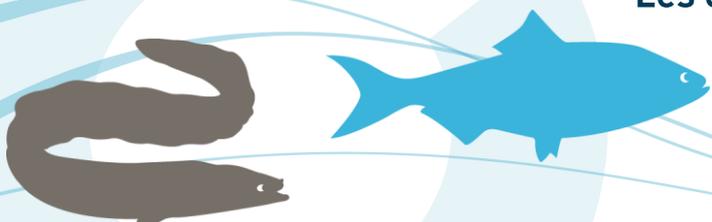
Suivi fixe

Le suivi fixe a été réalisé grâce à seize récepteurs installés et répartis en moyenne tous les 7 km le long du linéaire d'étude sur la Gartempe (quatorze) et la Creuse (deux), contre 16 km en 2019. Ceux-ci ont été positionnés au niveau d'ouvrages pour quinze d'entre eux, dont sept au niveau d'usines hydroélectriques en fonctionnement, un au niveau d'une usine en arrêt, sept au niveau d'anciens seuils de moulins ; le dernier étant implanté en bord de cours d'eau libre. L'objectif était 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.



Figure 113 : Eléments composant un poste de suivi fixe par radiopistage : antenne boucle, câble coaxial, récepteur et batterie d'alimentation (sources : LOGRAMI)

Le matériel de suivi a été installé dans des propriétés privées ou sur le Domaine Public Fluvial (Descartes), afin de garantir son intégrité et son alimentation en électricité (Figure 114). L'opération a donc été préparée en amont avec un contact auprès des propriétaires. Les emplacements ont alors été effectués selon leur bienveillance vis-à-vis de cette étude et leur autorisation. Nous remercions les propriétaires qui ont bien voulu accueillir les récepteurs de radio pistage lors de cette étude.



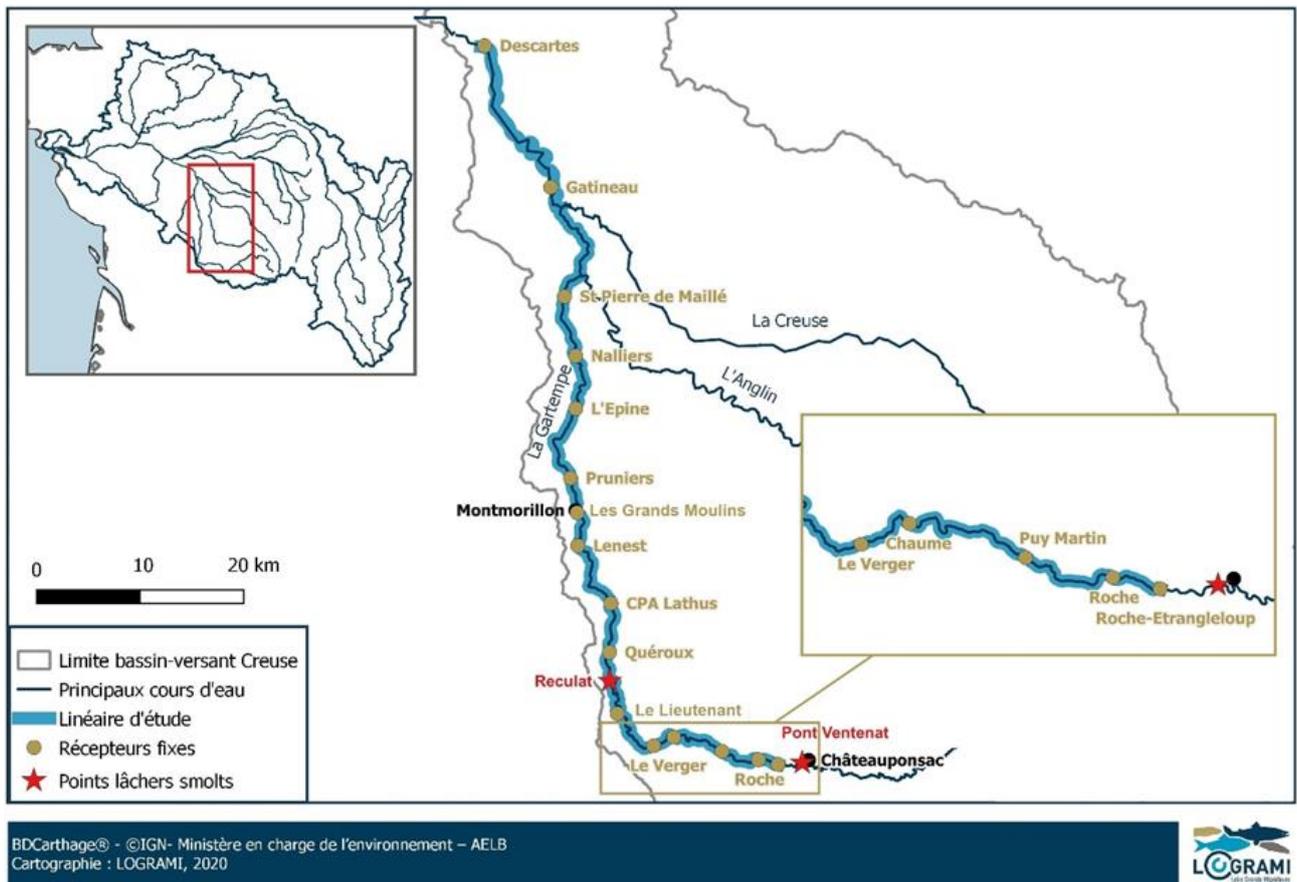


Figure 114 : Localisation du linéaire d'étude et des récepteurs fixes de radiopistage positionnés le long de l'axe lors de l'étude du suivi de la dévalaison des smolts sur la Gartempe et la Creuse en 2021

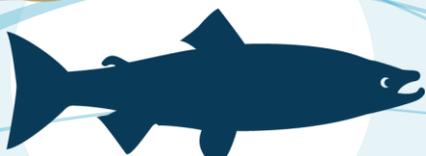
Suivis mobiles

Des suivis mobiles, en voiture, à pied ou en canoë ont été réalisés durant la période d'étude de 23 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 115) :

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



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 116).

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 eu lieu les 6 et 12 avril 2021. Historiquement, l'intervalle du 6 au 29 avril, période de suivi des smolts en 2021, correspond à 60 % des passages de smolts en dévalaison.

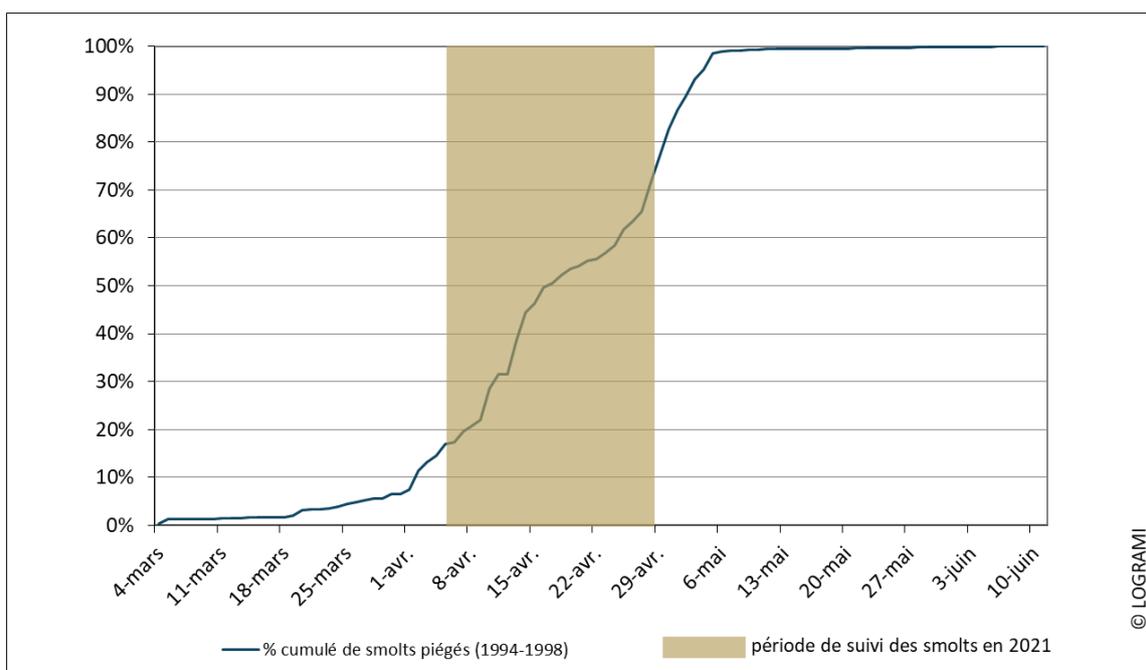
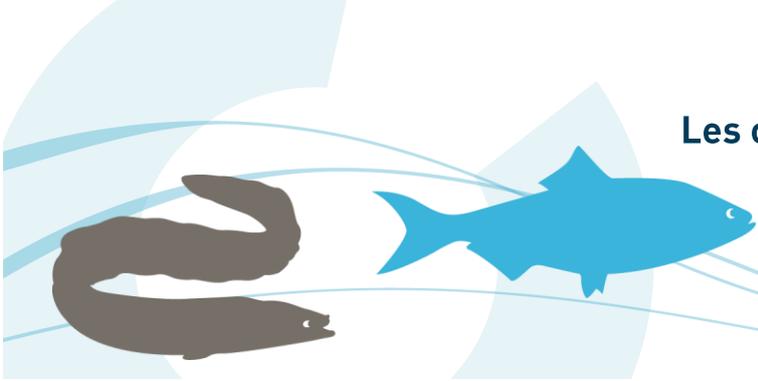


Figure 116: Pourcentages cumulés des effectifs de smolts dévalant piégés sur la Gartempe entre 1994 et 1998 (n = 975 ; Données : CSP) et période de suivi des smolts en 2021

La manipulation et le marquage des smolts ont été autorisés par le Ministère de l'Enseignement Supérieur, de la Recherche et de l'Innovation en date du 4 mars 2021 dans le cadre de la réglementation sur l'utilisation à des fins expérimentales (Directive 2010/63/UE et du Décret n° 213-118 relatifs à la protection des animaux utilisés à des fins scientifiques).



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 individuellement à l'aide d'une solution de benzocaïne (5 ml/10 l d'eau de solution mère à 10 %) avant d'être manipulés, toujours individuellement, pour mesure, pesée et marquage.

La biométrie permet de recueillir des données nécessaires à l'étude : ratio masse émetteur/masse poisson, coefficient K. A cette étape, un dernier tri des smolts est également réalisé afin de marquer uniquement les individus répondant aux critères.

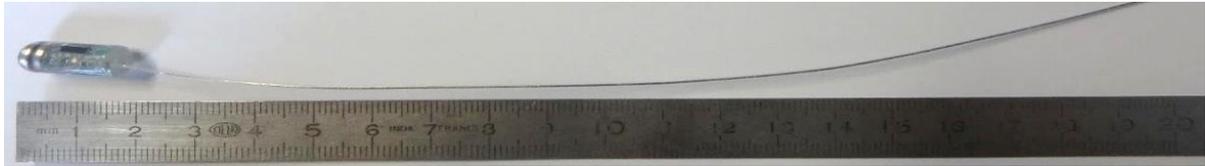


Figure 117 : Emetteur Advanced Telemetry System ® F1710 (Source : LOGRAMI)



Figure 118 : De haut en bas et de gauche à droite : biométrie d'un smolt, marquage d'un smolt par voie intra-gastrique, cuve de transit oxygénée et alimentée par l'eau de la Gartempe, smolts en phase de transit avant libération dans la Gartempe (Sources : LOGRAMI)

Afin que le poisson retrouve rapidement son équilibre après le marquage, il est recommandé que la masse de l'émetteur dans l'eau ne dépasse pas 1,75 % de la masse du poisson (Jepsen, 2002). Seuls les poissons atteignant une masse minimale de 41 g, soit une taille minimale d'environ 170 mm ont été marqués avec un



émetteur radio F1710 Advanced Telemetry System® (18 mm x 7 mm ; 1,4 g) implanté dans la cavité stomacale par intubation après anesthésie (Figure 94 et Figure 95).

Compte tenu de la technologie, le maximum d'émetteurs possible pour garantir la détection est de 50 unités. Deux lots de 50 émetteurs, ayant pour fréquence 48.151 Hz, ont été utilisés durant deux périodes distinctes pour éviter toute interférence. Leurs durées de vie théoriques s'étaient de 14 à 25 jours et le temps de détection variait de 8 à 13 s. (Tableau 18).

Tableau 18 : Caractéristiques techniques des émetteurs F1710 de marque ATS utilisés lors de l'étude de dévalaison des smolts sur la Gartempe en 2021

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 une cuve adaptée, oxygénée et alimentée 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 de transport et dans la cuve de transit (ou vivier) 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 des cuves de transport et celle de la Gartempe s'élevait en moyenne à 0,5 °C +/- 0,1 (médiane = 0,5 °C) et 0,1 °C +/- 0,2 (médiane = 0,1 °C) respectivement pour le premier et le second lâcher.

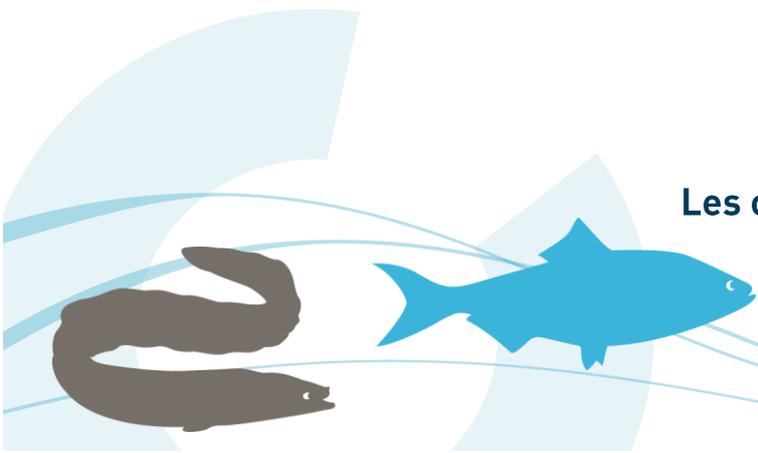
La différence de température entre la cuve de transit et l'eau de la Gartempe (entre le réveil et le relâcher) s'élevait en moyenne à 0,03 °C +/- 0,6 (médiane = 0,1 °C) et -0,2 °C +/- 0,01 (médiane = -0,2 °C) respectivement pour le premier et le second lâcher. La différence de température instantanée au moment des lâchers était de 3,1 °C (pour une température de la Gartempe de 11,6 °C) à Reculat et 0,1 °C (pour une température de la Gartempe de 10,2 °C) à Ventenat.

Les lâchers ont été effectués les 6 et 12 avril 2021 consécutivement aux opérations de marquage (Figure 114) :

-  au niveau du lieu-dit Reculat sur la commune de Val d'Oire-et-Gartempe (87) le 6 avril (PK = 77,5),
-  à 930 m en amont du barrage de la Roche Etrangleloup, à Pont Ventenat (PK = 118).

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 éléments importants de l'étude.



Températures

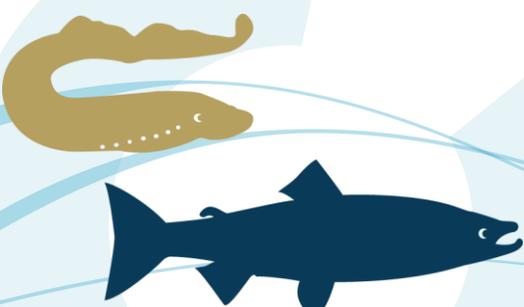
La température moyenne horaire de la Gartempe est enregistrée à l'aide de deux sondes de température (HOBO Pendant Temperature Data Logger UA-001-64 ; précision de 0,1 °C +/- 0,47 °C à 25 °C) placées :

- 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 119).

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>). Cinq stations de mesure des débits existent sur le linéaire d'étude, dont une en Haute-Vienne et quatre dans le département de la Vienne. Elles sont implantées, d'amont en aval, sur les communes de : 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). Trois d'entre elles 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 :

- Saint-Bonnet-de-Bellac (1994-2019), située 32km en aval du lâcher amont de Ventenat,
- Montmorillon, située 28,5km en aval du lâcher aval de Reculat,
- Vicq-sur-Gartempe (PK 10), 40,9km en amont du dernier poste fixe à Descartes.



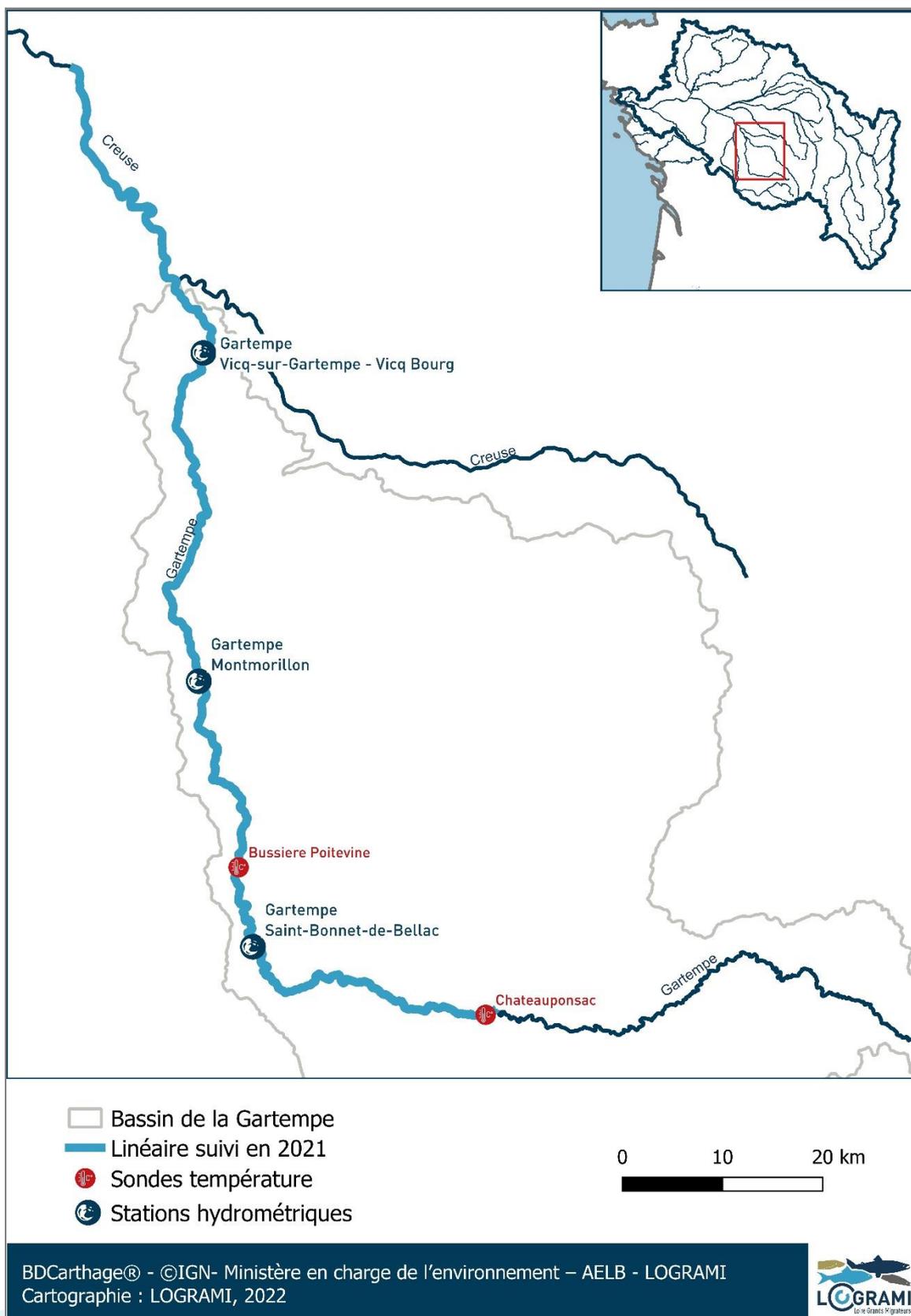


Figure 119 : Localisation des stations hydrologiques et des sondes température utilisées lors de l'étude du suivi de la dévalaison des smolts sur la Gartempe et la Creuse en 2021



3.5.3. Conditions environnementales

3.5.3.1 Températures de l'eau

Durant la période d'étude de 23 jours, soit du 6 au 29 avril 2021, les températures moyennes journalières de l'eau mesurées au niveau de Châteauponsac ont fluctué entre 8,8 et 14,7 °C pour une moyenne sur la période de 11, °C +/-2,1 °C (médiane : 10,5 °C) (Figure 120).

La température journalière moyenne au niveau de la sonde de Bussière-Poitevine au mois d'avril 2021 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 ne sont pas différents ($p = 0,242$). Seule la température de Châteauponsac est donc analysée ci-après.

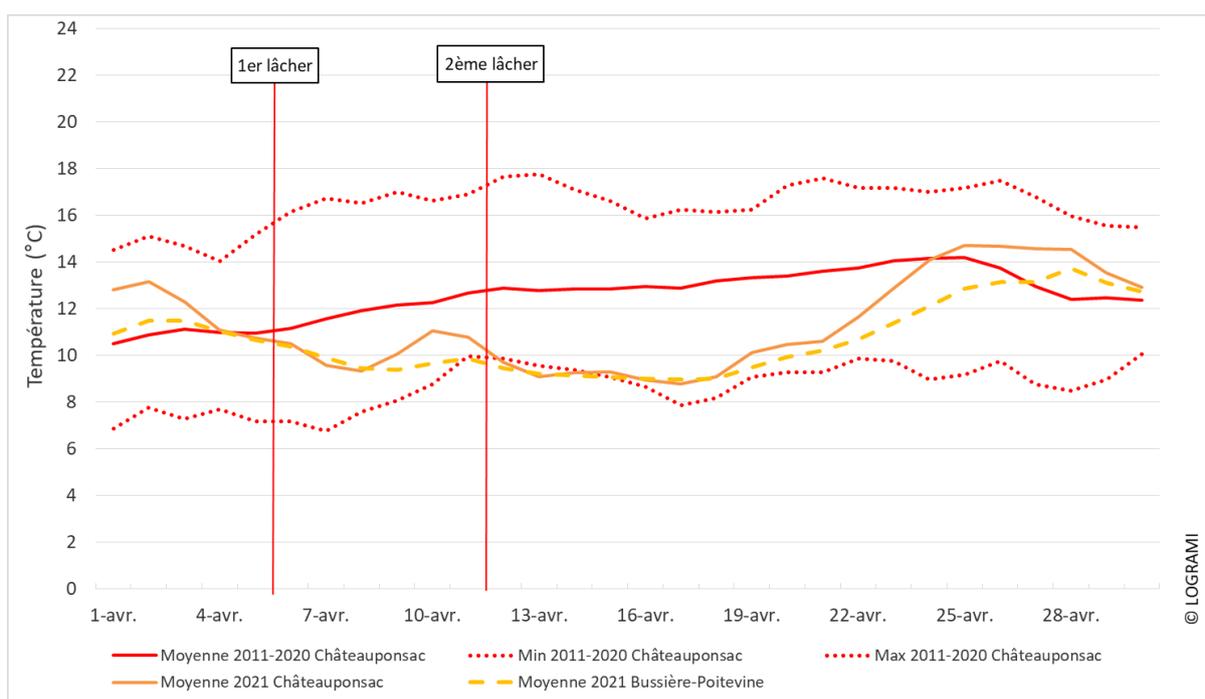


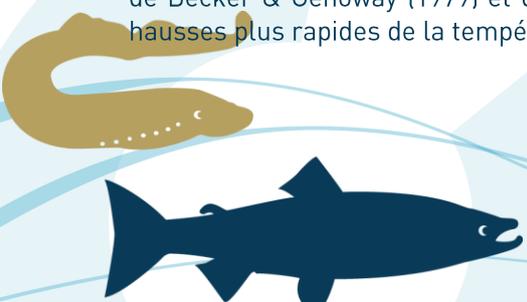
Figure 120 : Températures moyennes journalières de la Gartempe à Châteauponsac et à Bussière-Poitevine en avril 2021 et températures de référence sur la période 2011-2020 à Châteauponsac

Du 6 au 24 avril, les valeurs observées étaient inférieures aux moyennes journalières de la période de référence avec une température moyenne maximale de 14,1 °C le 24 avril.

A partir du 24 avril et jusqu'au 29 avril, les températures moyennes journalières ont légèrement augmenté dépassant les valeurs moyennes de la période de référence. Le maximum journalier est de 14,7 °C le 25 avril.

Le 29 avril, dernier jour de suivi, la température baisse pour atteindre 13,5 °C.

Ces températures sont 2,2 à 2,3°C plus froides que la moyenne des températures mesurées les autres années au mois d'avril sur ces mêmes stations, mais rien qui n'impacte négativement la dévalaison car les températures restent supérieures à 4°C (Martins et al., 2012). Le seuil critique des 18°C n'est également pas franchi (Gueguen & Prouzet, 1994). Les températures moyennes aux stations sont très proches de la température optimale de 10,5°C pour laquelle la vitesse de nage observée est la plus élevée (Martins et al., 2012). L'augmentation de 6°C en 8 jours du 17 au 25 avril peut paraître importante, mais les expérimentations de Becker & Genoway (1979) et de Fry et al. (1946) montrent que les smolts ne sont pas impactés avec des hausses plus rapides de la température de l'eau tant que le seuil léthal n'est pas atteint.



3.5.3.2 Débits

En avril 2021, le débit moyen observé à Saint-Bonnet de Bellac a été de 11,5 m³/s contre une moyenne interannuelle de 21,7 m³/s sur le même mois (1994-2020). Celui de Montmorillon était en moyenne de 11,4 m³/s pour ce mois d'avril 2021 contre 27,9 m³/s en moyenne interannuelle (1955-2020). Enfin, cette moyenne d'avril 2021 était de 21,7 m³/s à Vicq-sur-Gartempe contre 37,6 m³/s inter annuellement (2007-2020). Cela représente une différence de débits de 48 % par rapport à la normale pour le mois d'avril sur ces 3 stations. (Source : DREAL Limousin / Hydro – MEDD/DE). Le débit maximal observé sur la période représente en fait la « normalité » des débits à cette période historiquement.

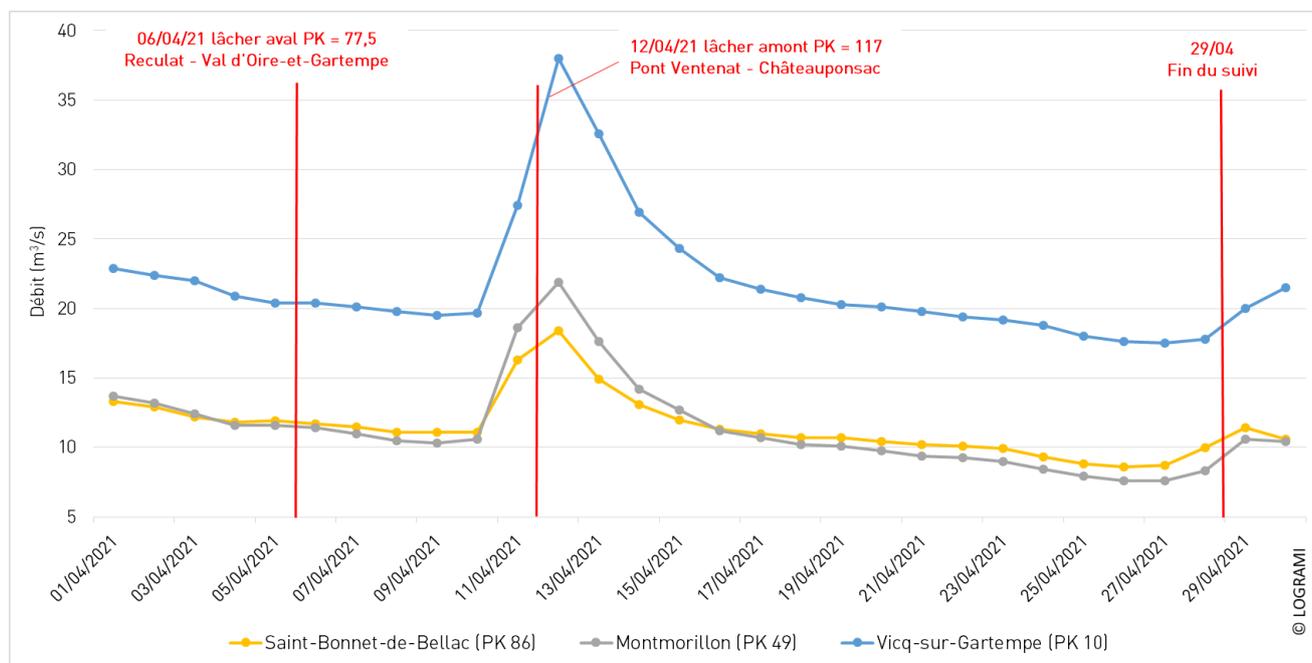


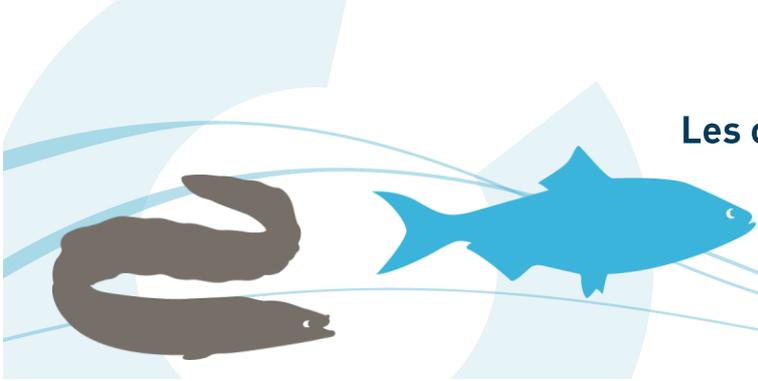
Figure 121 : Débits moyens journaliers de la Gartempe à Saint-Bonnet-de-Bellac, Montmorillon et Vicq-sur-Gartempe en avril 2021

Les variations étant les mêmes sur les trois stations, les analyses ont été faites sur la station de Montmorillon. Le débit minimal à Montmorillon a été observé le 26 avril, en fin de suivi, avec 7,6 m³/s. Le débit maximal de 21,9 m³/s a été observé le 12 avril, jour du second lâcher. La différence moyenne entre débit minimal et maximal sur l'ensemble des stations est de 14,9 m³/s.

Une hausse des débits est constatée, suites aux pluies du week-end des 10 et 11 avril, pour atteindre un pic le 12 avril, ce qui a eu pour conséquence de doubler le débit initial à Montmorillon. En fin de suivi, le débit était ainsi divisé par trois à Montmorillon par rapport au pic du 12 avril. Le débit maximal observé représente en fait la normalité des débits à cette période historiquement. Il est certain que le débit a eu une influence sur la dévalaison, au vu des différences avec les normales de saisons et les diverses variations au cours du suivi.

3.5.4. Caractéristiques des smolts

Hors régurgitations et mortalités, **100 smolts** d'une masse moyenne de 59,6 g (+/-7,7 g, médiane 60,4 g) et d'une longueur moyenne à la fourche de 175,5 mm (+/- 8,1 mm, médiane 177 mm) ont été marqués à l'aide de radio-émetteurs et relâchés.



Un premier marquage a été réalisé le **6 avril 2021**. Lors de ce premier marquage, **50 smolts** (LF moyenne = 175 mm +/-6,8 mm ; LF médiane = 175,2 mm) ont été marqués et relâchés sur la commune de Val d'Oire-de-Gartempe au lieu-dit Reculat (cf. § 3.5.2.3). Leur masse variait de 40,9 g à 73,8 g avec une moyenne de 59,8 g +/- 7,0 g (médiane = 60,5 g).

Le **second lot marqué le 12 avril**, et relâché sur la commune de Châteauponsac au Pont de Ventenat (cf. § 3.5.2.3), était constitué de 50 smolts d'une longueur moyenne de 175,9 mm (+/-9,3 ; médiane = 176,5 mm). Leur masse variait de 41,0 à 77,0 g avec une moyenne de 59,5 g +/-8,2 (médiane = 60,2 g) (Figure 122).

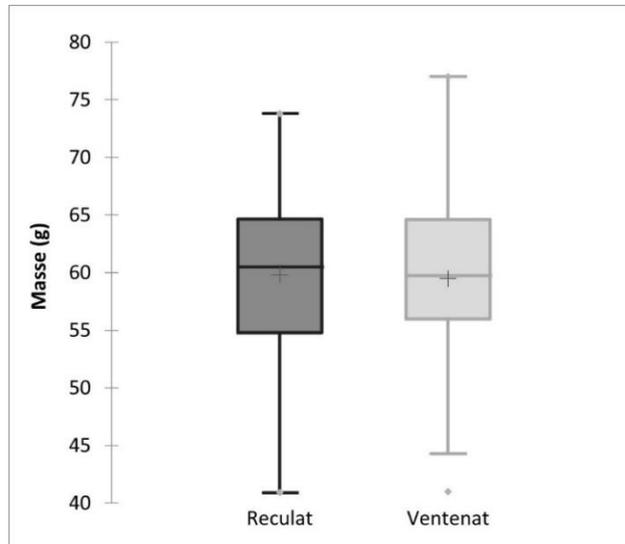


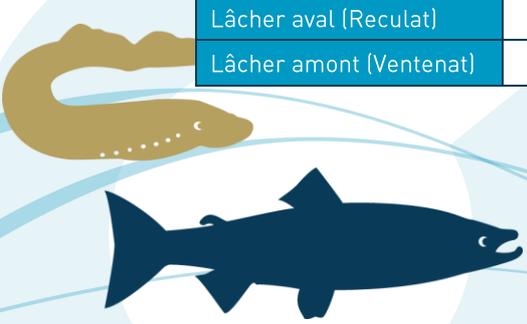
Figure 122 : Box-plot des masses des smolts marqués avec un émetteur radio selon le lieu de lâcher lors du suivi de la dévalaison sur la Gartempe et la Creuse en 2021

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 $p=0,953$, 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 19). Ce résultat permettra de s'affranchir de la discrimination en deux lots des smolts marqués dans les analyses ultérieures.

Tableau 19 : 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 et la Creuse en 2021

Test de Mann-Whitney	Masse	Taille
U	1259	1105,500
U (normalisé)	0,059	-0,994
Espérance	1250,000	1250,000
Variance (U)	21038,763	20984,091
p-value (bilatérale)	0,953	0,320
alpha	0,050	0,050

Masse [g]	Observations	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart-type
Lâcher aval (Reculat)	50	40,9	73,8	59,8	7
Lâcher amont (Ventenat)	50	41	77	59,5	8,2
Taille [mm]	Observations	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart-type
Lâcher aval (Reculat)	50	159,0	189,0	175,0	6,8
Lâcher amont (Ventenat)	50	155,0	192,0	175,9	9,3



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 2021, l'ensemble sera présenté dans un rapport spécifique à cette étude.

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.

Lors du premier marquage, un total de 50 smolts a été marqué. 1 poisson était blessé par l'antenne au niveau de l'opercule branchial. Pour ce dernier, l'antenne a été délicatement ressortie de l'opercule pour être ressortie par la bouche, il n'a pas dévalé le premier ouvrage en aval du lieu de lâcher et a été constaté immobile quelques jours après son lâcher. Il a donc soit régurgité, soit été prédaté.

Lors du second marquage, il a été choisi de ne plus faire ressortir l'antenne par l'opercule branchial mais par la bouche. A l'issue du second marquage, 4 poissons ont régurgité leur émetteur. Les émetteurs ont été réutilisés afin de marquer 4 nouveaux smolts.

Il est probable qu'à l'issue de ce second lâcher, 3 autres smolts aient régurgité leur émetteur entre le lieu de lâcher et le premier ouvrage de la Roche-Etrangleloup, deux d'entre eux ayant été constatés « immobiles » dès le lendemain du lâcher.

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 sans qu'ils n'aient eu de comportement de dévalaison ont été écartés des calculs afin de ne pas fausser les résultats ;
- ☉ **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 20 % 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 20 % de la charge totale et qui auraient donc pu être détectés.

- ☉ **Smolts détectés à Descartes**, dernier récepteur fixe positionné sur la zone d'étude.



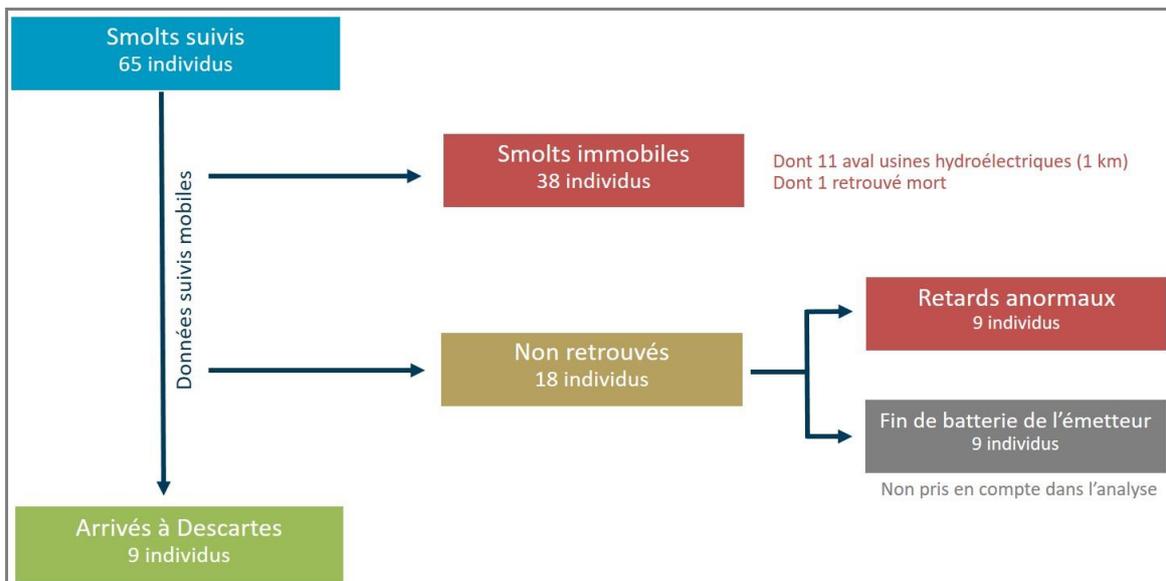


Figure 123 : Devenir par catégories des smolts suivis en dévalaison sur la Gartempe et la Creuse en 2021

Ainsi, 35 smolts ont été déclassés (25 après le premier lâcher et 10 après le second lâcher), ce qui porte le nombre de poissons pris en compte dans les résultats à 65.

38 smolts ont été détectés en immobilité et 1 d'entre eux a été retrouvé mort. 18 poissons n'ont pas été retrouvés dont 9 pour lesquels il est probable que le niveau de batterie de leur émetteur n'était pas suffisant pour qu'ils soient détectés en aval.

9 individus ont été détectés à Descartes, dernier récepteur fixe positionné sur la Creuse dont :

- 🌀 5 ont été lâchés à Reculat et ont donc effectué un parcours d'au moins 108 km ;
- 🌀 4 ont été lâchés à Ventenat et ont parcouru au moins 149 km.

3.5.5.3 Pertes en ligne

L'objectif principal de ce suivi est d'estimer la perte de smolts lors 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 Descartes (149 km environ) s'élève à 86,3 %, soit près de quatorze smolts en dévalaison sur cent ont été détectés au point aval de la zone d'étude, sur la Creuse. Environ 1 smolt sur 7 a parcouru l'ensemble du linéaire suivi. Pour comparaison, la perte globale sur le linéaire étudié en 2019 (119 km de Fursac (23) à Nalliers (86)) s'élevait à 94,5 % (Association LOGRAMI, 2020).

Les causes des pertes ne sont pas identifiées de façon certaine à la fois concernant les 38 smolts détectés immobiles ainsi que les 18 smolts n'ayant pas été retrouvés alors que la batterie des émetteurs était encore viable. Seul 1 smolt parmi les individus immobiles a été retrouvé mort. 11 d'entre eux ont été immobiles dans le kilomètre situé en aval d'une usine hydroélectrique, l'hypothèse d'une mort due aux blessures après le passage dans les turbines ne peut cependant pas être confirmée. Concernant les autres poissons, plusieurs hypothèses peuvent être avancées : régurgitation ou impact du marquage, prédation, pêche illicite, mortalités non naturelles (turbines, blessures).

Pertes par tronçons

Les pertes observées par tronçon varient de 0 à 20,6 % avec une moyenne de 12,2 % +/- 6,1 (médiane : 14,8 %) en excluant le tronçon Ventenat-Roche Etrangleloup car tous les poissons présents sur ce tronçon sont déclassés. Parmi les quinze tronçons formés par les récepteurs fixes, deux affichent une perte supérieure à 1 smolt sur 5 (Figure 124 et Figure 125). En 2019, les pertes par tronçons variaient de 5,4 à 56,7 % avec une moyenne de 26,9 % +/- 18,4 (médiane : 21,9 %) sur l'ensemble du linéaire étudié long de 119 km (Association LOGRAMI, 2020).

La comparaison entre les deux années est intéressante sur le même linéaire de suivi et entre les mêmes tronçons. Ainsi, en regroupant les tronçons étudiés en 2021 (n=16) pour les faire correspondre aux tronçons du linéaire commun étudiés en 2019 (n=7), les pertes par tronçon s'élèvent entre 18,2 et 33,3 % en 2021 contre 16,7 à 56,7 % en 2019.

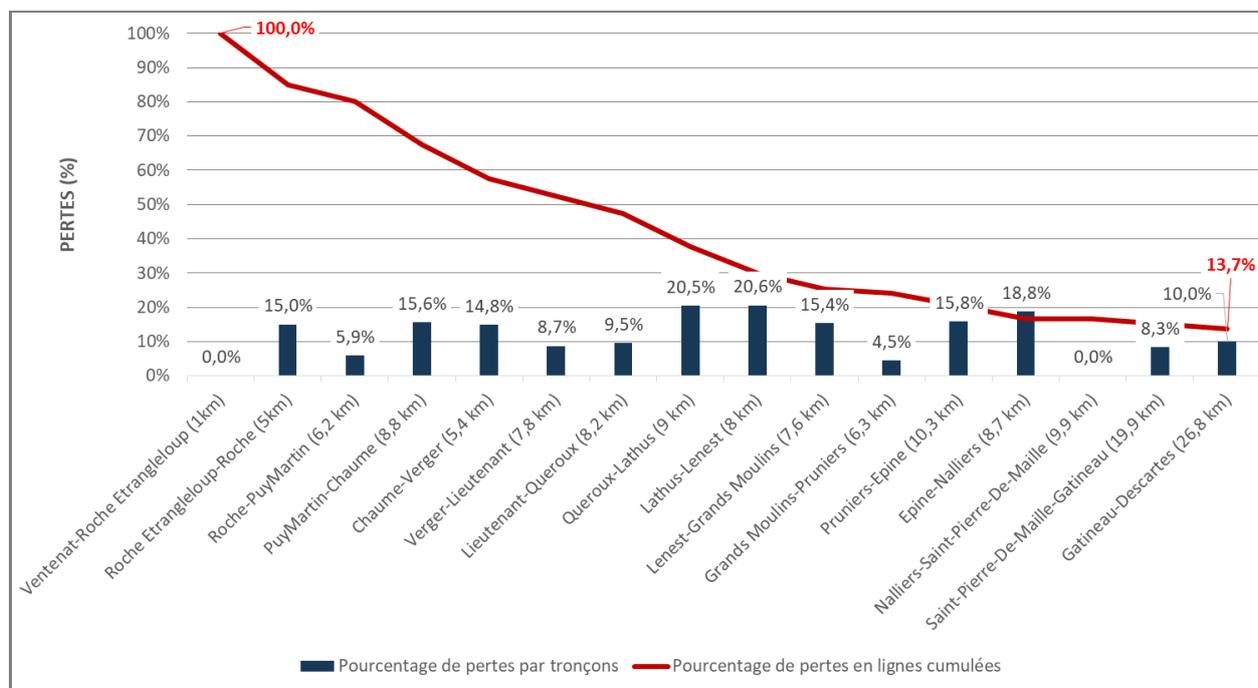
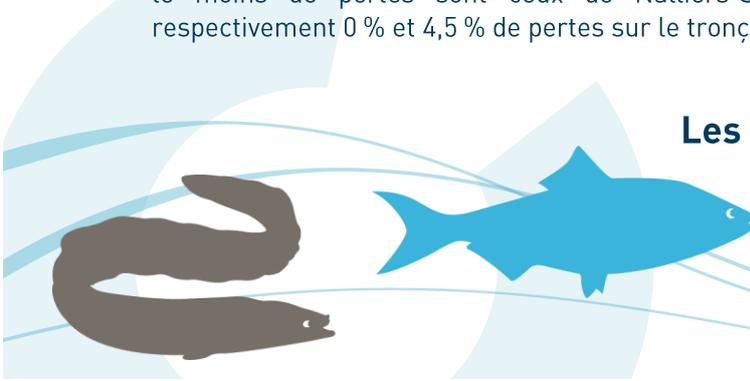
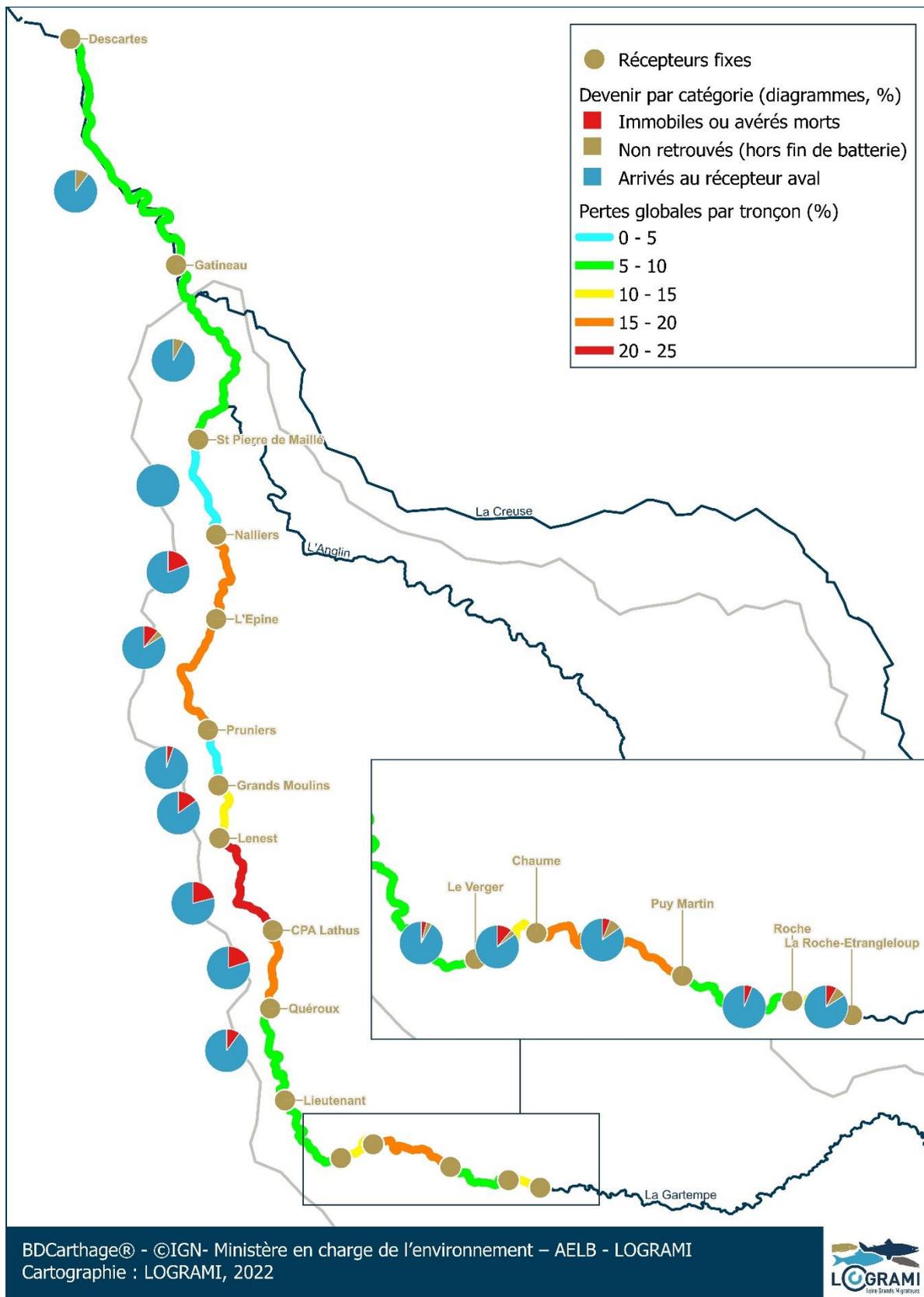


Figure 124 : Pertes globale en pourcentage de smolts sur l'axe et par tronçons lors du suivi de la dévalaison des smolts sur la Gartempe et la Creuse en 2021

Huit tronçons, pour lesquels les pertes sont supérieures à 14,5 %, se démarquent. Les tronçons comptant le plus de perte sont ceux de Queroux-Lathus et Lathus-Lenest avec respectivement 20,5 % et 20,6 % de perte soit 1/5^{ème} de l'effectif entrant sur le tronçon. Il y a également entre 14,8 et 18,8 % de pertes non négligeables sur 6 autres tronçons. Sur les 7 autres tronçons, les pertes sont inférieures ou égales à 10 %. Les tronçons causant le moins de pertes sont ceux de Nalliers-Saint-Pierre-de-Maillé et Grands Moulins-Pruniers avec respectivement 0 % et 4,5 % de pertes sur le tronçon.





BDCarthage® - ©IGN- Ministère en charge de l'environnement – AELB - LOGRAMI
Cartographie : LOGRAMI, 2022



Figure 125 : Pertes globales et devenir des smolts par catégorie, par tronçon de cours d'eau étudié, lors du suivi de la dévalaison sur la Gartempe et la Creuse en 2021



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 seize récepteurs fixes installés sur la Gartempe et la Creuse** comprenant 15 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 0,10 h, soit 6 min, à Roche Etrangleloup (moyenne : 8,5 h +/-37), Puy Martin (moyenne : 1,04 h +/- 2,5), Lathus (moyenne : 0,7 h, +/- 1,7) et Lenest (moyenne : 4,2 h +/- 18,9) et 2,3 h à Chaume (moyenne : 12,1 h +/- 35,7)** (Figure 126). La moyenne de ces temps médians est de 0,3 h, soit 22 min.

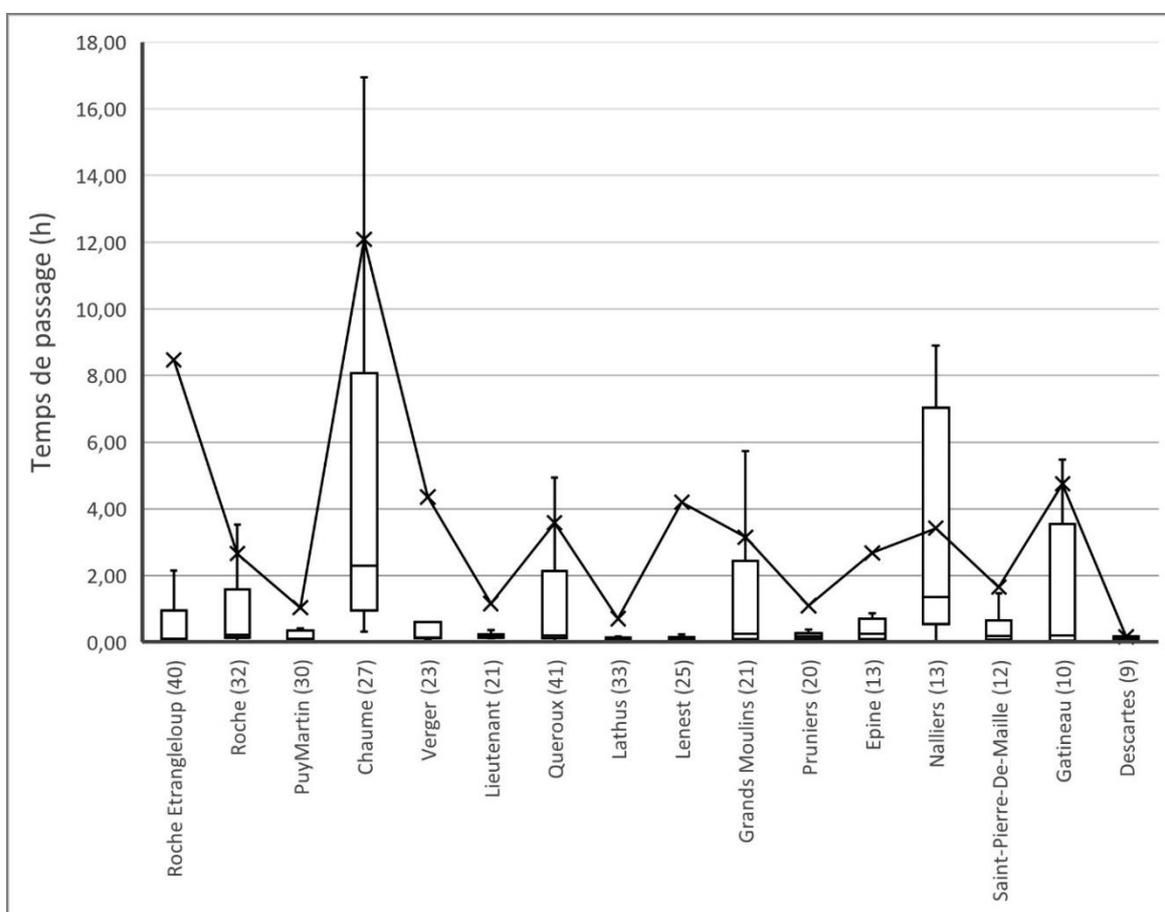
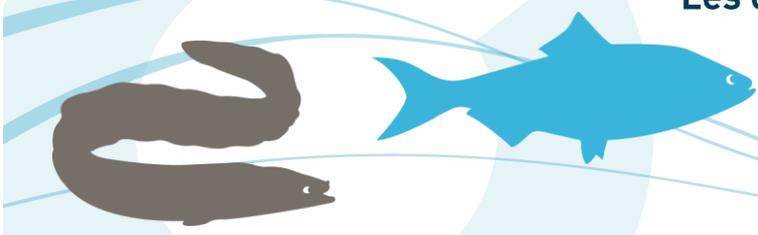


Figure 126 : Temps de passages en heures des smolts enregistrés par seize récepteurs fixes (de l'amont vers l'aval) lors du suivi de la dévalaison sur la Gartempe et la Creuse en 2021

Les temps médians de passage des smolts les plus bas sont observés à Roche Etrangleloup, Puy Martin, Lathus et Lenest (0,10 h). Roche Etrangleloup est une usine en fonctionnement, Puy Martin et Lenest, deux seuils d'anciens moulins. A Lathus-Saint-Rémy, le récepteur fixe était placé sur une portion de cours d'eau



dépourvue d'ouvrage. Le temps médian le plus élevé est observé à Chaume. Cette usine hydroélectrique, arrêtée pour travaux durant l'étude 2021, ne disposant pas de système de dévalaison, il semble que les smolts aient eu de grandes difficultés à trouver une voie de passage attractive au niveau de cet ouvrage. A Nalliers, usine hydroélectrique située dans la Vienne, le temps médian de passage est également élevé avec 1,35 h.

Les dix autres sites enregistrent des temps de passages médians variant de 0,13 à 1,25 h.

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 tronçon 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 65 poissons ont été prises en compte dans ce calcul (35 smolts ont été déclassés). La vitesse moyenne obtenue est de 12,5 km/j +/- 9,6, soit 520 m/h (médiane : 10,9 km/j) avec un maximum de 46,9 km/j et un minimum de 0,1 km/j.

Vitesses par tronçon

Les vitesses par tronçon 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. 337 données de vitesses de migration entre récepteurs fixes ont été obtenues. La vitesse moyenne par tronçon est de 23,5 km/j +/- 6,6 (médiane : 22,3 km/j ; minimum : 11,1 km/j, maximum : 38 km/j) (Figure 127).

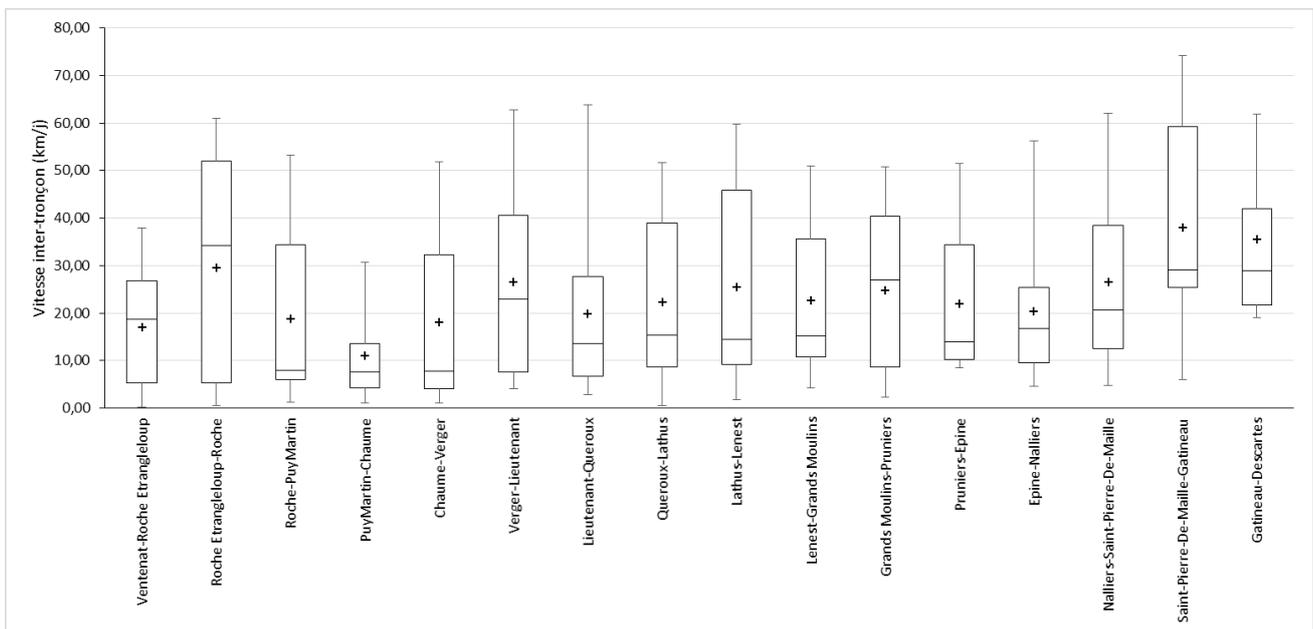
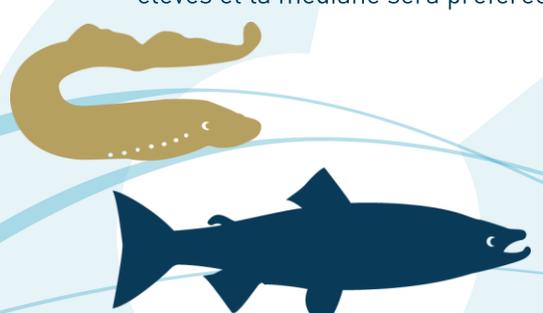


Figure 127 : Vitesses de dévalaison par tronçon entre deux récepteurs fixes des smolts suivis sur la Gartempe et la Creuse en 2021 (n = 337)

Les vitesses de dévalaison inter-tronçons sont assez hétérogènes variant de 0,1 km/j sur le tronçon Ventnat-Roche Etrangleloup à 74,2 km/j entre Saint-Pierre-de-Maillé et Gatineau. Les écarts-types sont donc assez élevés et la médiane sera préférée pour l'analyse.



Le tronçon le plus rapidement dévalé est celui de Roche Etrangleloup-Roche avec une médiane de 34,1 km/j, ce tronçon est composé de nombreux rapides, cela est une hypothèse pour expliquer cette vitesse de dévalaison si importante. Les tronçons de Saint-Pierre-de-Maillé-Gatineau et Gatineau-Descartes se démarquent avec des vitesses médianes de dévalaison similaires de 29,0 km/j et 28,8 km/j. Ces deux dernières portions, sur lesquels la vitesse de dévalaison observée est élevée, sont les dernières avant la fin du parcours de suivi. Elles ne comportent pas d'ouvrages pouvant occasionner des retards. Elles concernent les smolts ayant ou presque réalisé l'entièreté des 149 kilomètres du parcours en moins de 23 jours, donc ceux qui ont le moins de difficulté à dévaler, ce qui peut expliquer ces vitesses de migration importantes.

Les tronçons où la dévalaison est la moins rapide sont les portions comprises entre Roche et Verger, soit l'amont du parcours pour les smolts du lot 1, avec des vitesses médianes d'amont en aval de 8,0 km/j, 7,6 km/j et 7,8 km/j.

3.5.6. Conclusion

Après avoir étudié la dévalaison au niveau de quatre ouvrages hydroélectriques en 2017 et 2018, deux années d'étude (2019 et 2021) ont porté sur le suivi de la dévalaison des smolts sur la Gartempe et la Creuse afin d'estimer la perte sur le linéaire étudié. En 2019, le linéaire étudié était de 119 km sur la Gartempe, constituant la majeure partie du linéaire de dévalaison possible sur cet axe (Association LOGRAMI, 2020). Pour l'étude 2021, au vu des résultats de 2019, ce linéaire a été modifié pour étudier la dévalaison des smolts à partir de Châteauponsac et jusqu'à Descartes sur la Creuse.

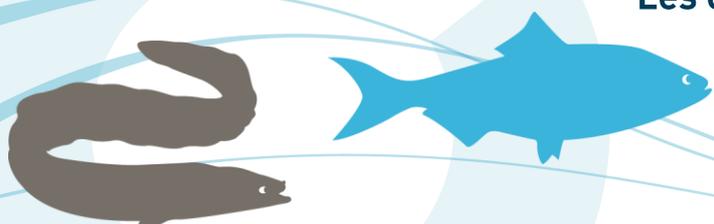
Ainsi, 100 smolts ont été marqués à l'aide de radios émetteurs en deux lots et lâchés en deux points de la Gartempe. Seize récepteurs fixes de radio télémétrie ont permis de surveiller le passage des smolts et ainsi connaître le nombre de smolts arrivés au niveau de chaque point de contrôle. Un suivi 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. La moyenne des débits sur la période d'étude (3 stations) a été de 1/3e à 50% moins importante que les moyennes interannuelles sur le mois d'avril. Les températures de l'eau ont été en revanche favorables à la dévalaison des smolts selon la bibliographie, variant de 8,8 et 14,7 °C à Châteauponsac durant l'étude.

65 poissons ayant un comportement de dévalaison sur les 100 smolts marqués ont pu être suivis. 58,5 % (n=38) des individus sont restés immobiles. Parmi ceux-ci, 1 a été retrouvé mort et 11 ont été localisés en aval d'usines hydroélectriques. Une autre partie des smolts (27,7 %) 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 & Larinier, 2008)).

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 0,10 heure, soit 6 minutes, et 2,3 heures.** Ces résultats sont conformes aux données de la bibliographie concernant les retards engendrés par la présence d'ouvrages sur l'axe migratoire des smolts en dévalaison (McCormick et al., 1998; Nyqvist et al., 2017). Ces temps de passage sont néanmoins plus faibles qu'en 2019, année d'étude lors de laquelle ils variaient entre 0,19 et 13,7 h (Association LOGRAMI, 2020).

La vitesse moyenne de migration sur le linéaire étudié comprenant le passage par les ouvrages est de 12,5 km/j +/-9,6, soit 520 m/h (médiane : 10,9 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

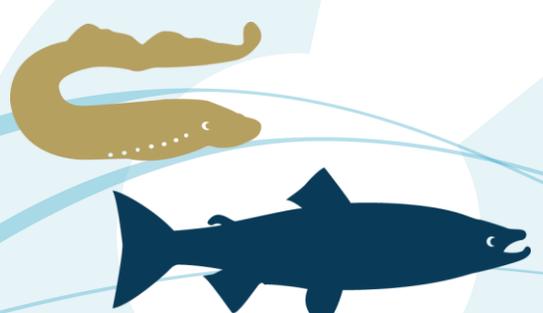


ces valeurs à d'autres études, la vitesse de migration des smolts variant considérablement en fonction de multiples paramètres. A titre indicatif, Thorstad et al. (2012) relatent des vitesses allant de 0,2 à 60 km/j sur un fjord norvégien tandis que Bach et al. (2008) rapportent des vitesses moyennes de dévalaison allant de 25,9 km/j à 83,9 km/j selon les secteurs sur l'Allier. Plus récemment, Lothian et al. (2018) ont calculé des vitesses de migration de 5 km/j sur un petit cours d'eau écossais de taille comparable à la Gartempe.

Avec une vitesse comprise entre 11,05 km/j +/-9,3 (médiane : 7,6 km/j) et 38,01 km/j +/-24,5 (médiane : 29 km/j) au moment de l'étude sur la Gartempe et la Creuse en (Briand et al., 2015)2021, **les smolts auraient dévalé les 148,9 km du secteur sur une période de 3,9 à 13,5 jours**. Cette estimation est en-dessous de celle réalisée lors de l'étude 2019 (4 à 21 jours).

In fine, la perte globale des smolts à la dévalaison s'élève à 86,3 % sur les 149 km étudiés de l'axe Gartempe-Creuse. Bien que moins élevée qu'en 2019 (94,5 % sur les 119 km étudiés ; (Association LOGRAMI, 2020)), cette perte reste très importante (seul environ 1 smolt sur 7 a parcouru l'ensemble du linéaire suivi). 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 0 à 20,6 % avec **une moyenne de 12,2 % +/- 6** (médiane : 14,8 %). Sept tronçons présentent des pertes supérieures à 15 %.

Ainsi, cette étude permet de mieux appréhender la dynamique migratoire qui s'opère sur cet axe. Le croisement de l'ensemble des données acquises en 2019 et en 2021 doit permettre de cibler les secteurs et ouvrages les plus problématiques pour la dévalaison. 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

Avec des indices hydrologiques excédentaires par rapport à la moyenne sur les principaux cours d'eau à migrateurs, hormis sur l'Allier amont, l'hiver 2021 a été pluvieux. A contrario, l'année 2021 est caractérisée par un printemps très sec sur l'ensemble des stations du bassin de la Loire. Les indices hydrologiques sont tous déficitaires et en moyenne 0,6 fois inférieures aux moyennes de référence calculées sur 20 ans. Comme l'hiver, la période estivale 2021 a été très pluvieuse avec des indices hydrologiques excédentaires, hormis sur l'Allier amont. A l'automne, l'hydrologie a été déficitaire sur le bassin de la Loire par rapport aux données de référence hormis sur les sous-bassins de la Sioule et de la Dore où les indices observés y ont été excédentaires.

Les températures de l'hiver 2021 ont été supérieures aux moyennes de référence sur l'ensemble de stations ayant pu être traitées. Cela a été particulièrement le cas sur la Vienne, la Sioule amont et l'Alagnon. Au printemps, les températures ont été basses par rapport aux valeurs de référence hormis sur la Sioule où a été observé un fort réchauffement de la température au printemps. L'été est la saison qui a enregistré le plus fort écart négatif avec les valeurs de références. Toutefois, les températures ont été plus élevées que la moyenne sur la Sioule amont. La période automnale a été contrastée sur le bassin avec des températures en-dessous des valeurs de référence sur l'amont du bassin Loire-Allier amont et sur la Gartempe mais au-dessus sur la Sioule. Sur le reste du bassin les températures moyennes ont été comparables aux valeurs de références.

En 2021, les conditions de débits ont été « favorables » à la circulation des géniteurs de saumons et à la dévalaison des ravalés 2021 sur le bassin de la Vienne, de la Creuse et de la Gartempe. A contrario, le manque d'eau de la première moitié de l'année sur la Loire et l'Allier a pu limiter la progression des géniteurs et la dévalaison des smolts sur cette partie du bassin. Les débits et les températures rencontrés pendant la période estivale ont été globalement « favorables », hormis sur la Sioule.

La faible hydrologie rencontrée pendant la période automnale a été pénalisante pour la reprise de migration des individus sur l'ensemble du bassin de la Loire. En 2021, les températures ont été favorables à la croissance des tacons sur l'ensemble des stations et aucun évènement hydrologique soutenu n'est venu perturber leur développement sur le bassin de l'Allier et ses affluents.

Concernant l'aloise en 2021, les conditions de débits ont été « limitantes » pour la migration des géniteurs sur l'ensemble du bassin de la Loire. Les amplitudes du préférendum thermique pour la migration sont plus courtes que les années précédentes à Châtellerauld et Vichy. Des pics de crue sur la Loire moyenne et la Loire amont au mois de mai ont retardé la reproduction des géniteurs en engendrant une baisse des températures. Toutefois, les fenêtres optimales de reproduction ont été plus importantes sur l'ensemble des zones de frayères. Les crues estivales fin-juin et mi-juillet ont mis un terme à la reproduction des aloses. Ces dernières ont pu également réduire le succès du recrutement et retardé le développement des œufs et des alosons. Cependant, les températures estivales plus fraîches en 2021 ont augmenté la fenêtre de température favorable au développement des juvéniles sur l'ensemble du bassin.

Concernant la lamproie marine en 2021, les conditions de débits ont été « défavorables » à la migration des lamproies marines sur l'ensemble du bassin de la Loire. Toutefois, les fenêtres thermiques de migration aux stations apparaissent globalement plus favorables et précoces (fin-janvier/début février) que les années antérieures. En 2021, la fenêtre optimale de température pour la reproduction des lamproies et le



développement des ammocètes ont été globalement plus longues pour l'ensemble du bassin de la Loire. Cependant, une crue de forte intensité le 15 juillet à Leugny sur la Creuse a pu engendrer un stress hydrologique voir une destruction d'habitats de croissance pendant la phase de développement des ammocètes.

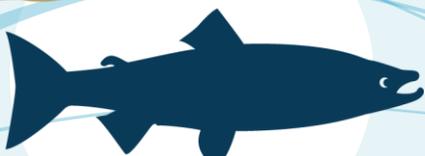
Concernant l'anguille en 2021, les températures favorables à la migration mesurées sur l'ensemble des stations couvrent 95 % +/- 2 de la période de migration comprise entre mi-mai et mi-juillet. La thermo-tolérance de cette espèce lui permet de mieux résister aux conditions extrêmes de température pendant la période estivale. Les débits soutenus rencontrés pendant l'hiver sur l'ensemble du bassin ainsi que pendant la période automnale sur la Sioule et la Dore ont été « favorables » à la dévalaison des anguilles argentées.

En termes d'accessibilité des habitats, les aménagements en faveur de la continuité écologique réalisés en 2021 ont été recensés sur les principaux cours d'eau à migrants. Quatre ouvrages ont fait l'objet de réalisations pour assurer la montaison et/ou la dévalaison sur le secteur Loire amont-Allier. Sur les bassins Vienne-Creuse et Cher, aucun ouvrage n'a été aménagé. Sur le bassin de la Maine, trois ouvrages ont été aménagés en 2021 sur la Mayenne. Au cours des cinq dernières années (2016-2021), 37 ouvrages ont fait l'objet d'aménagements à la montaison et/ou à la dévalaison sur les principaux cours d'eau à migrants du bassin de la Loire. Ce chiffre représente seulement 36 % des 105 ouvrages à enjeux essentiels (OEE) des sous-bassins Loire amont-Allier, Vienne-Creuse, Cher et Maine listés dans le Plan de Gestion des Poissons Migrateurs et 6 % des 613 ouvrages de la liste des ouvrages prioritaires du plan d'actions pour une mise en œuvre apaisée de la continuité écologique (PAPARCE) sur ces mêmes secteurs. Parmi les ouvrages à enjeux essentiels du bassin de la Loire, qui ne représentent que 16,5 % des ouvrages prioritaires et moins de 1 % des ouvrages, seuls 47 % sont aménagés à la montaison et 45 % de ces aménagements sont considérés comme non fonctionnels. Parmi les 48 ouvrages à enjeux essentiels ayant un usage hydroélectrique, 33 % sont aménagés pour la dévalaison dont 13 % sont considérés comme non fonctionnels.

En 2021, le front de colonisation des aloses sur l'axe principal Loire est situé entre Decize et Roanne, soit à au moins 600 km de l'estuaire. Sur l'Allier, il est situé à Vichy (à environ 700 km de l'estuaire) où 3 aloses ont été comptabilisées. Sur la Vienne et la Creuse, ils s'établissent respectivement en amont de Châtellerault et en amont de Descartes (environ 300 km de l'estuaire). Par ailleurs, des prospections réalisées par l'OFB n'ont pas permis de confirmer la présence de l'aloise sur la Maine.

Le front de colonisation de la lamproie marine sur la Loire ne peut être établi avec certitude que jusqu'à la confluence avec la Vienne (à 200 km de l'estuaire), aucun indice de présence n'a pu être observé entre cette confluence et la station de comptage de Decize. Sur le bassin de la Vienne, les prospections ont été stoppées mi-juin suite à une augmentation des débits. Les fronts observés sur la commune de Bonneuil (à environ 300 km de l'estuaire) sur la Vienne et à Longefont (360 km de l'estuaire) sur la Creuse doivent être considérés comme un minimum. Sur la Gartempe, le front s'établit à minima jusqu'à l'aval de l'ouvrage de la Roche à Gué (soit à environ 320 km de l'estuaire). Des nids ont également été observés sur l'Anglin jusque sur la commune d'Ingrandes (330 km de l'estuaire). Sur le Cher, aucun nid n'a été observé malgré les prospections réalisées sur le Cher aval jusqu'à Bléré.

Concernant le saumon atlantique, une prospection n'a pas permis d'observer de nids sur la Gartempe. Néanmoins, cela ne permet pas d'affirmer avec certitude qu'aucun saumon ne s'est reproduit sur la Gartempe. Sur l'Allier, avec 158 nids comptabilisés contre 272 +/- 80 en moyenne depuis la mise en place de ce suivi en 2020, le nombre de nids en 2021 correspond au second plus mauvais comptage. Cependant, comme en 2020, bien que peu de géniteurs aient été comptés à la station de comptage de Vichy, le ratio entre le nombre de géniteurs et les nids comptés est supérieur à la moyenne depuis 2000 (0,74) et le meilleur taux observé devant 2005. Les fronts de colonisation certains s'établissent à minima à Langogne sur l'Allier, Decize sur la Loire, Jenzat sur la Sioule et Massiac sur l'Alagnon pour ce qui est des principaux cours d'eau. Aucun nid n'a été observé sur l'aval de la Sénouire et de la Desges.



L'accessibilité des habitats peut également être mesurée grâce à des suivis télémétriques des poissons sur un linéaire donné. Après le suivi de la dévalaison des smolts sur la Gartempe réalisé en 2019, une seconde année de suivi a été réalisée en 2021 sur un linéaire allant de Châteauponsac sur la moyenne Gartempe à Descartes sur la Creuse aval, soit 148 km (vs 119 km en 2019). 100 smolts ont été marqués à l'aide de radios émetteurs en deux lots et lâchés en deux points de la Gartempe. 65 poissons ont été suivis grâce à seize récepteurs fixes et en mobile. La perte globale des smolts à la dévalaison s'élève à 86,3 % sur les 149 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 0 à 20,6 % avec une moyenne de 12,2 %. Sept tronçons présentent des pertes supérieures à 15 %. La vitesse moyenne de migration sur le linéaire étudié comprenant le passage par les ouvrages est de 12,5 km/j +/- 9,6, soit 520 m/h (médiane : 10,9 km/j). Avec les vitesses observées au moment de l'étude, les smolts auraient dévalé les 149 km du secteur sur une période de 3,9 à 13,5 jours. Cette estimation est en-dessous de celle réalisée lors de l'étude 2019 (4 à 21 jours) mais est en adéquation avec les données historiques.



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 (Durant et al., 2007; Lack, 1968; Roff, 2002; Visser & Holleman, 2001).

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 antérieures à 2021 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.



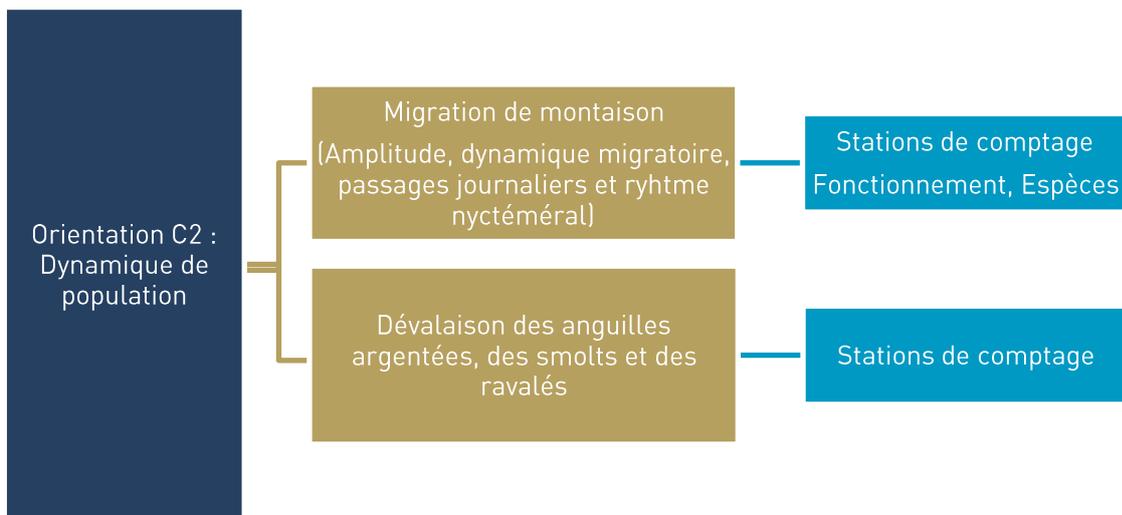


Figure 128 : Dendrogramme des actions menées dans le cadre de l'orientation C2 : Dynamique de population

4.2. Généralités sur les stations de comptage

Le réseau de suivi des migrations se compose en 2021 de onze stations de comptage installées le long des principaux axes de migration du bassin de la Loire (Figure 129 et Figure 130). En 2021, une nouvelle station a été mise en service sur le bassin de la Sioule sur la commune de Jenzat (département de l'Allier : 03).

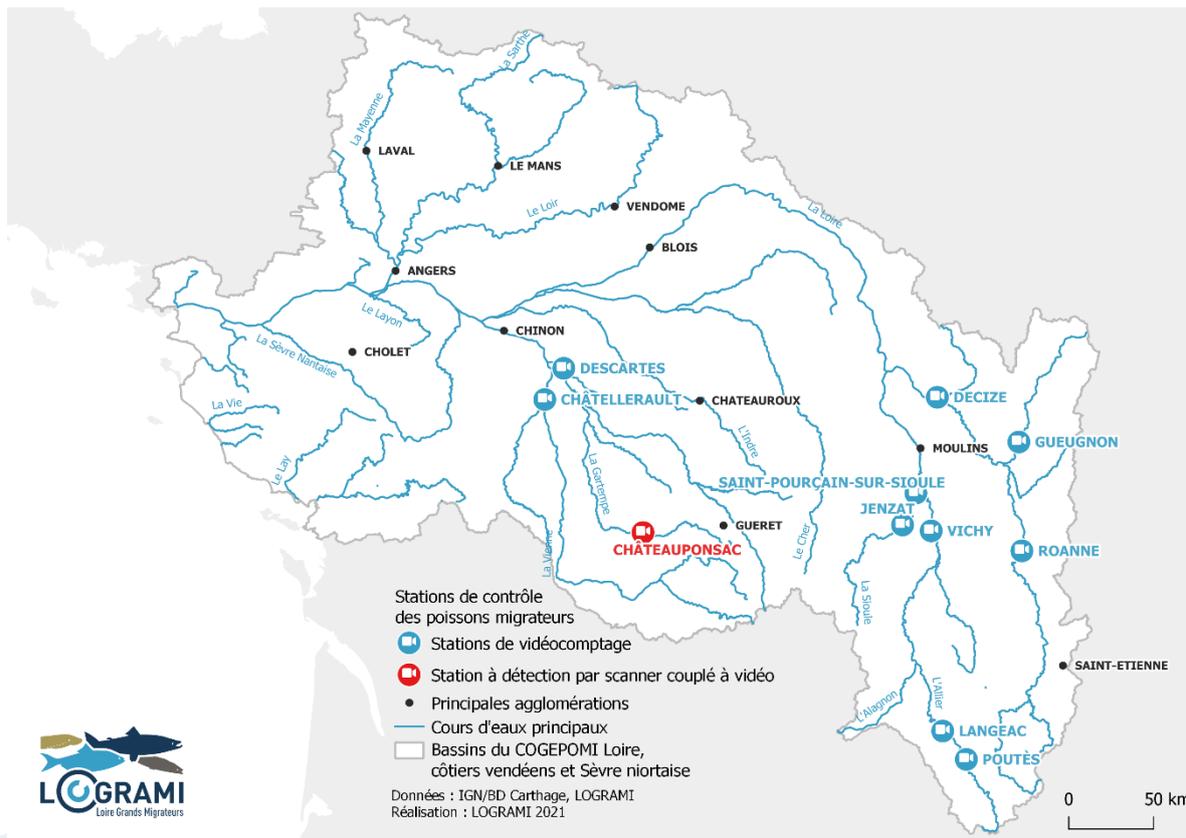
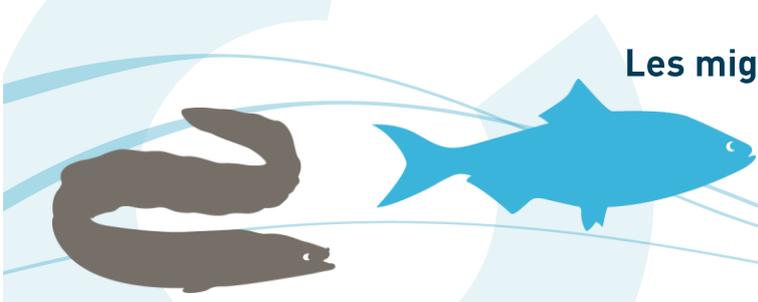


Figure 129 : Répartition des stations de comptage des poissons sur le bassin de la Loire en 2021



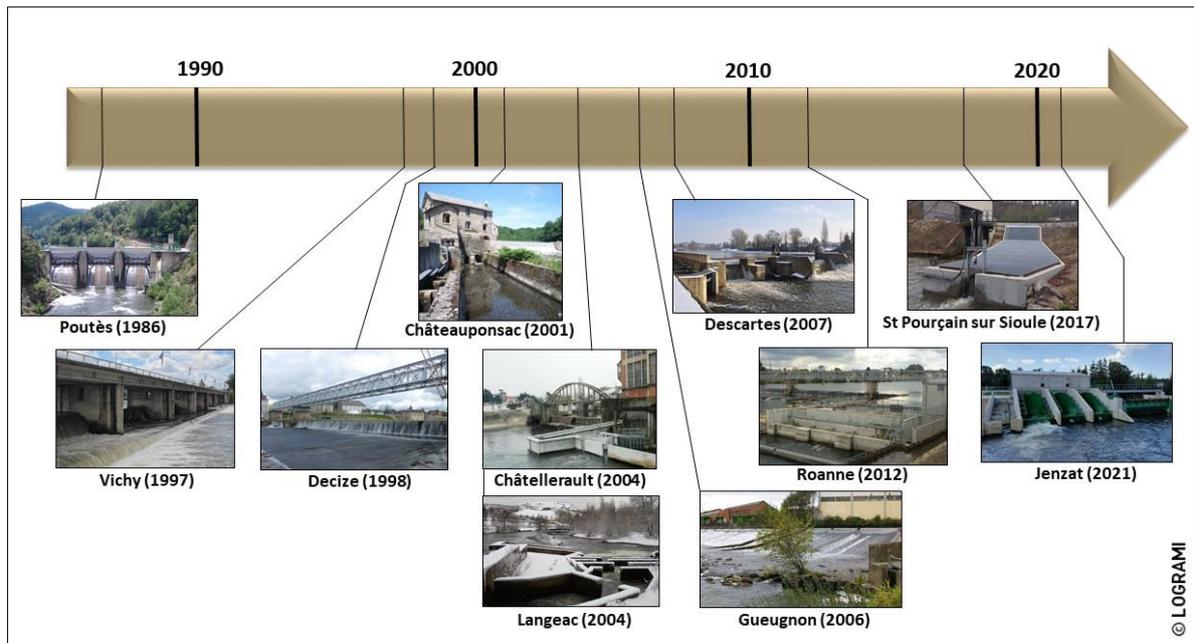


Figure 130 : Chronologie de la création des stations de comptage sur le bassin de la Loire

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

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

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

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

Deux stations sont implantées sur le bassin de la Sioule :

- 🌀 La plus aval 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) ;
- 🌀 Dans le cadre de l'aménagement d'une microcentrale hydroélectrique sur l'ouvrage de Jenzat dans le département de l'Allier (03), une nouvelle station de comptage a été mise en service le 27 mai 2021 (Figure 131). La passe à poissons a quant à elle été fonctionnelle à partir du 1^{er} avril 2021. Cet observatoire situé 30 km en amont de celui de Saint-Pourçain-sur-Sioule doit permettre d'évaluer les abondances de saumons qui accèdent aux zones de reproduction amont (entrée de la 1^{er} catégorie piscicole). Ce nouvel équipement constitue une station de comptage supplémentaire qui vient enrichir le réseau du bassin Loire Allier.



Figure 131 : Mise en service de la station de comptage de Jenzat sur la Sioule le 27 mai 2021

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

- Deux sont situées sur l'axe principal de la Loire, l'une au niveau de l'ouvrage de Decize à Saint-Léger-des-Vignes (département de la Nièvre) et l'autre au niveau de l'ouvrage 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 seuil des Forges de Gueugnon (département de Saône-et-Loire) localisé sur l'Arroux qui est un affluent rive droite de la Loire.

Hormis aux stations de Poutès et de Châteauponsac, LOGRAMI utilise le Système de Surveillance Informatisé des Passes à Poissons (SYSIPAP) développé par Michel Cattoen de l'ENSEEIH de Toulouse. Ce système est doté d'un logiciel d'acquisition vidéo (WSEQ32 version 6.6) ainsi que d'un logiciel de dépouillement permettant le comptage des poissons (WPOIS32 version 5.8). 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 montagne, une courte séquence vidéo du passage est réalisée. La visualisation des silhouettes ainsi que des vidéos permet d'identifier et de compter les espèces présentes.

4.2.1. Fonctionnement des passes à poissons en 2021

Les dispositifs de franchissement doivent être fonctionnels toute l'année. Ainsi, les passes à poissons doivent totaliser 8760 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 20).



Tableau 20 : Récapitulatif des périodes de mise en eau des passes à poissons du bassin de la Loire en 2021

Passe à poissons	Période de fonctionnement	Durée de mise en eau de la passe
Descartes	01/01/2021 au 23/07/2021	55,5 %
Châtelleraut	01/01/2021 au 31/12/2021	98,5 %
Châteauponsac	01/01/2021 au 31/12/2021	-
Saint-Pourçain-sur-Sioule	01/01/2021 au 31/12/2021	99,8 %
Jenzat	01/04/2021 au 31/12/2021	99,9 %
Vichy Rive Droite	01/01/2021 au 23/01/2021 26/01/2021 au 29/01/2021 14/02/2021 au 28/06/2021 04/08/2021 au 01/12/2021 21/12/2021 au 29/12/2021	78,7 %
Vichy Rive Gauche	01/01/2021 au 29/01/2021 18/02/2021 au 28/06/2021 01/08/2021 au 29/12/2021	85,0 %
Langeac rive gauche (usine)	/	0 %
Langeac rive droite (seuil)	01/01/2021 au 31/12/2021	99,9 %
Poutès (1)	/	0 %
Decize	01/01/2021 au 06/02/2021 11/02/2021 au 11/05/2021 20/05/2021 au 30/06/2021 05/07/2021 au 15/07/2021 20/07/2021 au 04/12/2021 24/12/2021 au 30/12/2021	86,5 %
Gueugnon	01/01/2021 au 31/12/2021	99,9 %
Roanne	01/01/2021 au 31/12/2021	99,9 %

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

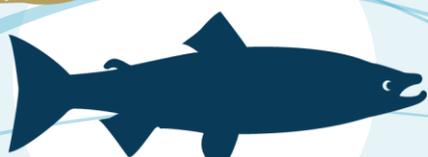
4.2.1.1 Fonctionnement des passes à poissons du bassin de la Vienne

Descartes

Les deux clapets centraux du seuil 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 franchissement (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 132).

Les niveaux des clapets et de la vanne asservie à la Creuse étaient auparavant gérés 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. Ce fut notamment le cas début janvier et début mars. Depuis 2017, ce constat est effectué chaque année sans qu'aucune solution technique n'ait été mise en place par le gestionnaire pour y pallier.

Par ailleurs, suite à une crue de la Creuse survenue le 14 juillet 2021, les deux clapets centraux permettant de réguler le niveau de la retenue ne sont plus manœuvrables. L'un d'entre eux s'est décroché et s'est déposé sur un banc de sable quelques mètres à l'aval de l'ouvrage. La société Forces Hydrauliques de Descartes, en charge de l'exploitation de l'ouvrage, n'a pas réussi à remettre en place ce clapet. En conséquence, le niveau d'eau de la retenue a fortement diminué et les passes à poissons (passe à bassins et passe spécifique pour les anguilles)



ne sont plus alimentées. A partir du 23 juillet, en dehors de la crue fin décembre, aucun poisson n'a donc pu transiter par la passe. La migration des lamproies marines et des aloses étant terminée à cette date, cela n'a pas impacté leurs remontées.

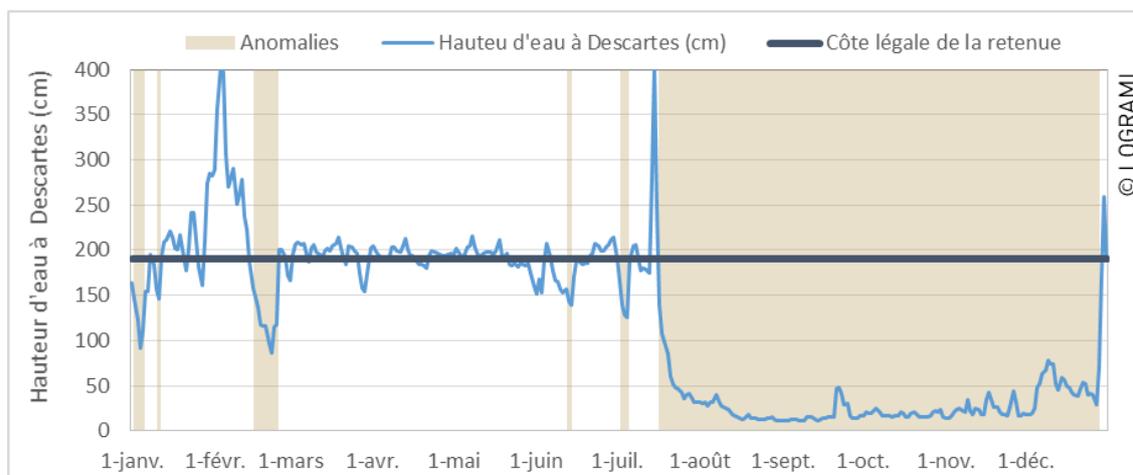


Figure 132 : Niveau d'eau de la retenue de Descartes en comparaison avec la côte légale de la retenue en 2021 (Source hydro : SPCVCA – Centre de Poitiers / Hydro – MEDD/DE)

La situation perdurant, LOGRAMI a demandé dès le mois de septembre l'ouverture des parties mobiles du seuil. En effet, suivant les conditions hydrologiques, le franchissement par les clapets centraux n'est pas assuré. L'exploitant a ainsi été mis en demeure, par l'état, d'ouvrir les deux pertuis situés à proximité de la passe à poissons. L'ouverture de ces pertuis a été réalisée le 20 novembre 2021 et devrait permettre d'assurer la continuité écologique pour l'ensemble des espèces.



Figure 133 : Seuil de Descartes sur la Creuse avant (22/07/2021) et après (22/03/2022) l'ouverture des pertuis



Avant l'abaissement du niveau de la retenue, la maintenance du dispositif de comptage et de l'ouvrage a nécessité 10 vidanges de la passe à poissons. Ces vidanges ont entraîné la fermeture de la passe durant un total d'environ 18 heures (Figure 134).

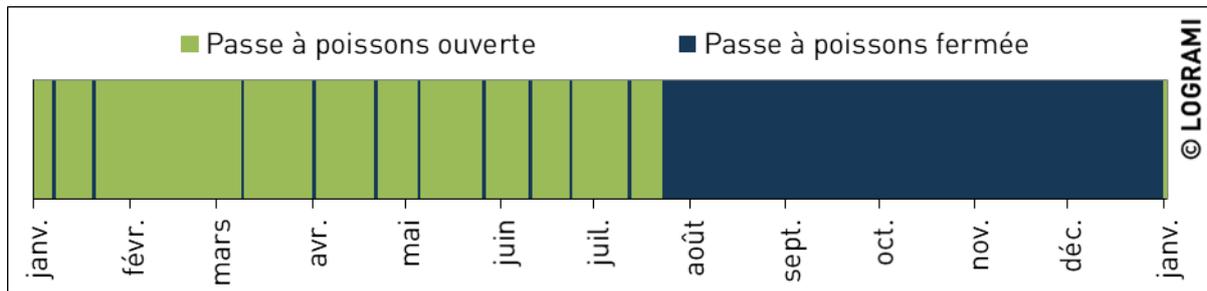


Figure 134 : Périodes de fermeture de la passe à poissons du seuil de Descartes en 2021

Enfin, il est à noter que la vanne asservie à la Creuse était mal calée durant plusieurs jours en avril (constaté le 15 et le 21 avril) et en juin (constaté le 18 et le 25 juin). Ce mauvais calage a entraîné une chute pouvant dépasser les 50 cm en entrée piscicole et donc bloquer certains poissons.

Châtelleraut

La passe a été vidangée à 23 reprises en 2021, 19 de ces vidanges ont été réalisées par des agents de LOGRAMI pour nettoyer les vitres de la station et 4 par des agents d'EDF. En octobre, suite à des travaux de maintenance sur le barrage, la passe à poissons a dû être fermée plusieurs jours (du 4 au 8 et du 13 au 14 octobre). L'ensemble de ces vidanges a rendu l'ouvrage infranchissable durant environ 130 heures (dont 112 heures début octobre).

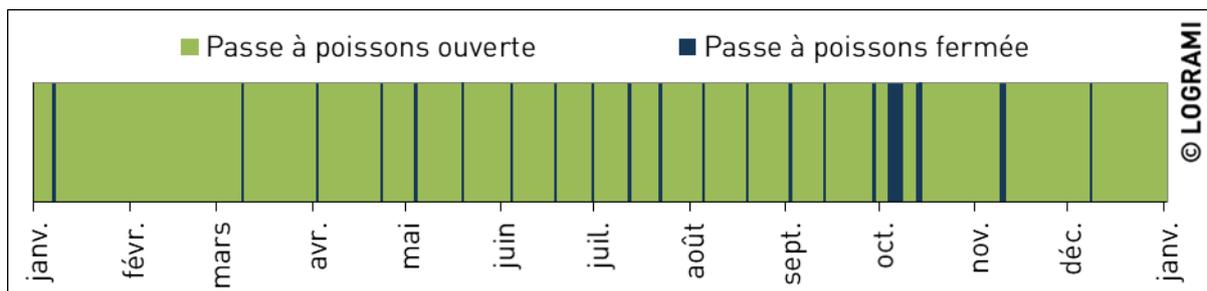


Figure 135 : Périodes de fermeture de la passe à poissons du barrage de Châtelleraut en 2021

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. L'entretien du dispositif de comptage ne nécessite cependant pas la fermeture de la passe à poissons et aucune vidange durable n'est à noter en 2021.

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

Saint-Pourçain-sur-Sioule

En 2021, le nettoyage des vitres a occasionné la fermeture de la passe à poissons de l'usine à 12 reprises cumulant 10h12. Deux mises à sec de la passe à poissons ont été réalisées en 2021 pour décolmater les échancrures du dispositif de franchissement (3h19). La réparation du déflecteur a occasionné la fermeture de la passe pendant 4h41 le 5 octobre 2021.

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

Entre le 24 juillet 2020 et le 18 mars 2021, l'usine hydroélectrique a été arrêtée pour le remplacement de la turbine. De ce fait en 2021, le canal de restitution aura été beaucoup moins attractif pendant les trois premiers mois de l'année.

Jenzat

Depuis la mise en service de la passe à poissons le 1^{er} avril 2021, le nettoyage des vitres a occasionné la fermeture de la passe à poissons à 13 reprises cumulant 4h11. Des travaux de maintenance sur l'usine hydroélectrique ont occasionné 3 vidanges de la passe à poissons (41 minutes).

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

Vichy

En 2021, le nettoyage des vitres a occasionné la fermeture des passes à poissons à 35 reprises (18 en rive droite et 17 en rive gauche). L'arrêt des deux dispositifs a duré 12h27. A noter, pendant le nettoyage des vitres par la ville de Vichy le 30 avril en rive droite, un saumon s'est retrouvé bloqué dans le bassin en aval de la station. Ce dernier a toutefois franchi la passe à poissons après la remise en eau du dispositif.

Pour préserver la sûreté du pont barrage de Vichy, la ville de Vichy réalise des travaux de réhabilitation de l'ouvrage via le remplacement des vannes du barrage. Elles seront remplacées successivement l'une après l'autre jusqu'en 2024. Les travaux ont été réalisés sur la vanne rive droite (n°7) de l'Allier en 2021 (Figure 136). Ils ont nécessité la fermeture de la passe à poissons rive droite à deux reprises : du 25 au 28 janvier et du 1^{er} au 21 décembre (Figure 138).

En accord avec la ville de Vichy et à notre demande depuis de nombreuses années, afin d'augmenter l'attractivité des passes à poissons, la surverse par les vannes se fait préférentiellement sur chaque rive (vannes n°1 et n°7). En 2021, la vanne n°7 étant inopérante, la surverse a été déplacée sur la vanne n°6 le 9 mars. Bien que cet organe soit indépendant de la passe à poissons qui possède un débit d'attrait propre, il est possible que cette nouvelle configuration impacte l'attractivité du dispositif de franchissement en rive droite.



Figure 136 : Travaux sur la vanne n°7 du pont barrage de Vichy sur l'Allier (9 janvier 2021)

Suite à deux crues sur 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 pont barrage de Vichy en 2021 sont les suivantes (Figure 138) :

- 1^{ère} fermeture du 29 janvier au 14 février en rive droite et 18 février en rive gauche (pic de 452 m³/s le 3 février à Saint-Yorre),
- 2^{nde} fermeture du 29 décembre au 4 janvier 2022 (pic 417 m³/s le 30 décembre à Saint-Yorre).

Suite à de violentes intempéries, le clapet n°6 du pont-barrage de Vichy a cassé le 28 juin 2021 à 4 h du matin (Figure 137). Cet incident a entraîné une baisse rapide du niveau d'eau dans la retenue rendant (Figure 138) :

- la passe à poissons rive droite inopérante entre le 28 juin et le 4 août,



la passe à poissons rive gauche inopérante entre le 28 juin et le 1^{er} août.

Durant cet événement, les vannes ont été totalement abaissées permettant aux poissons de passer par celles-ci. Ainsi, les comptages à la station de Vichy en 2021 ne doivent pas être considérés comme exhaustifs.



Figure 137 : Rupture de clapet n°6 du pont barrage de Vichy sur l'Allier le 28 juin 2021

Suite à la demande de la DDT 03 (Arrêté préfectoral spécifique), la Fédération pour la pêche et la protection du milieu aquatique de l'Allier est intervenue le 3 mai 2021 pour capturer et déplacer les silures présents dans la passe à poissons rive droite du pont barrage de Vichy en réponse à une pression sociale soupçonnant une perturbation de la migration des saumons sur le site. Cette opération a nécessité la vidange du dispositif durant 1 h. Cependant, aucun individu n'a été capturé durant cette opération.

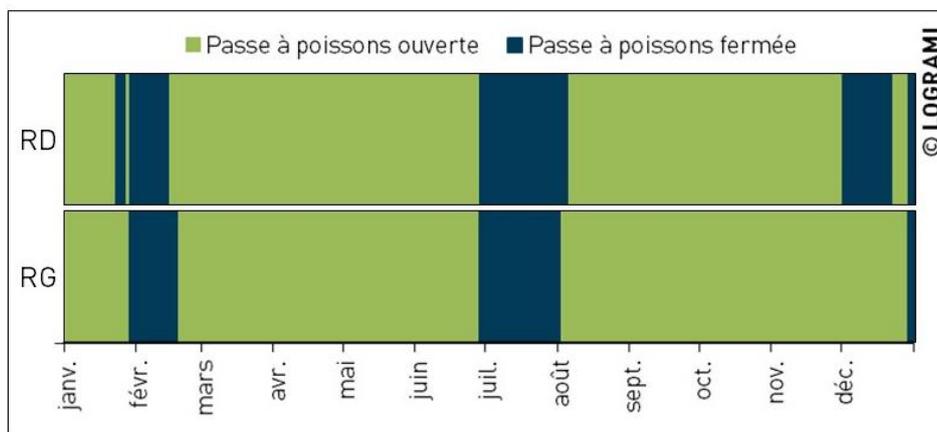


Figure 138 : Périodes de fermeture des passes à poissons rive droite et rive gauche du barrage de Vichy en 2021

Langeac rive gauche (usine)

En 2021, l'usine de Langeac n'a pas fonctionné, le canal d'amenée et la passe à poissons étaient à sec durant toute l'année. Comme en 2020, la fermeture du canal d'amenée de l'usine a pu être bénéfique pour la franchissabilité de cet ouvrage puisque les saumons se sont engagés directement dans le tronçon court-circuité du seuil.

Langeac rive droite (seuil)

La passe à poissons est **restée ouverte toute l'année**. Les seules interventions ont été les 5 vidanges pour le nettoyage de la vitre de comptage, cumulant 2h09 de vidange.

Poutès

En 2021, l'ascenseur de Poutès a été hors fonctionnement toute l'année. Du 1^{er} janvier au 12 juillet, l'intégralité du débit de l'Allier est passée par la section ouverte en rive gauche du barrage. À partir du 30 septembre et jusqu'au 14 décembre, le débit a transité par la section ouverte des vannes. Entre ces dates et après le 15 décembre, le débit est passé par la vanne de fond du barrage et par la goulotte de dévalaison. Les saumons ont pu franchir au printemps entre le 01/01 et le 12/07 et à l'automne entre le 30/09 et le 14/12.

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 4h33 sur l'ensemble de l'année 2021 (14 vidanges).

L'installation d'une vanne motorisée pour bâtarde la passe à poissons a occasionné la fermeture du dispositif de franchissement pendant 3 jours entre le 18 et le 21 octobre 2021.

Suite à 6 crues de la Loire amont, la passe à poissons est restée fermée pour éviter son endommagement (Figure 139). Durant ces périodes, certains individus ont pu emprunter les clapets totalement abaissés du seuil sans être détectés par le système de comptage.

Les périodes de fermeture de la passe à poissons du seuil de Decize en 2021 sont les suivantes :

- 1^{ère} fermeture du 6 au 11 février (pic de 867 m³/s le 26 février à Nevers),
- 2^{nde} fermeture du 11 au 20 mai (pic de 441 m³/s le 14 mai à Nevers),
- 3^{ème} fermeture du 30 juin au 5 juillet (pic de 368 m³/s le 30 juin à Nevers),
- 4^{ème} fermeture du 15 au 20 juillet (pic de 265 m³/s le 16 juillet à Nevers),
- 5^{ème} fermeture du 4 au 24 décembre (pic de 545 m³/s le 12 décembre à Nevers),
- 6^{ème} fermeture du 30 décembre au 22 janvier 2022 (pic de 950 m³/s le 1^{er} janvier 2022 à Nevers).

Ainsi, les comptages à la station de Decize en 2021 ne doivent pas être considérés comme exhaustifs.

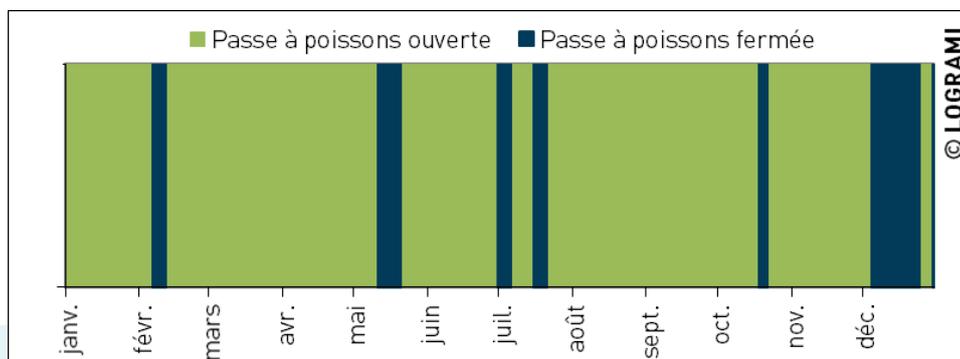


Figure 139 : Périodes de fermeture de la passe à poissons du seuil de Decize en 2021

Gueugnon

Pour l'entretien des vitres de comptage, 6 vidanges de la passe ont eu lieu en 2021. Elles représentent un arrêt de fonctionnement du dispositif de 7h02.

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

Roanne

En 2021, 9 vidanges ont été nécessaires pour l'entretien des vitres de la station de Roanne (4h30). Des travaux de maintenance sur l'usine hydroélectrique ont occasionné 43 vidanges de la passe à poissons (3,9 jours). Toutes ces interventions de courte durée n'ont eu qu'un très léger impact sur le fonctionnement de la passe.

Cependant, l'usine hydroélectrique a été à l'arrêt entre le 9 février 2020 et le 11 mars 2021. Ce dysfonctionnement a pu réduire l'attractivité du canal de fuite et donc de l'entrée de la passe à poissons durant les deux premiers mois de l'année.

4.2.2. Fonctionnement des stations de comptage en 2021

Le fonctionnement des stations de comptage est lié au matériel informatique et aux 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.

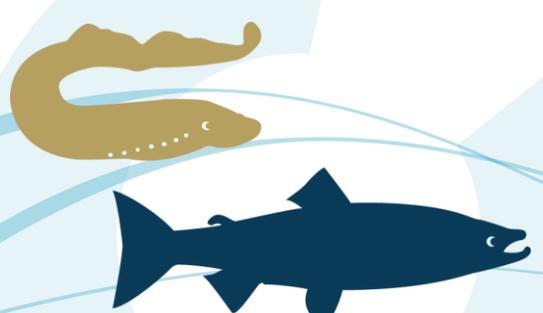
Tableau 21 : Récapitulatif des périodes de fonctionnement des stations de comptage du bassin de la Loire en 2021

Passé à poissons	Période de suivi vidéo	Fonctionnalité de l'enregistrement
Descartes	01/01/2021 au 31/12/2021	100 %
Châtellerault	01/01/2021 au 06/03/2021 08/03/2021 au 31/12/2021	99,5 %
Châteauponsac	/	Pas d'enregistrement
Saint-Pourçain-sur-Sioule	18/03/2021 au 31/12/2021	70,7 %
Jenzat	27/05/2021 au 31/12/2021	75,5 %
Vichy Rive Droite	01/01/2021 au 31/12/2021	100 %
Vichy Rive Gauche	01/01/2021 au 31/12/2021	100 %
Langeac rive gauche (usine)	/	Pas d'enregistrement
Langeac rive droite (seuil)	01/04/2021 au 31/12/2021	75 %
Poutès	/	Pas d'enregistrement
Decize	01/01/2021 au 31/12/2021	100 %
Gueugnon	01/01/2021 au 04/06/2021 09/06/2021 au 31/12/2021	98,6 %
Roanne	01/01/2021 au 31/12/2021	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 2021. Les données de la station de comptage de Descartes peuvent donc être considérées comme exhaustives durant la période d'ouverture de la passe à poissons (du 1er janvier au 23 juillet 2021).



Châtelleraut

Une panne de courant a eu lieu du 6 au 8 mars 2021, entraînant un arrêt du vidéo comptage durant environ 46 heures. (Figure 140). La perte de données sur les migrateurs est limitée, quelques aloses ont toutefois pu franchir l'ouvrage durant cette période sans être comptabilisées. En effet la première alose a franchi l'ouvrage le 5 mars, veille de la panne de courant.

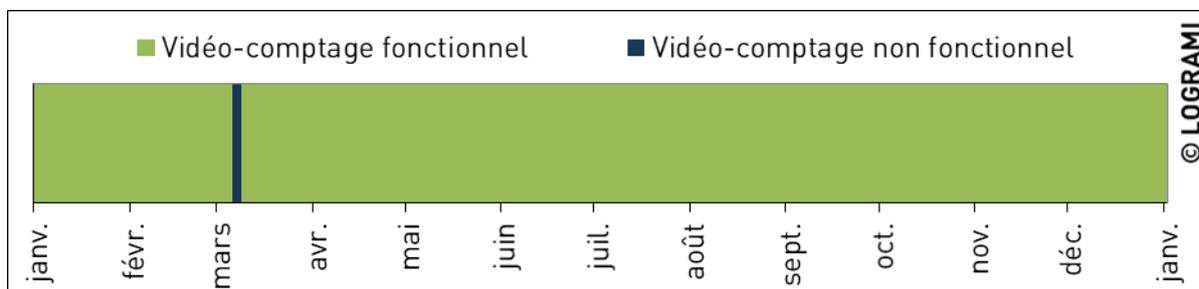


Figure 140 : Fonctionnement de la station de comptage de Châtelleraut en 2021

Châteauponsac

Le système de comptage « Riverwatcher » n'a pas été opérationnel en 2021. Fin juin 2020, les diodes infrarouges permettant le comptage ne fonctionnaient plus. L'Établissement Public du Bassin de la Vienne, propriétaire du compteur n'a pas trouvé de solution technique pour réparer le dispositif. En partenariat avec le gestionnaire de l'ouvrage, une solution alternative est à l'étude pour fiabiliser et maintenir cette station de comptage dans les années futures.

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

Saint-Pourçain-sur-Sioule

Le remplacement de la turbine de l'usine a occasionné un arrêt de l'alimentation électrique entre le 24 juillet 2020 et le 18 mars 2021 (Figure 141).

Une panne d'ordinateur est intervenue entre le 29 septembre et le 4 octobre (12 jours). Lors de cet incident, l'enregistrement numérique complémentaire a permis la récupération des données vidéo.

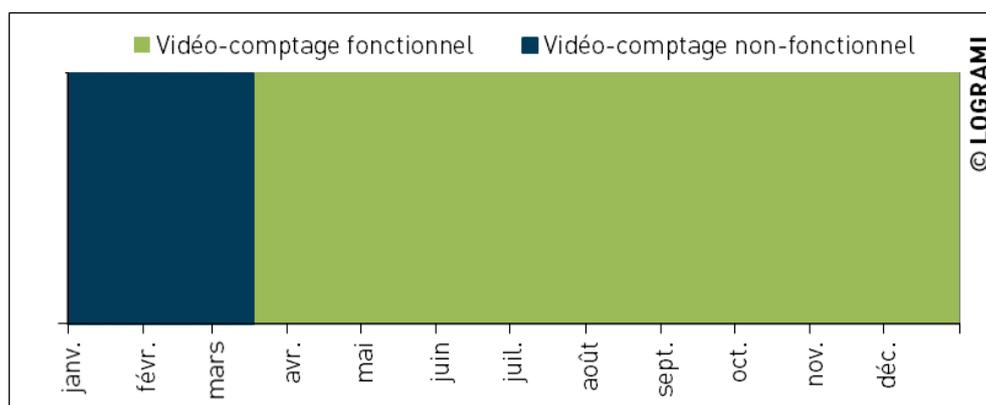


Figure 141 : Fonctionnement de la station de comptage de Saint-Pourçain-sur-Sioule en 2021

Ainsi, sur l'ensemble de l'année 2021, l'enregistrement a donc été effectif 70,7 % durant tout le temps de fonctionnement de la passe à poissons de l'usine. Cette période couvre la remontée printanière des poissons migrateurs.

Jenzat

La station de comptage a été mise en service le 27 mai 2021 soit 47 jours après la mise en fonctionnement de la passe à poissons en raison des délais d'alimentation de la station.

7 coupures de courant de quelques heures sont survenues en 2021 suite à des tests sur l'usine hydroélectrique et des forts orages fin juin. Elles cumulent un total de 11,5 jours sur la période de mise en eau de la passe (Figure 142).

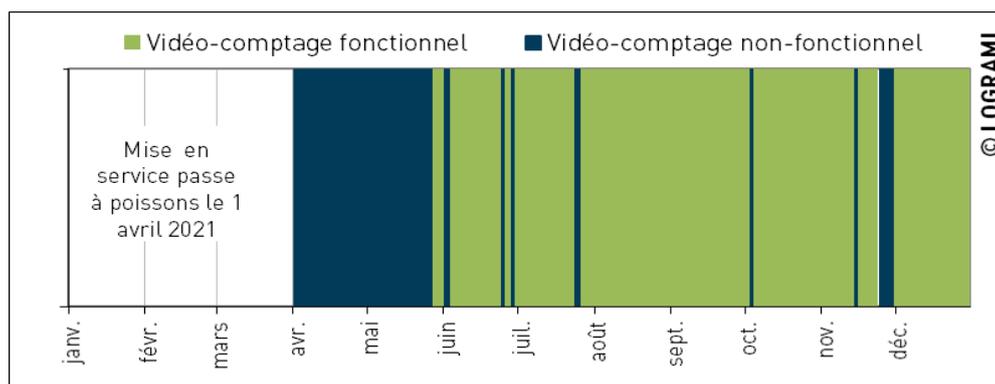


Figure 142 : Fonctionnement de la station de comptage de Jenzat en 2021

En 2021, l'enregistrement de la station de Jenzat a donc été effectif 75,5 % durant tout le temps de fonctionnement de la passe à poissons.

Vichy

En 2021, aucune panne du vidéo comptage n'est à noter. Les systèmes ont été fonctionnels durant toute la période d'ouverture des passes à poissons.

Langeac rive gauche (usine)

Au regard de la non fonctionnalité de passe à poissons durant toute l'année 2021, l'enregistrement a été coupé et désinstallé.

Langeac rive droite (seuil)

Jusqu'au 31 mars, il était impossible pour LOGRAMI de suivre l'enregistrement vidéo au seuil (Figure 143). La fibre optique défectueuse depuis le 29 novembre 2020 a pu être réinstallée le 5 mai au niveau de l'ouvrage. Entre le 1^{er} avril et cette date, un système temporaire d'enregistrement a pu être mis en place permettant de suivre le début de la migration des saumons. Il n'a pas eu de conséquences sur les comptages de migrateurs.

Le 11 mai durant 14h, l'eau de l'Allier était teintée rendant impossible la détection des poissons (absence de contraste). Du 17 au 18 mai, 19h d'enregistrement ont été perdues à cause de l'instabilité électrique du local.

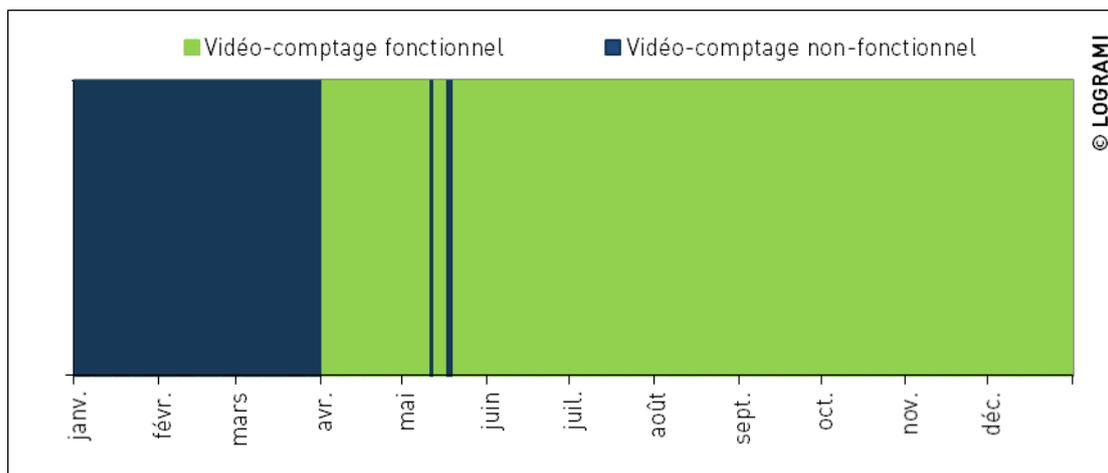


Figure 143 : Fonctionnement de la station de comptage de Langeac au seuil en 2021

Poutès

L'ascenseur était hors-service toute l'année 2021, par conséquent il n'y a pas eu d'enregistrement au barrage de Poutès.

4.2.2.3 Fonctionnement des stations de comptage de la Loire amont

Decize

Aucune panne de vidéo comptage n'est à noter en 2021 durant les périodes de mise en eau de la passe à poissons (cf. § 4.2.1.3). Les données de la station de comptage de Decize peuvent donc être considérées comme exhaustives durant ces périodes.

Gueugnon

Une coupure de courant est survenue à Gueugnon entre le 4 et le 9 juin. Les données de la station de comptage ne peuvent pas être considérées comme exhaustives en 2021.

Ainsi, sur l'ensemble de l'année 2021, l'enregistrement a donc été effectif à 98,6% durant le temps de fonctionnement de la passe.

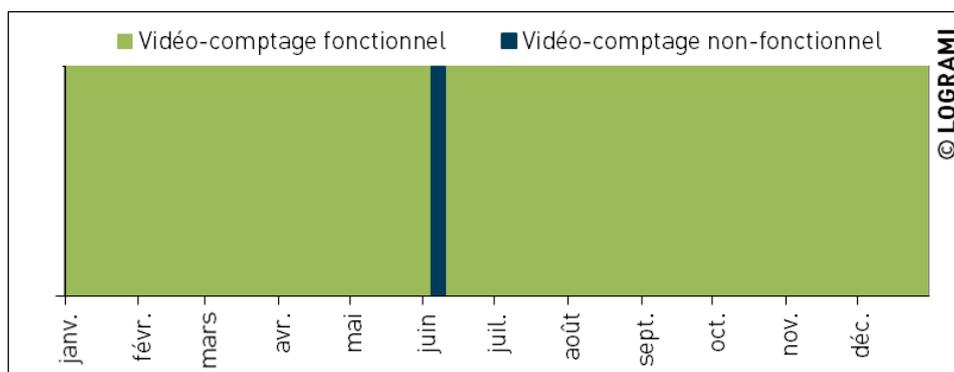


Figure 144 : Fonctionnement de la station de comptage de Gueugnon en 2021

Roanne

La saturation du disque dur a occasionné l'arrêt du logiciel SYSIPAP entre le 9 et le 14 octobre. Lors de cet incident, l'enregistreur numérique complémentaire a permis la récupération des données vidéo. 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 (99 +/- 34 jours) et sur la Vienne à Châtelleraut (122 +/- 26 jours) que sur la Loire à Decize (56 +/- 14 jours) et sur l'Allier à Vichy (55 +/- 28 jours) où la migration est beaucoup plus concentrée.

En 2021, l'amplitude totale de migration est plus importante à Châtelleraut qu'à Descartes (158 jours contre 123). Le passage très tardif d'une alose début août à Châtelleraut a allongé la période totale de migration par rapport aux années précédentes. L'amplitude migratoire à Decize sur la Loire est inférieure à celles des stations de la Vienne conformément aux données antérieures, et proche de celle des années précédentes (50 jours). Sur l'Allier, le faible nombre de passages a réduit la période à 20 jours (Figure 145).

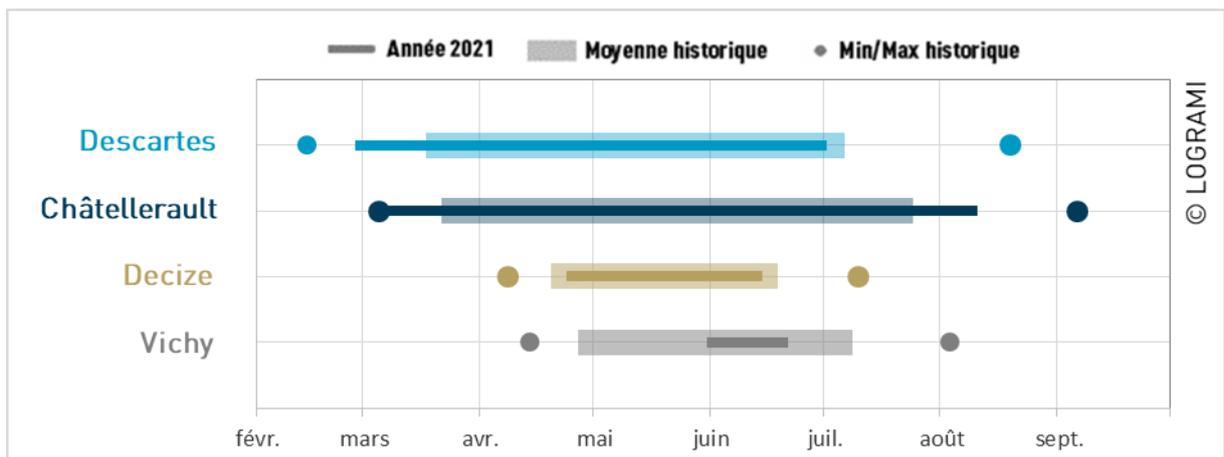


Figure 145 : Comparaison des amplitudes de migration des aloses aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire en 2021 et en moyenne depuis le début des suivis

La comparaison interannuelle de l'amplitude peut également être faite en retirant les passages isolés précoces et tardifs. Ainsi à Châtelleraut, l'amplitude de migration est proche de celle des années précédentes puisque 90 % des aloses sont passées en 44 jours en 2021 contre 46 en moyenne de 2007 à 2020 (+/- 11 jours). La durée de la période de migration à Descartes est bien plus courte que celles des années précédentes, 90 % des individus sont en effet passés en 29 jours contre en moyenne 46 jours (+/- 16) entre 2004 et 2020. Elle est aussi beaucoup plus courte à Decize, 90 % des individus sont en effet passés en 14 jours en 2021 contre en moyenne 28 jours +/- 15 pour la période 1998-2020.

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 10 mai (+/- 12 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 similaire à celle de Châtelleraut sur la Vienne (50 % des passages ont en moyenne eu lieu le 20 mai (+/- 10 jours) à Decize et le 20 mai (+/- 12 jours) à Châtelleraut).

En 2021, la période de migration des aloses sur la Vienne à Châtelleraut est proche de celle des années précédentes : 50 % des passages ont été effectués avant le 17 mai (soit 3 jours plus tôt que la moyenne interannuelle). A Descartes sur la Creuse, les passages ont été plus tardifs, la moitié des individus a franchi l'ouvrage dès le 19 mai (soit 9 jours plus tard que la moyenne des années précédentes). Les très faibles débits printaniers ont eu une influence sur l'attractivité de la Creuse et ont retardé la migration des aloses. De même à Decize sur la Loire, la période est plus tardive, la moitié de la migration a été effectuée le 3 juin soit 14 jours plus tard que les années antérieures (Figure 146). La fermeture de la passe à poissons du 11 au 20 mai explique en partie ce retard de franchissement de l'ouvrage de Decize.

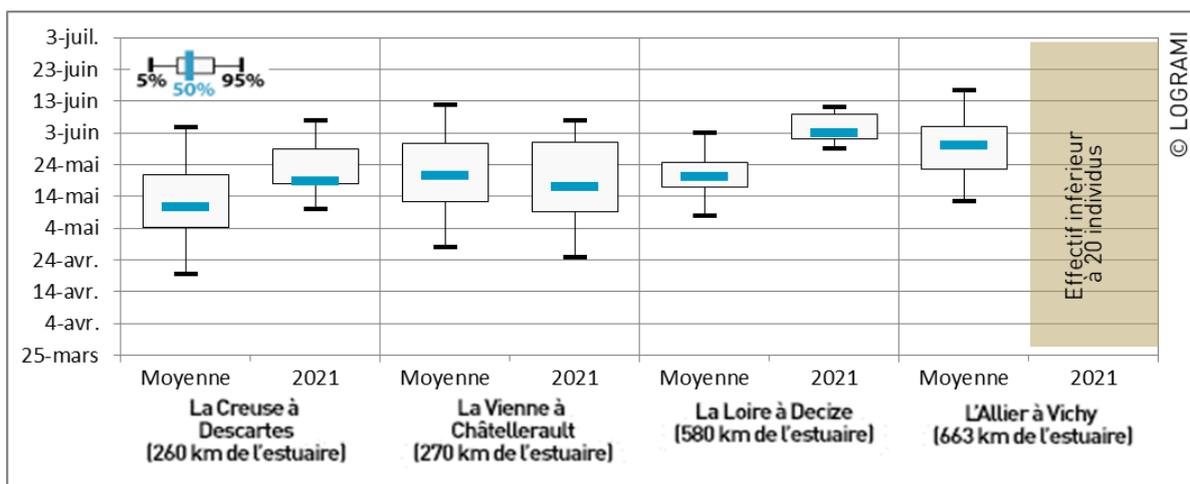


Figure 146 : Comparaison des périodes de passages des aloses en 2021 aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire avec les périodes observées depuis la mise en place des stations

La logique d'une arrivée plus précoce aux stations situées sur l'aval du bassin de la Loire est respectée en 2021. A noter que contrairement aux années précédentes, la migration est plus précoce sur la Vienne à Châtelleraut que sur la Creuse à Descartes (Figure 147).

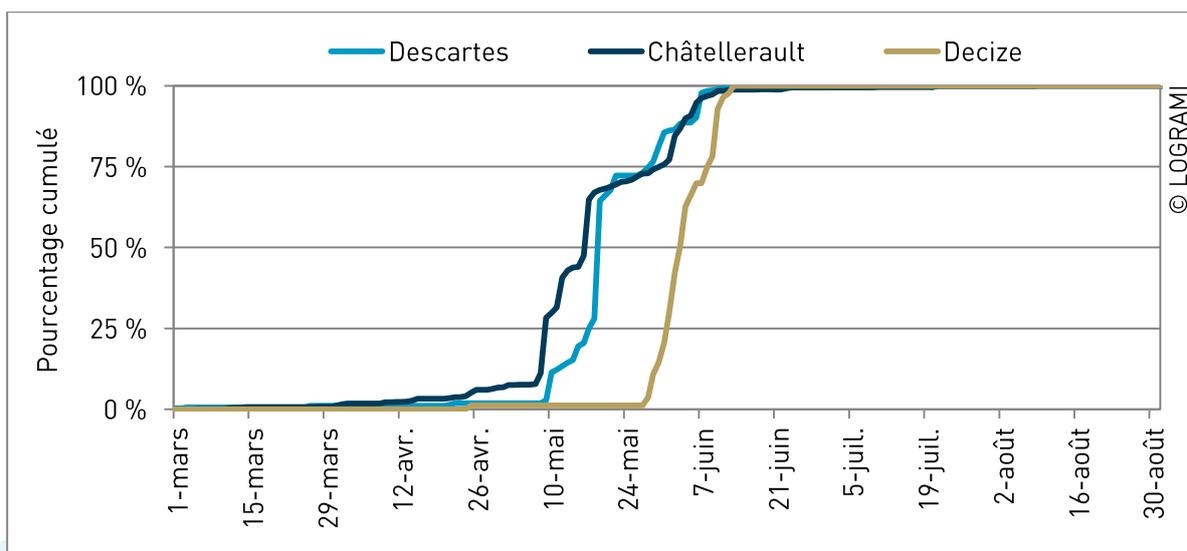


Figure 147 : Comparaison des rythmes de migration des aloses en 2021 aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire



4.3.3. Passages journaliers

Sur la Creuse à Descartes, la première alose a été comptabilisée le 28 février, la dernière le 29 juin. Avant le 8 mai, seulement 7 aloses ont franchi l'ouvrage de Descartes. Les très faibles débits de la Creuse durant le mois d'avril ont été préjudiciables pour la montaison sur cet axe (débit moyen mensuel de 32 m³/s en avril 2021 pour un débit moyen mensuel de référence de 98 m³/s). Après le 8 mai, les passages sont plus nombreux, notamment lors des augmentations de débits. Le pic journalier a ainsi lieu le 18 mai avec 134 aloses comptabilisées (soit 37 % de l'effectif annuel) et un débit journalier de 77 m³/s. Durant le mois de juin, les comptages sont plus rares (Figure 148).

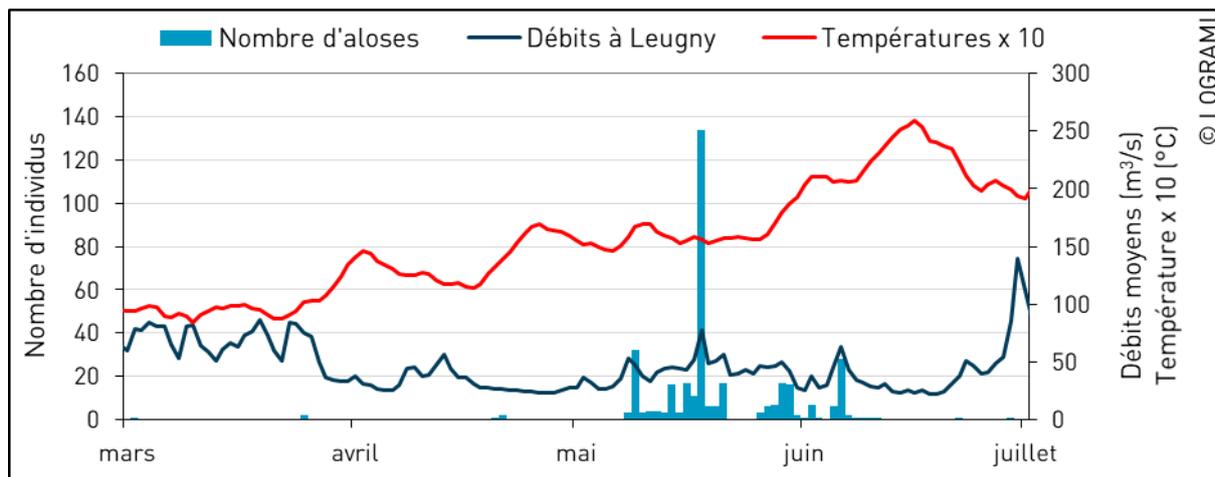


Figure 148 : Passages journaliers d'aloses à Descartes en relation avec la température de l'eau et les débits de la Creuse à Leugny en 2021 (n=368) (Source hydro : SPCVCA – Centre de Poitiers / Hydro – MEDD/DE)

Sur la Vienne à Châtellerault, la première alose a été comptabilisée le 5 mars, c'est le passage le plus précoce depuis le début du suivi (de 2004 à 2020 la première alose est en moyenne observée le 24 mars +/- 8 jours). Durant les mois de mars et avril les passages sont faibles et discontinus (seulement 50 aloses). Tout comme à Descartes, la migration ne s'intensifie que lors de l'augmentation des débits début mai. Chaque augmentation est accompagnée d'un pic de passages. Le pic journalier a lieu le 17 mai avec 130 aloses comptabilisées (soit 17 % de l'effectif annuel) et 146 m³/s. L'essentiel de la migration se concentre entre le 8 mai et le 7 juin (89 % des franchissements), par la suite les passages sont beaucoup plus rares. La dernière alose a été observée le 9 août (Figure 149).

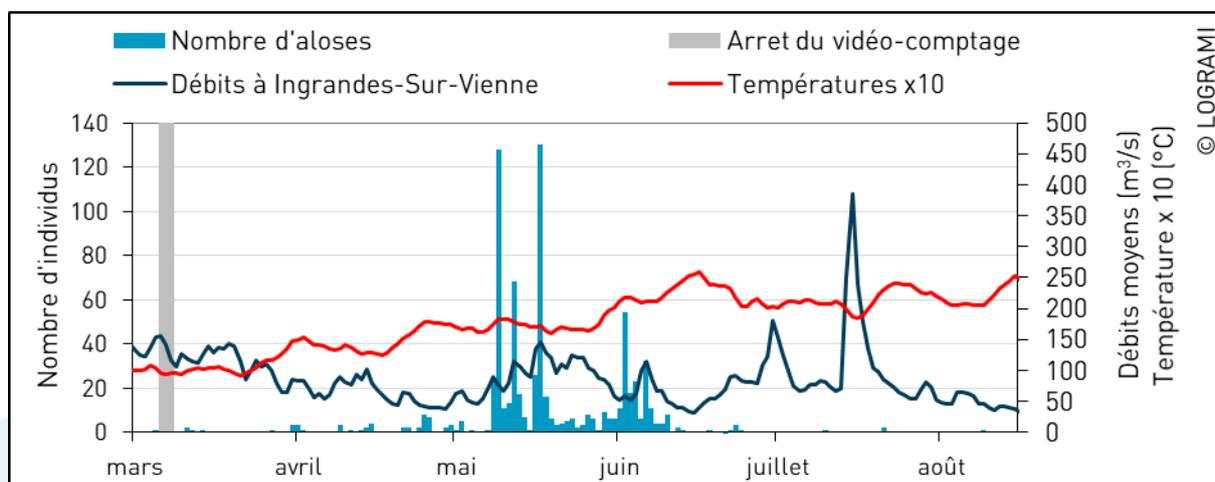


Figure 149 : Passages journaliers d'aloses à Châtellerault en relation avec la température de l'eau et les débits de la Vienne à Ingrandes-sur-Vienne en 2021 (n=748) (Source hydro : SPCVCA – Centre de Poitiers / Hydro – MEDD/DE)



À la station de Decize sur la Loire en 2021, la première alose a été comptabilisée le 25 avril et la dernière le 13 juin (Figure 150). Toutes ces observations ont été réalisées dans une gamme de débits comprise entre 61 m³/s et 164 m³/s (module = 175 m³/s à Nevers).

Suite à une crue de la Loire amont, la passe à poissons est restée fermée pour éviter son endommagement entre le 11 et le 20 mai (pic de 441 m³/s le 14 mai à Nevers). Pendant cette période, certains individus ont pu emprunter les clapets totalement abaissés du barrage sans être détectés par le système de comptage.

La migration est centrée sur la période fin-mai/mi-juin avec un pic journalier à 12 passages le 10 juin (14 % de la migration). Les passages s'intensifient nettement lorsque la température de l'eau dépasse 18 °C mais la température élevée fin-juin (26 °C le 18 juin) a eu pour effet d'inhiber la migration des aloses.

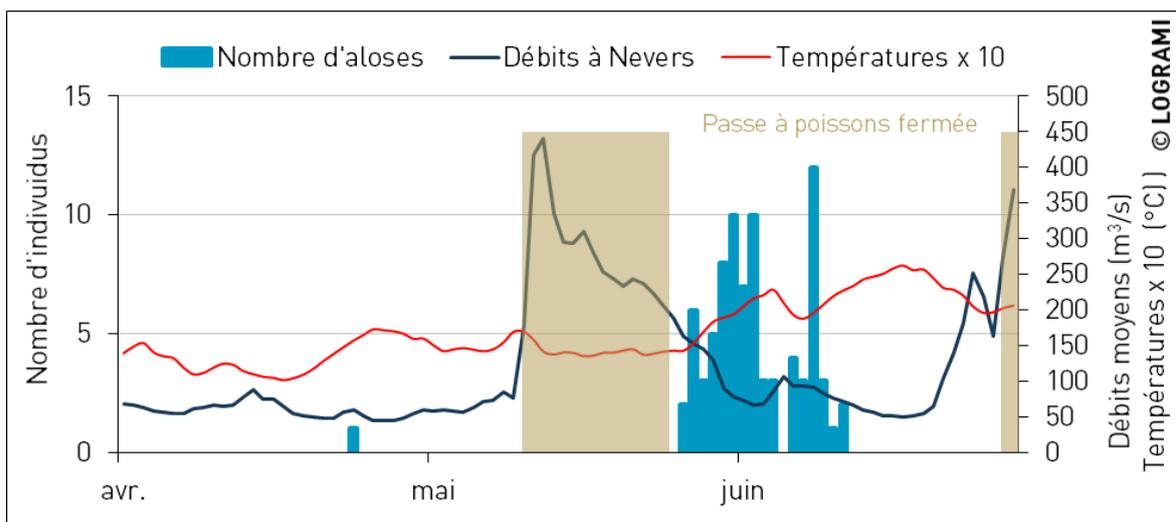


Figure 150 : Passages journaliers d'aloses à Decize en relation avec les débits de la Loire amont à Nevers en 2021 (Sources : LOGRAMI et DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

À la station de Vichy sur l'Allier en 2021, la période de migration s'étale sur 20 jours entre le 1^{er} et le 20 juin. Les passages ont eu lieu dans des températures de l'eau de l'Allier comprises entre 20 °C et 24 °C et des débits inférieurs à 50 m³/s (module = 94 m³/s à Saint-Yorre).

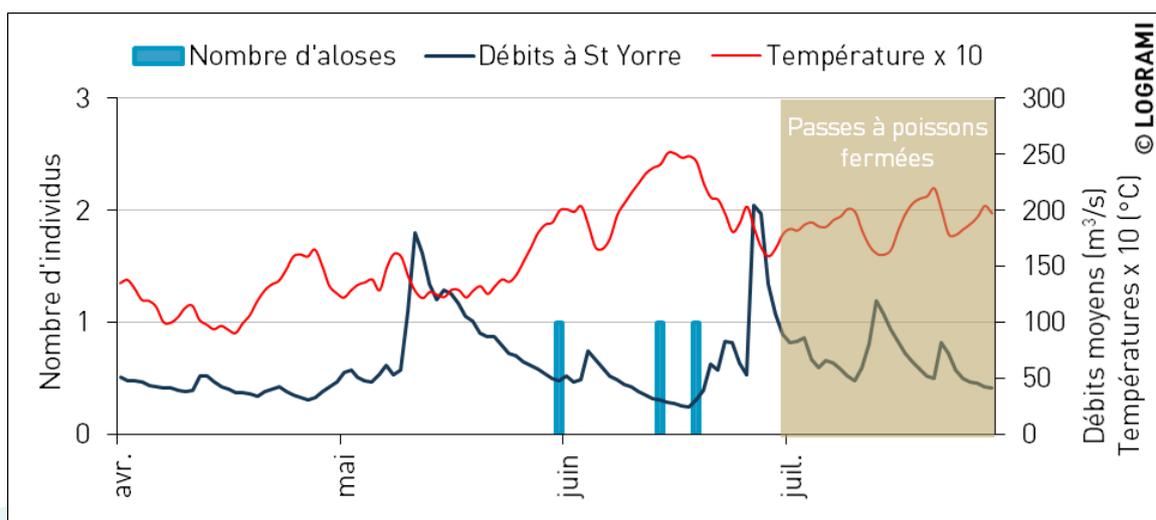
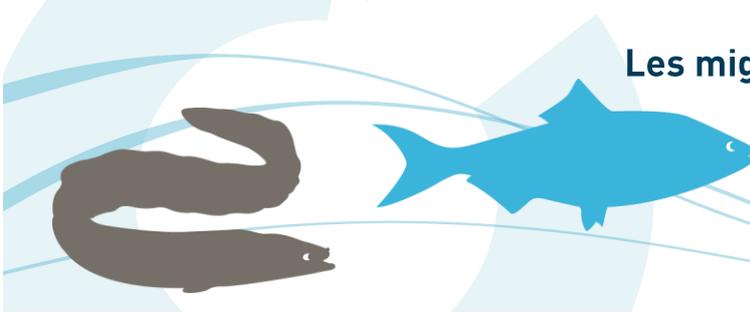


Figure 151 : Passages journaliers d'aloses à Vichy en relation avec la température de l'eau à Vichy et les débits de l'Allier à Saint-Yorre en 2021 (Sources : LOGRAMI et DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)



Pour rappel, suite à de violentes intempéries, le clapet n°6 du pont-barrage de Vichy a cassé le 28 juin 2021. Cet incident a entraîné une baisse rapide du niveau d'eau dans la retenue rendant les passes à poissons inopérantes entre fin-juin et début-août.

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 152).

Les passages horaires de l'année 2021, toutes stations confondues suivent la même tendance : 99 % des passages ont lieu entre 05 et 20h UTC et le pic a lieu en fin d'après-midi (13 % sur la tranche horaire de 17h à 18h).

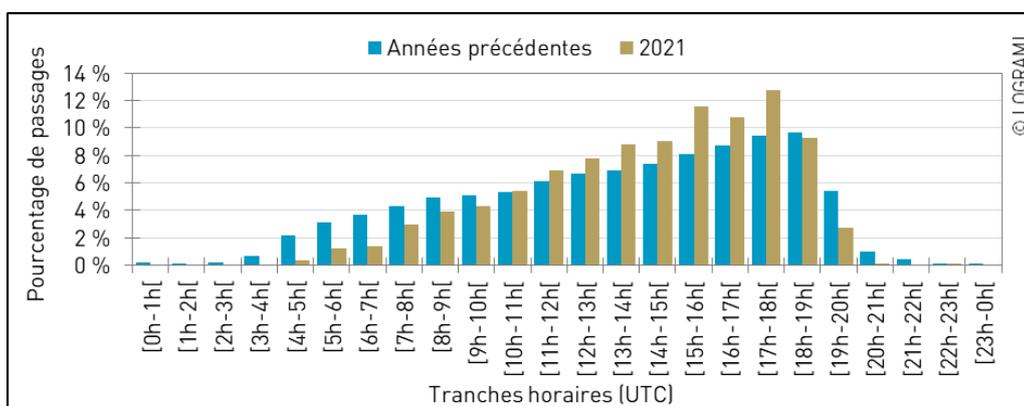


Figure 152 : Passages horaires des aloses aux stations de comptage du bassin de la Loire en effectif cumulé de 1997 à 2020 (n=130 326) et en 2021 (n=1 200)

4.4. Migration des lamproies marines

4.4.1. Amplitude de la période de migration

L'amplitude totale de la période de migration de la lamproie marine est, comme pour l'alose, beaucoup plus importante sur les stations de comptage situées à l'aval : 132 +/- 37 jours à Descartes et 104 +/- 28 jours à Châtellerault contre 33 +/- 13 jours à Decize et 31 +/- 5 jours à Vichy (Figure 153).

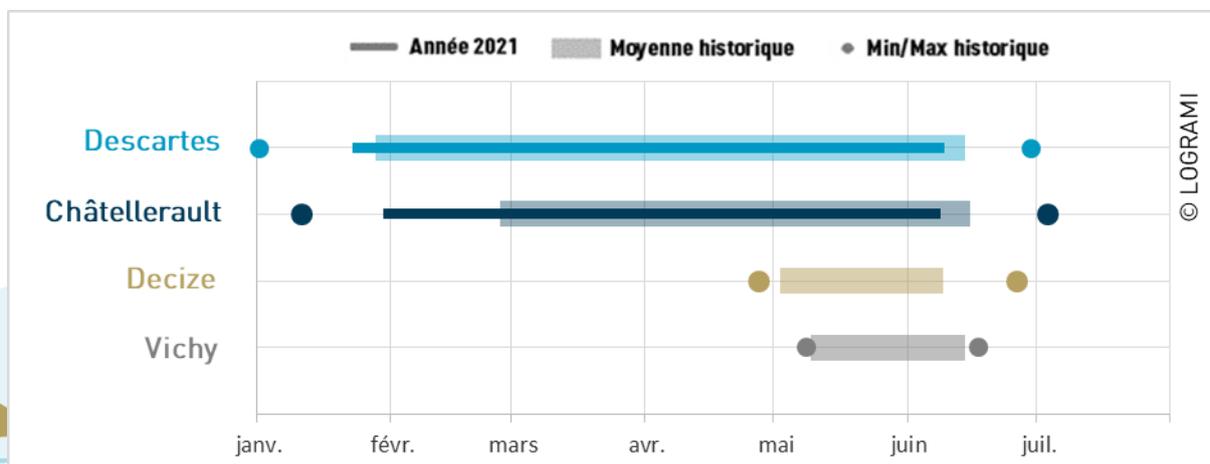


Figure 153 : Comparaison des amplitudes de migration des lamproies marines aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire en 2021 et en moyenne depuis le début des suivis

En 2021, pour la quatrième année consécutive, aucune lamproie n'a été comptée sur les stations amont. Sur les stations du bassin de la Vienne, l'amplitude totale de migration est assez proche de celles des années précédentes. Elle est de 136 jours à Descartes et de 128 jours à Châtellerault. Pour les deux stations, les passages ont débuté plus précocement et la migration s'est arrêtée dès le début du mois de juin.

La comparaison interannuelle de l'amplitude peut également être faite en retirant les passages isolés précoces et tardifs. Sur la Creuse, l'amplitude est beaucoup plus importante que les années précédentes, 90 % des passages se sont déroulés en 113 jours (contre 37 +/- 6 en moyenne de 2007 à 2020). A l'inverse, l'amplitude migratoire à Châtellerault est plus courte que les années antérieures, 90 % des individus ont franchi l'ouvrage en 29 jours (contre 40 +/- 9 en moyenne de 2004 à 2019).

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 Châtellerault (Figure 154). 50 % de la migration a lieu en moyenne le 3 mai +/- 10 jours à Descartes et le 4 mai +/- 10 jours à Châtellerault. Un décalage important est à noter entre ces deux stations et celles situées plus en amont sur le bassin de la Loire. En effet, la moitié des passages n'est effectué qu'à partir du 21 mai +/- 9 jours à Decize et du 25 mai +/- 5 jours à Vichy.

En 2021, sur la Creuse, les premiers passages furent bien plus précoces que les années antérieures. 5 % de la migration est atteinte dès le 3 février, soit 70 jours plus tôt que la moyenne interannuelle. Malgré ce constat, la migration est plus tardive puisque la moitié des individus n'a franchi l'ouvrage que le 9 mai, soit 6 jours plus tard que la moyenne interannuelle. Sur la Vienne à Châtellerault, la migration est globalement similaire à celle des années précédentes. 50 % des passages ont été effectués avant le 4 mai (soit 1 jours plus tard que la moyenne interannuelle).

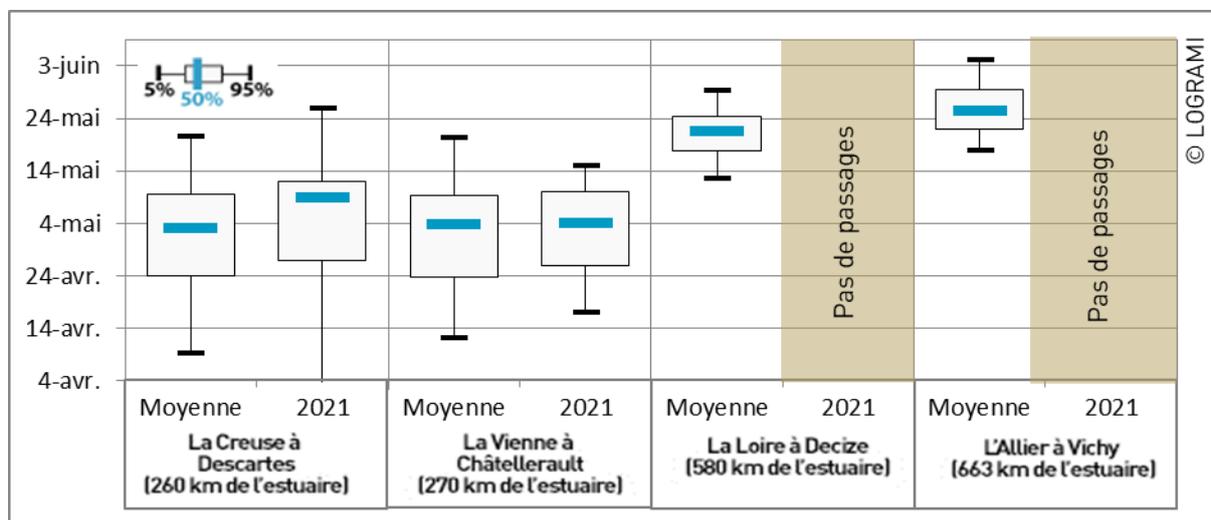


Figure 154 : Comparaison des périodes de passages des lamproies marines en 2021 aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire avec les périodes observées depuis la mise en place des stations

En 2021, les rythmes de migration des lamproies marines sur la Creuse à Descartes et sur la Vienne à Châtellerault sont très proches. Seul le début de migration diffère, avec l'arrivée précoce de géniteurs fin janvier

sur la Creuse (Figure 155). Cette précocité s'explique par des conditions environnementales favorables aux migrations début février (cf. 4.4.3 Passages journaliers sur la Creuse à Descartes).

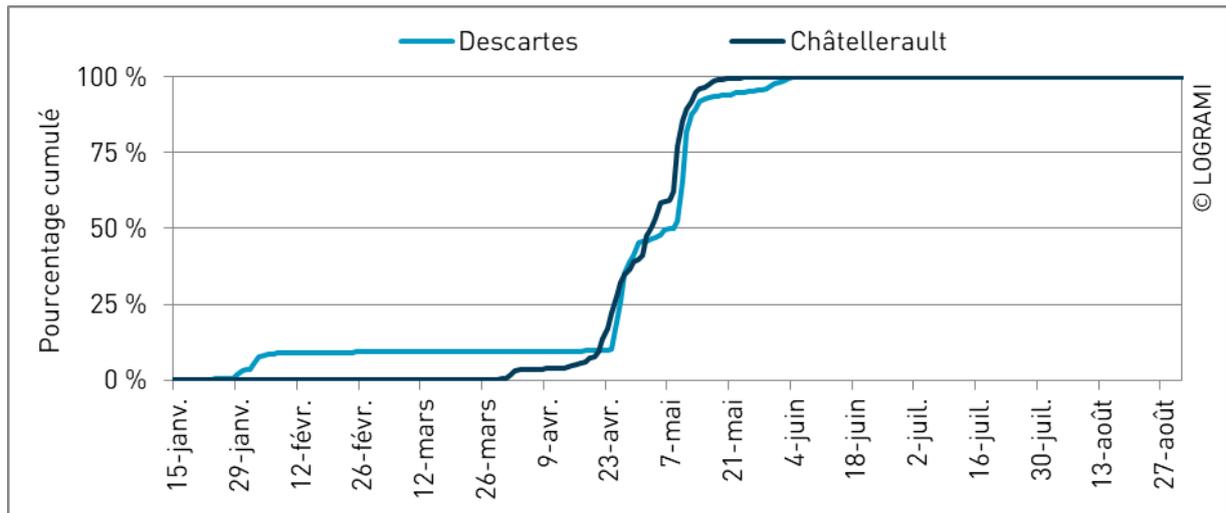


Figure 155 : Comparaison des rythmes de migration des lamproies en 2021 aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire

4.4.3. Passages journaliers

Sur la Creuse à Descartes, la première lamproie marine a franchi l'ouvrage le 23 janvier, la dernière le 6 juin. La crue et les températures élevées ont favorisé la migration des lamproies sur l'axe creuse dès la fin du mois de janvier (pic journalier de crue de 620 m³/s et température supérieure à 10 °C le 3 février). 90 individus ont ainsi été comptabilisés entre le 23 janvier et le 7 février (soit 9 % de l'effectif annuel). Très peu de passages ont eu lieu durant le mois de mars et les trois premières semaines d'avril. La migration ne s'est réellement intensifiée qu'à partir du 23 avril, date à laquelle la température de l'eau dépasse les 15 °C. La baisse des températures début mai a ralenti et fractionné la migration en deux périodes de forte activité (du 23 au 29 avril et du 8 mai au 14 mai). Le pic de migration journalier a lieu durant la deuxième période avec le comptage de 158 lamproies marines le 10 mai (soit 16 % de l'effectif annuel). Après le 13 mai, les franchissements sont plus faibles et ne dépassent qu'à une seule reprise les 10 individus journaliers (Figure 156).

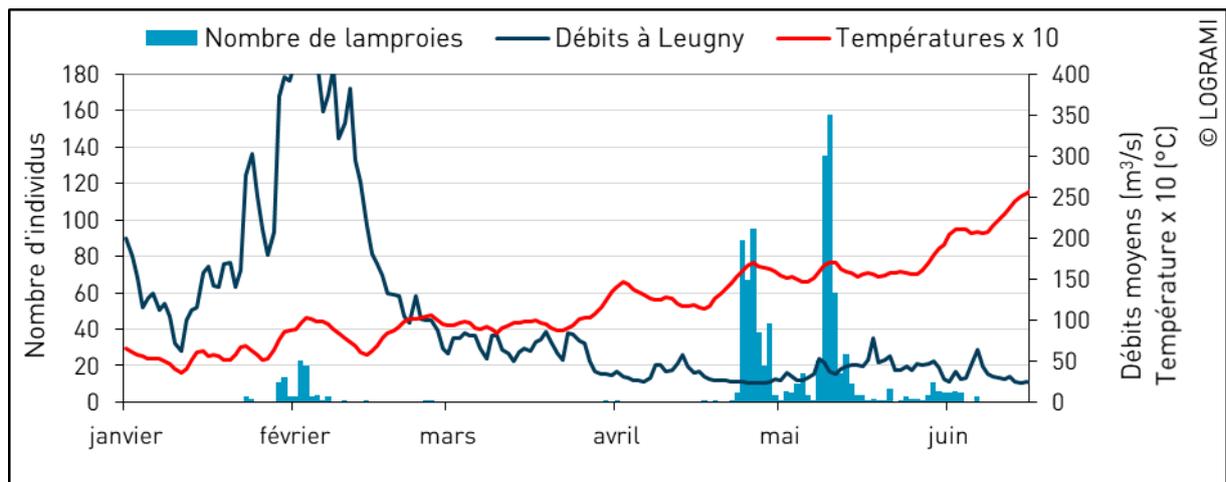
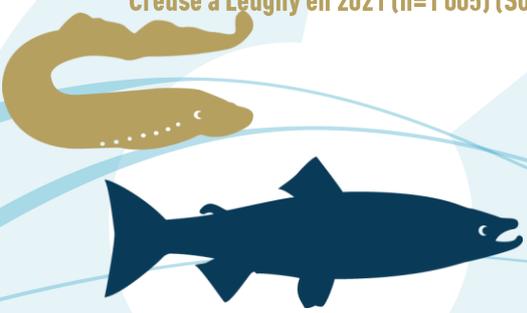


Figure 156 : Passages journaliers de lamproies marines à Descartes en relation avec la température de l'eau et les débits de la Creuse à Leugny en 2021 (n=1 005) (Source hydro : SPCVCA – Centre de Poitiers / Hydro – MEDD/DE)



À la station de Châtellerault sur la Vienne, la première lamproie est observée le 30 janvier, la dernière le 6 juin. Seulement 10 lamproies ont franchi l'ouvrage avant le 30 mars. En lien avec une forte augmentation de la température, quelques individus ont été observés début avril. Par la suite, l'essentiel de la migration a lieu du 21 avril au 14 mai. Durant cette période, les baisses de température ont eu une influence négative sur les passages journaliers et fractionné l'activité sans pour autant l'arrêter. Avec 444 lamproies marines comptabilisées (soit 15 % de l'effectif annuel), le pic journalier a lieu le 9 mai (Figure 157).

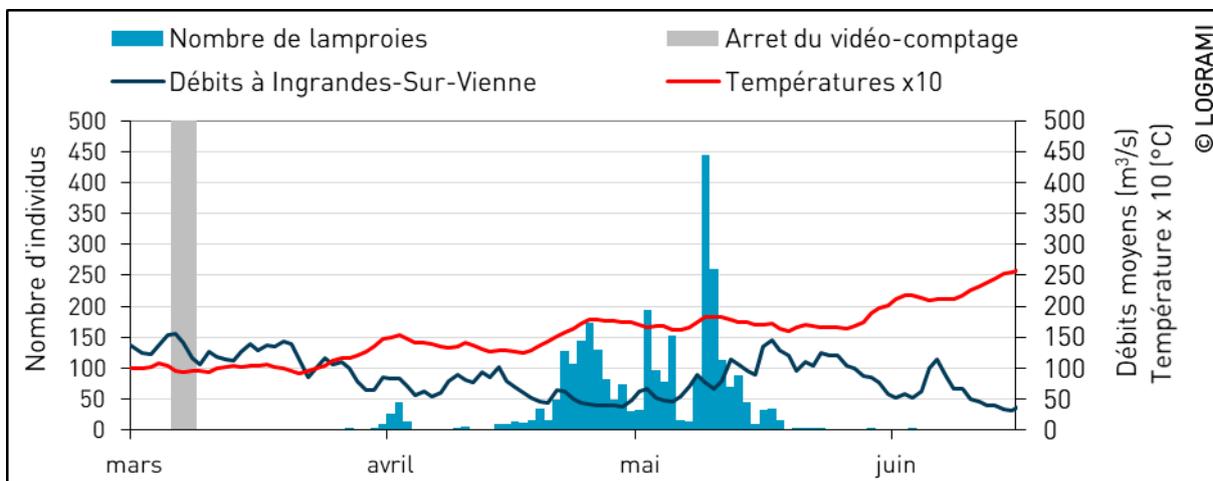


Figure 157 : Passages journaliers de lamproies marines à Châtellerault en relation avec les débits de la Vienne à Ingrandes-sur-Vienne de mars à juin 2021 (n=2 993) (Source hydro : SPCVCA – Centre de Poitiers / Hydro – MEDD/DE)

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.

En 2021, les passages horaires suivent la même tendance avec une migration majoritairement nocturne (63 % entre 20h et 5h UTC) et un pic d'activité sur la tranche horaire 04-05 h UTC (10 % des passages) (Figure 158). Un décalage global est tout de même à noter avec une activité plus importante en fin de nuit et début de matinée.

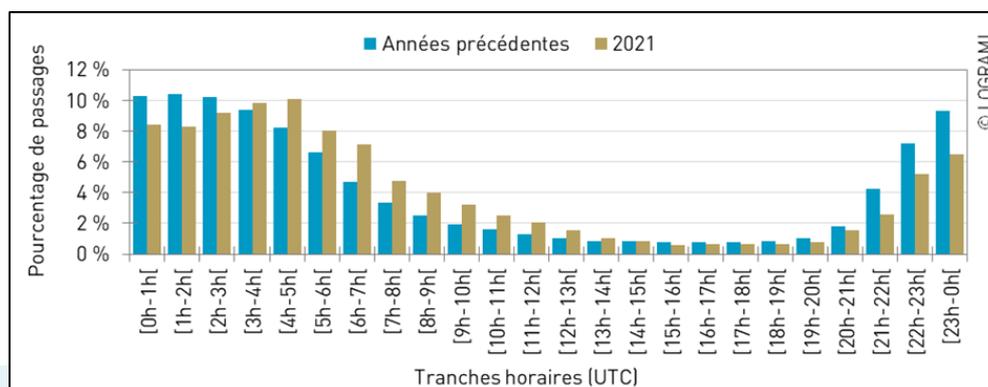
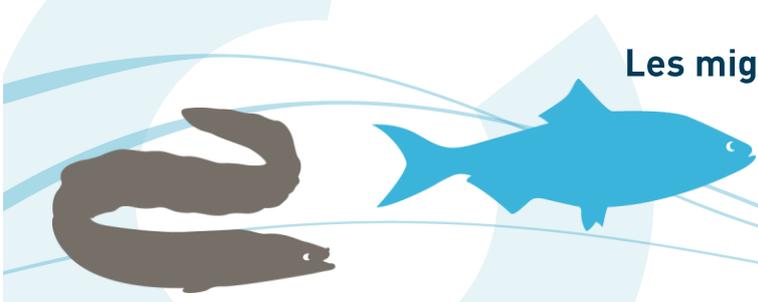


Figure 158 : Passages horaires des lamproies marines aux stations de comptage du bassin de la Loire en effectif cumulé depuis 1997 (n=566 202) et en 2021 (n=3 998)



4.5. Migration des géniteurs de saumon atlantique

Le nombre de saumons migrant sur la Vienne à Châtellerault étant très limité, la période de migration à cette station ne pourra pas être analysée. 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 de l'année 2009.

4.5.1. Amplitude de la période 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 159). Elle s'élève en moyenne à 235 jours +/- 59 à Descartes, 84 jours +/- 22 à Decize et 262 jours +/- 62 à Vichy. En 2021, les amplitudes furent plus courtes que les moyennes précédemment citées à Descartes (138 jours), à Vichy (230 jours) et à Decize (39 jours). Le très faible nombre de remontées estivales de saumon de un an de mer explique en partie ce résultat sur la Creuse. Sur la Loire, suite à une crue, la passe à poissons de l'ouvrage de Decize a été fermée une partie du mois de mai. Durant cet épisode des individus ont pu franchir le seuil par les clapets.

Les données de comptages depuis la mise en place des stations de Langeac et de Poutès montrent des amplitudes respectives moyennes de 229 jours +/- 16 et de 197 jours +/- 49. Ces migrations sur le haut Allier sont donc bien plus importantes et couvrent *in fine* plus de 65 % de l'année. En 2021, à Langeac, l'amplitude totale est de 206 jours. Elle est donc proche de celles des années précédentes. A Poutès, en raison de la reconfiguration du barrage et de la fermeture de l'ascenseur à poissons, l'amplitude de migration n'est pas connue en 2021.

La première année de suivi de la station de comptage de Jenzat sur la Sioule montre une amplitude migratoire de 134 jours. Le vidéo-comptage n'ayant été opérationnel qu'à partir du 27 mai, il est probable que des passages plus précoces n'aient pas été observés et que donc l'amplitude soit sous-estimée.

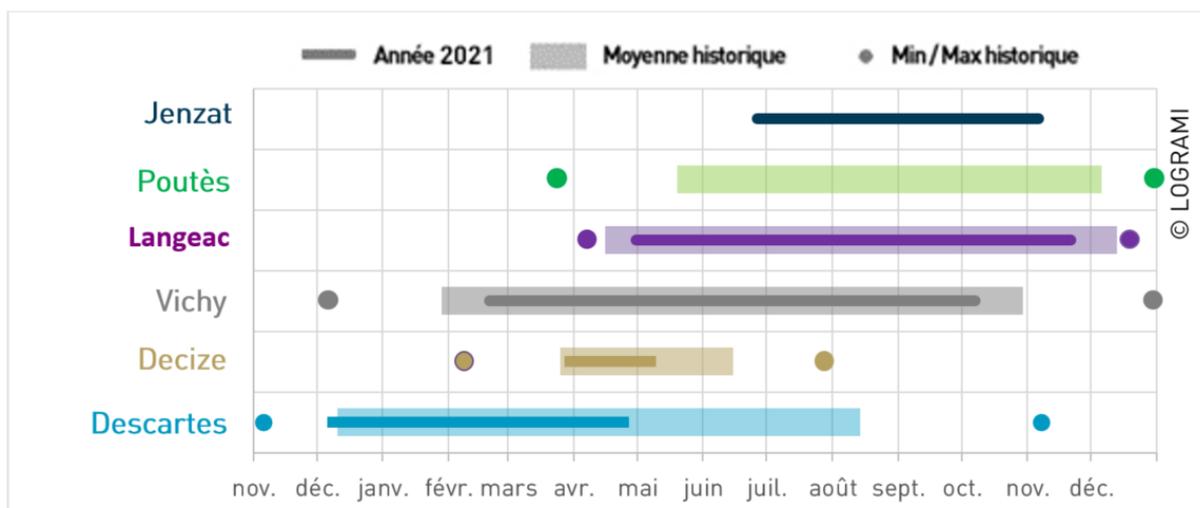


Figure 159 : Comparaison des amplitudes de migration des saumons aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire en 2021 et en moyenne depuis le début des suivis

En retirant les extrêmes de début et de fin de migration, le constat est le même : la migration sur les parties aval des axes est plus courte que celle des années précédentes. 90 % des saumons sont passés en 138 jours à Descartes contre 170 jours +/- 44 de 2007 à 2020 et en 68 jours à Vichy contre 96 jours +/- 42 de 1997 à 2020.

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 1^{er} juillet), 90 % des saumons en montaison migrent sur une période de 50 jours +/- 12 entre le 28 avril +/- 8 jours et le 15 juin +/- 7 jours. La durée de cette période oscille entre 31 et 61 jours. En 2021, 90 % des saumons ont franchi le seuil de Langeac en 45 jours du 8 mai au 21 juin ;
- A Langeac après l'été (après le 1^{er} septembre), 90 % de la migration est étalée en moyenne sur 52 jours +/- 13. Elle commence le 29 septembre +/- 11 jours pour finir le 19 novembre +/- 10 jours. Cette période de migration automnale oscille entre 33 et 80 jours. Elle est de 59 jours en 2021 (du 18 septembre au 15 novembre) ;
- A Poutès avant l'été, 90 % des saumons migrent sur une durée moyenne de 43 jours +/- 19 jours entre le 9 mai +/- 15 jours et le 21 juin +/- 20 jours. Cette période oscille entre 33 et 88 jours.
- A Poutès, après l'été, 90 % des poissons migrent sur une durée moyenne de 57 jours +/- 18 jours entre le 28 septembre +/- 15 jours et le 23 novembre +/- 11 jours. La période de migration oscille entre 54 et 102 jours.

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 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.

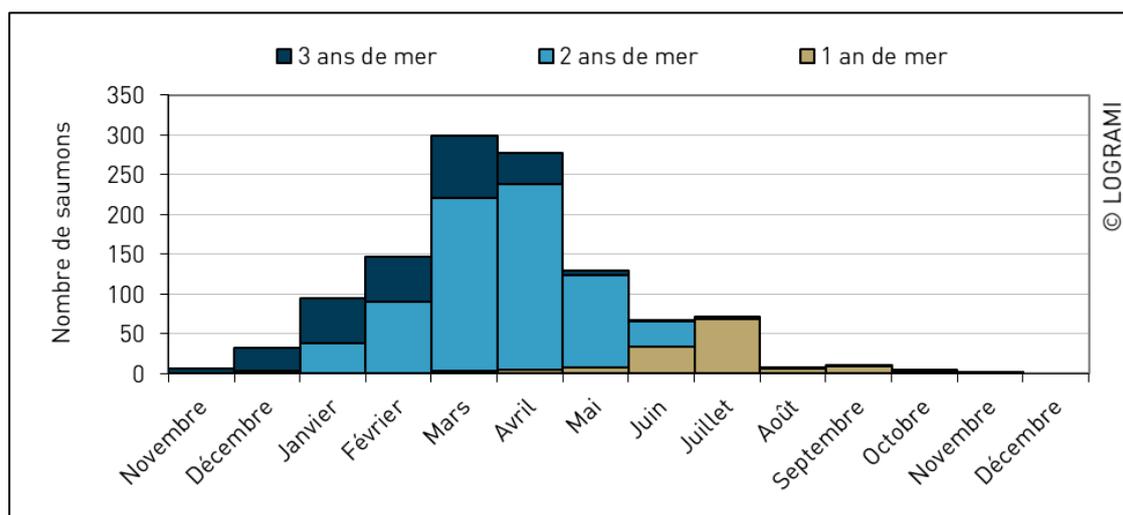
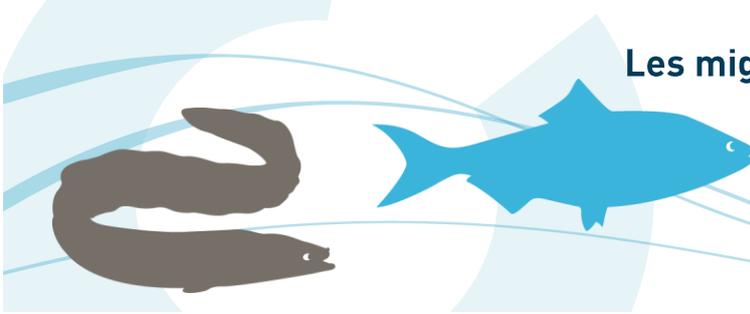


Figure 160 : Répartition annuelle des passages de saumons ayant franchi le seuil de Descartes depuis 2007 selon leur classe d'âge(n=1 149)

De même à Vichy sur l'Allier, chaque classe d'âge a une période spécifique de montaison (Figure 161). Pour les 3 ans de mer, 90 % des passages sont réalisés entre le 6 février et le 19 mai (75 jours). La période est plus courte pour les 2 ans de mer avec 90 % des passages compris entre le 26 mars et le 30 mai (66 jours). Les individus de 3 ans de mer arrivent les premiers à la station de comptage. Ainsi, 70 % 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, 53 % 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 (131 individus sur la période 1997-2021). Ces derniers sont contrôlés essentiellement sur la période avril-octobre. 90 % des passages sont compris entre le 14 avril et le 17 octobre (187 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 (163 individus sur 271 comptabilisés à cette période). Le reste est composé de 30 % des saumons de 3 ans de mer et 10 % de saumons de 1 an de mer.

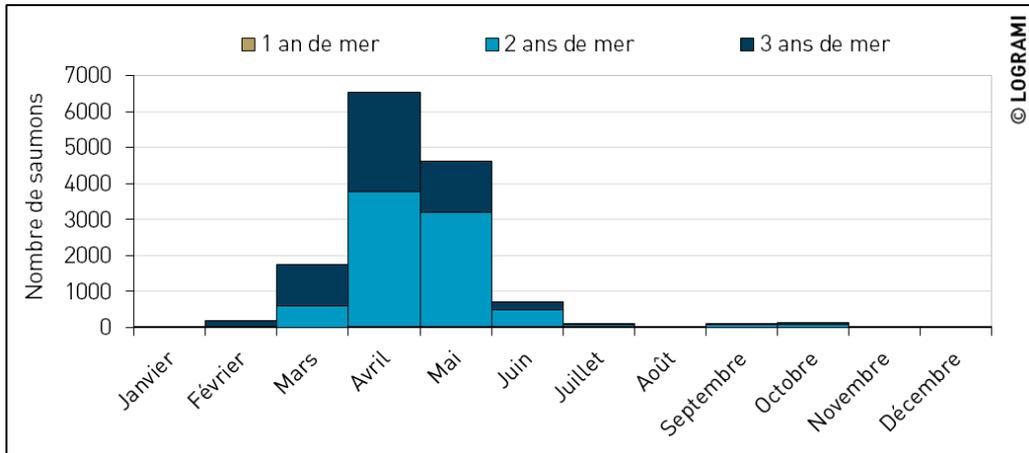


Figure 161 : Répartition annuelle des passages de saumons ayant franchi le barrage de Vichy depuis 1997 selon leur classe d'âge (n=15 255)

À Langeac, depuis le début des comptages la logique d'une arrivée des saumons de trois ans de mer avant les deux ans de mer n'est pas respectée (Figure 162). La période printanière (avril-mai-juin) correspond à 33 % des passages, 2/3 des saumons sont des 2 ans de mer et 1/3 des 3 ans de mer. À la fin du mois de juin, 33 % des saumons de 2 et 3 ans de mer ont franchi le seuil de Langeac. Les résultats du radiopistage des saumons en 2019 avaient mis en évidence que les saumons de 3 ans de mer avaient marqué leur arrêt estival plus tôt et plus en aval. Ces résultats expliquent la présence plus importante des saumons de 2 ans de mer à la station de comptage de Langeac au printemps. Il semblerait que la migration des saumons en 2021 suive la même tendance.

Le pic de migration automnal se situe en octobre/novembre. Pendant ces 2 mois, 61 % des 2 et 3 ans de mer vont franchissent le seuil. Très peu d'individus d'un an de mer arrivent sur le haut du bassin (6 individus sur la période depuis 2003). 50 % d'entre eux sont contrôlés au mois d'octobre (3/6), comme pour les 2 et 3 ans de mer.

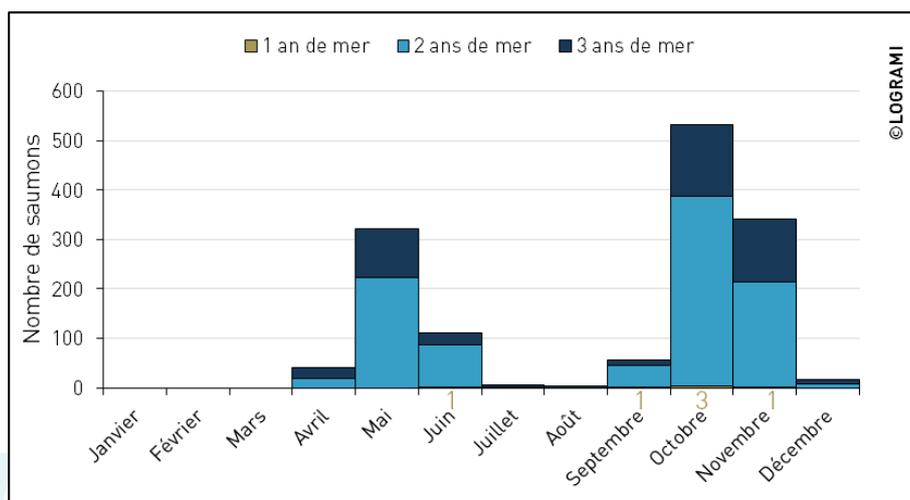


Figure 162 : Répartition annuelle des passages de saumons ayant franchi le seuil de Langeac depuis 2003 selon leur classe d'âge (n=1 027)

A Poutès, l'amplitude de migration des saumons au printemps reflète celle de Langeac. La majorité des saumons printaniers sont de 2 ans de mer. Fin juin, 25 % des 2 ans de mer et 21 % des 3 ans de mer ont franchi le barrage de Poutès. Ces individus représentent 23 % de la migration totale. Les températures étant plus froides à Poutès, des saumons franchissent également le barrage en juillet et août (Figure 163).

La majorité des passages se fait au moins de novembre, dans la continuité de l'amplitude de migration à Langeac. Ce mois représente 33 % et 43 % des effectifs de 2 et 3 ans de mer sur l'ensemble de la période de migration. La station de Langeac et de Poutès sont relativement proches en distance (environ 32 km), l'amplitude de migration au printemps et à l'automne des saumons de 2 et 3 ans de mer est relativement similaire.

Très peu d'individus d'un an de mer arrivent jusqu'à Poutès (48 individus depuis le début des comptages). Ces derniers sont contrôlés essentiellement sur la période octobre/novembre (65 % de la migration), comme pour les 2 et 3 ans de mer.

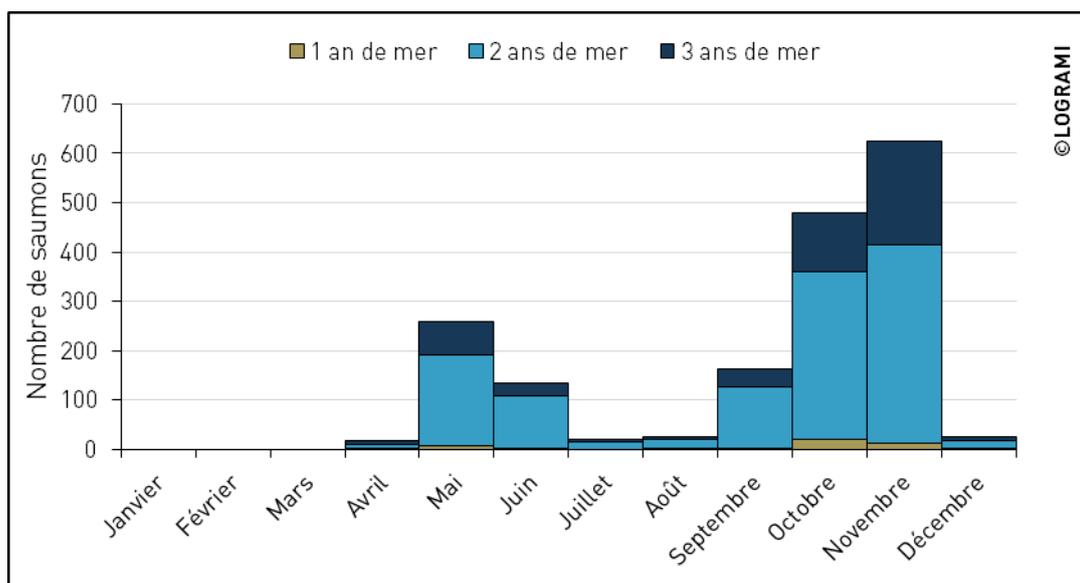
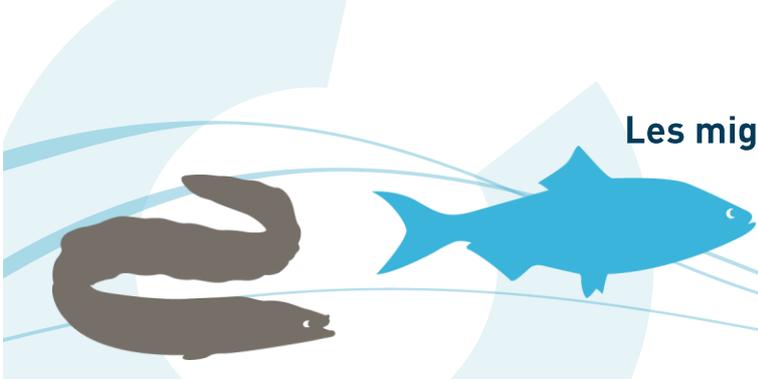


Figure 163 : Répartition annuelle des passages de saumons ayant franchi le barrage de Poutès depuis 1986 selon leur classe d'âge (n=1759)

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. A l'inverse, les migrations sont beaucoup plus tardives aux stations les plus éloignées de l'océan.

Depuis le début des suivis, la moitié des passages a lieu en moyenne avant le 2 avril +/- 20 jours alors que 50 % de la migration est réalisée le 20 avril +/- 8 jours à Decize sur la Loire et le 26 avril +/- 6 jours à Vichy sur l'Allier. Par ailleurs, la migration est plus étalée à Descartes qu'aux autres stations situées à l'aval des axes. La précocité des premiers passages et la présence de saumons de 1 an de mer, migrant plus tardivement, explique cet étalement. Sur la partie amont de l'Allier, la migration est fractionnée par l'arrêt estival des saumons. En moyenne 35 % des poissons franchissent le seuil 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 +/- 38 jours à Langeac et après le 14 octobre +/- 32 jours à Poutès).



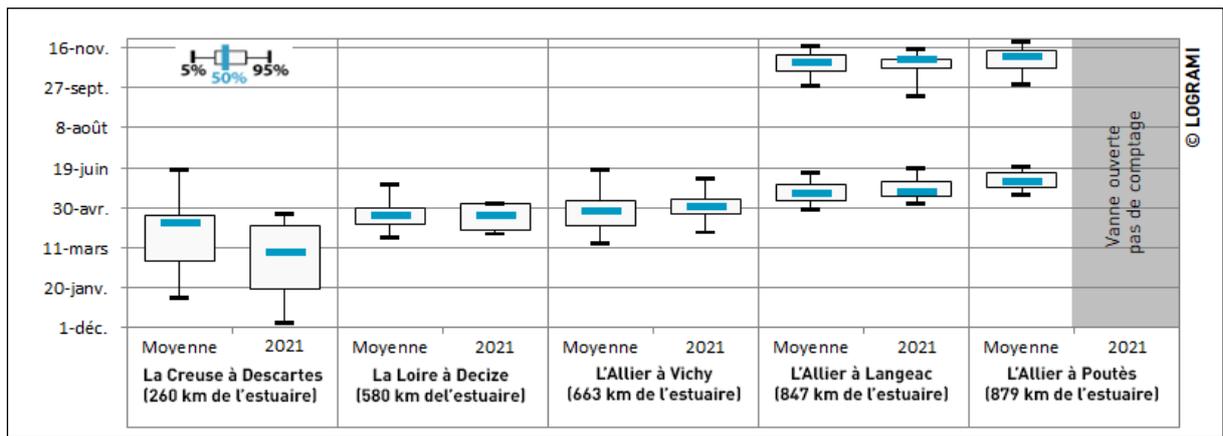


Figure 164 : Comparaison des périodes de passages des saumons en 2021 aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire avec les périodes observées depuis la mise en place des stations

La période de migration en 2021 à Descartes est plus précoce que celles des années précédentes : 50 % des individus sont passés avant le 5 mars, soit 30 jours plus tôt que la moyenne des années antérieures (4 avril +/- 19 jours).

Sur l'Allier à Vichy, la moitié des passages a eu lieu le 2 mai, soit 6 plus tard que la moyenne interannuelle (26 avril +/- 6 jours).

Sur la partie amont de l'Allier à Langeac, 50 % des passages printaniers de l'année 2021 ont été réalisés au 20 mai, ce qui est proche de la moyenne interannuelle (18 mai +/- 5 jours). De même, la période de migration automnale est similaire à celles des années précédentes (50 % de la migration a été effectuée au 1^{er} novembre en 2021, alors qu'en moyenne la moitié des individus a franchi l'ouvrage au 28 octobre +/- 10 les années antérieures).

En 2021, les rythmes observés aux différentes stations de comptage (avec plus de 10 individus) ont suivi la même logique que les années précédentes. À 50 % de migration, des décalages temporels entre les stations sont à noter : 58 jours entre Descartes et Vichy, 143 jours entre Vichy et Langeac.

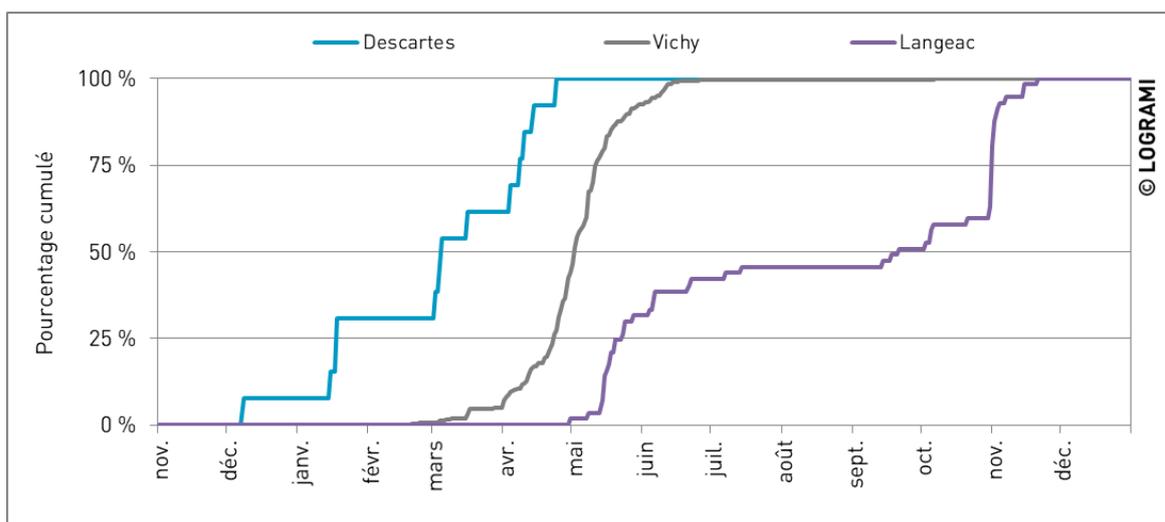


Figure 165 : Comparaison des rythmes de migration de saumons en 2021 aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire

Le rythme migratoire des saumons suivant leurs classes d'âges peut aussi être comparé. Ainsi à Descartes sur la Creuse, les saumons restés 3 ans en mer ont été plus précoces que les années précédentes (38 jours de

décalage à 50 % de migration). Le faible nombre d'individus observés en 2021 ne permet pas d'obtenir une courbe lissée et amplifie donc ce décalage. Les individus de 2 ans de mer ont eu un rythme proche de celui des autres années, 1 jour de retard à 50 % de la migration. A noter que l'abaissement des clapets, après le 14 juillet, a pu entraîner le blocage de saumons d'un an de mer à l'aval de l'ouvrage. Ce constat associé au faible effectif de 1 an de mer observé en 2021 (seulement 1 saumon) ne permet pas de réaliser une comparaison pour cette classe d'âge.

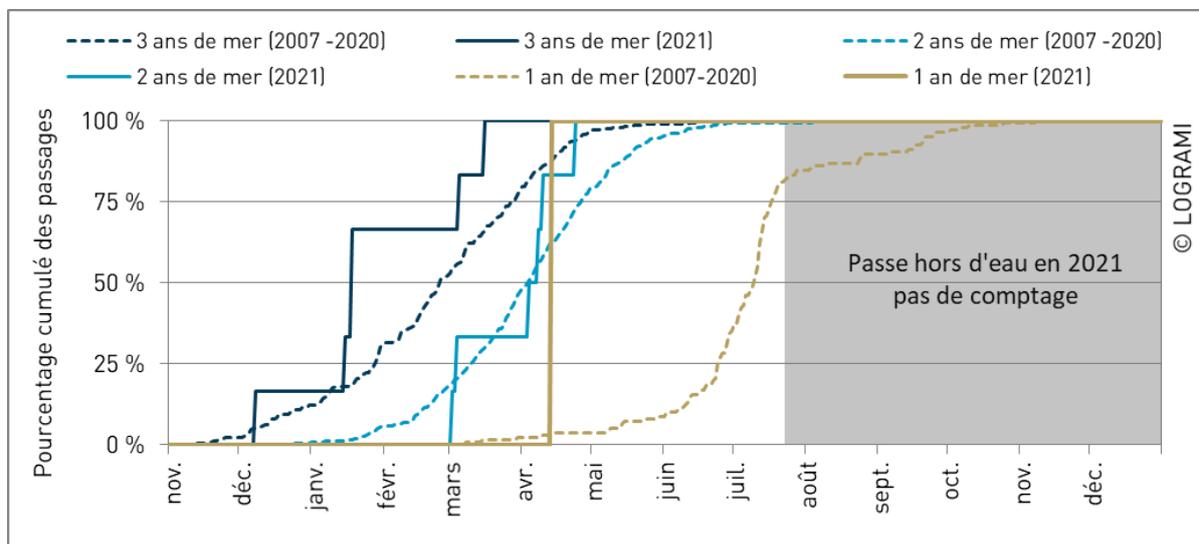


Figure 166 : Comparaison des rythmes de migration des saumons par classe d'âge à la station de Descartes entre 2021 et les données de la période 2007-2020

A Vichy en 2021, l'intégralité des saumons comptabilisés est passée entre le 20 février et le 7 octobre (230 jours). Pour les individus de 3 ans de mer et de 2 ans de mer, le rythme migratoire est plus tardif de quelques jours par rapport aux données antécédentes. Pour 50 % des passages, ce retard migratoire représente 12 jours pour les saumons de 3 ans de mer et 8 jours pour les saumons de 2 ans de mer. L'absence d'individu de 1 an de mer en 2021 ne permet pas de réaliser une comparaison pour cette classe d'âge (Figure 167).

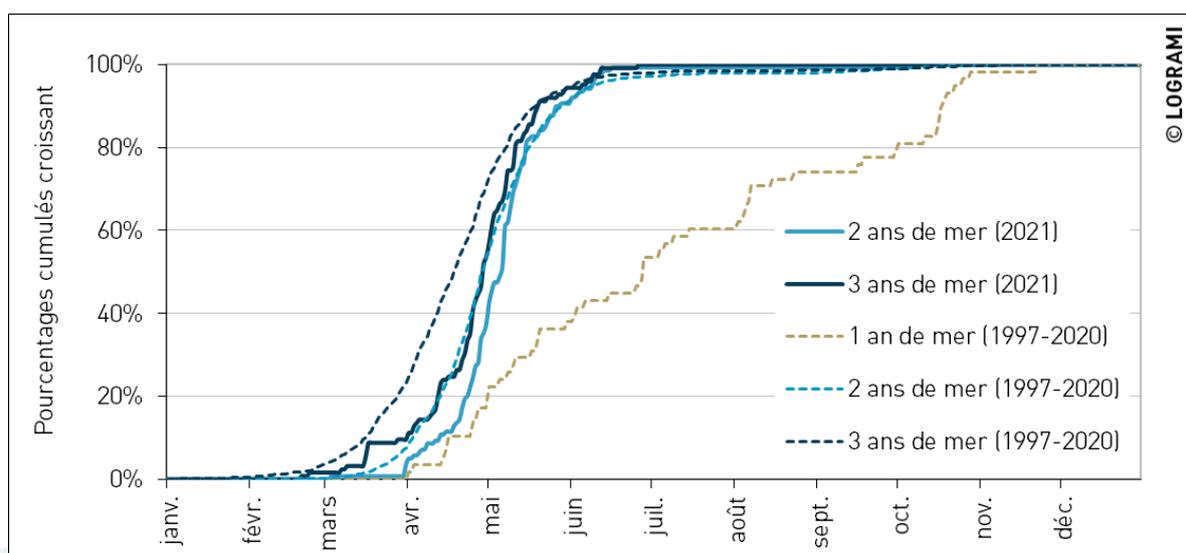
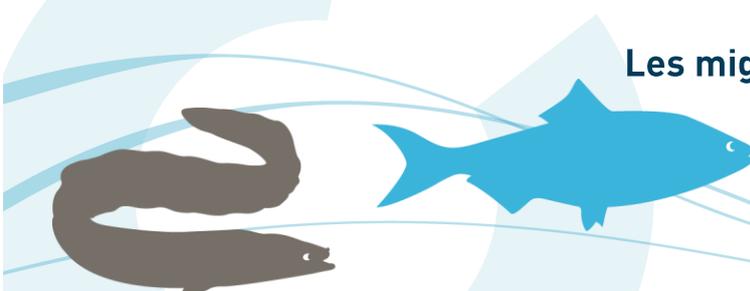


Figure 167 : Comparaison des rythmes de migration des saumons par classe d'âge à la station de Vichy entre 2021 et les données antécédentes



Il semblerait que les travaux sur la Vanne N°7 du barrage aient impacté l'attractivité du dispositif de franchissement en rive droite et augmenté le retard des saumons.

À Langeac en 2021, l'intégralité des saumons comptabilisés est passée entre le 30 avril et le 21 novembre (206 jours). En retirant la période d'arrêt estival, la migration s'est étendue sur 145 jours, du 30 avril au 14 juillet (76 jours) et du 14 septembre au 21 novembre (69 jours). Pour les individus de 2 ans de mer, le rythme migratoire est plus précoce par rapport aux données antérieures (Figure 168). En effet, 50 % des saumons de 2 ans de mer étaient déjà passés au 21 juin 2021, alors qu'en moyenne cette valeur n'est atteinte qu'au 16 octobre. La migration printanière des 2 étés en 2021 est de 53 % alors qu'en moyenne, elle n'est que de 32 % depuis 2003. Cette observation montre soit que les saumons de 2 ans de mer ont migré plus tôt à la station soit que peu d'individus ont migré en automne.

Les faibles débits rencontrés durant le mois d'octobre ont possiblement pénalisé les saumons à rejoindre l'amont de Langeac. Cependant la dynamique des 3 ans de mer est globalement similaire aux données antérieures.

En 2021, 53 % des saumons de 2 étés de mer avaient déjà rejoint l'amont de Langeac au printemps alors que depuis 2003, cette proportion est plus de l'ordre de 32 %. La migration des 2 étés de mer a été plus précoce que les autres années, avec l'hypothèse que les faibles débits pénalisent en plus grande partie les gros saumons (3 ans de mer) et moins voire peu les saumons de 2 étés de mer.

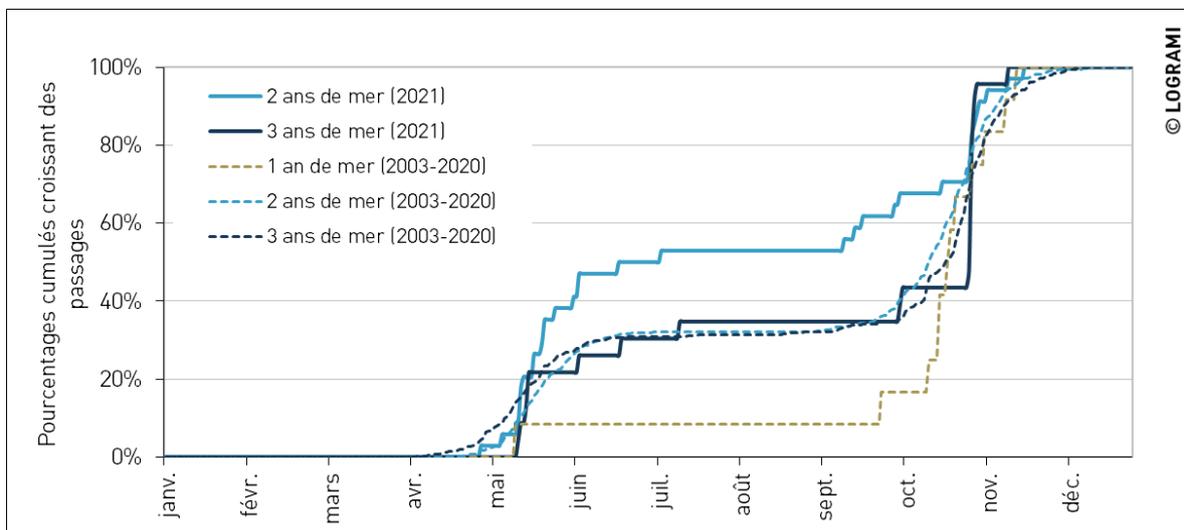
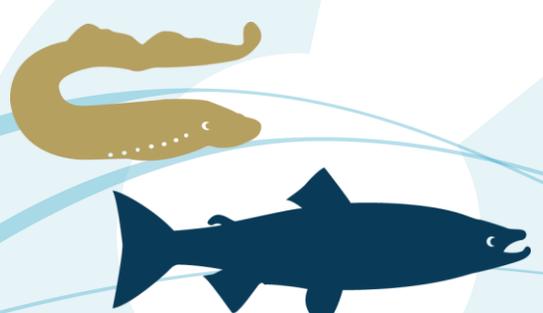


Figure 168 : Comparaison des rythmes de migration des saumons par classes d'âge à la station de Langeac entre 2021 et les données de la période 2003-2020

En raison des travaux réalisés sur le barrage de Poutès en 2021, l'ascenseur à poissons est resté inopérant toute l'année, les saumons sont alors passés par la section ouverte en rive gauche du barrage au printemps et par la section ouverte des vannes du 30 septembre au 14 décembre.

Concernant la dynamique migratoire entre 1986 et 2020 (Figure 169), la migration printanière ne représente que 25 % des passages des saumons quel que soit leur âge. À l'automne, 50 % de la migration des 1, 2 et 3 ans de mer est atteinte entre le 19 et le 26 octobre. À partir du 5 novembre, date à laquelle des saumons commencent à frayer en aval du barrage de Poutès, 28 % et 34 % des saumons de 2 et 3 ans de mer ne sont pas encore comptés au barrage. Cette proportion non négligeable est majoritairement composée de mâles errants alors en recherche de nouvelles femelles pas encore accouplées.



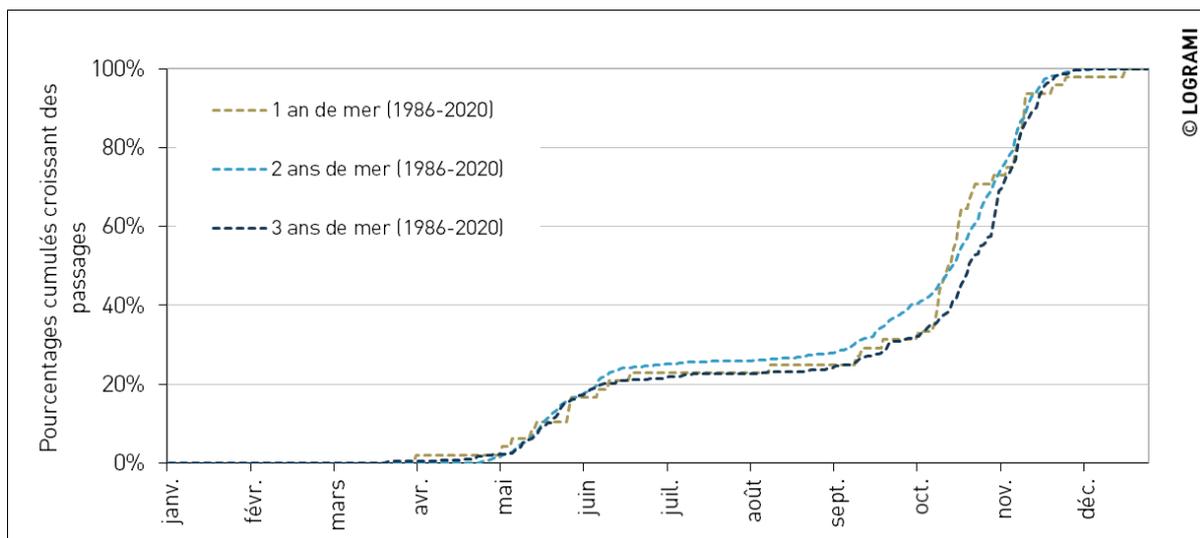


Figure 169 : Rythmes de migration des saumons par classe d'âge à la station de Poutès entre 1986 et 2020

4.5.3. Passages journaliers de montaison

Sur la Creuse à Descartes, le premier saumon a été observé le 8 décembre 2020. Les passages journaliers sont faibles et discontinus. La migration est plus concentrée sur les mois de mars et d'avril avec 69 % de l'effectif annuel (soit 9 saumons). La migration s'arrête dès le 24 avril, aucun individu n'a été observé par la suite (Figure 170).

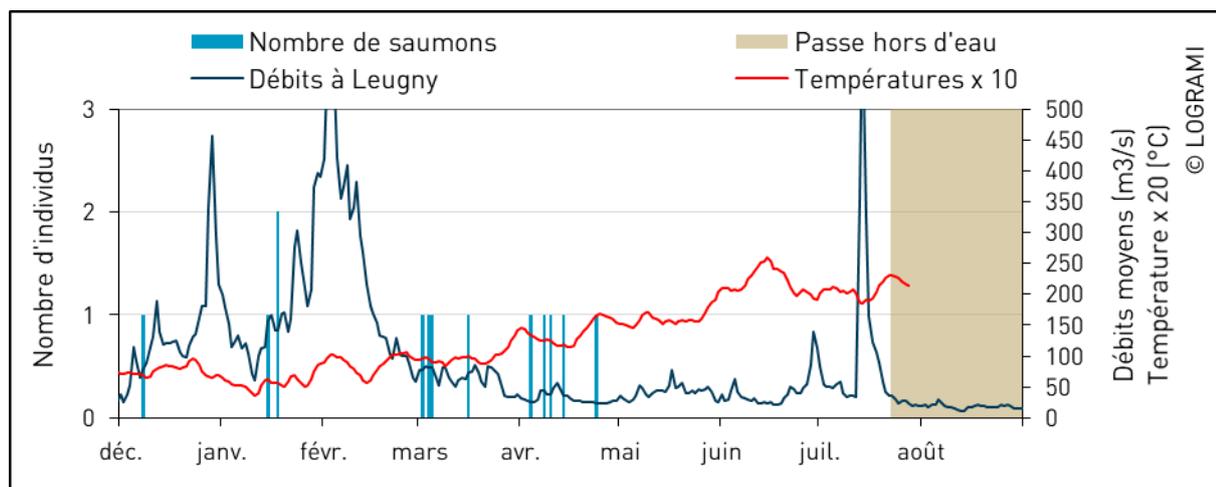


Figure 170 : Passages journaliers de saumons à Descartes en relation avec la température de l'eau et les débits de la Creuse à Leugny en 2021 (n=13) (Source hydro : SPCVCA – Centre de Poitiers / Hydro – MEDD/DE)

Sur la Vienne à Châtellerault, seulement 5 saumons ont été observés entre le 26 décembre 2020 et le 1^{er} juillet 2021. Les passages sont diffus et isolés, aucune tendance ne peut être montrée.

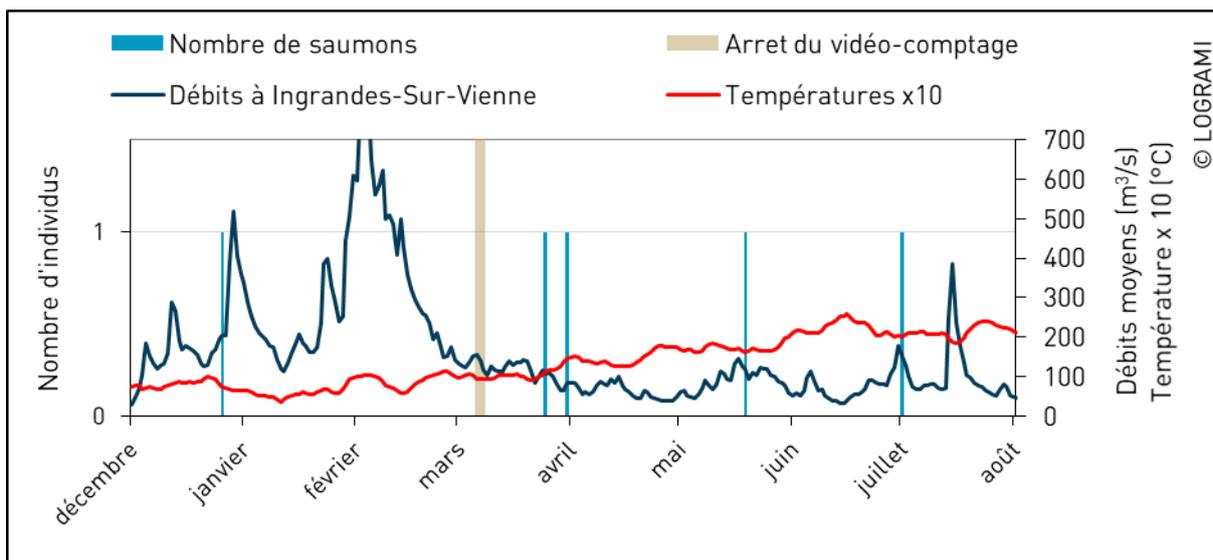


Figure 171 : Passages journaliers de saumons à Châtellerault en relation avec la température de l'eau et les débits de la Vienne à Ingrandes-sur-Vienne en 2021 (n=5) (Source hydro : SPCVCA – Centre de Poitiers / Hydro – MEDD/DE)

Sur la Sioule à Saint-Pourçain-sur-Sioule, un seul saumon en montaison a été comptabilisé le 29 avril 2021 (Figure 172). Le passage a eu lieu avec une température de l'eau de l'Allier de 15 °C et un débit de 5 m³/s (module = 24 m³/s à Saint-Pourçain-sur-Sioule).

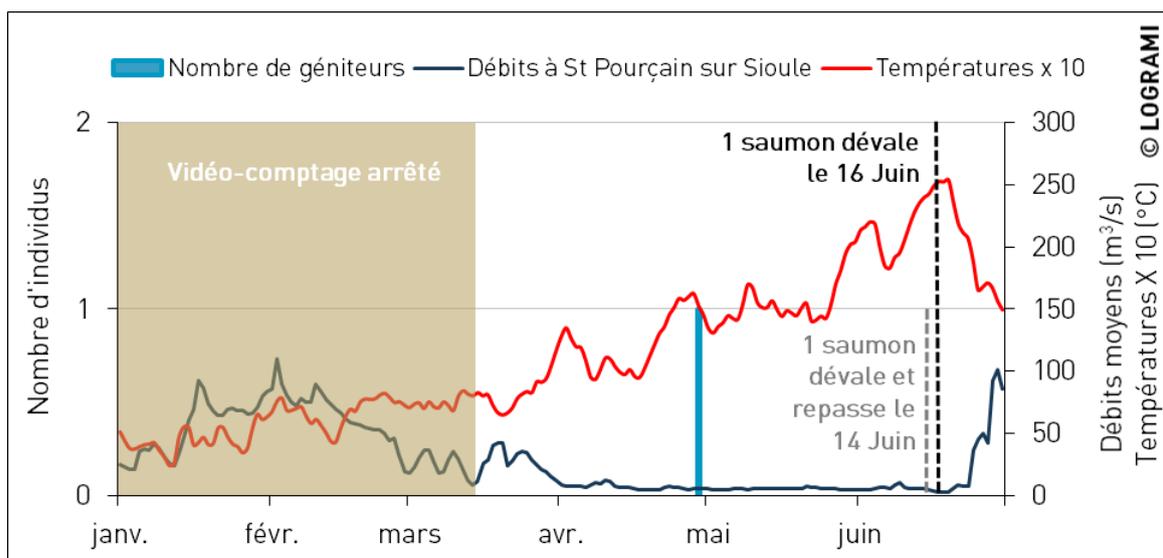


Figure 172 : Passages journaliers de saumons à Saint-Pourçain-sur-Sioule en relation avec les débits de la Sioule à Saint-Pourçain-sur-Sioule en 2021 (Sources : LOGRAMI et DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

Le remplacement de la turbine de l'usine a occasionné un arrêt de l'alimentation électrique entre le 24 juillet 2020 et le 18 mars 2021. Pendant le début d'année 2021, certains individus ont pu emprunter la passe à poissons ouverte sans être détectés par le système de comptage. Toutefois, le canal de restitution aura été beaucoup moins attractif pour les poissons. Il est possible également que certains poissons aient franchi l'ouvrage par le dispositif de franchissement du seuil non équipé d'un système de comptage.

Un individu a été comptabilisé en dévalaison pendant la période de migration le 16 juin. Un autre individu a également été aperçu à la station en dévalaison mais a fini par remonter en amont de l'ouvrage le 14 juin. Ces saumons ont été observés avec des débits à Saint-Pourçain-sur-Sioule inférieurs à 5,3 m³/s. Durant la première



quinzaine de juin, le débit journalier a été en moyenne 4,5 fois moins important que les débits de référence calculés sur 54 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 faible débit de la Sioule entre début-avril et mi-juin, aient contraint ces individus à se replier en aval du complexe de Saint-Pourçain-sur-Sioule. Ils ont probablement rejoint l'Allier en quête d'une zone plus fraîche (plus profonde).

De 2017 à 2021, le maximum des passages est observé à la station de Saint-Pourçain-sur-Sioule pour des valeurs de débit comprises entre 10 et 15 m³/s (30 % des passages). La comparaison de l'occurrence des débits pendant la période de migration avec les passages de saumons montre, qu'à partir de 25 m³/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 m³/s (Figure 173). Pour rappel, le complexe de Saint-Pourçain-sur-Sioule dispose également d'un système de franchissement non pourvu de système de comptage des migrations. Il semblerait que cette voie de passage soit plus attractive pour des débits dépassant les 40 m³/s. Les comptages à l'usine ne sont donc pas exhaustifs.

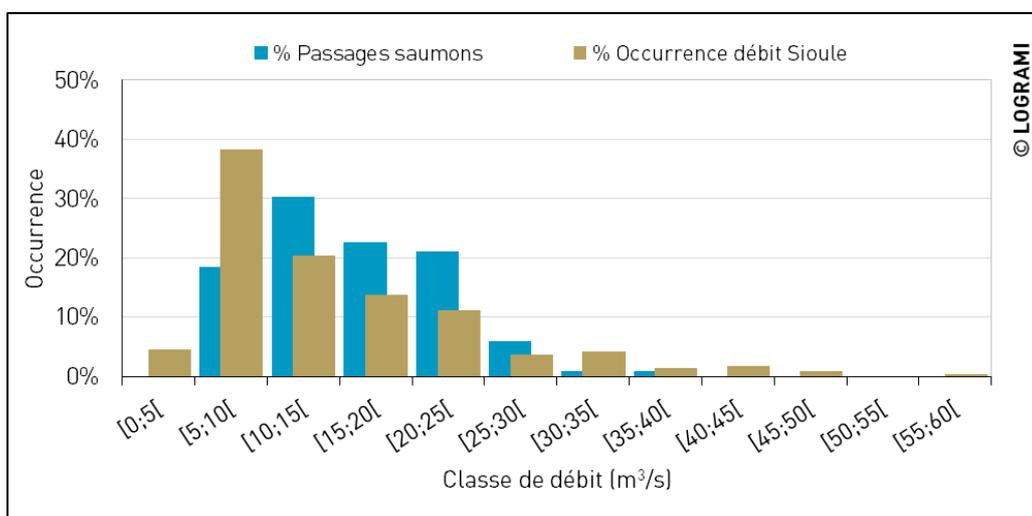
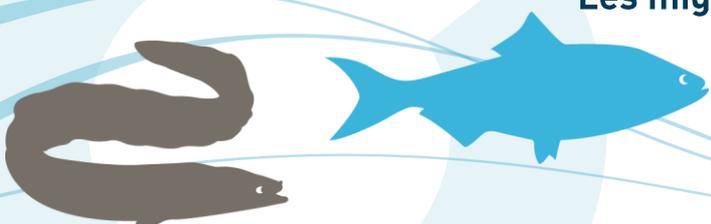


Figure 173 : Occurrence des passages journaliers de saumons et des débits de la Sioule à la station de comptage de Saint-Pourçain-sur-Sioule depuis 2017 (Sources : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

Sur la Sioule à Jenzat, la station de comptage a été mise en fonctionnement le 27 mai 2021, soit 47 jours après l'ouverture de la passe à poissons. Pendant cette période, des individus ont pu emprunter le dispositif sans être comptabilisés. En effet, la migration des saumons a lieu entre fin-mars et fin-mai à la station de Saint-Pourçain-sur-Sioule située 30 km en aval.

Suite à une crue de la Sioule fin-juin (76 m³/s le 28 juin) et mi-juillet (59 m³/s le 16 juillet), 17 saumons ont franchi l'ouvrage. Ces individus ont été observés avec des débits à Ebreuil supérieurs à 32 m³/s (module = 19,6 m³/s) et des températures de l'eau de la Sioule comprises entre 14 °C et 16 °C. **Ces observations attestent de la non-exhaustivité des comptages à la station de Station de Saint-Pourçain-sur-Sioule.**

Lors du premier épisode de crue, certains individus ont pu emprunter le clapet de surverse totalement abaissé du seuil sans être détectés par le système de comptage. Contrairement à la station de Saint-Pourçain-sur-Sioule, des migrations automnales ont été observés à la station de Jenzat. Deux individus ont été comptabilisés le 10 octobre et le 6 novembre. Les débits soutenus rencontrés pendant les périodes estivale et automnale en 2021 ont favorisé la progression des saumons ayant survécu à l'été sur la partie aval de la Sioule.



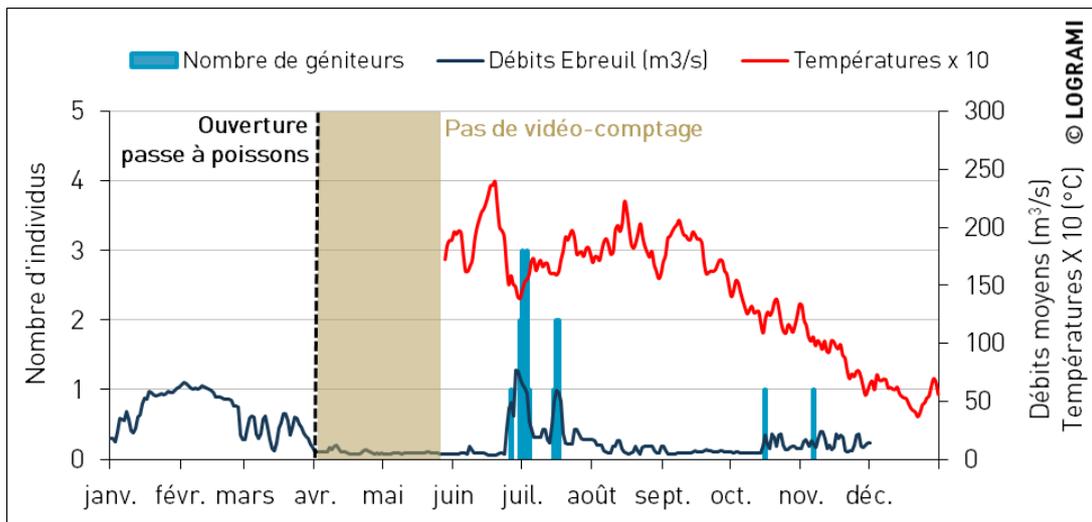


Figure 167 : Passages journaliers de saumons à Jenzat en relation avec les débits de la Sioule à Ebreuil en 2021 (Sources : LOGRAMI et DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

Sur l'Allier à Vichy, le début d'année est caractérisé par la présence de crues hivernales. Les passages de géniteurs s'intensifient très nettement lorsque la température de l'eau dépasse les 10 °C. L'intégralité des passages a eu lieu avec des températures de l'eau comprises entre 7,7 °C et 25,1 °C. La plage de température optimale des saumons pour franchir les passes à poissons se situe entre 9 et 17 °C (Cohendet, 1993). En 2021, 250 saumons (95 % des passages) ont franchi l'ouvrage dans cette gamme de température.

Les débits pendant la migration printanière ont été relativement bas, 41 m³/s en moyenne en avril et 83 m³/s en mai contre 126 m³/s en moyenne sur cette période (55 ans). Sur l'ensemble de la migration printanière entre le premier (20 février) et le dernier passage (26 juin), le débit moyen journalier était de 63 m³/s (module = 95 m³/s à Saint-Yorre).

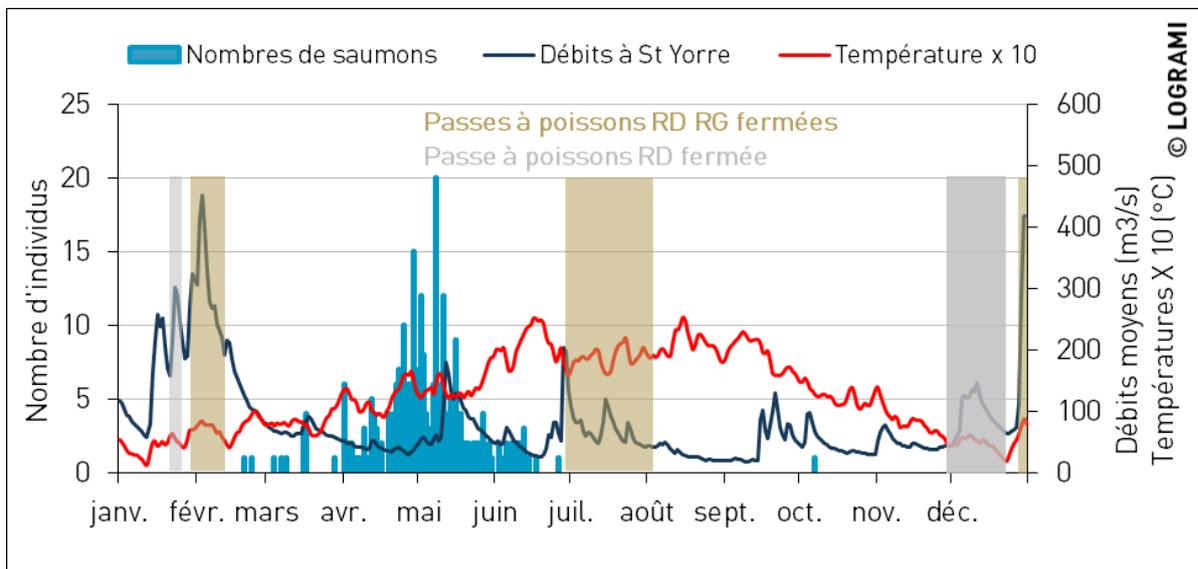


Figure 174 : Passages journaliers de saumons à Vichy en relation avec la température de l'eau à Vichy et les débits de l'Allier à Saint-Yorre en 2021 (Sources : LOGRAMI et DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

Pendant la phase de migration printanière l'analyse de l'évolution du flux migratoire permet de dégager deux périodes de forte activité migratoire : du 19 avril au 4 mai (100 individus) et du 7 mai au 16 mai (68 individus) soit 64 % de la cohorte. Le pic journalier est enregistré le 8 mai avec 20 individus comptabilisés. Il précède une

augmentation du débit de l'Allier pendant cette période printanière (180 m³/s le 12 mai). A partir de mi-mai l'activité des saumons réduit fortement.

Pendant la phase de migration automnale, un individu a été comptabilisé à la station de Vichy le 7 octobre. Cela faisait 3 ans que plus aucun saumon en migration automnale n'avait été observé à la station. Les débits soutenus rencontrés pendant la période estivale et automnale en 2021 ont favorisé la progression des saumons ayant survécu à la période estivale sur la partie aval de l'Allier.

À Langeac en 2021, la migration printanière s'est étendue sur 2 mois et demi (du 30/04 au 14/07) (Figure 175), pendant cette période, un seul pic significatif de débit (crue) est enregistré le 11/05 avec 90,5 m³/s. Avant cette période, le débit moyen journalier était de 10,8 m³/s ± 3,5, inférieur au module de 22 m³/s et même inférieur aux débits moyens mensuels de référence de juillet (12,5 m³/s) et août (11,6 m³/s). 26 saumons ont franchi le seuil de Langeac au printemps dont 24 après la crue du 11 mai.

Durant l'arrêt estival, la température n'a pas atteint le seuil léthal des 25 °C. La température moyenne journalière maximum enregistrée est de 22,5 °C le 11 août. Le premier saumon de l'automne est arrivé le 14 septembre, lorsque la température de l'eau était de 18,5 °C et le débit de 9,4 m³/s. La période de migration automnale s'étale sur 69 jours et 31 saumons ont franchi l'ouvrage. Pendant cette période, deux petites augmentations de débit sont enregistrées, le 5 octobre avec 16,8 m³/s et le 2 novembre avec 29,1 m³/s. Le 1^{er} novembre, 10 saumons ont franchi le seuil lorsque le débit est passé de 8,1 m³/s à 28,6 m³/s. À Langeac, le débit moyen journalier annuel en 2021 a été de 14,5 m³/s, 7 m³/s de moins que le module. La température à quant-à-elle varié entre 0,4 et 22,5 °C.

La plage de température optimale des saumons pour franchir les passes à poissons se situe entre 9 et 17 °C (Cohendet, 1993). En 2021, 47 saumons sur 57 (82 %) ont franchi l'ouvrage pendant cette gamme de température. Bien que la grande majorité des poissons semble avoir réagi aux variations de débits, les premiers saumons de l'automne réagissent également à la chute des températures.

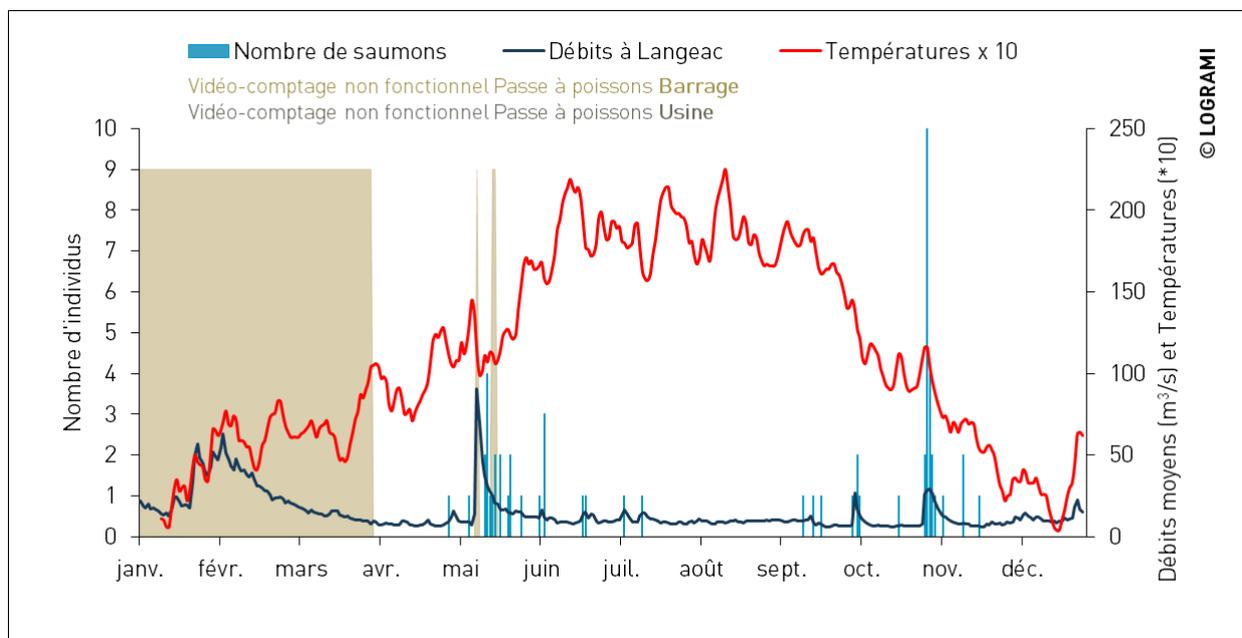


Figure 175 : Passages journaliers de saumons à Langeac en relation avec la température de l'eau à Langeac (Source : DREAL ARRA) et les débits de l'Allier à Langeac en 2021 (Sources : LOGRAMI et DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

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 176). 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 vraiment durant la journée. Après 19h UTC, les passages diminuent fortement et restent inférieurs à 2 % par tranche horaire durant toute la nuit. En 2021, les passages horaires suivent globalement le même schéma que les années précédentes. Une diminution du nombre de passages en fin de matinée, au profit de l'après-midi est cependant constatée.

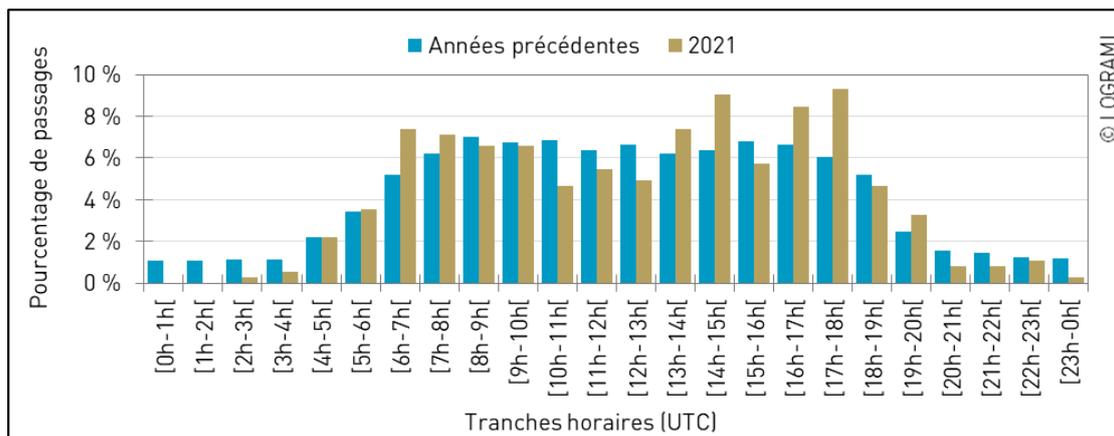


Figure 176 : Passages horaires des saumons aux stations de comptage du bassin de la Loire en effectif cumulé depuis 1997 (n=16 799) et en 2021 (n=366)

4.6. Dévalaison des smolts de saumon atlantique

Certaines années, des smolts en dévalaison sont observés devant les vitres des stations de comptages du bassin de l'Allier. Ils empruntent les passes à poissons lorsqu'ils n'ont pas d'autres possibilités de dévalaison par les vannes en surverses notamment et faute de système de dévalaison adapté. 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 ces dispositifs à contre sens faute de trouver d'autres issues.

4.6.1. Axe Sioule à Saint-Pourçain-sur-Sioule

En 2021, les observations de smolts sont récurrentes à la station de comptage de Saint-Pourçain-sur-Sioule. Elles sont bien plus précoces que les quatre années précédentes avec la moitié des individus qui a franchi l'ouvrage le 30 mars, alors qu'en moyenne les années précédentes, 50 % des passages ont été effectués à partir du 25 avril (+/- 5 jours). La durée de la période de migration est similaire à la moyenne de celle des autres années, 90 % des individus sont en effet passés en 30 jours contre en moyenne 33 jours +/- 12 les années antécédentes (Figure 177).

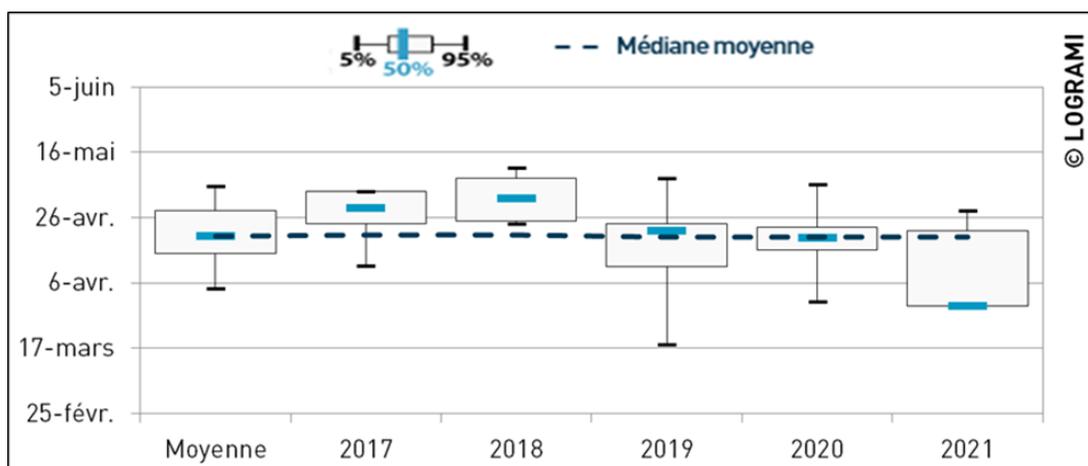


Figure 177 : Comparaison des amplitudes de migration des smolts à la station de Saint-Pourçain-sur-Sioule depuis 2017 (n=4423 pour la moyenne)

En 2021, les smolts ont été comptabilisés entre le 30 mars et le 11 juin (Figure 178), toutes ces observations ont été réalisées dans une gamme de débits faible comprise entre 4,3 m³/s et 14,6 m³/s (module = 25 m³/s). Les passages journaliers ont débuté fin mars lorsque la température de la Sioule a atteint 10 °C. Les comptages se sont intensifiés à partir de 15 °C.

L'analyse de l'évolution du flux migratoire permet de dégager deux périodes de forte activité migratoire entre le 30 mars et le 2 avril (1 245 individus soit 73 % de l'effectif) et entre le 21 avril et le 2 mai (442 individus soit 26 % de l'effectif). Durant la première période, un pic de migration journalier est constaté le 30 mars avec 1 107 smolts comptés (soit 65 % de l'effectif annuel). Ces deux périodes sont caractérisées par des débits inférieurs à 15 m³/s ne permettant à priori aucune surverse et aucun autre échappatoire que la passe de montaison pour la dévalaison des smolts.

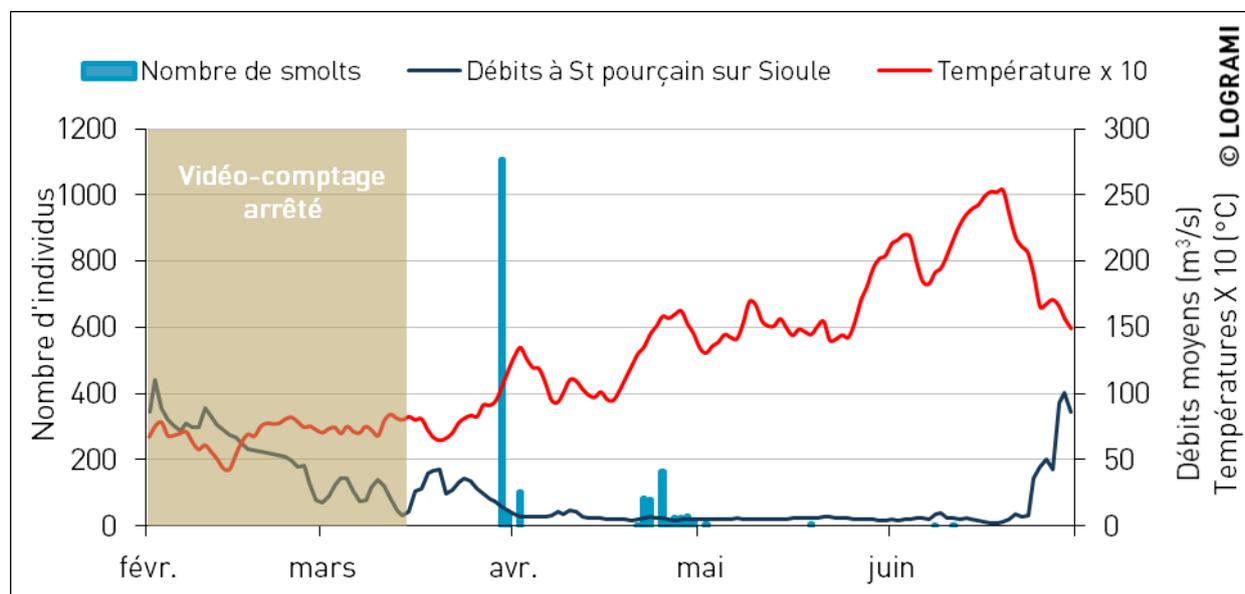
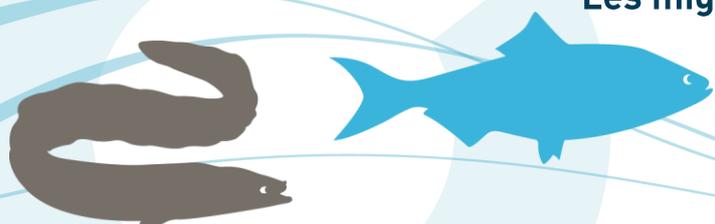


Figure 178 : Passages journaliers de smolts à Saint-Pourçain-sur-Sioule en relation avec la température de l'eau à Contigny et les débits de la Sioule à Saint-Pourçain-sur-Sioule en 2021 (Sources : LOGRAMI et DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

De 2017 à 2021, le maximum des passages est observé à la station de Saint-Pourçain-sur-Sioule pour des valeurs de débit comprises entre 5 et 10 m³/s (55 % des passages). La comparaison de l'occurrence des débits



pendant la période de migration avec les passages de smolts montre, qu'à partir de 25 m³/s, les fréquences de passages sont nulles (Figure 179). Il semble qu'au-delà de cette valeur les individus empruntent préférentiellement la surverse au seuil plus attractive pour dévaler l'ouvrage, la centrale hydroélectrique ne pouvant pas turbiner plus de 20 m³/s.

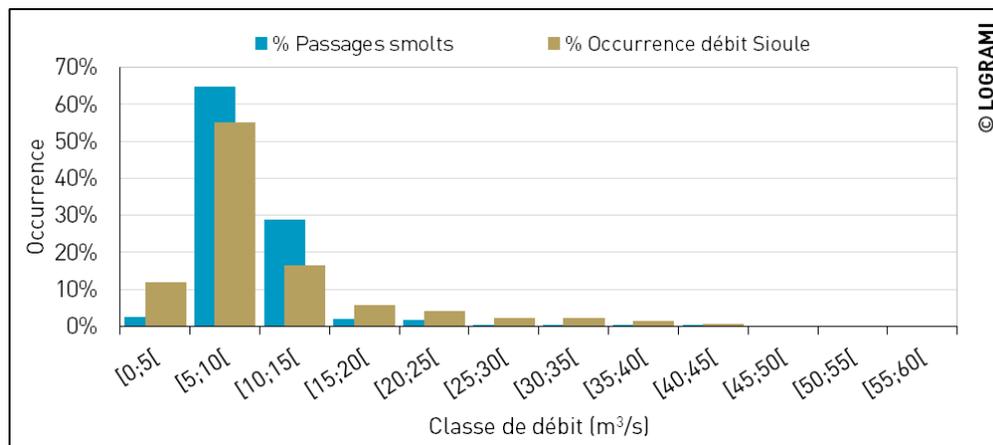


Figure 179 : Occurrence des passages journaliers de smolts et des débits de la Sioule à la station de comptage de Saint-Pourçain-sur-Sioule depuis 2017 (Sources : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

Les 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 grilles sans trouver l'exutoire montrent de façon évidente un dysfonctionnement du système de dévalaison approprié. Cela invite à repenser la dévalaison sur ce site 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 la nécessité d'effectuer des aménagements adaptés pour la dévalaison. La moitié des individus franchit l'ouvrage le 23 avril +/- 7 jours. En 2021, les observations sont similaires avec 50 % des passages effectués à partir du 21 avril. La durée de la période d'observation est par contre plus courte que celle des autres années, 90 % des individus sont en effet passés en 18 jours contre en moyenne 26 jours (+/- 17) les années précédentes.

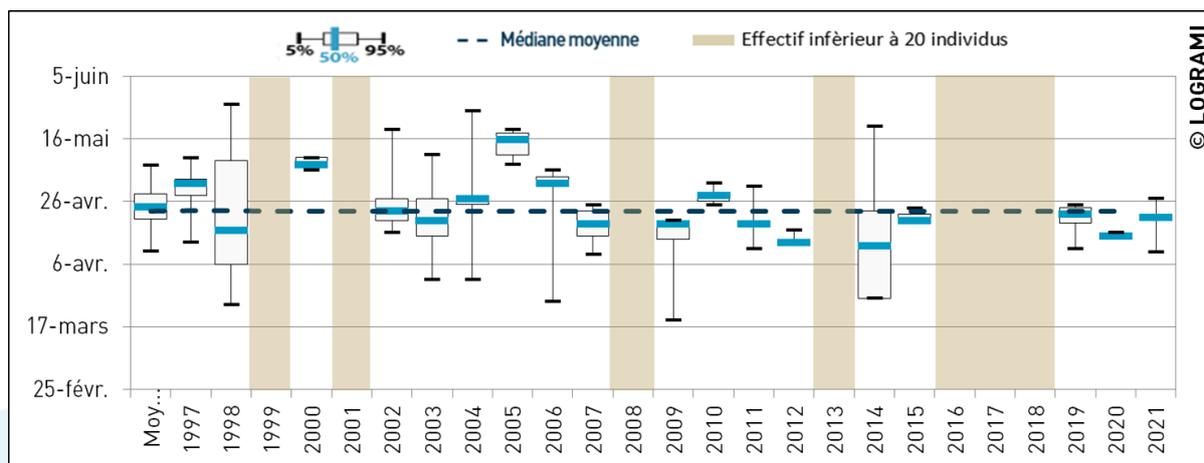


Figure 180 - Comparaison des amplitudes de migration des smolts à la station de comptage de Vichy depuis 1997

En 2021, sur l'Allier à Vichy, les 914 smolts ont été comptabilisés entre le 5 avril et 4 mai. Durant cette période, un pic de passage est constaté le 21 avril avec 539 smolts comptés en une seule journée (soit 59 % de l'effectif annuel). En moyenne, depuis le début du suivi de la station en 1997, 2 407 smolts (+/- 3 406) sont comptabilisés.

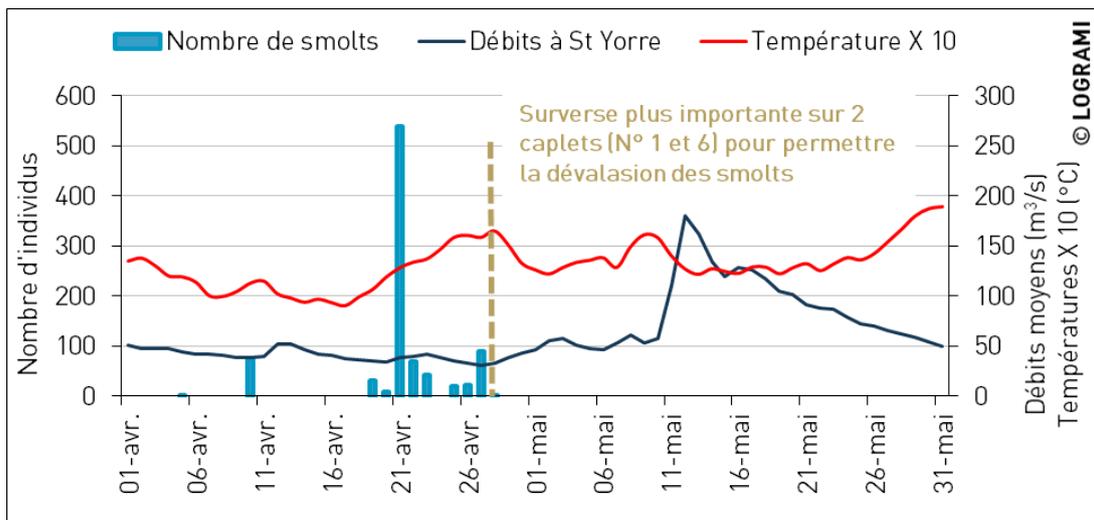


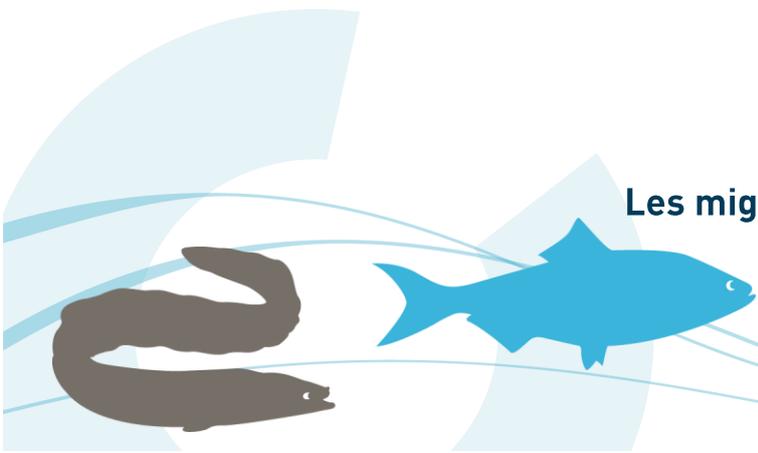
Figure 181 : Passages journaliers de smolts à Vichy en relation avec la température de l'eau à Vichy et les débits de l'Allier à Saint-Yorre en 2021 (Sources : LOGRAMI et DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

En 2021, 97 % 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. Les comptages de smolts sont apparus lorsque la température de l'eau a dépassé les 10 °C. Toutes ces observations ont été réalisées dans une gamme de débits faible comprise entre 31 m³/s et 51 m³/s (module = 94 m³/s à Saint-Yorre).

Le règlement d'eau du pont barrage de Vichy prévoit une gestion adéquate des vannes pendant la période de dévalaison des smolts du 1^{er} avril au 30 juin. Lorsque les débits sont inférieurs à 50 m³/s, le transit des poissons en dévalaison peut être facilité par l'augmentation de l'épaisseur de la lame d'eau déversante sur un ou plusieurs clapets. Suite à l'observation de smolts mi-avril à la station de comptage, une demande d'abaissement des vannes a été faite auprès de la ville de Vichy le 27 avril par LOGRAMI. Cette manœuvre a été effectuée le jour même. Seulement 16 individus ont été observés à la vidéo à compter du 28 avril. Ce constat révèle une problématique de dévalaison des smolts à Vichy qui doit être réglée de manière fonctionnelle et non par opportunité de gestion et notre vigilance.

4.6.2.2 Langeac

Depuis 2004, 987 smolts ont été comptabilisés. La période de migration s'étend en moyenne du 21 mars (± 33j) au 10 avril (± 25j) (Figure 182). 50 % de la migration est atteinte au 27 mars (± 34j). Depuis 2004, des smolts ont été observés à la station de comptage seulement 5 années. Les faibles débits durant la période de dévalaison des smolts en 2021 et la non attractivité du canal d'aménagé de l'usine expliquent le comptage de 4 individus. En effet, **il semblerait que même avec des faibles débits, les smolts dévalent majoritairement par la surverse du seuil.** Il est cependant regrettable et contraire à la législation qu'aucun système permette une dévalaison par une goulotte et des grilles fines afin d'optimiser la migration de smolts dévalant depuis la zone refuge.



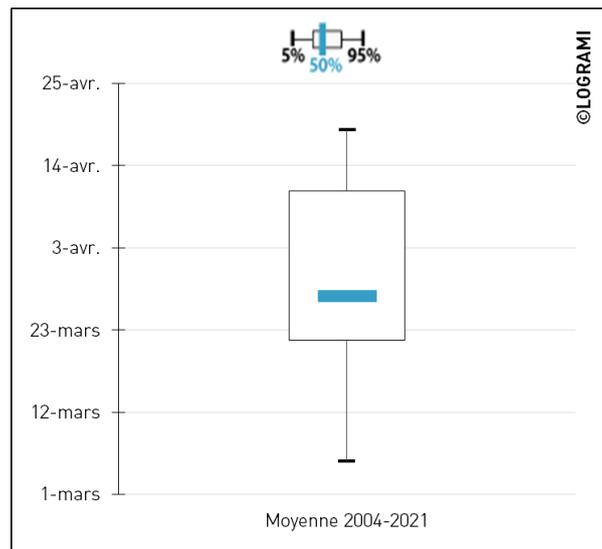


Figure 182 : Amplitudes de migration des smolts au niveau du seuil de Langeac sur l'Allier (moyenne de 2004, 2016, 2019, 2020 et 2021)

4.6.2.3 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 goulotte de dévalaison (2002, 2005, 2007, 2014 et 2015), ont été utilisées. 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 goulotte révèlent que la dévalaison peut être effective dès la mi-mars, sachant que la goulotte de dévalaison n'est mise en place qu'à partir de mi-mars.

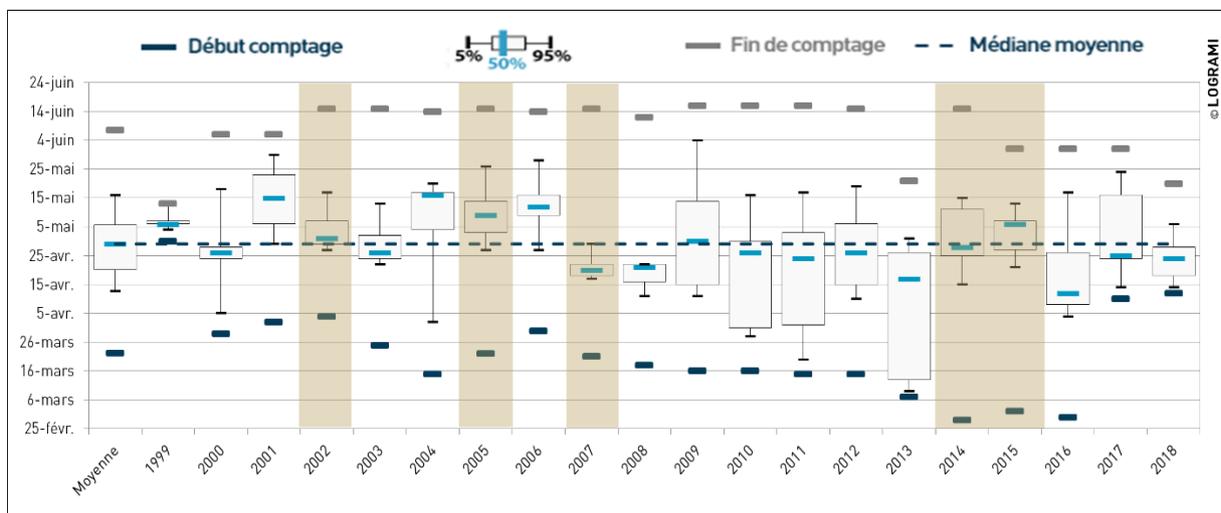


Figure 183 : Comparaison des amplitudes de migration des smolts au niveau du barrage de Poutès de 1999 à 2018 avec les années à échappement nul (en beige)

4.6.3. Rythme et horaires de migration

Les passages entre 21h et 6h du matin sont considérés comme nocturnes (Figure 184). Au barrage de Poutès, les smolts dévalant de nuit représentent 65 % de l'effectif, et ceux dévalant de jour 35 % (6h à 20h). A contrario,



aux stations de Vichy et Saint-Pourçain-sur-Sioule, les passages en journée représentent respectivement 67 % et 86 %. A noter également, une plus forte activité entre 14h et 18h sur les stations de Vichy (42 %) et Saint-Pourçain-sur-Sioule (32 %).

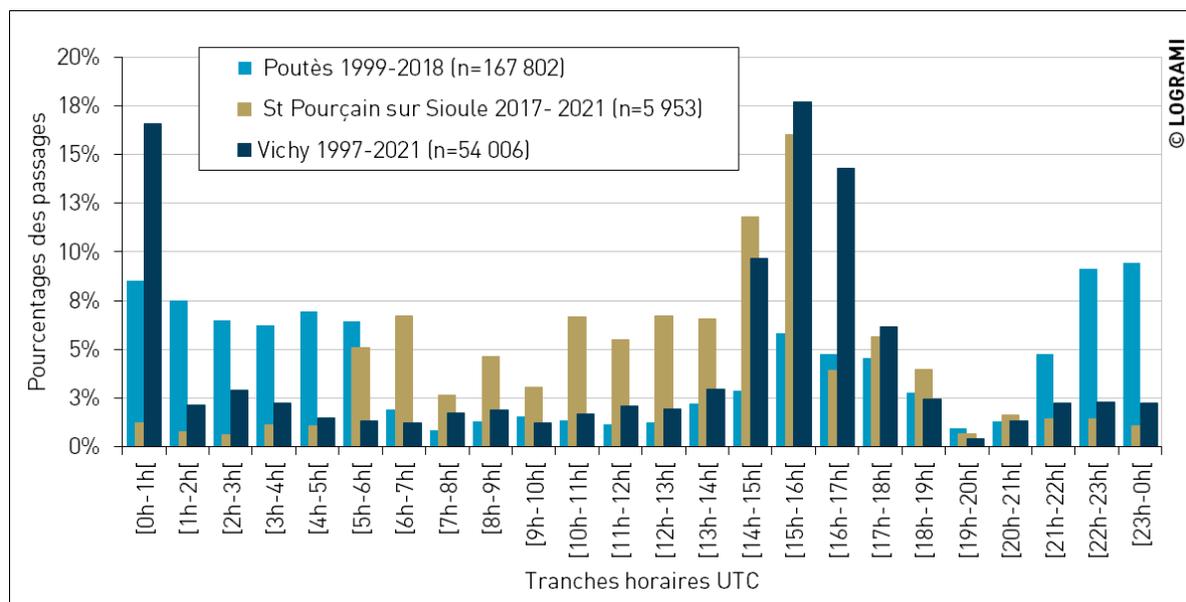


Figure 184 : Passages horaires des smolts dans la goulotte de dévalaison du barrage de Poutès et aux stations de comptage Saint-Pourçain-sur-Sioule et Vichy

4.7. Dévalaison des ravalés de saumon atlantique

Les ravalés sont des saumons post-reproduction qui tentent de retourner en mer. Des 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 Saint-Pourçain-sur-Sioule. A Poutès, ils étaient comptabilisés lorsqu'ils utilisaient la goulotte de dévalaison.

Depuis le début des suivis, les 57 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 constatées au mois d'avril. Pour rappel, l'exutoire était fonctionnel seulement entre le 15 mars et le 15 juin (Figure 185).

D'une manière générale, tout comme pour les smolts, les processus de dévalaison des ravalés sont globalement négligés et aucun dispositif n'est adapté à ces poissons. Les opérations de suivis par radio pistage démontrent les retards à la dévalaison qu'ils subissent ajoutant une difficulté supplémentaire à favoriser le second retour de ces saumons.



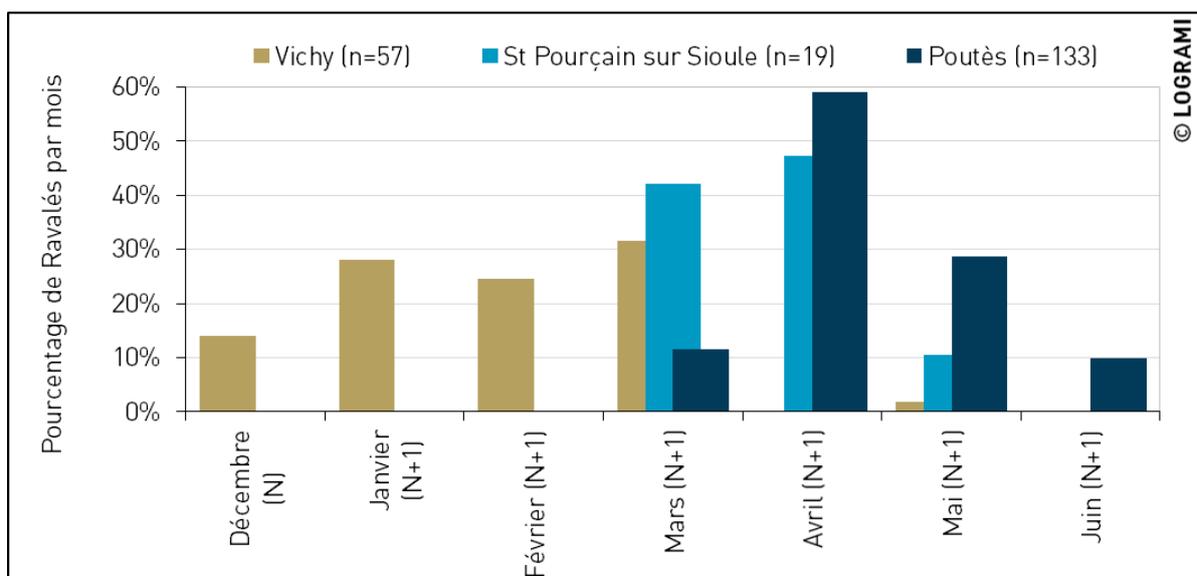


Figure 185 : Répartition des effectifs des saumons ravalés par mois observés aux stations de Poutès, Vichy et Saint-Pourçain-sur-Sioule sur le bassin de l'Allier depuis le début des suivis aux stations (N = année de reproduction)

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 des stations de comptage de Châtelleraut, Jenzat et Poutès (avant l'ouverture du barrage en 2020). 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 2021, la première anguille a été comptabilisée le 24 avril, la dernière le 30 septembre, soit une amplitude totale de migration de 160 jours. Cette amplitude est un peu plus élevée que la moyenne de 2004 à 2020 (140 jours +/- 35). En retirant les passages précoces et tardifs, l'amplitude est similaire à celle des années précédentes (90 % des passages ont été effectués en 50 jours en 2021 contre 52 jours +/- 20 de 2004 à 2020). La période de migration est très proche de celle des années précédentes. En moyenne de 2004 à 2020, la moitié des anguilles a franchi l'ouvrage de Châtelleraut au 5 juin (+/- 18 jours), alors qu'en 2021 la moitié des individus est passée au 7 juin, soit 2 jours plus tard (Figure 186).

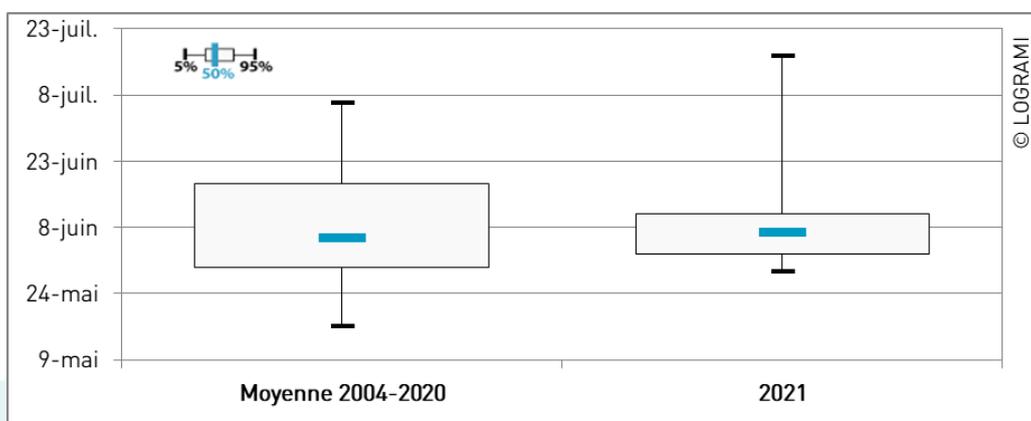


Figure 186 : Comparaison de la période de migration des anguilles à Châtelleraut sur la Vienne en 2021 par rapport aux années antérieures

L'analyse du rythme de migration de l'année 2021 à Châtellerault montre que le début de la montaison est plus tardif que les années précédentes et que l'essentiel des migrations est concentré fin mai début juin (Figure 187). Les températures du mois de mai, inférieures aux moyennes de référence, ont pu retarder la migration.

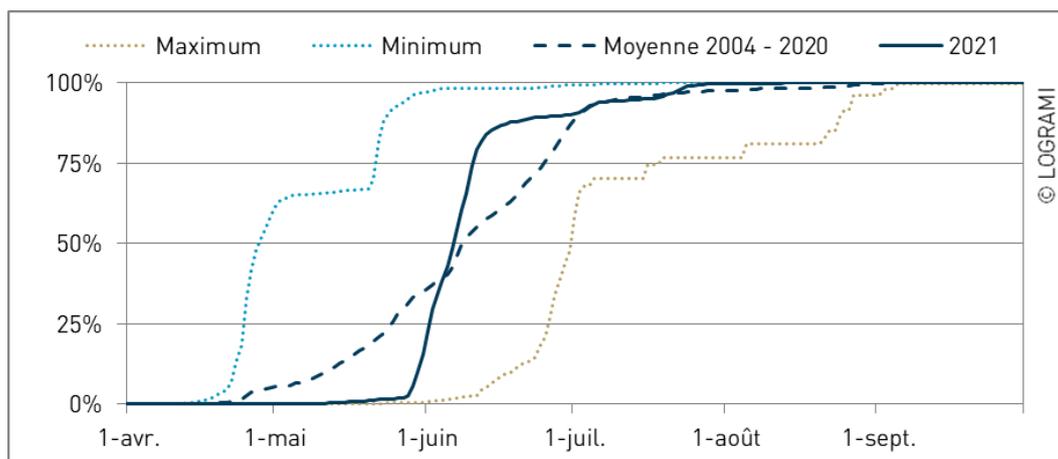


Figure 187 : Comparaison du rythme de migration des anguilles à Châtellerault en 2021 par rapport aux années antérieures

Sur la Sioule à Jenzat en 2021, la première anguille a été comptabilisée le 28 mai, la dernière le 8 septembre soit une amplitude totale de migration de 102 jours (Figure 188). En retirant les individus précoces et tardifs, l'amplitude pour 90 % de passages est de 94 jours du 3 juin et le 4 septembre. La migration est concentrée entre le 17 juin et le 23 juillet (50 % des passages). Pour rappel, la station de comptage de Jenzat a été mise en service le 27 mai, la période de migration des anguilles est donc probablement plus précoce et l'amplitude plus importante.

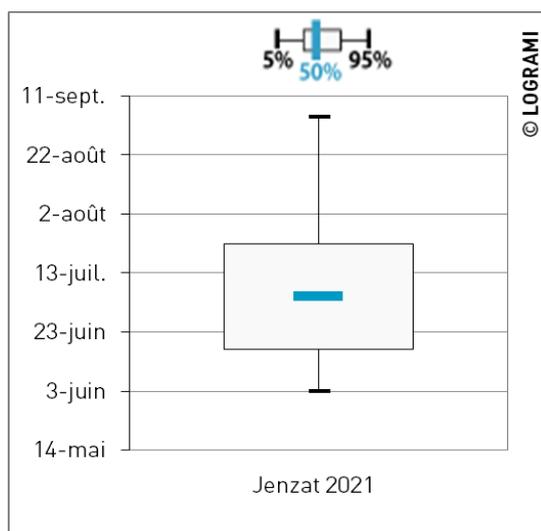
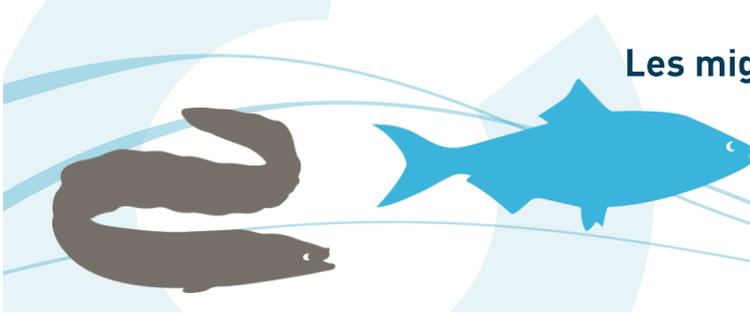


Figure 188 : Période de migration des anguilles montantes à Jenzat en 2021 (n=80)

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 189). 90 % des passages ont lieu en 45 jours entre le 27 juin et le 10 août. Ces analyses des



périodes de montaison ont justifié la demande de mise en place d'une passe à anguilles sur cet ouvrage puisque les anguilles ne pourront pas bénéficier des périodes d'ouverture ciblées sur les périodes de montaison des saumons qui sont non concordantes.

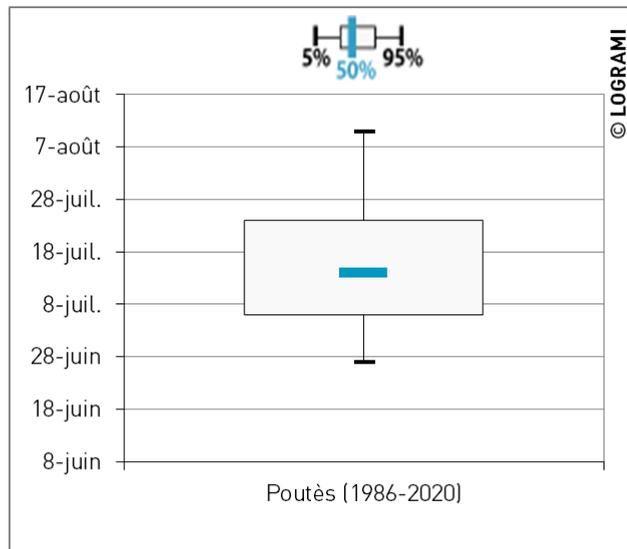


Figure 189 : Période de migration des anguilles montantes à Poutès depuis 1986 (n=817)

4.8.2. Passages journaliers

Sur la Vienne à Châtelleraut en 2021, la montaison des anguilles a débuté fin avril mais les passages journaliers ne s'intensifient et dépassent les 50 individus journaliers qu'à partir du 28 mai. Avec en moyenne 682 anguilles comptabilisées par jour (+/- 428), l'activité de migration est très intense entre le 28 mai et le 18 juin. Durant cette période, un pic de passage est constaté le 10 juin avec 1 470 anguilles observées (soit 8 % de l'effectif annuel). Les hausses des débits début juillet puis mi-juillet sont suivies d'une augmentation des passages de faible intensité (Figure 190). Par la suite, les observations sont rares et discontinues, seulement 53 anguilles ont été comptées entre le 1^{er} août et le 30 septembre, date du dernier passage.

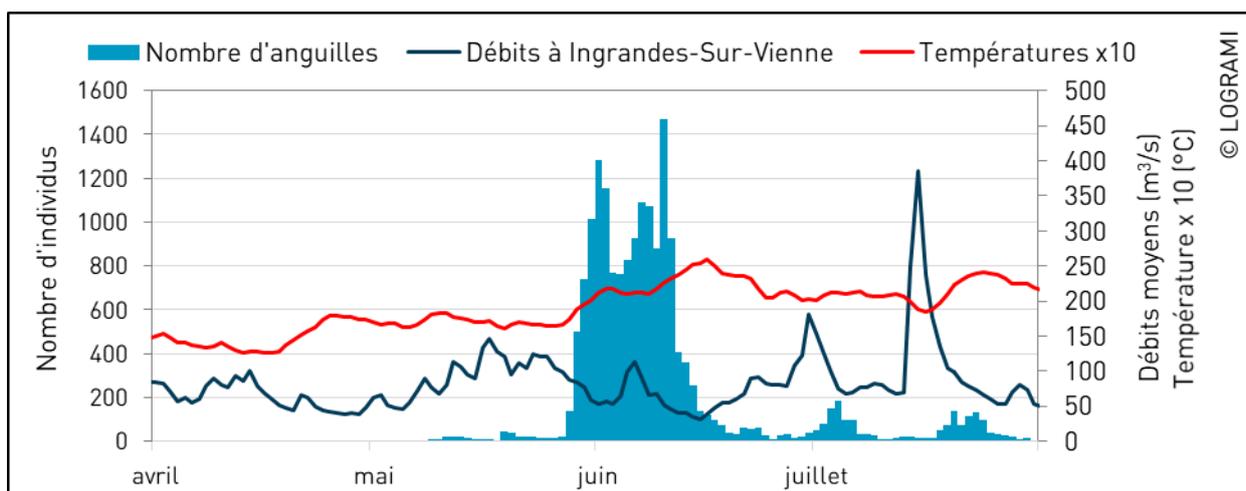


Figure 190 : Passages journaliers d'anguilles à Châtelleraut en relation avec les débits de la Vienne à Ingrandes-sur-Vienne de mai à août 2021 (n=17 496) (Source hydro : SPCVCA – Centre de Poitiers / Hydro – MEDD/DE)

Sur la Sioule à Jenzat en 2021, les premiers comptages d'anguilles jaunes ont eu lieu le jour suivant l'installation de la station de comptage (28 mai) (Figure 191). La passe à poissons ayant été mise en service le 1^{er} avril 2021, des individus ont pu emprunter le dispositif sans être comptabilisés. Les passages ont eu lieu

dans des températures de l'eau de la Sioule comprises entre 14 °C et 24 °C et dans une large gamme de débit allant de 3 à 76 m³/s (module =19,6 m³/s à Ebreuil). La présence de ces individus 30 km en amont de Saint-Pourçain-sur-Sioule confirme la capacité de colonisation de l'espèce et l'intérêt que représente la Sioule pour leur grossissement.

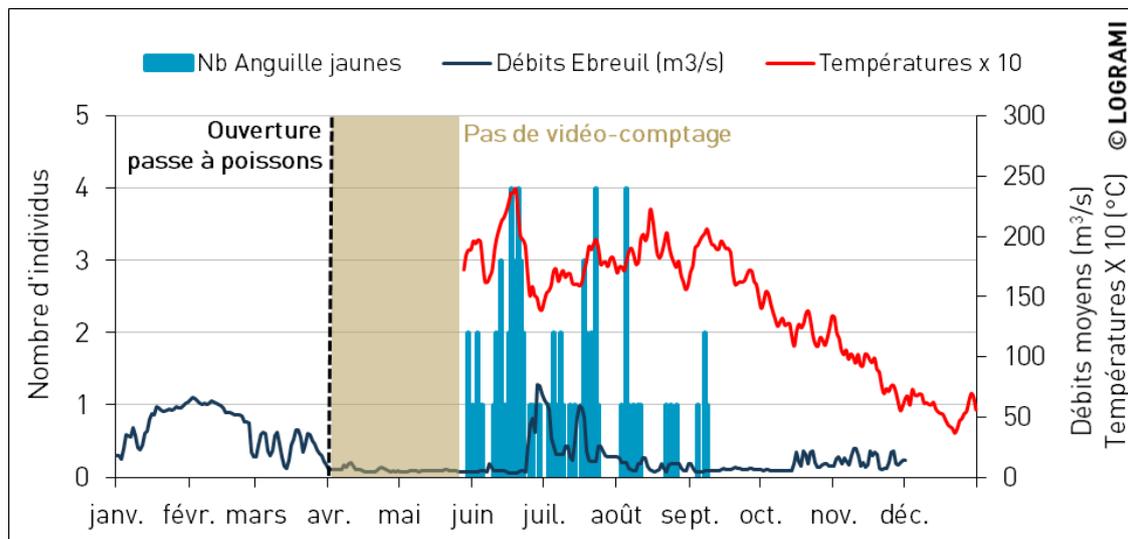


Figure 191 : Passages journaliers d'anguilles à Jenzat en relation avec les débits de la Sioule à Ebreuil en 2021 (n=80) (Source hydro : SPCVCA – Centre de Poitiers / Hydro – MEDD/DE)

4.8.3. Rythme horaire de migration

La migration à Châtelleraut est majoritairement diurne : 63 % des passages ont eu lieu entre 5h et 20h UTC. La migration est faible en début de matinée, mais augmente au fil de la journée. Le nombre de passages diminue en début de nuit puis augmente pour atteindre un pic horaire entre 2h et 3h UTC, période durant laquelle 7 % des anguilles ont franchi l'ouvrage.

En 2021, la migration est aussi diurne : 76 % des passages ont lieu entre 5h et 20h. Le pic horaire est constaté entre 15h et 16h avec 6 % des passages. La dynamique est différente de celles des autres années, avec peu de passages en fin de nuit et une augmentation des comptages dès le début de la matinée (Figure 192).

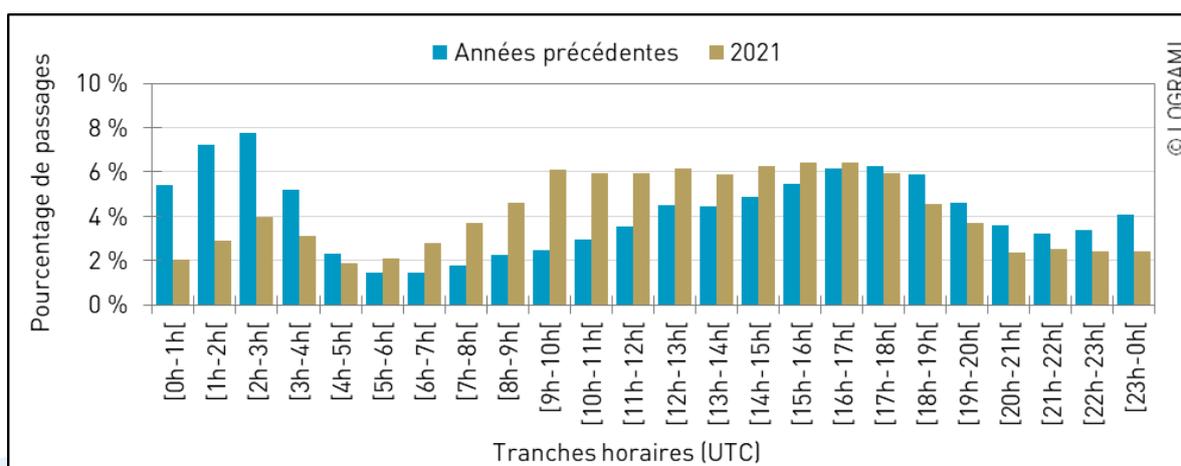
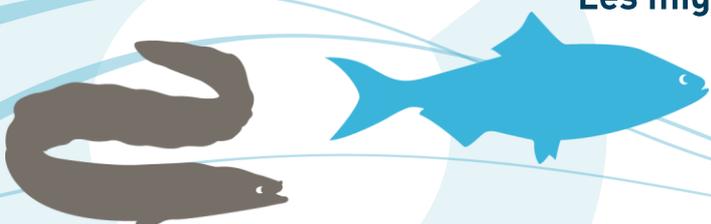


Figure 192 : Passages horaires des anguilles à la station de comptage de Châtelleraut en effectif cumulé depuis 2004 (n=48 977) et en 2021 (n=17 496)



4.9. Migration des anguilles argentées

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, la moitié des individus a franchi l'ouvrage au 20 août (301 comptages d'anguilles argentées) (Figure 193). La migration en dévalaison par la passe de montaison est observée tout l'année puisque 90 % des passages ont lieu en 326 jours entre le 11 janvier et le 2 décembre. Cependant, le flux se concentre sur 127 jours entre le 20 juin et le 24 octobre (50 % des passages) et correspond d'avantage à la période de dévalaison des anguilles argentées.

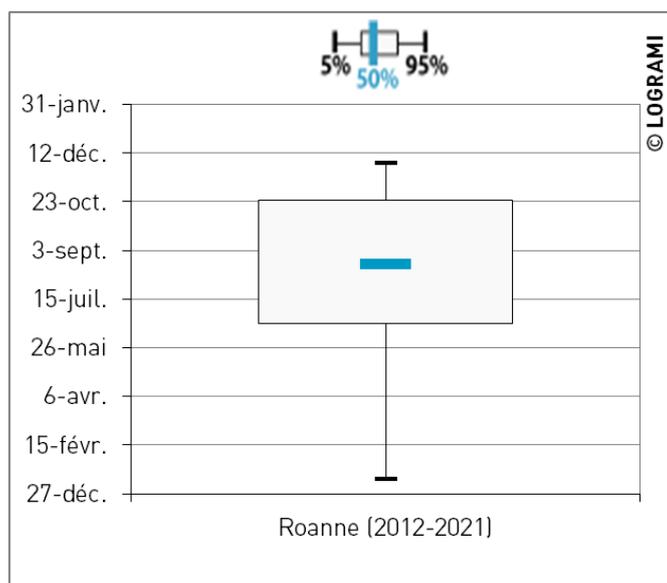


Figure 193 : Période de migration des anguilles argentées à Roanne depuis 2012 (n=301)

4.9.2. Rythme horaire de migration

Selon la bibliographie, la dévalaison de l'anguille argentée se fait presque entièrement de nuit (Bardonnnet et al., 2005). A la station de Roanne depuis 2012, 81 % des passages ont eu lieu entre 18h et 3h UTC (Figure 194) et correspondent à la bibliographie. Un pic horaire est enregistré entre 21 h et 22 h UTC avec 11,7 % des passages.

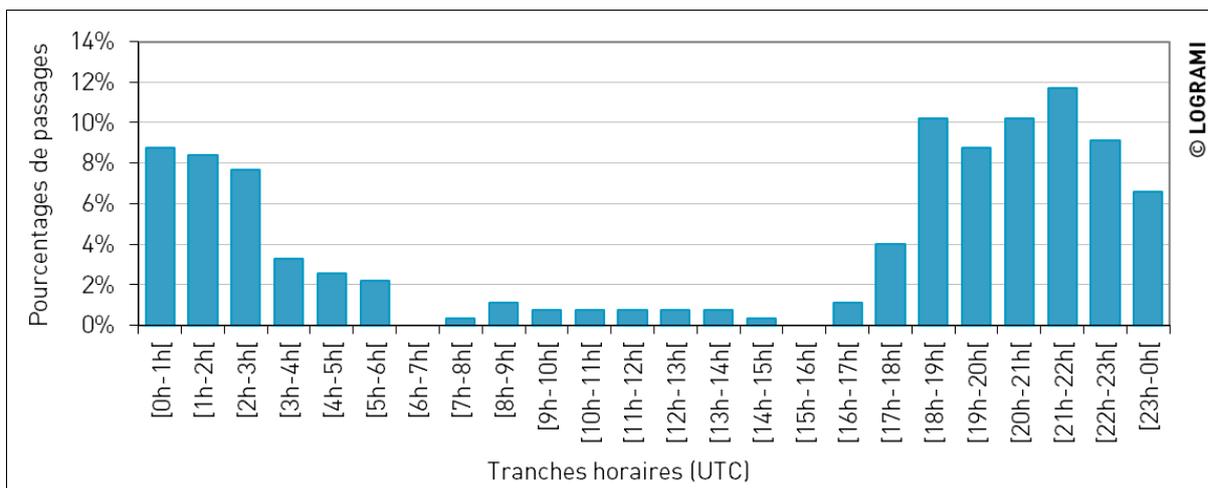


Figure 194 : Passages horaires des anguilles argentées à la station de comptage de Roanne en effectif cumulé depuis 2012 (n=301)

4.10. Migration des mulets porcs

L'amplitude et la période de migration des mulets porcs ne peuvent être décrites qu'à partir des données des stations de comptage du bassin de la Vienne. Les effectifs sont en effet trop faibles aux autres stations du bassin de la Loire pour distinguer une période migratoire.

4.10.1. Amplitude et dynamique migratoire

La migration des mulets est généralement plus précoce sur la Creuse à Descartes que sur la Vienne à Châtellerault. En moyenne, 50 % de la migration à Descartes a lieu dès le 26 mai (+/- 20 jours), alors que la moitié des passages à Châtellerault n'est atteint que le 12 juin (+/- 21 jours). En 2021, la montaison des mulets est proche de celle des années antérieures (50 % des passages au 1^{er} juin 2021 à Descartes et 50 % des passages au 9 juin 2021 à Châtellerault) (Figure 195).

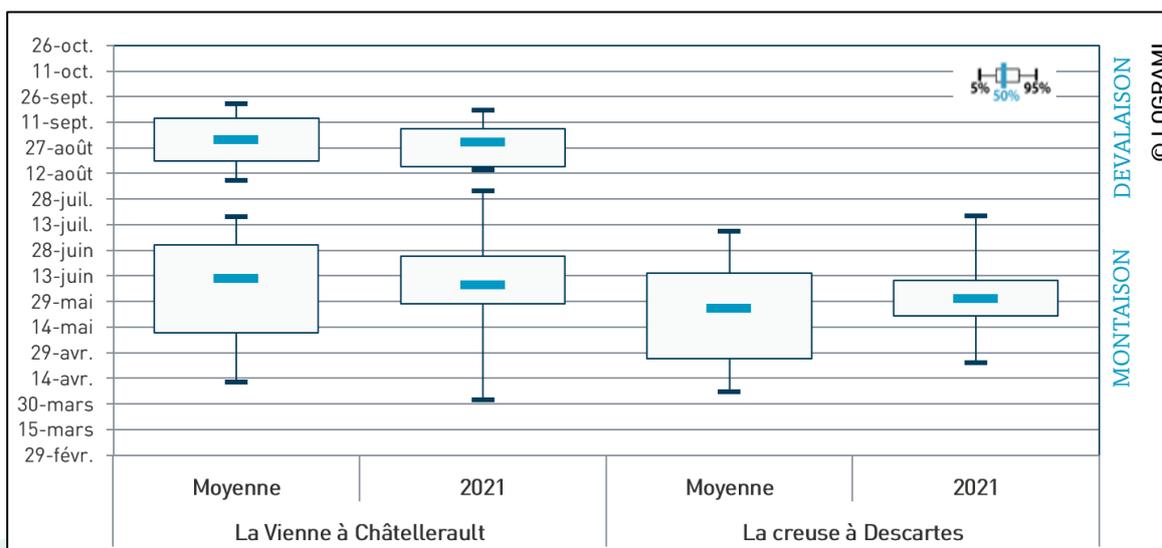
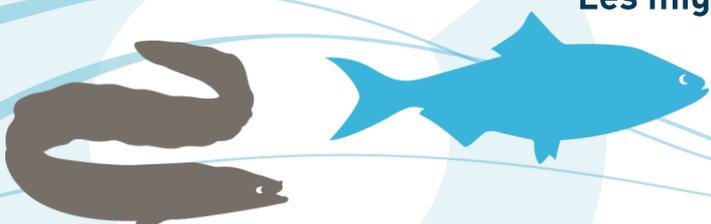


Figure 195 : Comparaison des périodes de passages des mulets porcs en 2021 aux stations de comptage du bassin de la Vienne avec les périodes observées depuis la mise en place des stations



A Descartes, l'amplitude de la montaison est proche de celle des années précédentes, 90 % de la migration s'est déroulée sur 88 jours en 2021 (du 24 avril au 20 juillet) contre 96 +/- 34 de 2007 à 2020 (du 7 avril au 10 juillet). A Châtellerault, cette amplitude est plus importante que celle des années précédentes : 90 % de la migration s'est déroulée sur 125 jours en 2021 (du 2 avril au 4 août) contre 99 +/- 19 de 2004 à 2020 (du 12 avril au 19 juillet).

La période de dévalaison ne peut être décrite que pour la station de Châtellerault. En effet, à Descartes les muets dévalant sont peu nombreux à emprunter la passe à poissons, la majorité d'entre eux franchissent l'ouvrage par les clapets. En 2021, suite à la crue du 14 juillet et à l'abaissement des clapets, la passe à poissons a été hors d'eau durant toute la période de dévalaison.

A Châtellerault, la dévalaison a débuté le 14 août et s'est terminée le 18 septembre (soit une amplitude totale de 36 jours). Elle est plus courte que les années précédentes lors desquelles en moyenne elle s'étalait sur 46 jours (+/- 30). La période est similaire à la moyenne interannuelle, 50 % des muets ont dévalé au 30 août en 2021 et en moyenne au 31 août (+/- 21) de 2004 à 2020.

4.10.2. Passages journaliers

Sur la Creuse à Descartes en 2021, le premier mulet porc en montaison a été observé le 24 avril et le dernier le 20 juillet. Les passages sont discontinus et rares tout au long de la migration. Un pic de faible ampleur est observable le 1^{er} juin avec le passage de 4 individus. Compte tenu de l'abaissement des clapets, aucun mulet n'a été observé en dévalaison au niveau des vitres de comptage. Cet abaissement a facilité la dévalaison des quelques individus encore présents en amont (Figure 196).

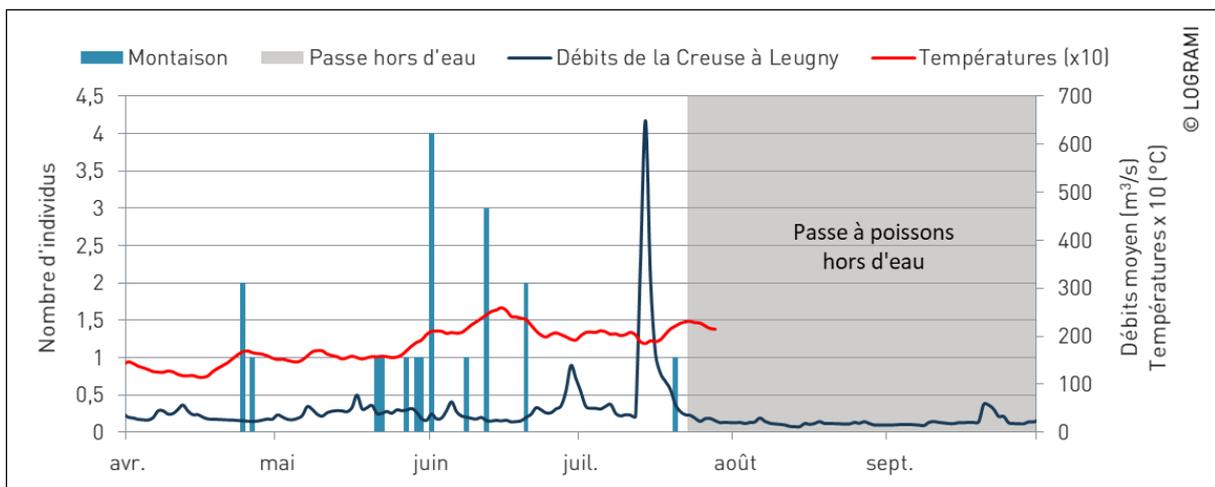


Figure 196 : Passages journaliers de muets porcs à Descartes en relation avec la température de l'eau et des débits de la Creuse à Leugny en 2021 (n=19) (Source hydro : SPCVCA – Centre de Poitiers / Hydro – MEDD/DE)

Sur la Vienne à Châtellerault, le premier mulet en montaison a été comptabilisé le 26 mars et le dernier le 14 août. Les passages sont discontinus, la majorité d'entre eux a lieu de mi-mai à mi-juillet (62 % de l'activité a en effet eu lieu entre le 14 mai et le 21 juin). Un pic de migration est distinguable le 29 mai avec 11 passages dans la même journée.

La dévalaison se concentre de mi-août à mi-septembre, les passages sont faibles et discontinus. Deux journées sont marquées par des tentatives de dévalaison sans passage (Figure 197). Il est probable qu'une partie des muets dévalant aient franchi l'ouvrage par les clapets de décharge situés en rive opposée. Dans le cadre de travaux de maintenance sur le barrage de Châtellerault, ces clapets ont en effet été ouverts durant une partie de l'été.

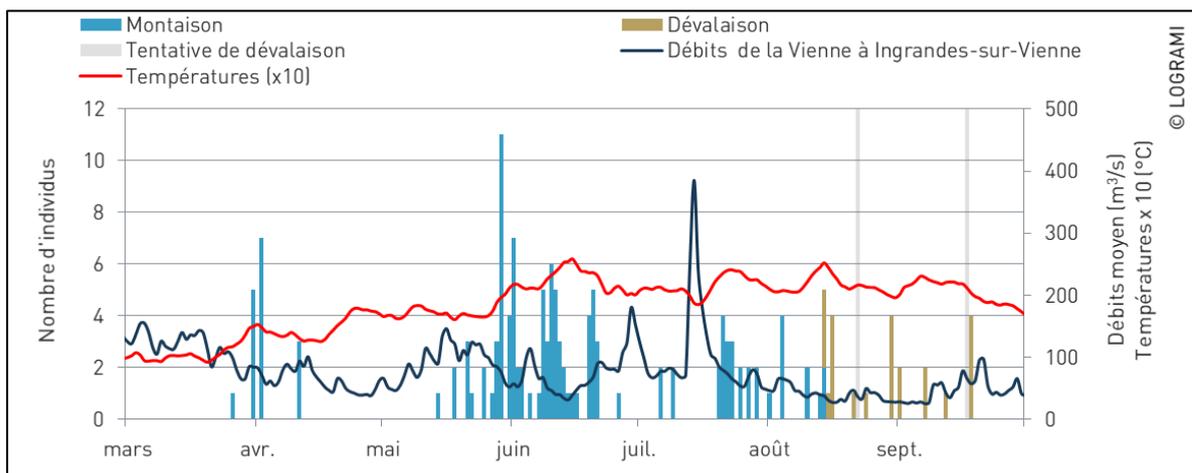


Figure 197 : Passages journaliers de mullets porcs à la station de comptage de Châtellerault en relation avec la température de l'eau et des débits de la Vienne à Ingrandes-sur-Vienne en 2021 (n=129) (Source hydro : SPCVCA – Centre de Poitiers / Hydro – MEDD/DE)

Durant la période de dévalaison, les nombreux allers et retours devant les vitres témoignent de l'absence de dispositifs adaptés à cette espèce. Les mullets 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 ouvrages étant faibles et les vannes rarement ouvertes durant cette période.

4.10.3. Rythme horaire de migration

La migration des mullets porcs sur le bassin de la Vienne est diurne : 95 % des passages ont lieu entre 5h et 20h UTC. Dans ce créneau diurne, aucune préférence horaire n'est distinguable. Les passages sont globalement similaires tout au long de la journée (Figure 198).

En 2021, la migration est aussi diurne, 93 % des passages ont lieu entre 5h et 20h UTC. Contrairement aux années précédentes, la tranche horaire 13h-14h se distingue des autres avec plus de 14 % de l'effectif total.

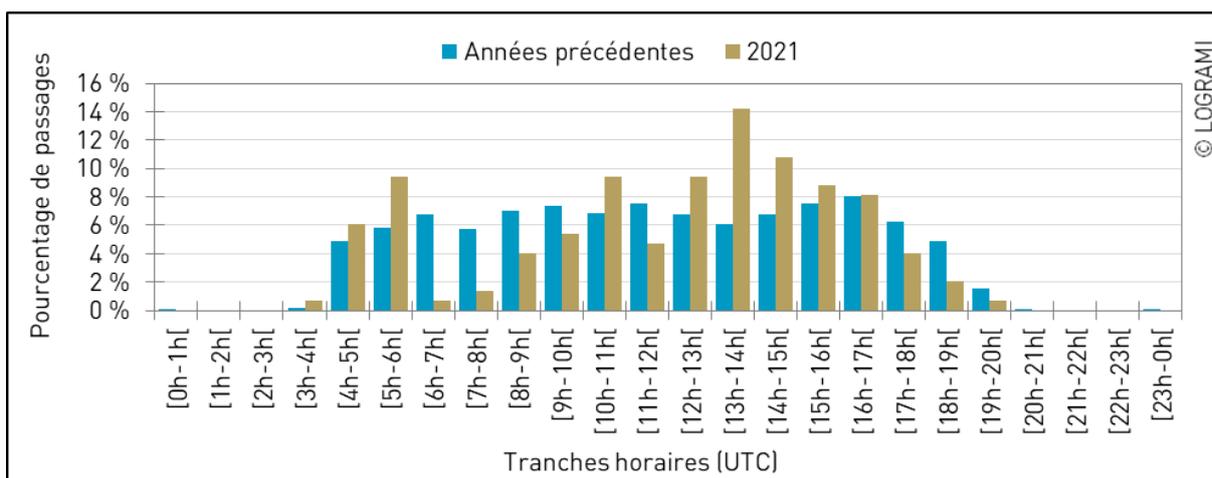
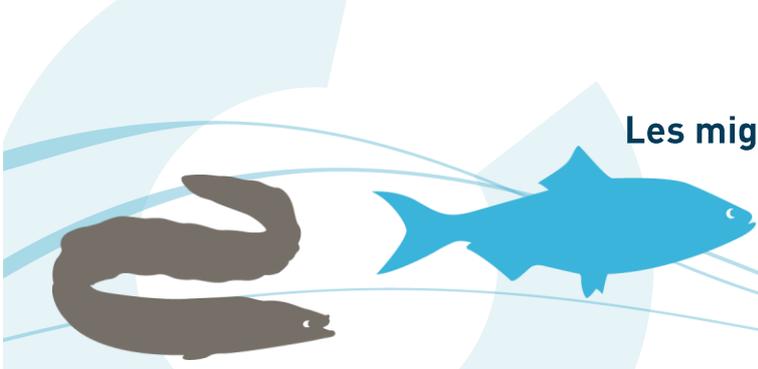


Figure 198 : Passages horaires des mullets porcs aux stations de comptage du bassin de la Vienne (n=4 634) et en 2021 (n=148)



4.11. Conclusion

Le réseau de suivi des migrations se compose de onze stations de comptage installées le long des principaux axes de migration du bassin de la Loire. Dernière en date, la station de Jenzat sur la Sioule, a été mise en service le 27 mai 2021. Les stations de Châteauponsac sur la Gartempe et de Poutès sur l'Allier n'ont pas pu être suivies en 2021. En effet, en raison de la reconfiguration du barrage de Poutès l'ascenseur à poissons était non fonctionnel, et le dispositif de comptage de Châteauponsac hors service. Concernant les autres stations, trois des stations du bassin de l'Allier ont eu un taux de fonctionnement inférieur à 95 % (Saint-Pourçain-sur-Sioule, Jenzat et Langeac). Par ailleurs, plusieurs passes à poissons suivies ont été fermées ou mise hors d'eau durant une partie de l'année. Les comptages ne sont donc pas totalement exhaustifs en 2021. Toutefois, en dehors de la fermeture de la passe à poissons de Decize au mois de mai, les périodes de mise hors d'eau ou d'arrêt de comptage ne correspondent pas aux fortes périodes de migrations. L'impact est donc limité sur les résultats.

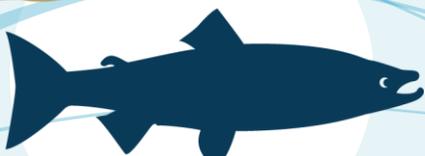
Les premières aloses sont contrôlées généralement sur le bassin de la Vienne au mois de mars. Cette logique d'une arrivée plus précoce aux stations situées sur l'aval du bassin est respectée en 2021. Du fait des faibles débits, et d'un attrait inférieur à la Vienne, la migration sur l'axe Creuse est plus tardive que sur l'axe Vienne. Sur la Loire à Decize, la fermeture de la passe à poissons liée à une crue durant le mois de mai, a entraîné un décalage de la période de migration d'environ deux semaines.

Pour la lamproie marine, la série de données montre un décalage important entre les deux stations les plus aval (Descartes et Châtelleraut) et celles situées plus en amont (Decize et Vichy). En 2021, pour la quatrième année consécutive, aucune lamproie n'a été observée aux stations de comptage amont. Les conditions thermiques et hydrologiques durant le mois de février ont permis une arrivée précoce des premiers individus sur la Creuse. Par la suite, la baisse des niveaux d'eau a fortement ralenti les passages. Les rythmes de migration sont globalement similaires sur les deux stations du bassin de la Vienne.

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 2021, le rythme migratoire des saumons de 3 ans observés à Descartes est plus précoce que les années antérieures. A l'inverse, un retard migratoire des saumons de 3 ans et de 2 ans de mer est constaté à Vichy (retard de respectivement 12 et 8 jours à 50 % de la migration). Ce retard peut-être mis en relation avec les très faibles débits rencontrés au mois d'avril. Aux stations de Descartes, Decize et Vichy, l'amplitude migratoire est plus faible que les années précédentes. Cette différence est particulièrement marquée sur la Creuse, où le dernier passage est constaté le 24 avril. Les très faibles remontées de saumons d'un an de mer associées à l'abaissement du niveau de la retenue à partir du 23 juillet expliquent ce résultat. A Langeac, sur le haut Allier, les périodes printanière et automnale sont similaires aux années antérieures. Il semble donc que les saumons auraient compensé le retard migratoire de Vichy. La migration à Poutès n'a, quant à elle, pas pu être précisée du fait des travaux de reconfiguration du barrage.

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 sur la Sioule. Les observations plus tardives à Poutès de mi-mars à juin étaient en réalité un artéfact de la mise en place tardive de la goulotte de dévalaison qui était la seule voie de passage.

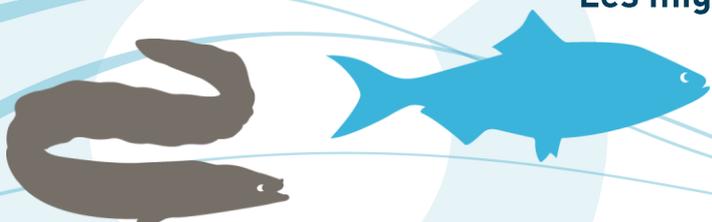
Certaines années des smolts en dévalaison sont aussi observés aux stations de comptages. Ils empruntent ce dispositif lorsqu'ils n'ont pas d'autres possibilités de dévalaison par les vannes en surverses notamment et en absence de dispositif de dévalaison. Ces observations sous-estiment donc les effectifs et ne montrent pas forcément 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 2021, du fait des faibles débits des smolts ont ainsi pu être observés à la station de comptage de Saint-Pourçain-sur-Sioule sur la Sioule et à Vichy et Langeac sur l'Allier. A vichy, après le comptage des premiers smolts mi-avril, une demande d'abaissement des vannes a été faite auprès de la ville le 27 avril. Cette manœuvre a été effectuée le jour même et a permis de faciliter le transit des smolts vers l'aval. Ces constats attestent des difficultés de parcours d'un stade biologique majeur pour la dynamique de population du saumon. L'aménagement des ouvrages par des dispositifs adaptés (pourtant réglementaires mais non réalisés) permettrait conséquemment d'augmenter la survie de ces individus.

Avec des passages de fin avril à fin septembre, la période de migration des anguilles en montaison décrite sur la Vienne en 2021 a été plus importante que les années précédentes. La mise en place de la station de comptage de Jenzat a permis de montrer la présence d'anguilles jaunes sur la Sioule, sur une période d'au moins 102 jours (avec une concentration des passages en juin et juillet). Les observations d'anguilles jaunes 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 l'a été le 15 septembre. En moyenne depuis 1986, la moitié des individus a franchi l'ouvrage de Poutès au 14 juillet. Ces analyses des périodes de montaison ont justifié la demande de mise en place d'une passe à anguilles sur cet ouvrage puisque les anguilles ne pourront pas bénéficier des périodes d'ouverture ciblées sur les périodes de montaison des saumons qui sont non concordantes. A partir de 2022, les anguilles pourront utiliser un dispositif de passe brosse au niveau de l'ouvrage de Poutès.

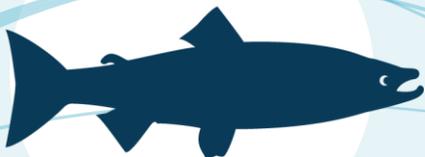
La migration des mulets est généralement plus précoce sur la Creuse à Descartes que sur la Vienne à Châtelleraut. En 2021, la période de migration est proche de celles des années antérieures (50 % des passages au 1er juin 2021 à Descartes et 50 % des passages au 9 juin 2021 à Châtelleraut). L'abaissement du niveau de la retenue de Descartes et l'ouverture de clapets à Châtelleraut en fin d'été a facilité la dévalaison des mulets. Habituellement, les dévalants peuvent chercher durant plusieurs jours une voie de passage. Les solutions sont bien souvent limitées, les surverses des ouvrages étant faibles et les vannes rarement ouvertes durant cette période. Les mulets sont alors contraints de passer par les passes à poissons.

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 mulet, 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 sont majoritairement nocturnes, avec des pics d'activité en milieu de nuit. La migration des anguilles est, quant à elle, plus contrastée avec des passages à la fois nocturnes et diurnes.

L'ensemble de ces observations permet de dresser des calendriers migratoires préférentiels des espèces et des paramètres pouvant influencer ces périodes. La connaissance plus localisée des rythmes permet d'adapter



la gestion et notamment 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.



**Les migrations des poissons migrateurs
amphihalins**

200

Tableau 22 : Calendriers migratoires des poissons migrateurs en fonction des zones géographiques et des phases de migration de montaison ou de dévalaison

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 *											

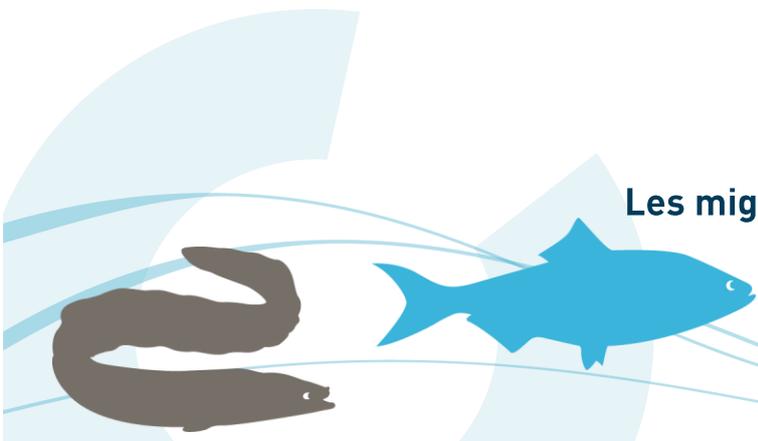
Calendriers migratoires Loire amont (Decize)		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Aloses	Montaison												
	Dévalaison juvéniles	Pas d'observations à la station de comptage *											
Anguille européenne	Montaison												
	Dévalaison	Peu d'observations à la stations de comptage **											
Lamproie marine	Montaison												
	Dévalaison juvéniles	Pas d'observations à la stations de comptage *											
Saumon atlantique	Montaison												
	Dévalaison smolts												

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 ou stades concernés.

** 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

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

En 2021, la population d'aloses comptabilisée aux stations de comptage du bassin de la Loire totalise 1 200 individus. Cet effectif est très faible, il est inférieur à la médiane interannuelle (1 765 aloses depuis 2007) et ne représente que 4 % du maximum comptabilisé (30 819 aloses en 2007). Une baisse des effectifs de 78 % est constatée par rapport à l'année 2020, année marquée par des conditions hydrologiques favorables et un arrêt de la pêche professionnelle durant le premier confinement (Baisez et al., 2021).

Avec 93 % de l'effectif, les aloses ont été dénombrées très majoritairement sur le bassin de la Vienne. Au sein de ce bassin, la répartition entre les axes Vienne et Creuse est déséquilibrée : 62 % des aloses ont été observées à Châtelleraut contre 31 % à Descartes. Les faibles débits rencontrés durant le mois d'avril pourraient être une des raisons de ce déséquilibre, l'attrait de la Creuse étant plus faible que celui de la Vienne pour les poissons migrateurs (débit moins important). Les comptages sur la Loire, à Decize, ne représentent que 7 % des passages totaux. Seulement 3 aloses ont été observées sur l'Allier à Vichy, représentant moins de 1 % de la population (Figure 199). Enfin, aucune alose n'a été observée sur la Sioule à la station de comptage de Saint-Pourçain-sur-Sioule.

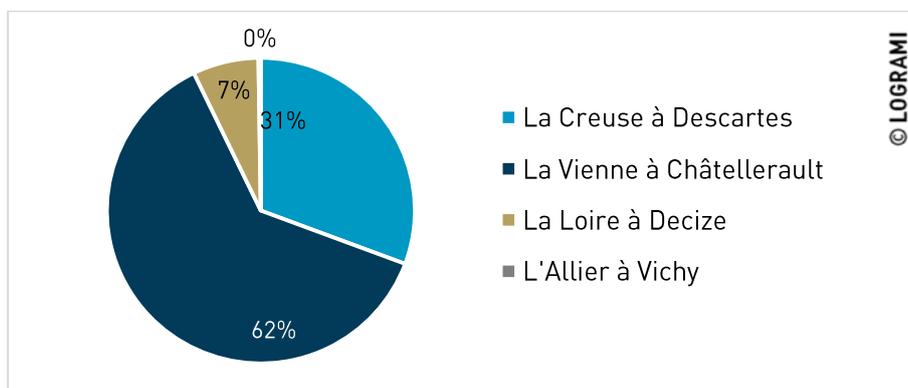


Figure 199 : Répartition des effectifs d'aloses aux stations de comptage du bassin de la Loire en 2021

Depuis la mise en service de la station de Descartes en 2007, la population d'aloses peut être répartie selon deux groupes sur le bassin de la Loire. Le premier est constaté sur le bassin de la Vienne (station de Châtelleraut et de Descartes représentant 71 % des passages) tandis que le second est recensé le long de l'axe Loire à la station de comptage de Decize (25 % des passages) (Figure 200). L'unité restante est comptabilisée sur l'axe Allier avec seulement 4 % (station de Vichy). La répartition des effectifs en 2021 est donc différente de celle des années précédentes mais similaire à celle de 2020. La raréfaction de l'espèce sur les secteurs amont du bassin s'intensifie au profit d'une répartition quasi-exclusive sur le bassin de la Vienne. Ce

constat rappelle l'évolution de l'aire de répartition de la lamproie marine. Cette dernière a fortement régressé ces dernières années, avec la réduction des effectifs depuis 2008 et l'absence totale de migration depuis 2017, sur les parties amont du bassin de la Loire.

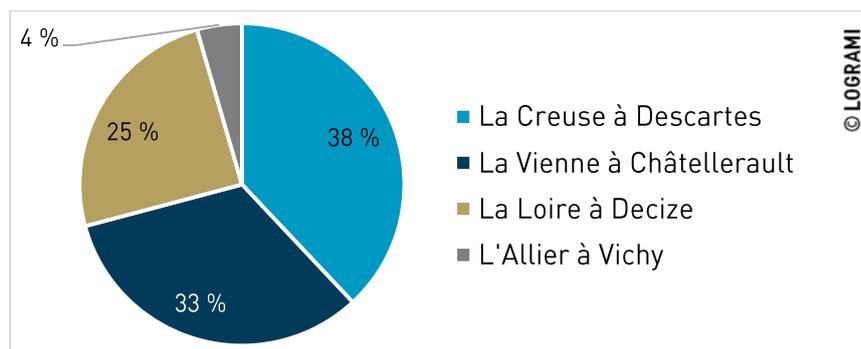


Figure 200 : Répartition des effectifs d'aloses aux stations de comptage du bassin de la Loire en moyenne sur la période 2007-2020

5.1.1.1 Descartes

A Descartes sur la Creuse, seulement 368 aloses ont été comptabilisées en 2021. Le nombre d'aloses est proche de celui observé de 2009 à 2019 (médiane de 509 individus) et très largement inférieur au maximum connu (4 % des 9 050 aloses de 2007) (Figure 201). L'augmentation de l'effectif constatée en 2020 n'a pas été renouvelée et permet d'écarter l'hypothèse populationnelle pour expliquer ces effectifs.

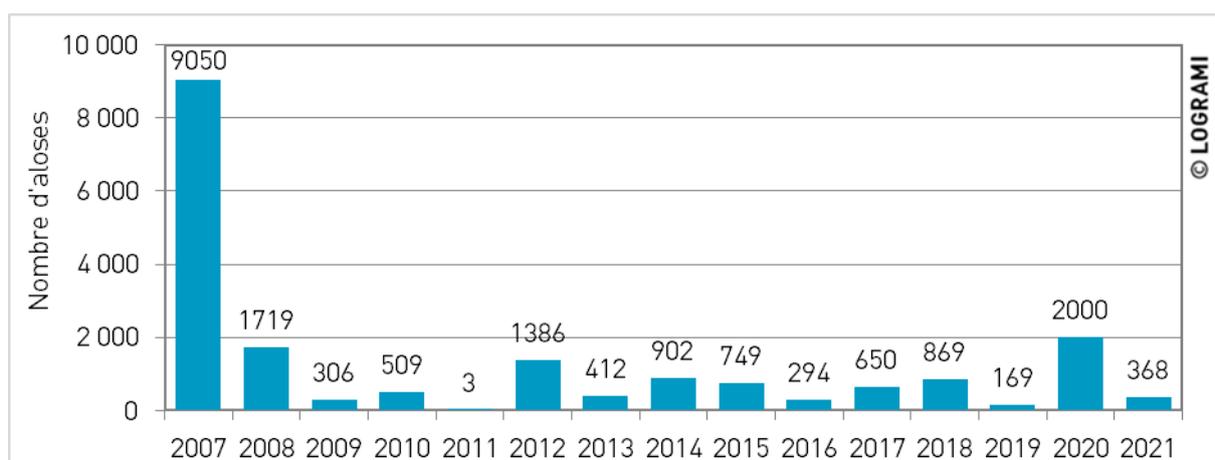


Figure 201 : Bilan des passages d'aloses à la station de comptage de Descartes sur la Creuse depuis 2007

5.1.1.2 Châtellerault

Sur la Vienne, 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 202). En 2021, seulement 746 individus ont été comptabilisés. Tout comme à la station de Descartes, la nette augmentation de l'année 2020, n'a donc pas été confirmée. L'effectif annuel est proche de ceux observés de 2008 à 2019, avec seulement quelques centaines d'individus dénombrés (médiane de 337 aloses). Il représente 7,8 % du maximum connu à cette station de comptage (9 538 aloses en 2007).

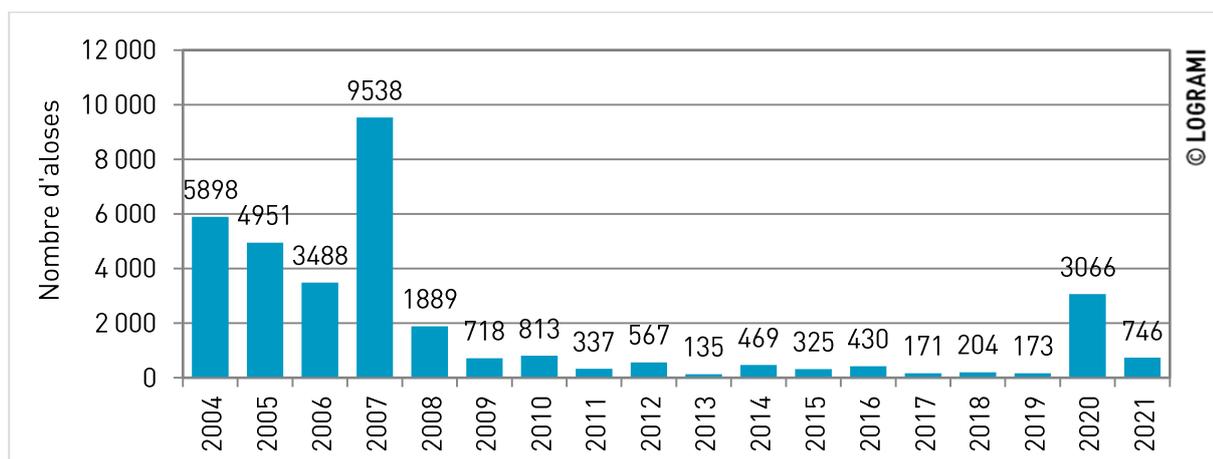
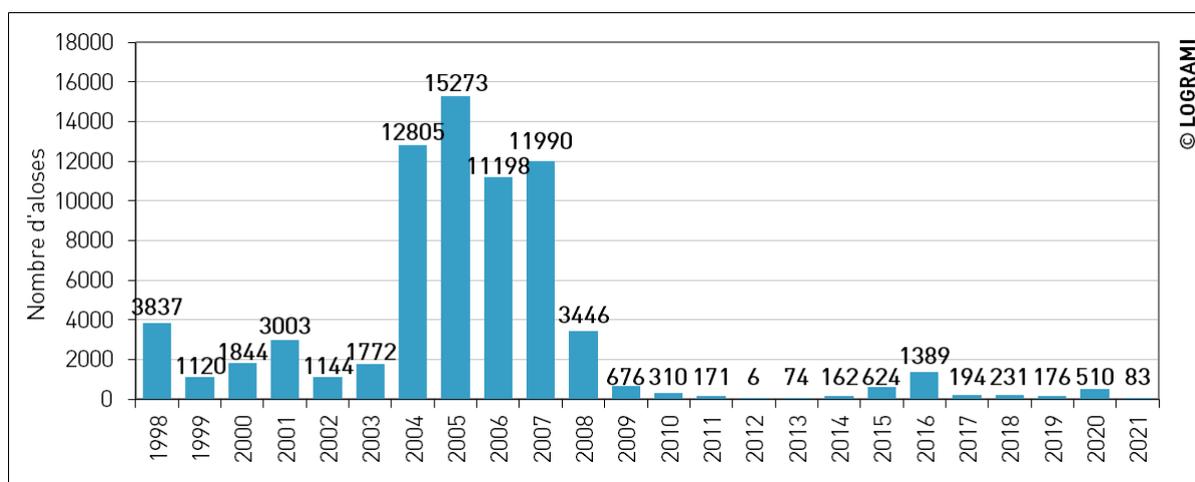


Figure 202 : Bilan des passages d'aloses à la station de comptage de Châtelleraut sur la Vienne depuis 2004

5.1.1.3 Decize

A Decize sur la Loire amont, 83 aloses ont été comptabilisées en 2021. Depuis le comptage exhaustif annuel des individus débuté en 2009, en moyenne 377 aloses ont été contrôlées (+/- 282 aloses) (Figure 203). 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 avec un niveau de population qui atteint 12 000 à 15 000 aloses annuellement en raison notamment de l'abaissement du seuil de Blois permettant un meilleur accès aux zones amont. 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 203 : Bilan des passages d'aloses à la station de comptage de Decize sur la Loire depuis 1998 (Sources : LOGRAMI)

5.1.1.4 Roanne

Aucune alose n'a été comptabilisée à la station de comptage de Roanne en 2021. 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.



5.1.1.5 Gueugnon

Aucune alose n'a été comptabilisée en 2021 à la station de comptage de Gueugnon (Figure 204). 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.

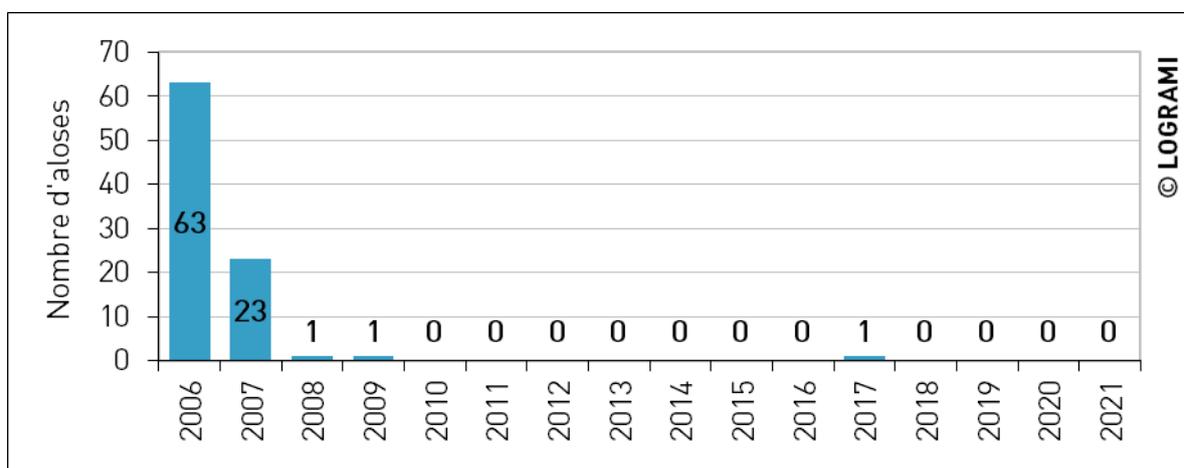


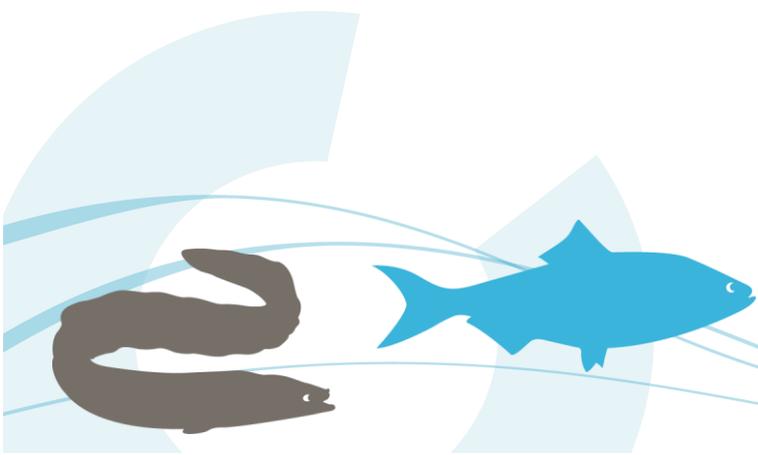
Figure 204 : Bilan des passages d'aloses à la station de comptage de Gueugnon sur l'Arroux depuis 2006 (Sources : LOGRAMI)

5.1.1.6 Saint-Pourçain-sur-Sioule

Aucune alose n'a été comptabilisée en 2021 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 Vichy

A la station de comptage de Vichy sur l'Allier en 2021, 3 aloses ont été comptabilisées (Figure 205). Depuis la mise en service de la station de comptage en 1997, la moyenne interannuelle s'élève à 428 +/- 500 individus. 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.



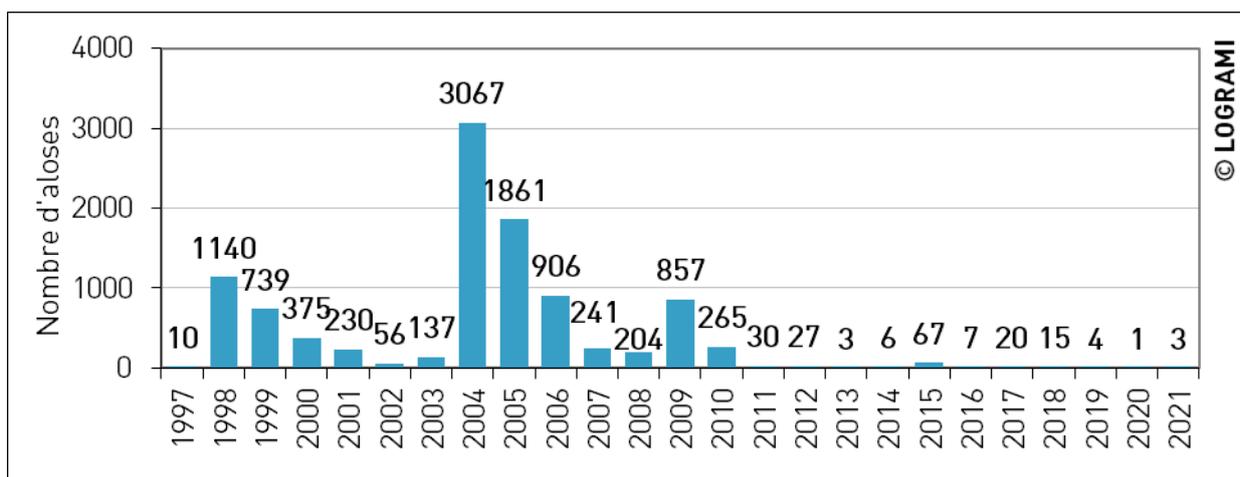


Figure 205 : Bilan des passages d'aloses à la station de comptage de Vichy sur l'Allier depuis 1997 (Sources : LOGRAMI)

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 une cinquantaine de frayères potentielles sont recensées.**

Un total de 3 998 lamproies a été dénombré aux stations de comptage en 2021. Ces remontées sont très faibles et ne confirment pas l'embellie constatée en 2020 (34 487 lamproies marines comptées sur le bassin de la Vienne). Cette dernière est donc bien liée au contexte particulier de l'année 2020 (des conditions hydrologiques favorables pour la migration sur l'axe Vienne et l'arrêt de la pêche professionnelle durant le printemps (Baisez et al., 2021)), et non à une dynamique positive de l'espèce.

L'espèce a été observée exclusivement sur le bassin de la Vienne, avec 25 % des passages sur la Creuse à Descartes et 75 % sur la Vienne à Châtellerault (Figure 206). 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.

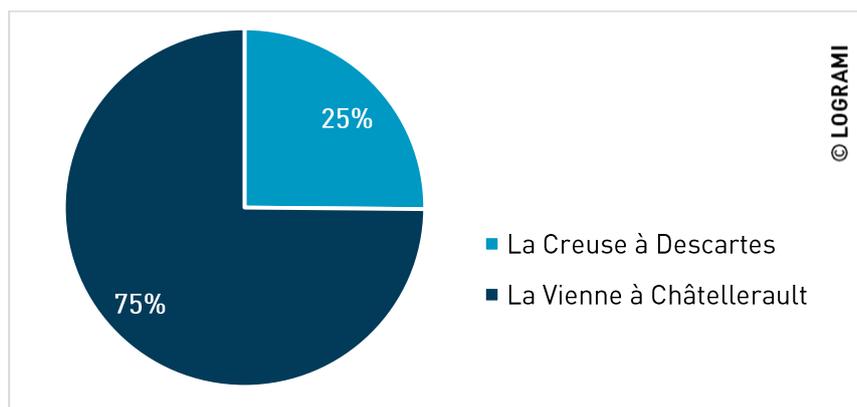


Figure 206 : Répartition des effectifs de lamproies marines aux stations de comptage du bassin de la Loire en 2021

Depuis 2007, la répartition est similaire avec en moyenne 100 % +/- 1 des lamproies marines observées aux stations de comptage du bassin de la Vienne (Figure 207). 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 (Taverny & Elie, 2010). **L'absence de migration depuis 2013 à Vichy et 2017 à Decize, indique la disparition totale de l'espèce sur les parties**

amont du bassin et donc une forte diminution de l'aire de répartition par rapport au début des années 2000.

Au sein du bassin de la Vienne, la répartition de l'année 2021 est différente de celles des autres années avec une prédominance pour l'axe Vienne (75 % des comptages). Habituellement, la répartition est équilibrée entre la Creuse et la Vienne (en moyenne 51 % à Descartes et 49 % à Châtelleraut). Les faibles débits rencontrés durant le mois de mars ont probablement favorisé l'attractivité de la Vienne.

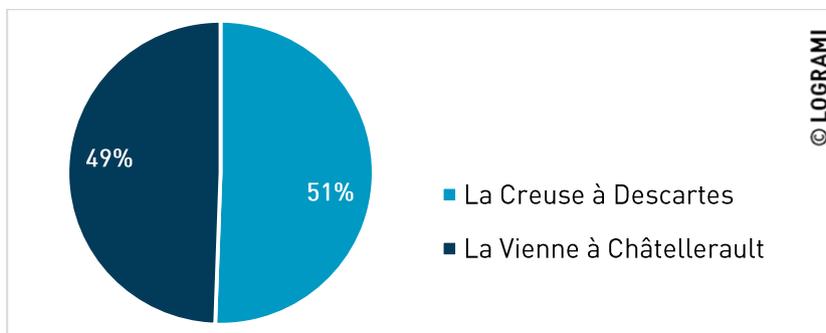


Figure 207 : Répartition des effectifs de lamproies marines aux stations de comptage du bassin de la Loire en moyenne sur la période 2007-2020

5.1.2.1 Descartes

Malgré le ressaut de l'année 2020, une tendance à la baisse de la population est constatée depuis 2016 (médiane de 5 218, moyenne de 6 294 +/- 6 334 lamproies marines de 2016 à 2020). Les effectifs de l'année 2021 s'inscrivent dans cette tendance avec seulement 1 005 lamproies marines franchissant l'ouvrage de Descartes. Après 2017 et 2019, cet effectif est le plus faible de la série de données. (Figure 208). Il ne représente que 2 % du maximum constaté en 2007.

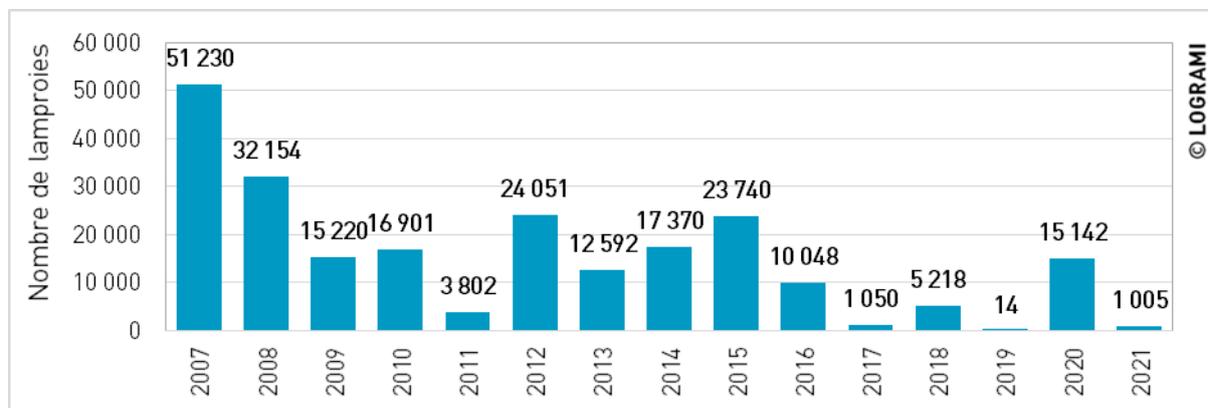
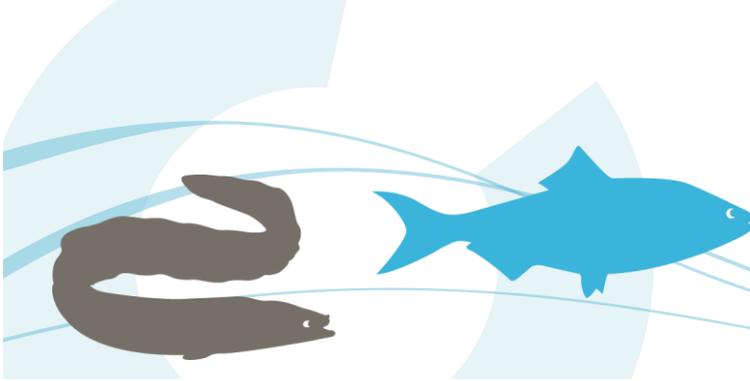


Figure 208 : Bilan des passages de lamproies marines à la station de comptage de Descartes sur la Creuse depuis 2007

5.1.2.2 Châtelleraut

En 2021, 2 993 lamproies marines ont été comptabilisées à Châtelleraut (Figure 209). Tout comme à Descartes, après les années 2017 et 2019, il s'agit du plus faible effectif constaté depuis le début du suivi en 2004. Il ne représente que 6 % des effectifs comptabilisés en 2008. La nette hausse constatée en 2020 n'est donc pas confirmée.



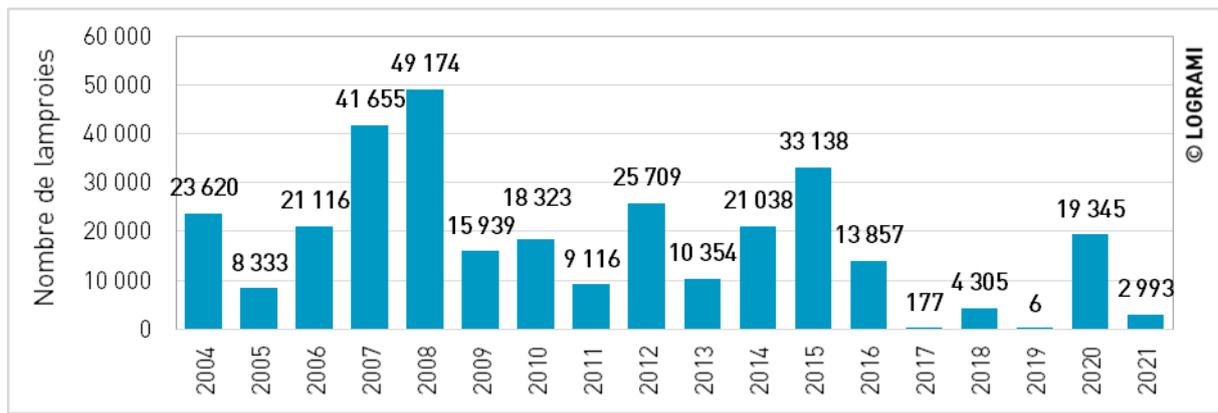


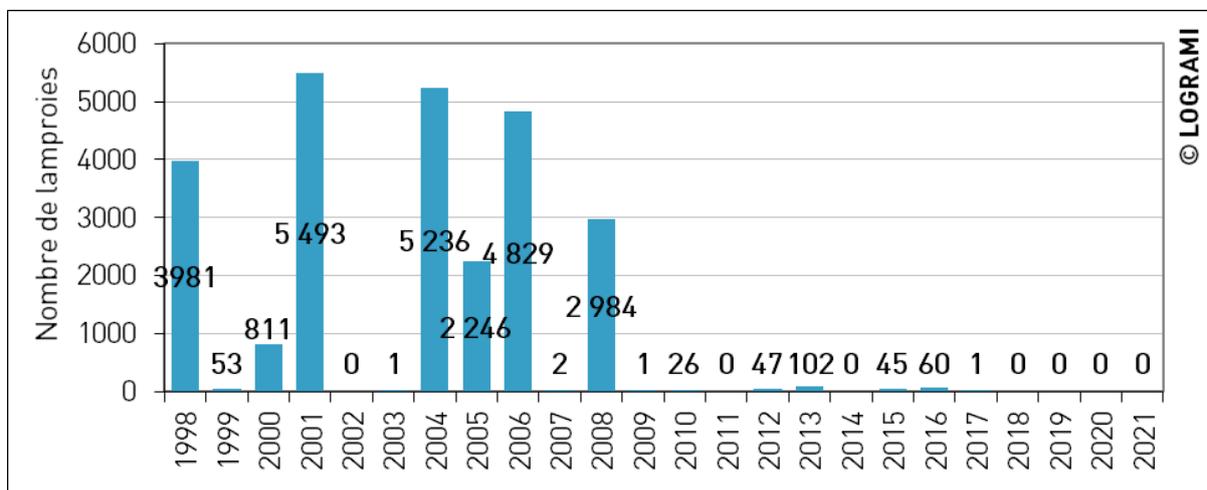
Figure 209 : Bilan des passages de lamproies marines à la station de comptage de Châtelleraut sur la Vienne depuis 2004

A noter que 3 sub-adultes de lamproies ont été comptés en dévalaison les 2 et 3 février. Ces observations sont rares du fait de la forme et de la petite taille des individus. L'activité de dévalaison est par ailleurs déclenchée par une augmentation du débit, les passages se font donc en général en surverse des clapets et non par la passe à poissons.

5.1.2.3 Decize

En 2021, aucun individu n'a été comptabilisé au seuil de Decize. Depuis le début des comptages à la station de Decize en 1998, les effectifs varient de 0 à 5 484 individus (Figure 210). 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 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 22 individus +/- 26.



* 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 210 : Bilan des passages de lamproies marines à la station de comptage de Decize sur la Loire depuis 1998 (Sources : LOGRAMI)



5.1.2.4 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 seuil de Roanne (Falatas et al., 2007).

5.1.2.5 Gueugnon

Sur le bassin de l'Arroux, à la station de comptage de Gueugnon, aucune lamproie n'a été comptabilisée en 2021 (Figure 211). 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.

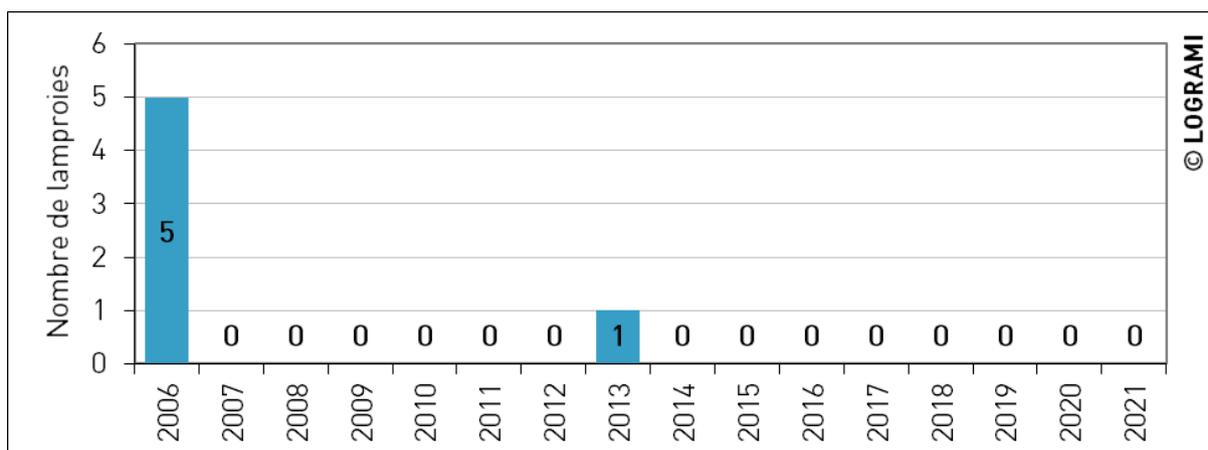


Figure 211 : Bilan des passages de lamproies marines à la station de comptage de Gueugnon sur l'Arroux depuis 2006 (Sources : LOGRAMI)

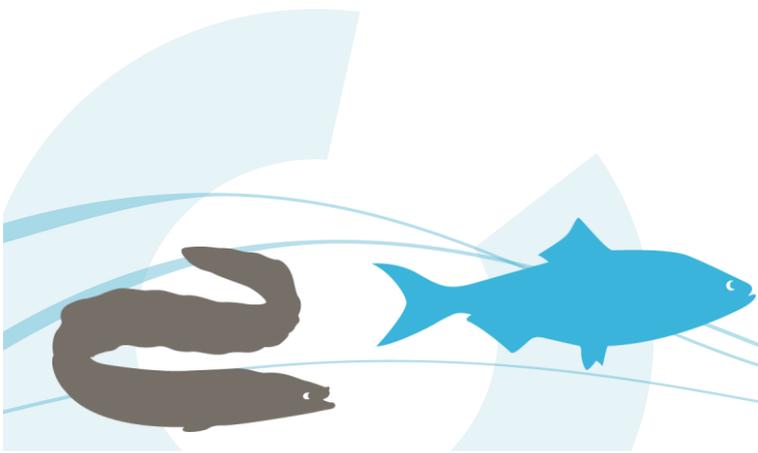
5.1.2.6 Saint-Pourçain-sur-Sioule

Depuis la mise en œuvre des comptages à Saint-Pourçain-sur-Sioule en 2017, aucune lamproie marine n'a été détectée. Toutefois en 2004, plusieurs dizaines de nids de lamproies marines avaient été observés sur la Sioule entre la confluence avec l'Allier et Saint-Pourçain-sur-Sioule.

5.1.2.7 Vichy

Les effectifs contrôlés sur l'Allier à la station de comptage de Vichy depuis 1997 sont faibles et très variables (Figure 212). La moyenne interannuelle s'élève à 255 individus +/- 392. Les remontées de lamproies marines sont très irrégulières avec des années où plus de 3000 géniteurs sont observés contre aucun individu certaines années. Depuis 2007, les passages moyens ne sont que de 2 individus (+/- 3 lamproies). En 2021, et pour la huitième année consécutive, aucun individu n'a été contrôlé à la station de comptage de Vichy.

Pour mémoire, une lamproie marine avait été comptabilisée en 2004 à la station de comptage de Langeac située 184 km en amont du pont barrage de Vichy.



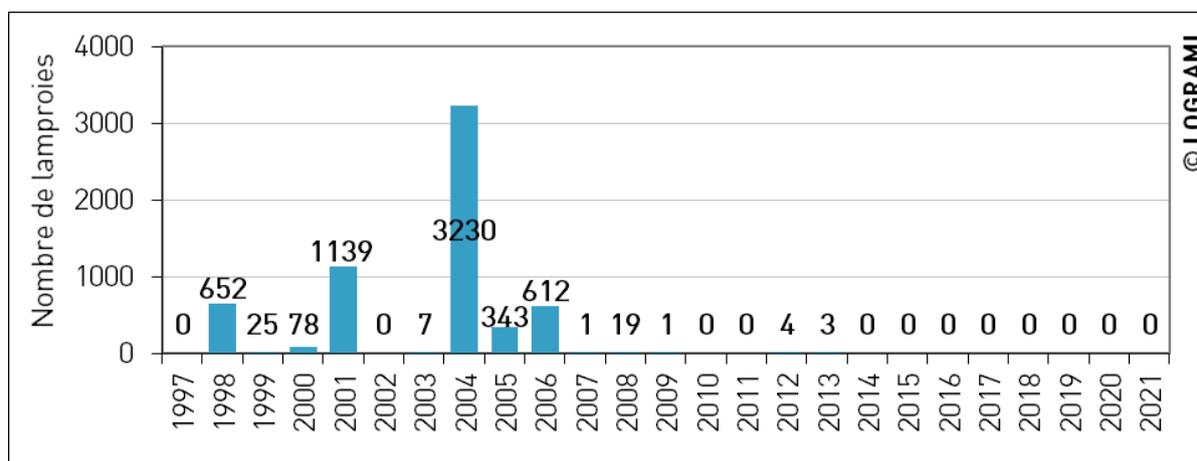


Figure 212 : Bilan des passages de lamproies marines à la station de comptage de Vichy sur l'Allier depuis 1997 (Sources : LOGRAMI)

5.1.3. Les effectifs de lamproie fluviatile

Les lamproies fluviatiles remontent les cours d'eau à une distance maximale de 270 km (Taverny & Elie, 2010). Les stations de comptage les plus aval étant situées au-delà de cette limite de colonisation, très peu de lamproies fluviatiles sont observées en nage libre. Ainsi, depuis le début des suivis seulement deux individus ont été confirmés en nage libre. Ils ont tous les deux été observés à la station de Descartes en 2007 (en montaison puis en dévalaison le 17 février) et 2008 (en dévalaison le 11 avril). A noter que dans la majorité des cas, les nageoires dorsales de la lamproie ne sont pas visibles sur les vidéos, d'autres individus ont donc pu être confondus avec des anguilles jaunes. Seule une position ventousée permet de différencier réellement les deux espèces.

Par ailleurs, 31 autres lamproies fluviatiles ont été observées avec un mode de déplacement porté (14 à Descartes depuis 2007, 15 à Châtelleraut depuis 2004, 2 à Vichy depuis 1997 et 0 à Decize depuis 2009). Là encore, ces comptages ne sont pas exhaustifs : certaines lamproies, fixées sur le flanc opposé à la caméra, peuvent ne pas être visibles. Les espèces hôtes sont toutes des migrateurs : l'aloise, le saumon et le mulot (Figure 213).

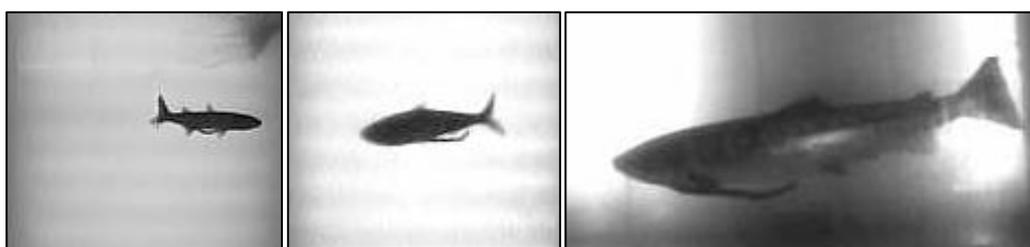
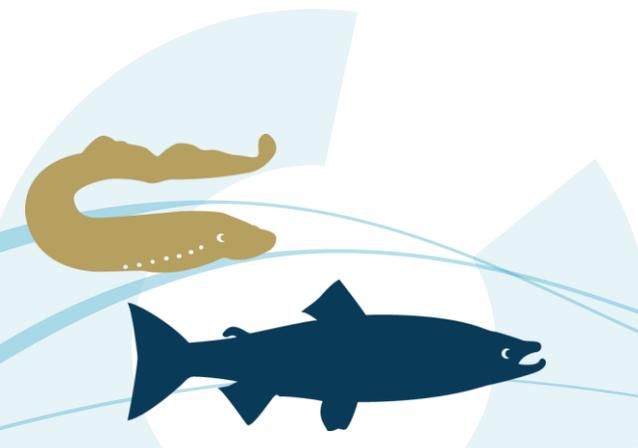


Figure 213 : Illustrations de poissons hôtes parasités par des lamproies fluviatiles (de droite à gauche : mulot porc à Descartes, grande alose à Descartes et saumon atlantique à Vichy) (Sources : LOGRAMI)

Selon nos observations, les aloses sont les poissons vecteurs les plus utilisés (87 % des poissons hôtes). Leur présence plus importante que celle des autres poissons cibles, explique en partie ce résultat (Figure 214).



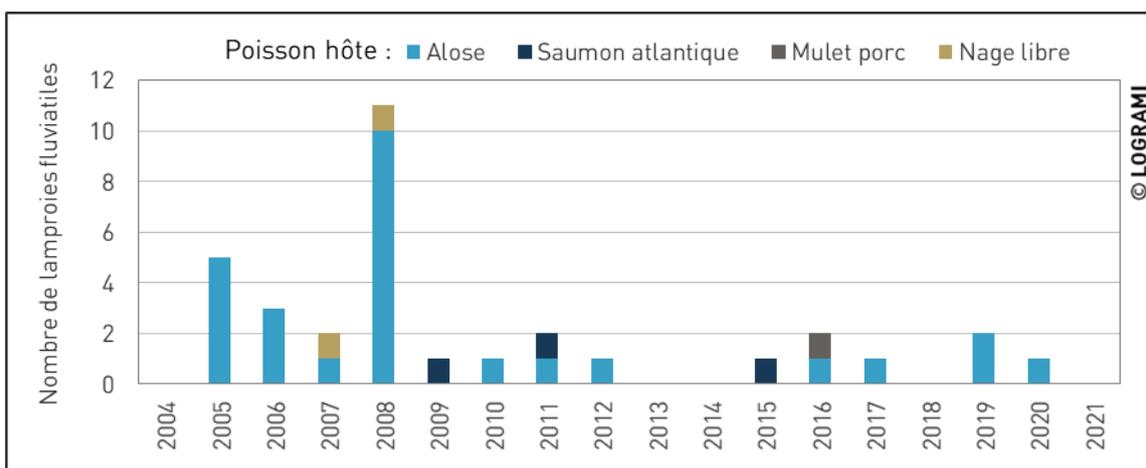


Figure 214 : Bilan des observations de lamproies fluviatiles et de leurs modes de déplacement aux stations de comptage du bassin de la Loire depuis le début des suivis

5.1.4. Les effectifs de saumon atlantique

La répartition des stations de comptage sur l'ensemble du bassin de la Loire permet de connaître précisément la population de saumon atlantique 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 2021, 308 saumons ont été contrôlés sur le bassin de la Loire. Avec 86 % des passages, l'essentiel du contingent s'est orienté sur l'Allier. L'axe de migration secondaire est la Sioule qui a accueilli 6 % des saumons du bassin. Ce dernier pourcentage a été calculé à partir des résultats de la nouvelle station de comptage de Jenzat où, contrairement à celle de Saint-Pourçain-sur-Sioule, les comptages sont exhaustifs. 4 % de la population a été contrôlé à la station de Descartes sur la Creuse. Enfin, quelques individus ont été observés sur la Loire à Decize (2 %) et sur la Vienne à Châtelleraut (2 %). (Figure 215).

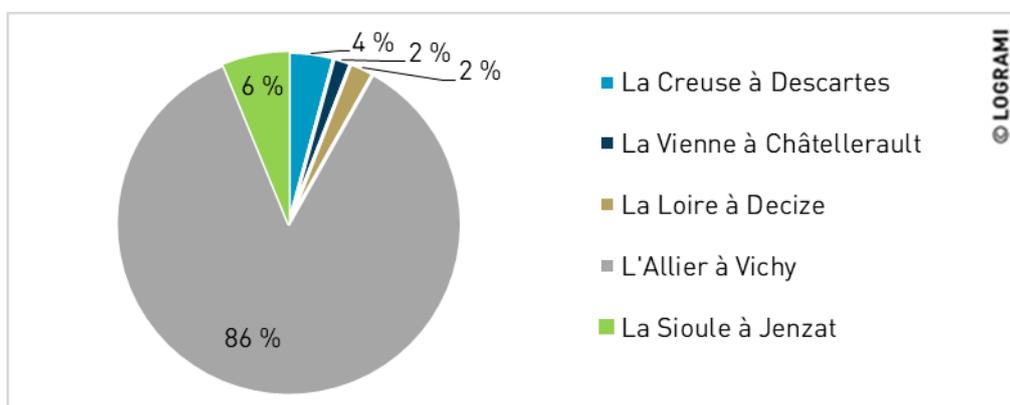
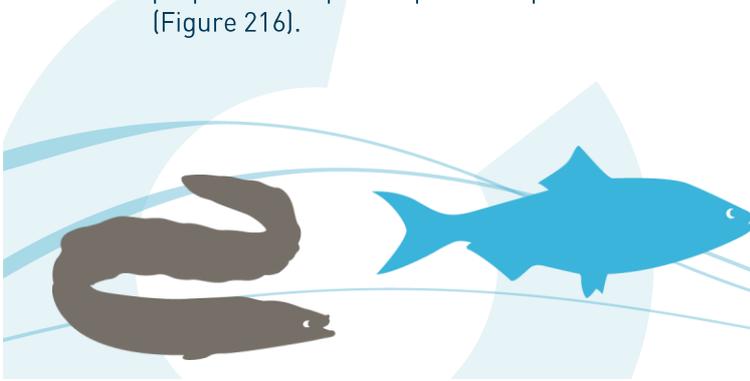


Figure 215 : Répartition des effectifs de saumons aux stations de comptage du bassin de la Loire en 2021

En retirant la Sioule, où les comptages sont assez récents, une comparaison des répartitions de 2021 avec celle des années antérieures peut être réalisée. Avec 4 % des comptages de l'année 2021, la part des saumons observés sur la Creuse est plus faible qu'habituellement (11 % +/- 2,8 % de 2007 à 2020). Cette régression s'explique par la baisse du repeuplement sur le bassin de la Gartempe. Cela profite à l'axe Allier, où la proportion est plus importante que les années antérieures (91 % en 2021 contre 86 % +/- 3,8 % de 2007 à 2020) (Figure 216).



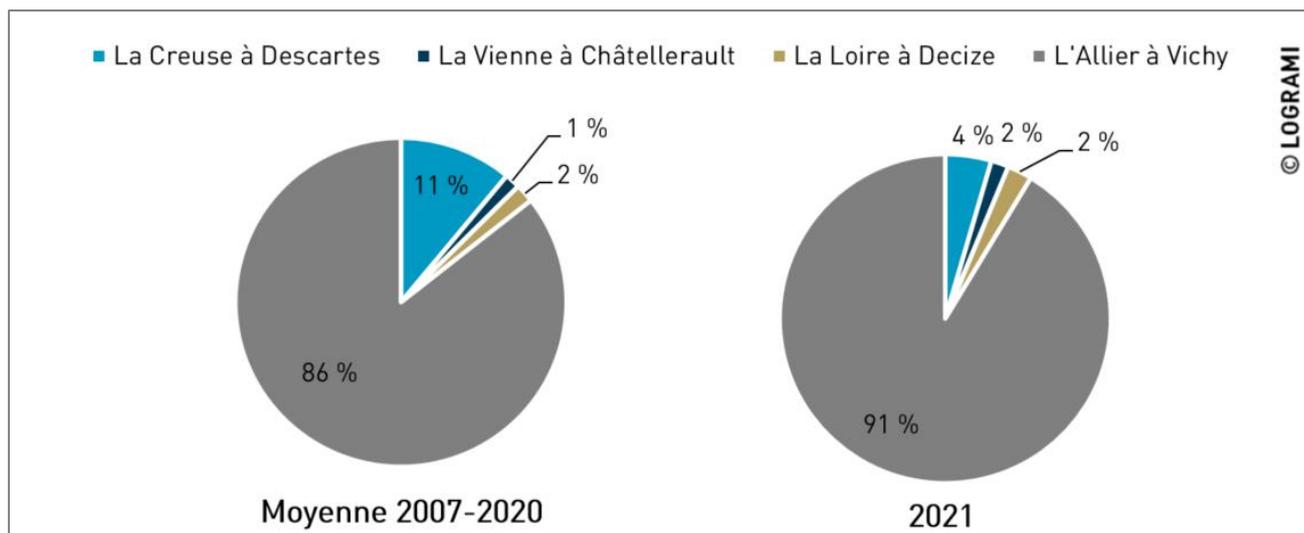


Figure 216 : Répartition des effectifs de saumons aux stations de comptage du bassin de la Loire de 2007 à 2020 (à gauche) et en 2021 (à droite)

5.1.4.1 Axe Vienne

Châtelleraut

En 2021, 5 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 2020 est de seulement de 9 +/- 6 saumons (Figure 217). 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 divagant confirme l'intérêt de l'espèce pour cet axe migratoire historique.

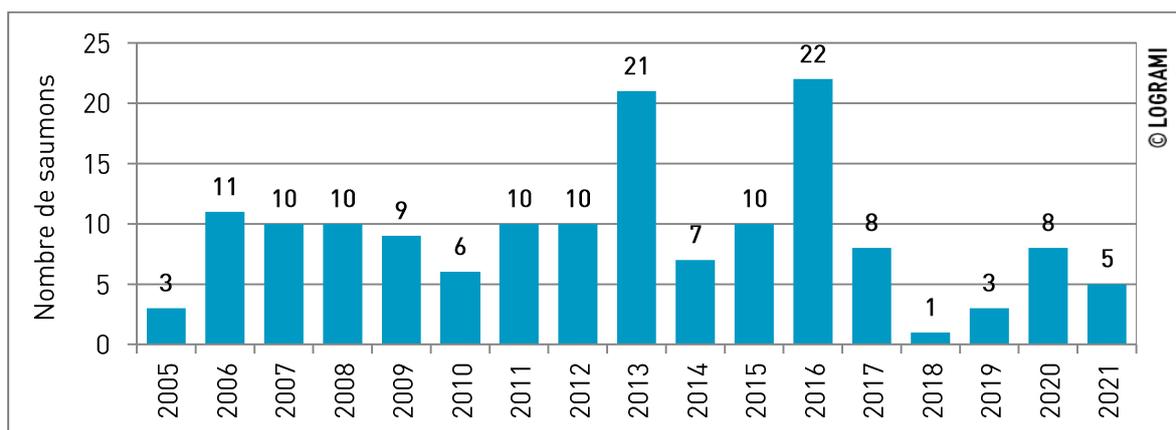


Figure 217 : Bilan des passages de saumons à la station de comptage de Châtelleraut sur la Vienne depuis 2005

5.1.4.2 Axe Creuse-Gartempe

Descartes

Sur la Creuse, en moyenne 81 saumons +/- 49 franchissent chaque année l'ouvrage de Descartes. Les effectifs ont fortement augmenté entre 2011 et 2017, avec une moyenne de 125 saumons comptabilisés +/- 40. Depuis, la dynamique est à la baisse en lien avec les modifications des plans de déversements et des quantités déversées. L'effectif de 2021 est le plus faible rencontré depuis le début du suivi avec seulement 13 saumons observés (Figure 218). Les retours de saumons sur la Creuse devraient continuer à chuter dans les années à venir, les opérations de déversement sur la Gartempe ayant été stoppées en 2020. A partir de 2025, seuls quelques individus erratiques et/ou issus d'une potentielle reproduction naturelle reviendront sur ce bassin.

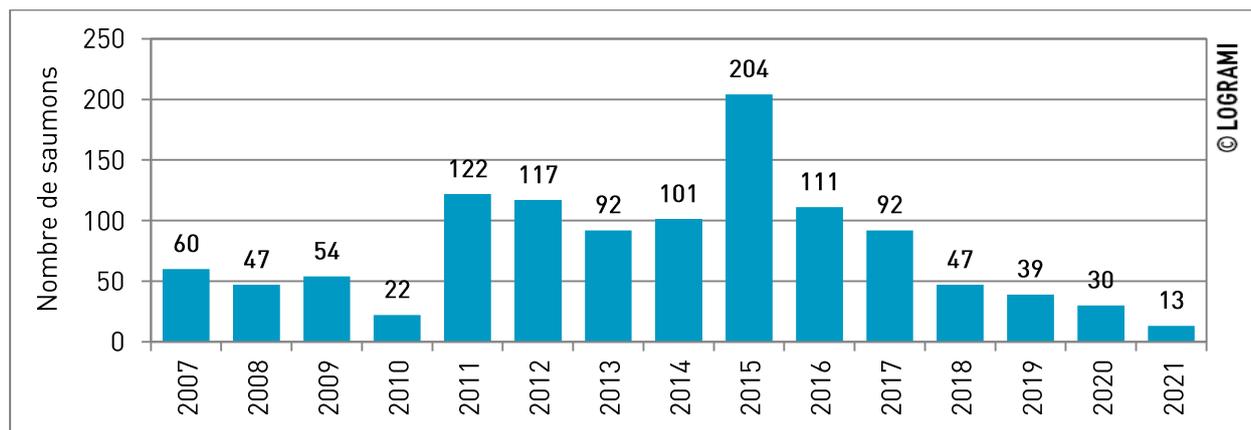


Figure 218 : Bilan des passages de saumons à la station de comptage de Descartes sur la Creuse depuis 2007

Châteauponsac

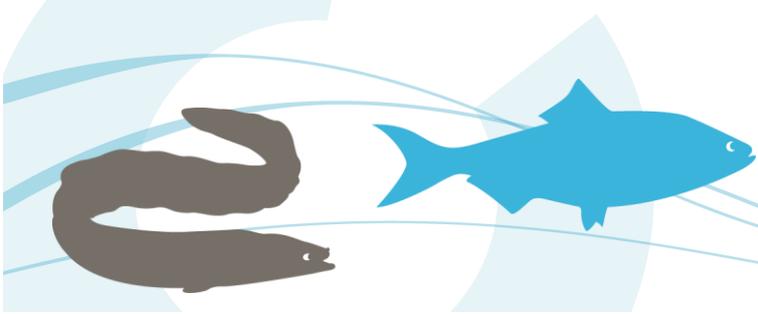
La station de comptage de Châteauponsac est située sur la Gartempe, 140 km en amont du seuil de Descartes. Cette station n'était pas en fonctionnement en 2021, aucun saumon n'a donc pu être comptabilisé. Compte tenu des problèmes de continuité rencontrés sur la Gartempe et des très faibles effectifs comptabilisés à Descartes, il est probable que très peu de saumons aient réussi à rejoindre la Gartempe limousine. Une amélioration de la continuité écologique sur l'axe est nécessaire afin de permettre aux saumons d'accéder aux zones de reproduction.

5.1.4.3 Axe Loire

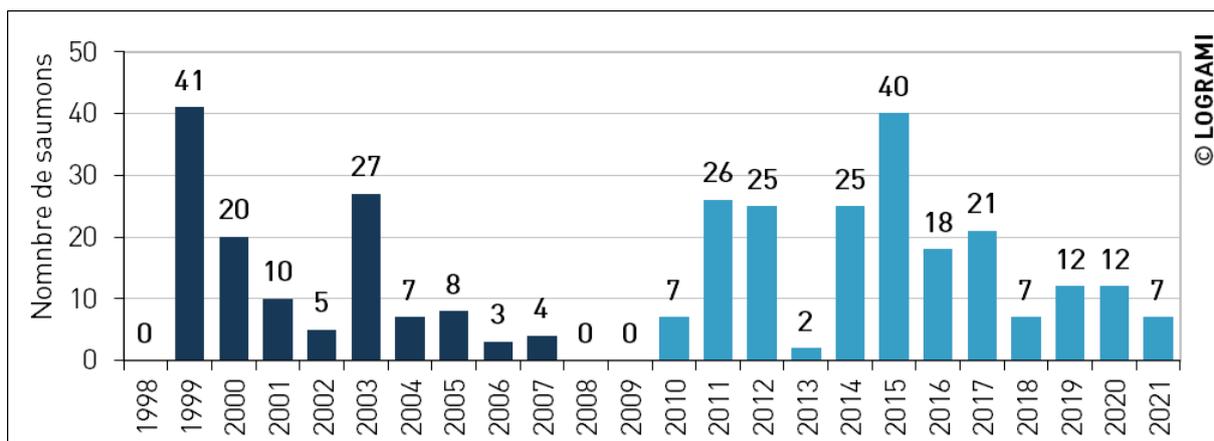
Decize

Sur la Loire amont, à la station de comptage de Decize, en moyenne 14 saumons +/- 10 franchissent chaque année l'ouvrage (Figure 219). 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 2009-2020 est de 16 individus +/- 10 individus contrôlés. En 2021, 7 individus ont été comptabilisés.

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 Renaison à Riorges (42). Les derniers déversements sur l'Arroux ont été effectués en 2019, il peut donc être



attendu des retours de géniteurs jusqu'en 2023. En outre, malgré un comportement de homing avéré pour le saumon, certains individus peuvent également provenir du bassin de l'Allier par divagation.



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

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

Figure 219 : Bilan des passages de saumons à la station de comptage de Decize sur La Loire depuis 1998 (Sources : LOGRAMI)

Des observations notamment en 2008, 2009 et 2013 à la station de Gueugnon, située en amont de Decize, traduisent la possibilité qu'ont les individus de franchir le seuil de Decize par les vannes sans pour autant être comptabilisés à la station de comptage. Ces comptages doivent donc être considérés comme des minimas.

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 2020, 45 individus ont franchi la station de comptage (moyenne de 3 poissons +/- 3) (Figure 220).

En 2021, un individu a été comptabilisé à Gueugnon. Ce poisson a pu être identifié grâce à ses caractéristiques morphologiques parmi les 7 saumons observés à la station de comptage de Decize située plus en aval sur la Loire. Ainsi, il aurait parcouru les 75 km séparant les deux points de comptage à une vitesse moyenne de 1,5 km/jour. Les études de radiopistage sur les saumons menées sur le bassin de l'Allier en 2006, 2009 et 2019 mettent en évidence des vitesses de migration moyennes de 7 km/jour (Marcon et al., 2020).

Ces faibles résultats obtenus depuis 2006 interrogent sur la pertinence de la réintroduction du saumon sur ce bassin depuis 1998. Cependant, les facteurs limitants n'ont à ce jour pas été identifiés.

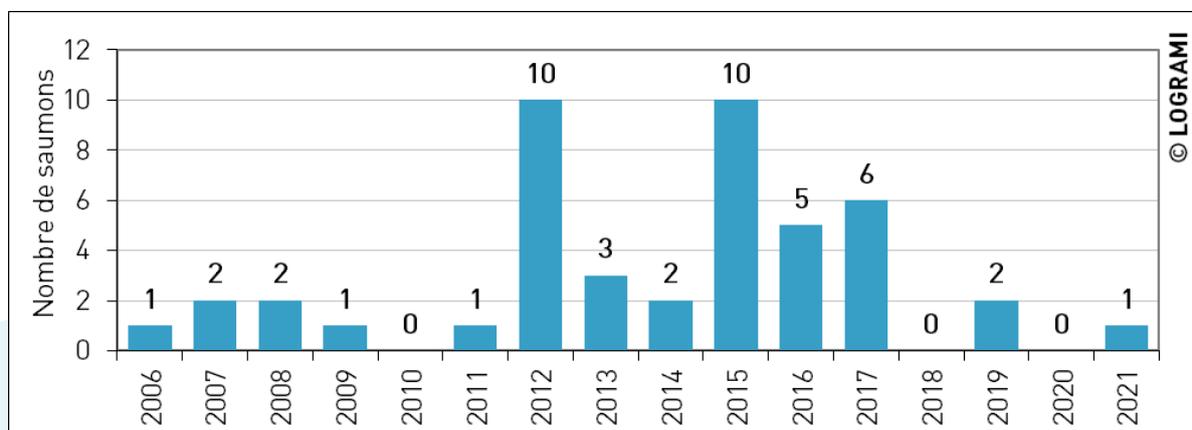


Figure 220 : Bilan des passages de saumons à la station de comptage de Gueugnon sur l'Arroux depuis 2006 (Sources : LOGRAMI)

Roanne

En 2021, aucun saumon n'a été observé à la station de comptage de Roanne. Pour rappel, depuis 2012, 8 individus ont été observés à la station de comptage. Trois de ces saumons ont 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 seuil VNF de Roanne. Ces constats révèlent la ténacité de ces poissons mais également le facteur limitant majeur de cet axe qui est la perte des zones de reproduction située en amont de l'ouvrage de Villerest.

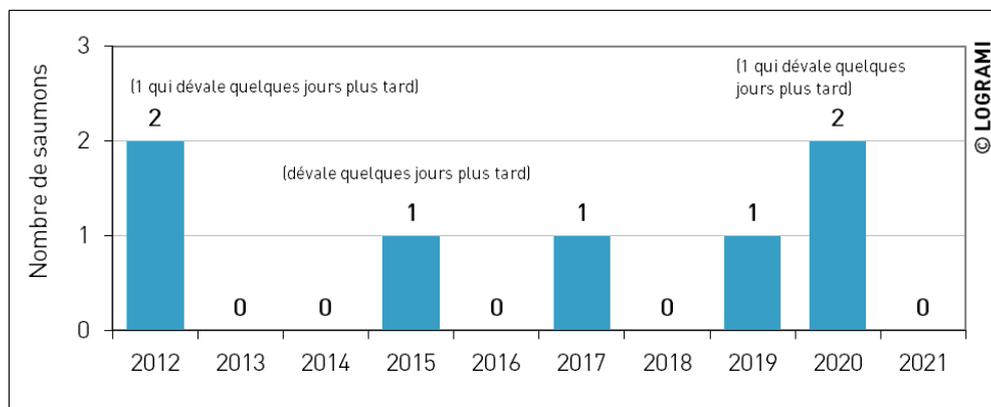


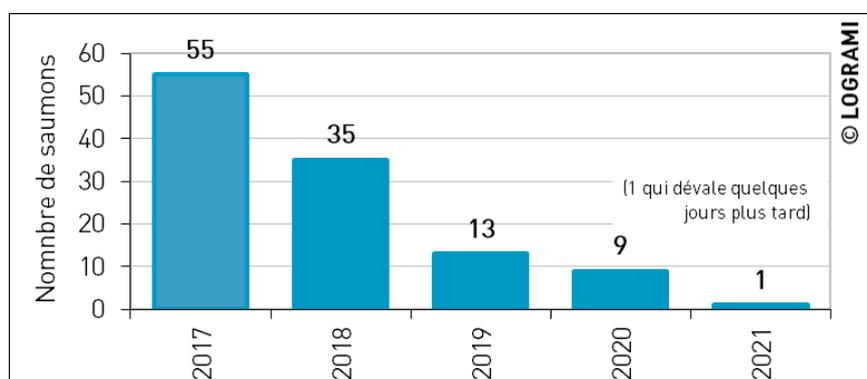
Figure 221 : Bilan des observations de saumons à la station de comptage de Roanne sur la Loire depuis 2012 (Sources : LOGRAMI)

5.1.4.4 Axe Sioule

Saint-Pourçain-sur-Sioule

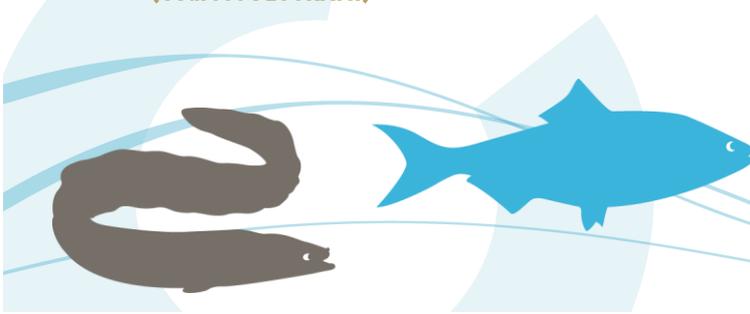
En 2021, un individu a été comptabilisé à la station de comptage de Saint-Pourçain-sur-Sioule (Figure 222). Toutefois, un saumon dévalera le dispositif tandis qu'un autre dévalera puis repassera devant la vitre de comptage dans la foulée. **Actuellement, sur cet axe les problèmes de continuité écologique dès l'aval sont sources de pertes considérables.**

L'effectif comptabilisé en 2021 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 seuil. L'observation de 19 saumons à la nouvelle station de comptage de Jenzat située 30 km en amont consolide cette remarque.



* Le comptage à la station de Saint-Pourçain-sur-Sioule en 2017 est non exhaustif (installation du dispositif de vidéo-comptage le 17 mai).

Figure 222 : Bilan des passages de saumons à la station de comptage de Saint-Pourçain-sur-Sioule sur la Sioule depuis 2017 (Sources : LOGRAMI)



Jenzat

La nouvelle station de comptage de Jenzat se situe à la limite aval des premières zones de frayères sur la Sioule. Elle permettra d'estimer le nombre de géniteurs de façon exhaustive sur l'axe.

En 2021, 19 individus ont été comptabilisés. Cette station a été mise en service le 27 mai 2021, soit 47 jours après la mise en fonctionnement de la passe à poissons (1^{er} avril 2021). Ainsi, les premiers saumons de la saison n'ont pas fait l'objet d'un enregistrement vidéo. Les comptages 2021 doivent être considérés comme des minimas.

5.1.4.5 Axe Allier

Vichy

En 2021, 264 saumons ont été comptabilisés à la station de Vichy. C'est le deuxième plus faible effectif enregistré depuis le début du suivi de la station de comptage en 1997. La moyenne interannuelle s'élève à 589 individus +/- 209. La meilleure année est enregistrée en 2003 avec 1 238 individus. A contrario, la plus faible année est 2010 avec 227 saumons. Depuis 2018, l'effectif comptabilisé annuellement est deux fois moins important que sur la période 2011-2017 (776 saumons +/- 151).

Depuis 1997, 86 % +/- 9 des individus empruntent la passe à poissons située en rive droite pour franchir l'ouvrage.

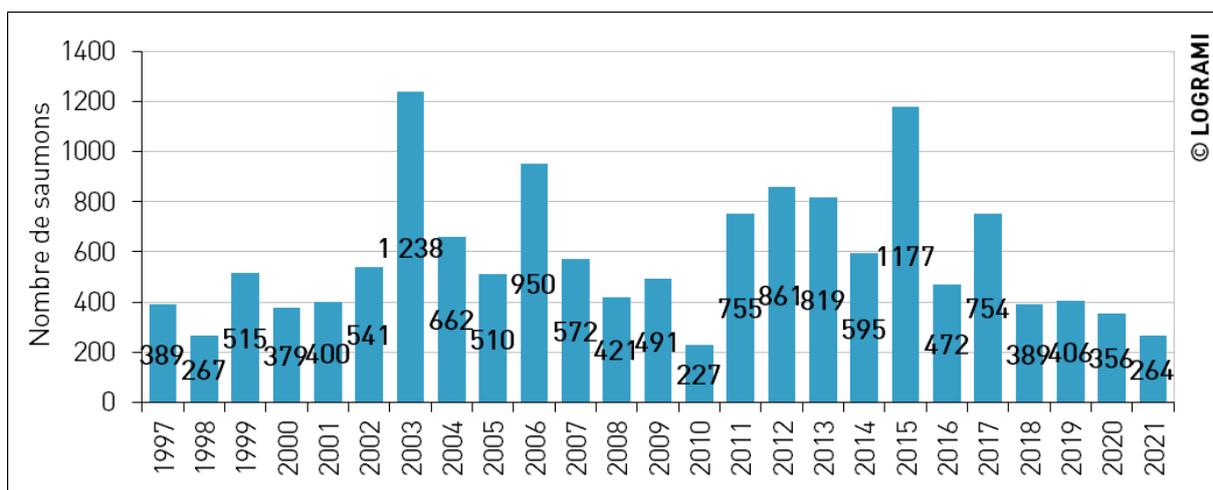


Figure 223 : Bilan des passages de saumons à la station de comptage de Vichy sur l'Allier depuis 1997 (Sources : LOGRAMI)

Pour mener à bien le programme de déversement, des captures de saumons sont réalisées chaque année sur le bassin de l'Allier. Avant 2008, la totalité des saumons était capturée au niveau du seuil de la Bageasse (Vieille Brioude, 43). En 2008 et 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, 37 individus +/- 18 (6,2 % des saumons en migration) par an sont capturés pour participer au programme de soutien d'effectifs. En 2021, 30 géniteurs (11,4 % des saumons en migration) ont été prélevés dans l'Allier pour le programme de déversement.

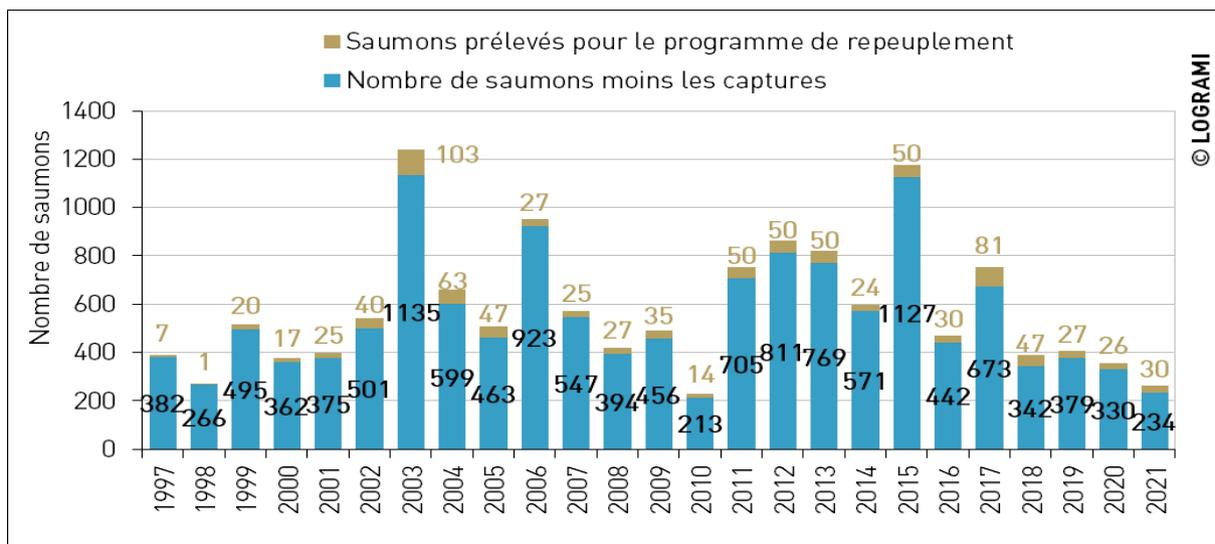


Figure 224 : Bilan des effectifs de saumons à la station de comptage de Vichy sur l'Allier et des captures pour le programme de repeuplement (tous sites de piégeage confondus) depuis 1997 (Sources : LOGRAMI et CNSS)

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 par le CNSS pour des raisons de sécurité, de dégradation des locaux et de suppression des liaisons électrique et vidéo. Bien que l'ensemble de ces problèmes n'ait pas été réglé, les comptages ont été repris par LOGRAMI en 2016. Depuis 2003, la moyenne interannuelle est de 143 +/- 54 individus contrôlés. Avec un effectif de 57 individus (Figure 225), l'année 2021 est la saison qui enregistre les comptages les plus faibles depuis le début du suivi de la station en 2003.

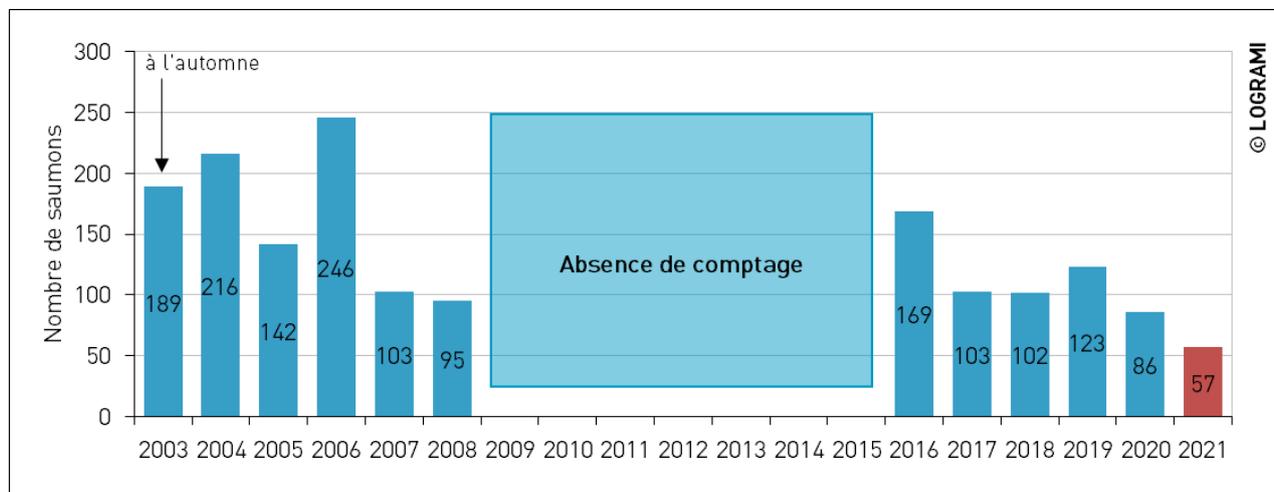
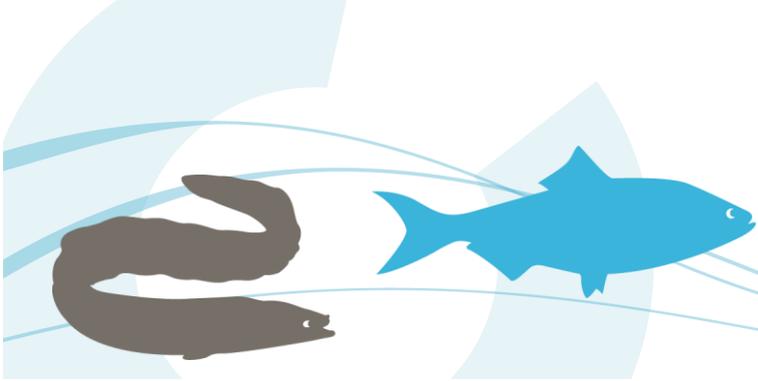


Figure 225 : Bilan des passages de saumons à la station de comptage de Langeac sur l'Allier depuis l'automne 2003 (Sources : LOGRAMI et CNSS)

* En 2018, le comptage des saumons en rive droite doit être considéré comme partiel. En effet, l'enregistrement vidéo au seuil a dysfonctionné lors de la reprise automnale de la migration des saumons entre le 15 septembre et le 5 octobre.



Poutès

En 2021, du 1^{er} janvier jusqu'au 12 juillet et du 30 septembre jusqu'au 14 décembre, le débit transitait par la section ouverte des vannes. Les saumons ont donc pu passer, sans être comptabilisés, par cette section où la totalité du débit transitait. Entre ces dates et après le 15 décembre, le débit passait par la vanne de fond du barrage et la goulotte de dévalaison. L'étude de radiopistage sur la montaison des saumons menée en 2019 sur le bassin de l'Allier a mis en évidence que certains individus peuvent franchir l'ouvrage par cette vanne de fond.

Afin d'affiner ces estimations d'effectif et de se rapprocher de la dynamique migratoire annuelle, il apparaît que le comptage des nids apporte une information précise. Le ratio nombre de nids en amont de Langeac / nombre de saumons en amont de Langeac en 2021 a été utilisé. Un saumon en amont de Langeac a produit 0,89 frayère. Lors du survol en hélicoptère, 23 nids ont été observés en amont du barrage de Poutès, ce qui donne une estimation de 21 saumons ayant franchi le barrage de Poutès en 2021 (Figure 226).

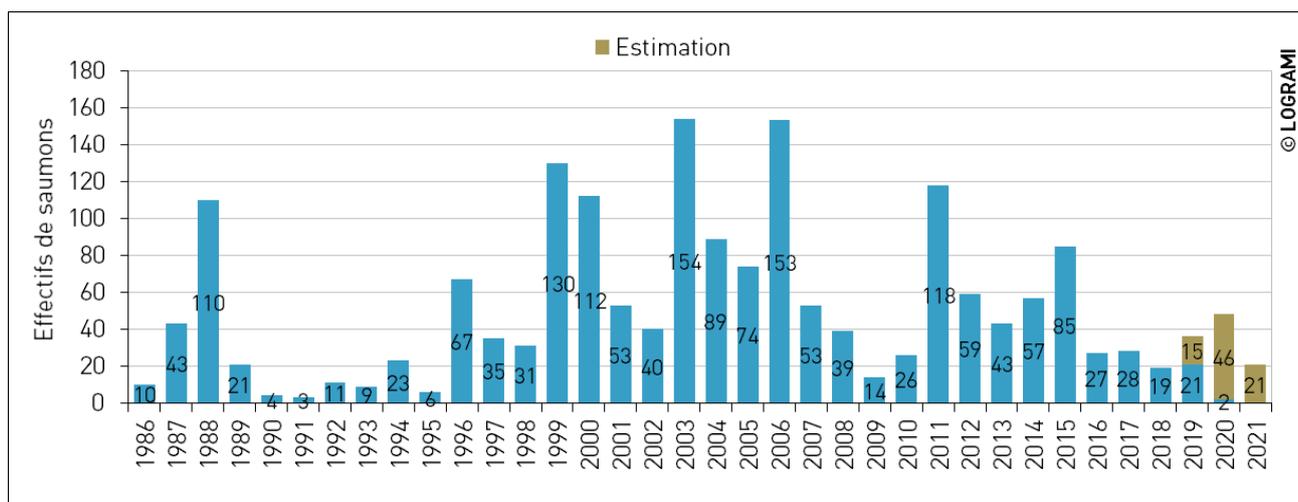


Figure 226 : Bilan des passages de saumons à la station de comptage de Poutès depuis 1986 (Sources : LOGRAMI)

5.1.4.6 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.

Pour étudier la répartition annuelle des saumons le long de l'axe Allier, des pourcentages de transfert sont définis entre chaque station de comptage. Le taux de transfert moyen pluriannuel entre Vichy et Langeac est de 28 % ± 7 pour 184 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 216 kilomètres parcourus et le taux de transfert moyen entre Langeac et Poutès est de 39 % +/- 16 pour 32 km (Figure 227).

Ces taux de transfert sont influencés par l'hydrologie au moment de la migration de montaison, la mortalité estivale, la présence de zones potentielles de frayères en aval de Langeac et Poutès ainsi que la potentialité d'accueil des affluents notamment l'Alagnon et la Dore.

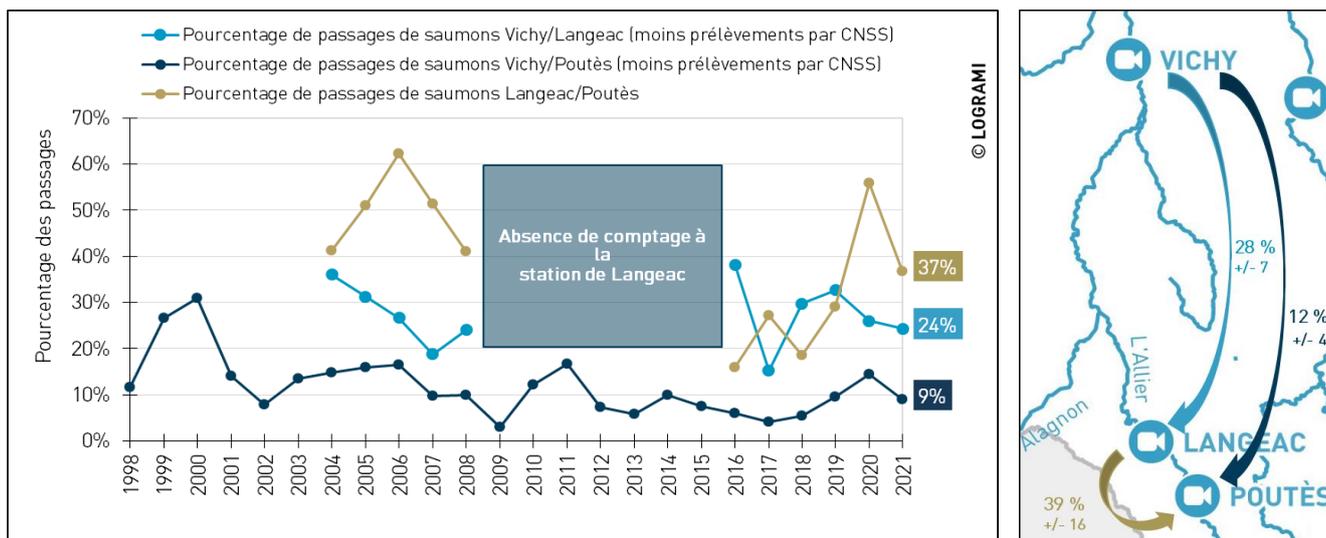


Figure 227 : Bilan des taux de transfert de saumon atlantique entre les stations de comptage de Vichy, Langeac et Poutès en 2021 et en moyenne interannuelle (à droite) (Sources : LOGRAMI)

En 2021, les effectifs filmés en rive droite et à l'usine hydroélectrique (rive gauche) de Langeac représentent 24 % des passages contrôlés à Vichy. Ils montrent une progression moyenne des saumons vers l'amont. Le taux de transfert Langeac/Poutès constaté en 2020 (54%) et 2021 (37 %) est une nouvelle fois à mettre en relation avec la transparence migratoire du barrage de Poutès pendant une partie de la migration automnale.

Au regard des 184 kilomètres séparant la station de Vichy et de Langeac et le taux de transfert assez fluctuant, l'hydrologie que rencontrent les saumons lors de leur migration a été analysée. Ces taux ont donc été mis en relation avec les débits moyens d'avril à novembre sans l'été (juillet et août) (Figure 228). 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.

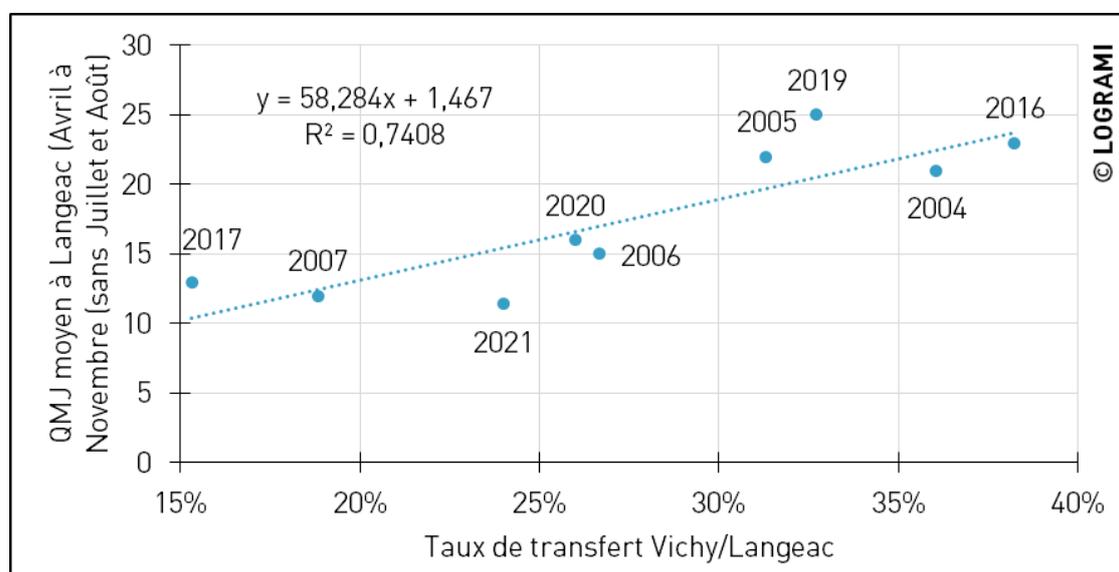
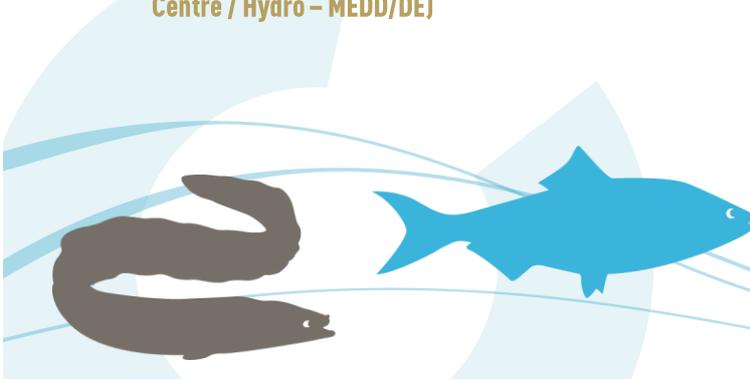


Figure 228 : Relation entre le taux de transfert de saumons atlantiques entre Vichy et Langeac selon le débit moyen annuel d'avril à novembre à Langeac sans juillet et août et sans les années 2008 et 2018 (Sources : LOGRAMI et Données hydro : DREAL Centre / Hydro - MEDD/DE)



Malgré des conditions de débits très pénalisantes en 2021, le taux de transfert est de 24 %. En se basant sur la droite de régression linéaire, avec un débit moyen de 11 m³/s, le taux de transfert aurait dû être en dessous des 20 %. Ce taux de transfert plutôt intéressant est à mettre en relation avec une mortalité estivale plutôt faible du fait des températures fraîches du mois de juillet rencontrées sur l'axe Allier.

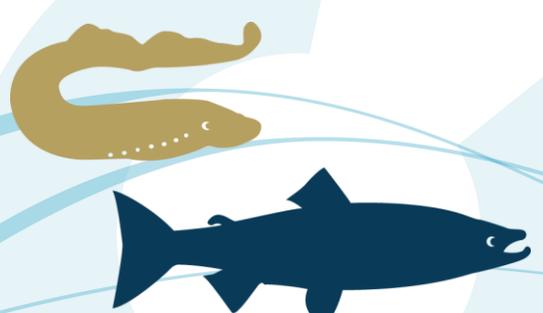
Outre la continuité écologique entre ces 2 ouvrages, les résultats montrent que le **débit de l'Allier influence grandement le taux de transfert entre ces deux stations mais également la température estivale.**

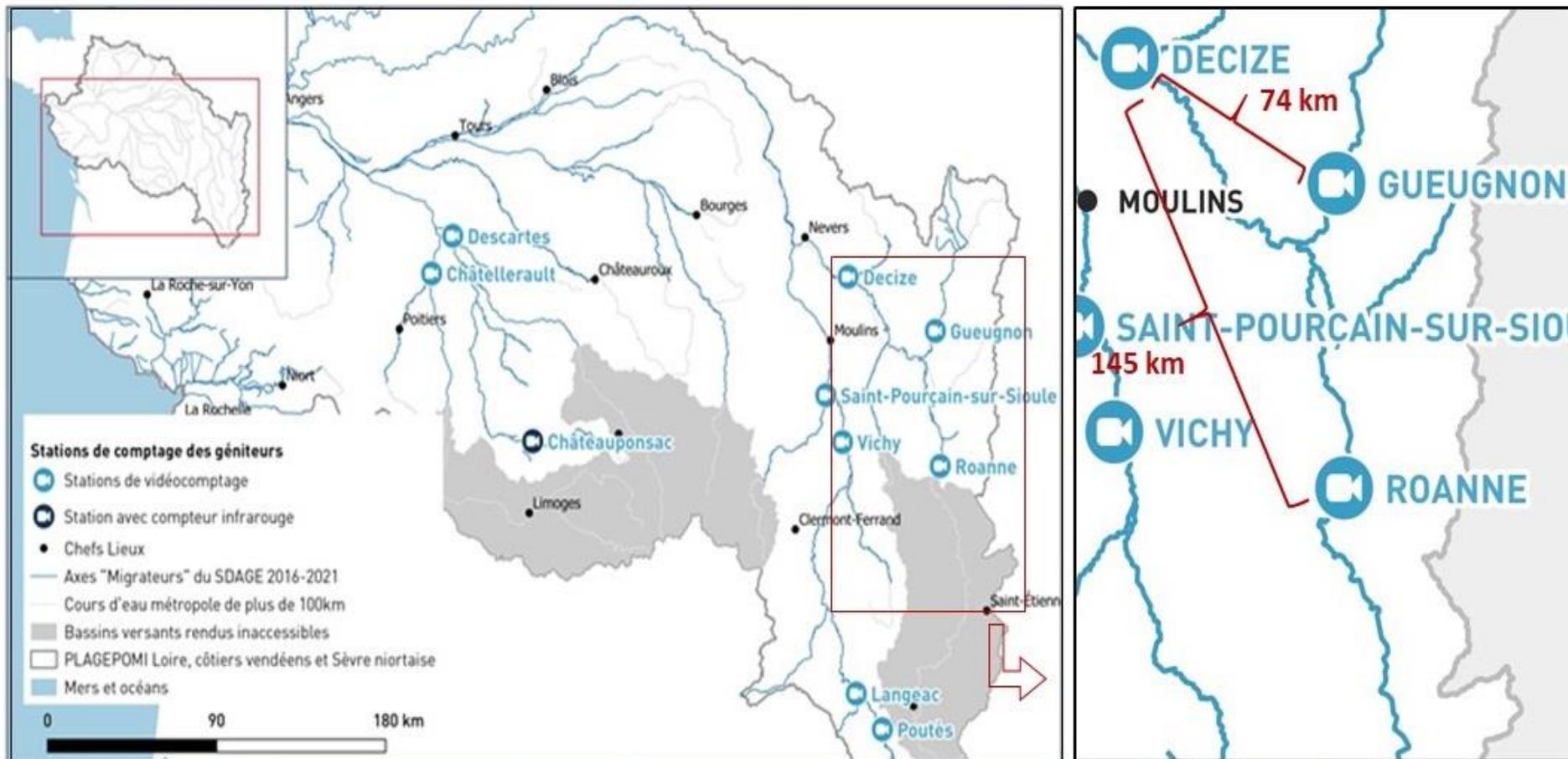
En absence de comptage à l'ascenseur, le taux de transfert historique entre Vichy et Poutès (depuis 1997) de 12 % +/- 4 **permet d'estimer à 28 +/- 9 saumons passés en amont du barrage de Poutès.** En complément, le taux de transfert historique entre Langeac et Poutès (depuis 2004) est de 39 % +/- 16 et estime alors à **18 +/- 7 saumons en amont du barrage de Poutès.** Ces 2 estimations ne prennent pas compte la transparence du barrage de Poutès mais fixent statistiquement les effectifs en amont de l'ouvrage entre 18 +/-7 et 28 +/-9 saumons.

En parallèle, le comptage des nids réalisé en 2021 (cf. § 5.1.4.5) montre que 21 saumons auraient rejoint l'amont du barrage de Poutès et confortent ces estimations. Cette estimation établit un taux de transfert de 9 % entre Vichy et Poutès et de 37 % entre Langeac et Poutès. Ces résultats semblent démontrer que malgré une année peu favorable à la montaison, le transfert des saumons entre Langeac et Poutès a été très satisfaisant et argumente pour un meilleur franchissement de l'ouvrage (grâce aux ouvertures réalisées).

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 229).





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



Figure 229 : Réseau de stations de comptage géré par LOGRAMI sur le bassin de la Loire et leur espacement sur le bassin Loire amont-Arroux (Sources : LOGRAMI)

En moyenne depuis 2006 sur l'axe Loire Arroux, 19 % +/- 14 des saumons contrôlés à Decize sont comptabilisés au seuil de Gueugnon (Les Forges) situé à 74 km en amont (Figure 230). Certaines années (2010, 2018 et 2020), 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 observé à Decize. Ces observations traduisent la possibilité qu'ont les individus de franchir l'ouvrage de Decize par les vannes sans être comptabilisés à la station de comptage.

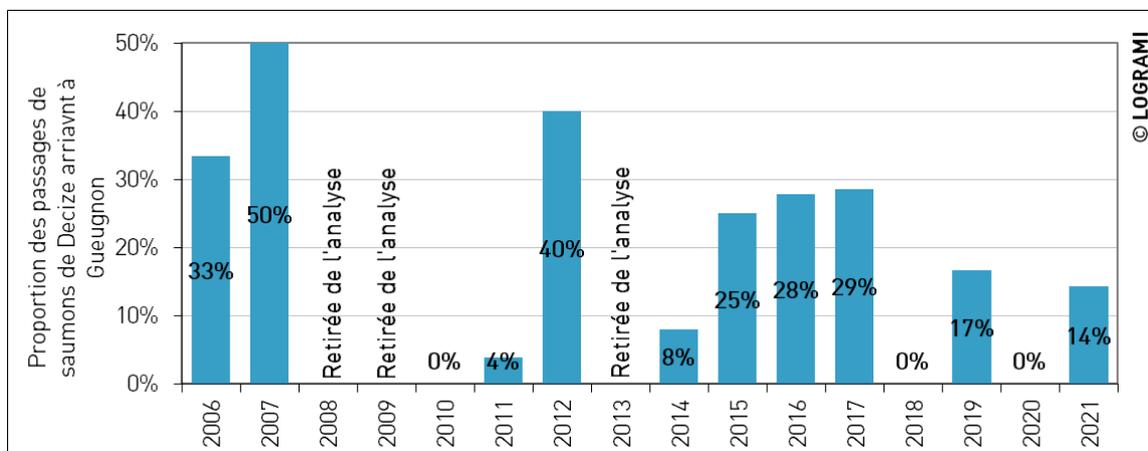


Figure 230: Bilan des taux de transfert de saumons atlantiques entre les stations de comptage Decize et Gueugnon sur l'axe Loire-Arroux depuis 2006 (Sources : LOGRAMI)

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.

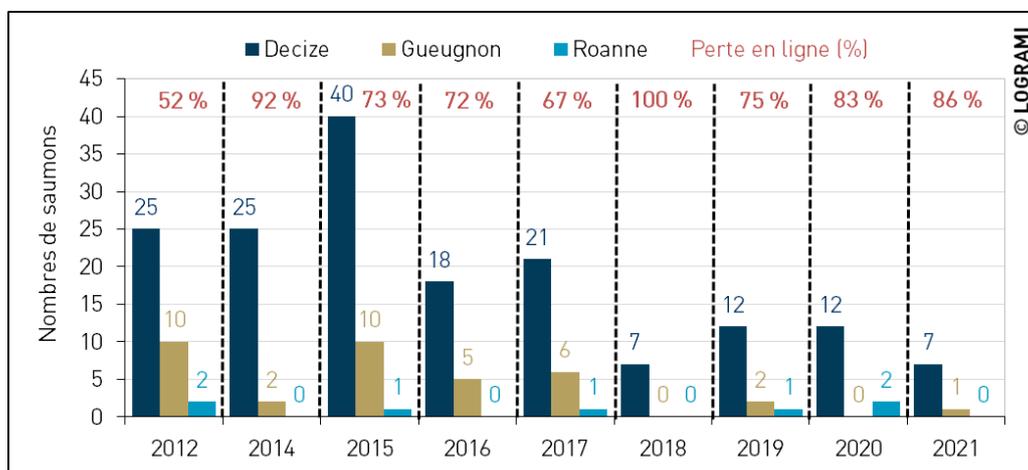
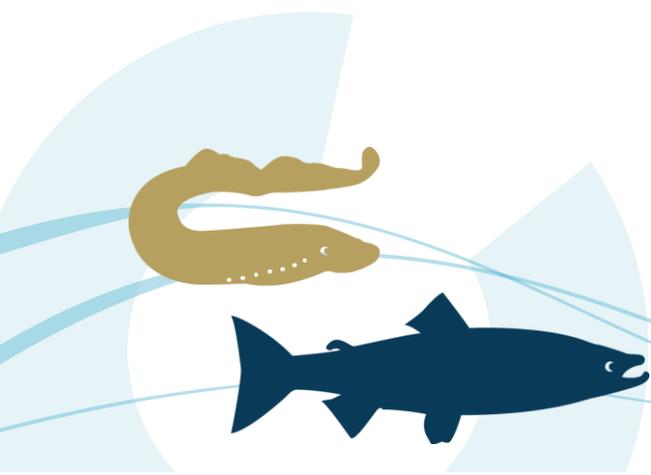


Figure 231 : Répartition des saumons comptabilisés à la station de Decize sur la Loire depuis 2012 et aux stations de comptage situées en amont (Sources : LOGRAMI)



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 231).

En moyenne, 78 % +/- 11 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.

5.1.4.7 Les effectifs de smolts en dévalaison

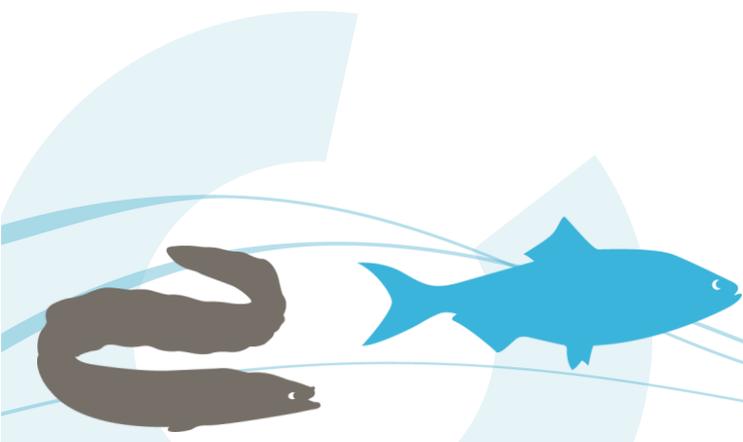
Certaines années, lorsque les exutoires de dévalaison sont déficitaires (pas de système de dévalaison, pas ou faible surverse) des smolts en dévalaison sont observés devant les vitres des stations de comptages. Ils utilisent la passe de montaison en dévalaison faute de trouver d'autres alternatives ou en complément. 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

Depuis le début du suivi en 2007, aucun smolt n'a été observé **sur la Creuse à la station de comptage de Descartes**. Compte tenu de la configuration de l'ouvrage et de l'entrée hydraulique de la passe à poissons, **les smolts doivent plutôt se diriger vers les clapets centraux et franchir le seuil par surverse**. Les données issues des radiopistages de smolts 2019 et 2021 confirment cette hypothèse (Association LOGRAMI 2020 et § 3.5.5.2). Au total 10 smolts radiomarqués ont atteint l'ouvrage de Descartes. Ils ont franchi la zone de détection d'environ 1 ha (longueur de 115 mètres) et donc le seuil en un temps médian de 7 min 30. L'analyse des vidéos de la station de comptage aux heures de franchissement de ces smolts indique qu'ils n'ont pas emprunté la passe à poissons pour dévaler.

Axe Loire à Decize

Les résultats du suivi depuis 2009 laissent apparaître la dévalaison d'un faible nombre de smolts (moyenne 33 individus +/- 45). 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 majorité des individus passe probablement par les turbines**. Aucun smolt n'a été comptabilisé en 2021 à la station de comptage de Decize (Figure 232).



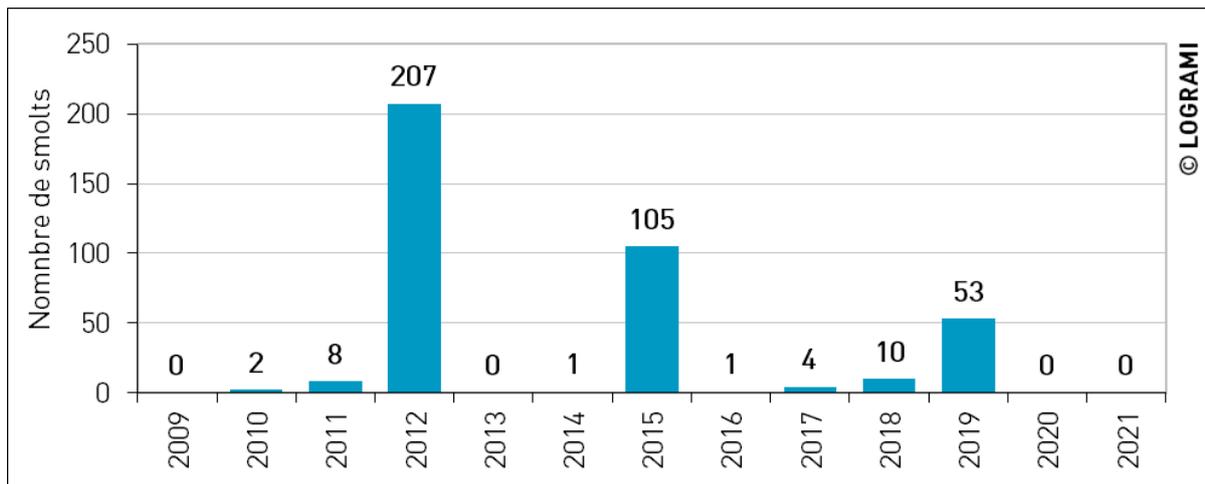


Figure 232 : Bilan des passages des smolts à la station de comptage de Decize sur la Loire depuis 2009 (Sources : LOGRAMI)

Axe Sioule à Saint-Pourçain-sur-Sioule

Sur la Sioule à Saint-Pourçain-sur-Sioule en 2021, 1 698 smolts ont été comptabilisés. Le plus fort effectif observé est de 2 370 smolts en 2019. 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.

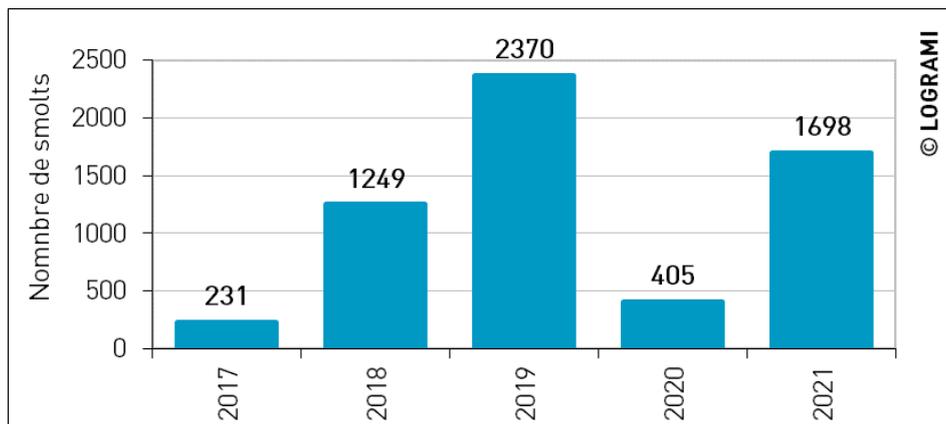
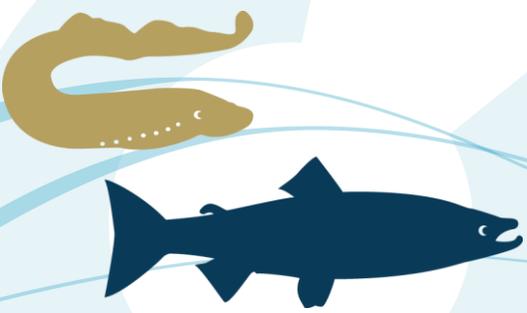


Figure 233 : Bilan des passages de smolts à la station de comptage de Saint-Pourçain-sur-Sioule sur la Sioule depuis 2017 (Sources : LOGRAMI)

Axe Allier

Vichy

Durant la période de dévalaison des smolts (du 1^{er} avril au 30 juin) lors de faibles débits sur l'Allier (inférieurs à 50 m³/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 2 407 smolts +/- 3 406 y ont été observés. En 2021, 914 ont été comptabilisés (Figure 234). Ces comptages attestent que



Les smolts ont, depuis la construction de l'ouvrage, des difficultés à la dévalaison et empruntent la passe à poissons faute d'avoir trouvé un dispositif de dévalaison.

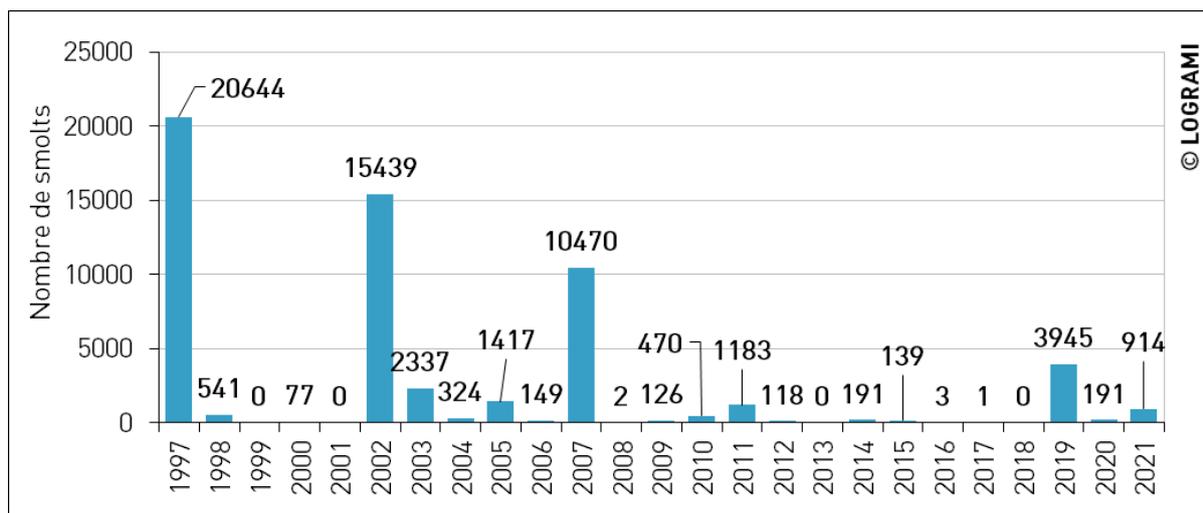


Figure 234 : Bilan des passages des smolts à la station de comptage de Vichy sur l'Allier depuis 1997 (Sources : LOGRAMI)

Langeac

En 2021, 4 individus ont été comptabilisés à la station située en rive droite. Il arrive certaines années qu'aucun smolt ne soit vu aux stations de comptages de Langeac (Figure 235). Lorsque l'usine de Langeac était fonctionnelle, 70 % des smolts dévalaient par la passe à poissons à l'usine. Depuis février 2020, elle est hors service.

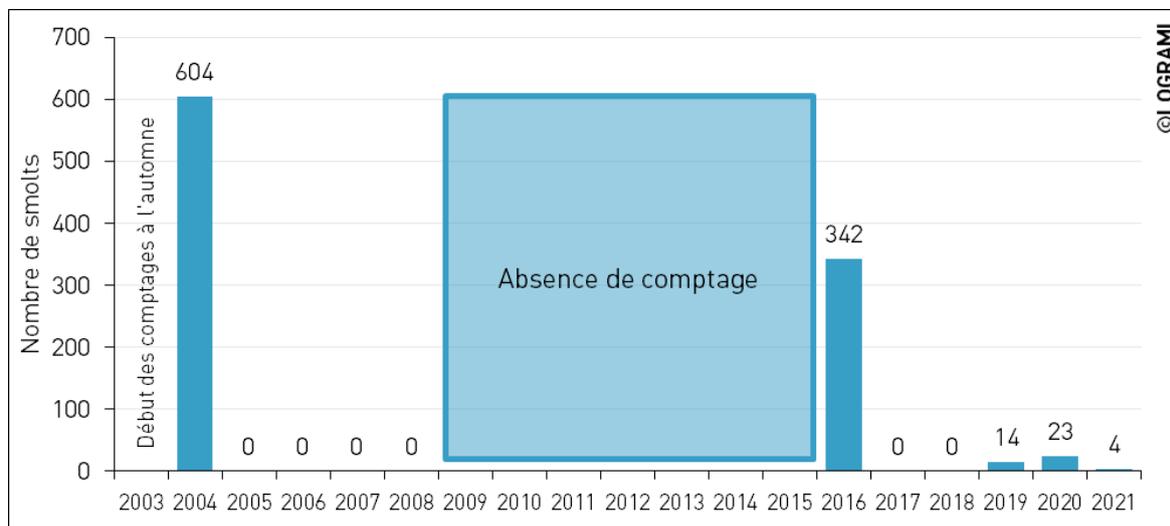
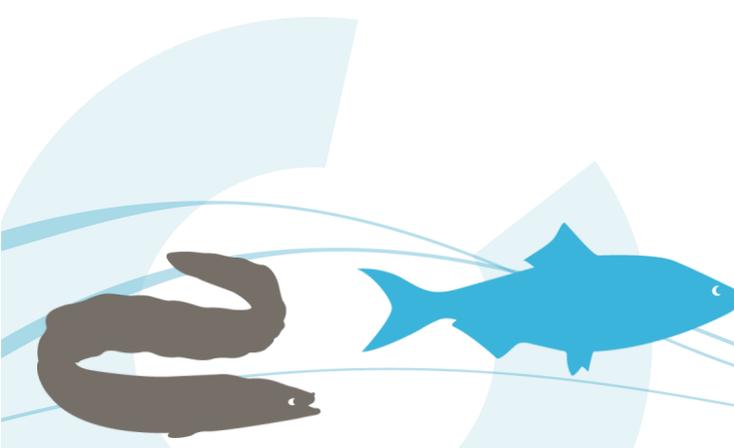


Figure 235 : Bilan des passages des smolts à la station de comptage de Langeac sur l'Allier depuis 2004 (Sources : LOGRAMI)



Poutès

Historiquement des comptages ont été effectués au niveau de la glissière de dévalaison de Poutès entre 1999 et 2018. Depuis 2019, un dispositif de dévalaison temporaire a été mis en place à Poutès. Pendant toute la durée des travaux sur le barrage de Poutès, aucun comptage de smolts n'est réalisé.

Depuis le début des comptages en 1999, en moyenne 8 997 smolts +/- 8 572 ont été comptés (Figure 236). A partir de 2008, une forte diminution de l'effectif est constatée. 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).

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.

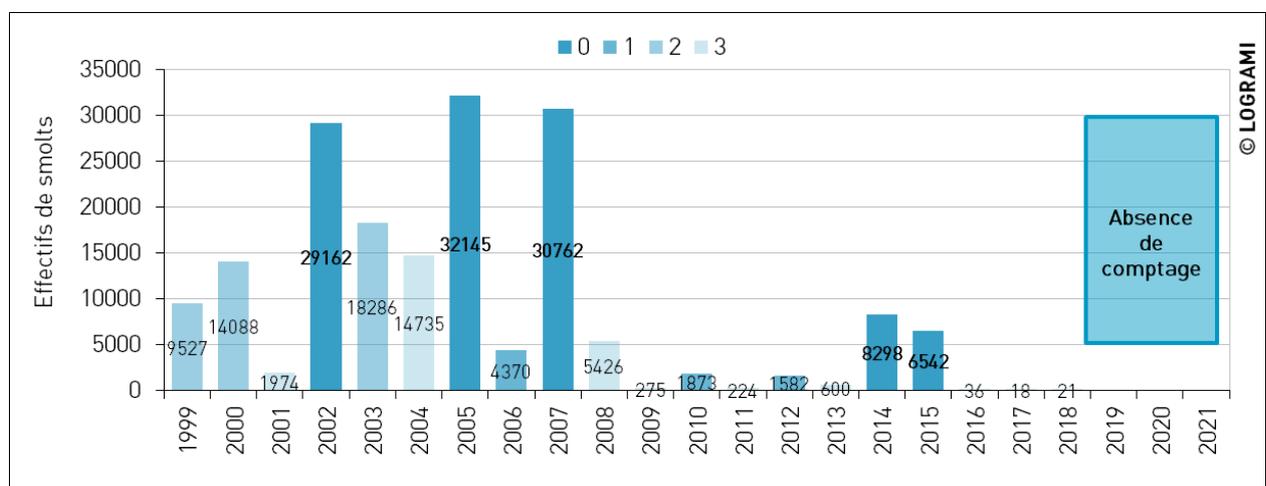


Figure 236 : Bilan des passages des smolts dans la glissière de dévalaison du barrage de Poutès de 1999 à 2018

5.1.4.8 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 des 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). Elle est due aux fortes températures, à la qualité dégradée de l'eau, de l'habitat aquatique et aux conditions de dévalaison difficiles. Après la reproduction, les saumons, très fatigués et amaigris, peuvent être infectés par le champignon aquatique commun *Saprolegnia* spp (Figure 237).

Les « survivants » qui tentent une dévalaison vers la mer sont appelés des « ravalés », à tort parfois « bécards ».



Figure 237 : Saumons ravalés en dévalaison observés en amont de l'usine hydroélectrique de Vieille Brioude sur le bassin de l'Allier (décembre 2009) (Sources : LOGRAMI)

Des ravalés sont observés en dévalaison sur les stations de comptages de Poutès, Vichy et Saint-Pourçain-sur-Sioule (Figure 238). Ils sont comptabilisés à Vichy et Saint-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 du 15 mars au 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.**

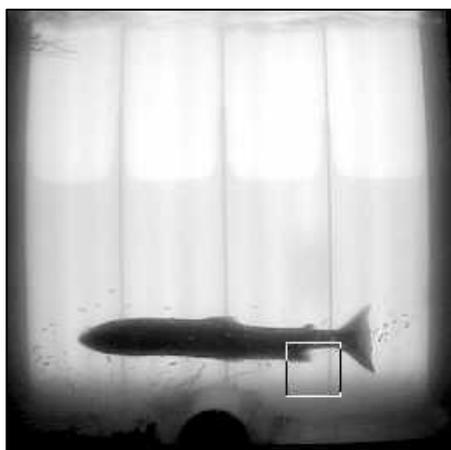
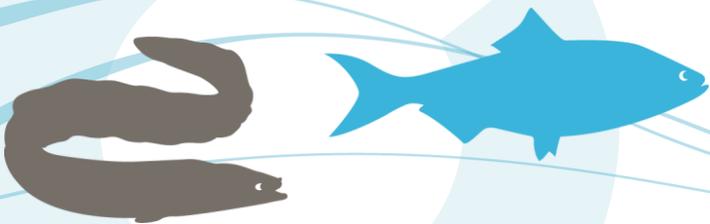


Figure 238 : Saumons ravalés en dévalaison observés à la station de comptage rive droite de Vichy (à gauche) et à l'entrée de la goulotte de dévalaison de Poutès (à droite) (Sources : LOGRAMI)

Comparativement aux effectifs en montaison, les ravalés comptabilisés à Poutès représentent entre 1 % et 27 % des individus, soit 8 +/- 9 ravalés en moyenne (Figure 239). Il est observé également sur



cette station une hésitation des ravalés à emprunter la goulotte de dévalaison démontrant qu'elle n'était pas adaptée à ce stade biologique. Le nombre d'individus dévalants est faible au regard du nombre d'observations faites sur la plaque en amont de la goulotte de dévalaison. Au regard des détections à l'entrée de l'exutoire, les passages représentent un succès de 23 % +/- 24. Dans le futur aménagement, le système de dévalaison devra prendre en compte la typicité de ces individus et les suivis qui seront menés devront également s'intéresser au comportement de ces individus à la dévalaison.

A Vichy, les observations par la passe de montaison sont moins élevées avec 0 % à 1,9 % soit 6 ravalés +/- 3 en moyenne. Une partie des individus peut en effet profiter de la surverse pour dévaler bien que les suivis par radio pistage ont montré que cela posait également des difficultés et des retards migratoires à la dévalaison par défaut de voie de passage (attente de la surverse). La plus forte proportion de dévalaison 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.

En 2021, un seul ravalé de la saison de montaison 2020 a été observé à Vichy le 1^{er} janvier.

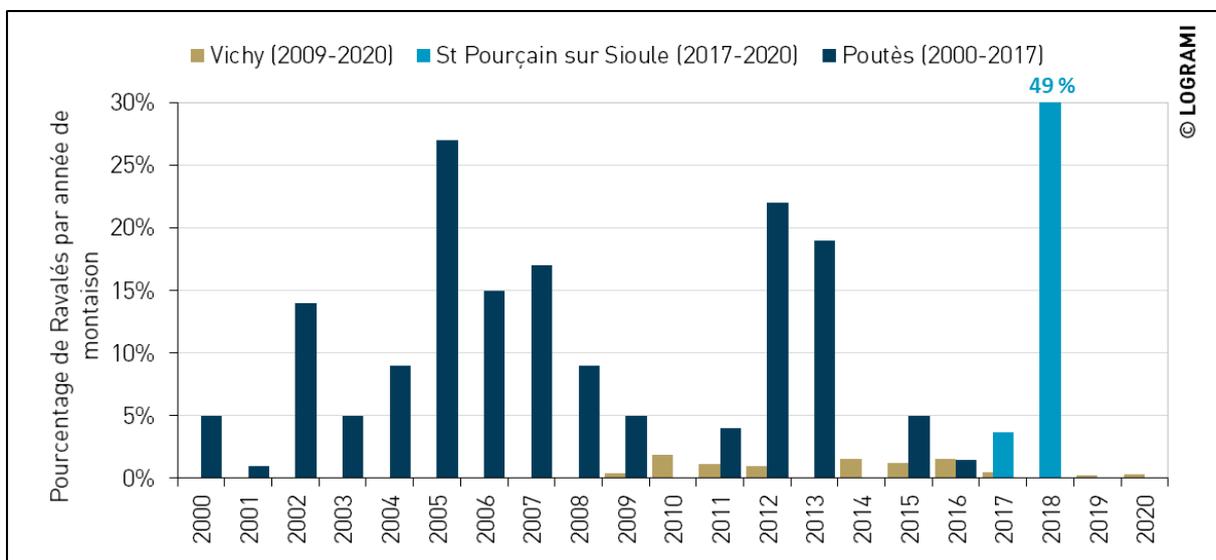
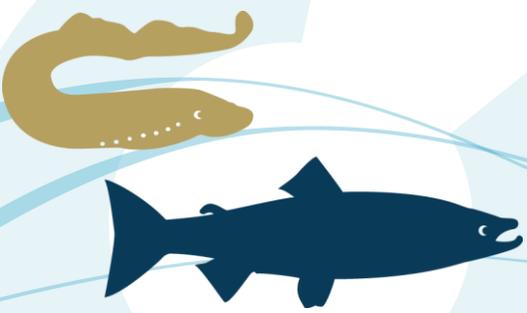


Figure 239 : Pourcentages de saumons ravalés (n+1) par année de montaison (n) observés aux stations de Poutès, Vichy et Saint-Pourçain-sur-Sioule sur le bassin de l'Allier (Sources : LOGRAMI)

Les stations de comptages du bassin de l'Allier et de la Sioule et les études de radiopistage menées sur ces deux axes montrent que les ravalés représentent entre 0,4 % et 49 % des saumons en montaison et entre 19 et 57 % des individus reproducteurs de l'année (J. M. Bach et al., 2011; J.-M. Bach et al., 2015a). Ils sont essentiellement composés de femelles. La fécondité des femelles étant reliée à la taille, le potentiel reproducteur des saumons de deuxième retour s'avère très élevé. Les taux de survie des saumons de 2^{ème} retour sur le bassin du Scorff sont de l'ordre de 7 % (Caudal & Prévost, 2018). Certaines données anciennes sur le bassin de l'Allier témoignent probablement de la présence de ces seconds retours (poissons de très grande taille).

Les études de radiopistage menées sur le bassin de l'Allier en 2009 (J. M. Bach et al., 2011), sur la Sioule en 2012 (J. M. Bach et al., 2015) et sur l'Allier en 2019 (Association LOGRAMI, 2020) permettent de compléter ces informations en ayant le ratio entre les montaisons et les ravalés mais également entre les reproducteurs et les ravalés. Ainsi, les résultats mettent en évidence respectivement une dévalaison des poissons de montaison de 13 %, 23 % et 17 % et entre leur lieu de reproduction et le



point de contrôle aval des axes de 19 %, 47 % et 57 %. Ces dévalaisons observées au niveau des lieux de marquages ne représentent que 29 % de la distance qu'ils ont à parcourir pour rejoindre l'océan pour les reproductions les plus apicales sur l'Allier et 11 % sur la Sioule. Ainsi ces taux de dévalaison des ravalés ne reflètent que très partiellement les taux réels de dévalaison jusqu'à l'océan.

Les ravalés sont majoritairement des femelles : 50 % sur l'Allier en 2009 (J. M. Bach et al., 2011), 84 % sur la Sioule en 2012 (J. M. Bach et al., 2015) et 100 % sur l'Allier en 2019 (Association LOGRAMI, 2020).

Afin d'optimiser le retour de ces saumons, il s'avère important de favoriser leur échappement après la reproduction. Cependant, l'absence actuelle de systèmes de dévalaison ou les systèmes de dévalaison non adaptés retardent et réduisent les chances de survie de ces poissons.

5.1.5. Les effectifs de truite de mer

En 2021, aucune truite de mer n'a été comptabilisée aux stations de comptage du bassin de la Loire. Depuis le début des suivis, seulement 139 truites de mer ont été dénombrées sur l'ensemble des stations de comptage (50 à Vichy depuis 1997, 58 à Châtelleraut depuis 2004, 31 à Descartes depuis 2007 et 0 à Decize depuis 2009). La moyenne interannuelle, depuis 2007, est de 5 individus (+/- 4). Ces effectifs sont extrêmement faibles et confirment l'absence de population installée sur les axes contrôlés (Figure 240).

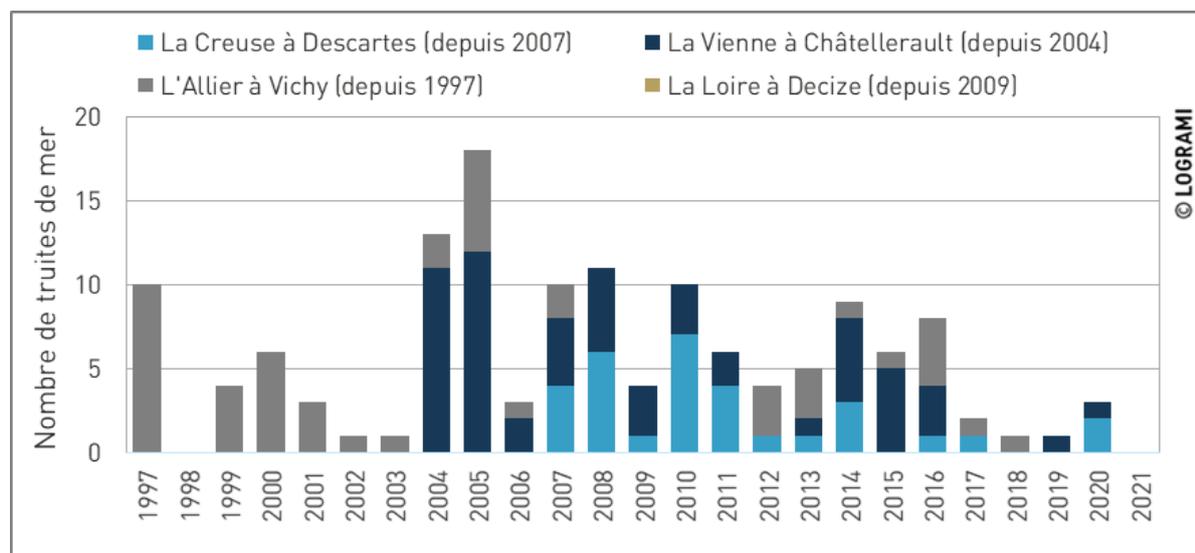
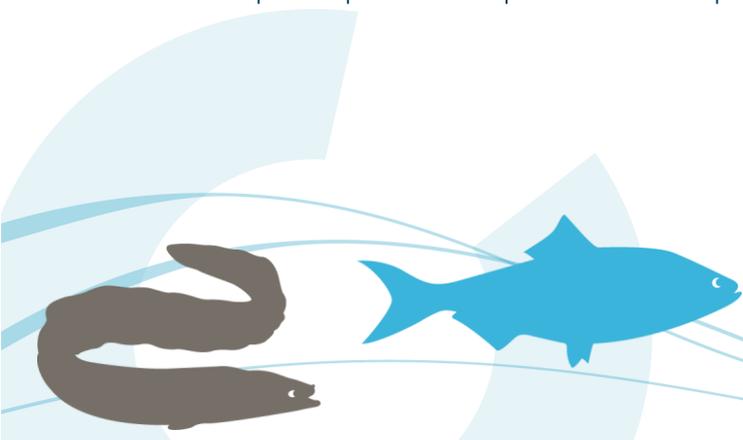


Figure 240 : Bilan des passages de truites de mer aux stations de comptage du bassin de la Loire depuis 1997

5.1.6. 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 parfois 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 ouvrages 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. Seuls les comptages des stations de Châtellerault sur la Vienne et de Jenzat sur la Sioule sont représentatifs du nombre d'anguilles montantes.

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 des ouvrages) 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.

5.1.6.1 Descartes

Sur la Creuse à Descartes, 85 anguilles en montaison et 6 anguilles en dévalaison ont emprunté la passe à bassins en 2021 (Figure 241). Il est probable que de nombreuses anguilles aient franchi le seuil en montaison par la passe spécifique située au centre de l'ouvrage et non dotée d'un système de comptage. De même, les clapets centraux sont la voie de passage préférentielle pour les anguilles argentées en dévalaison. Les effectifs présentés ci-dessous ne sont donc pas représentatifs, ils notifient simplement la présence de l'espèce à cette station.

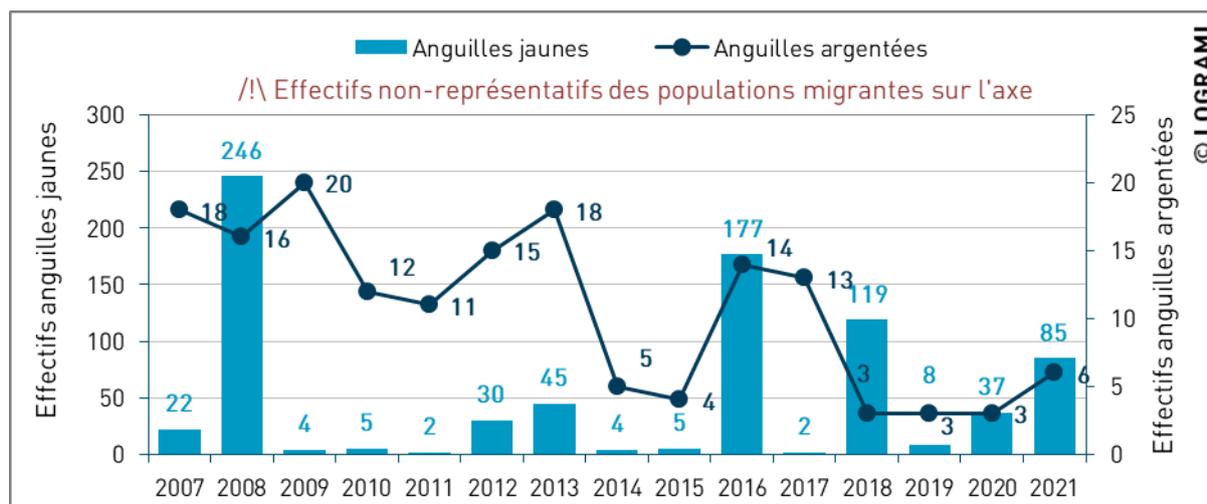
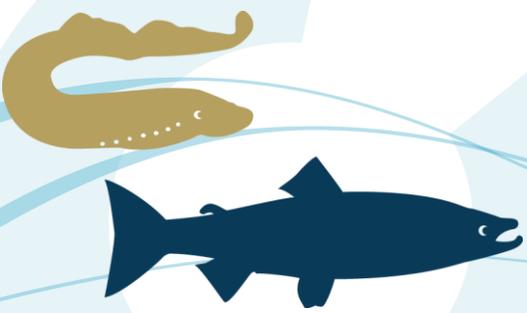


Figure 241 : Bilan des passages d'anguilles à la station de comptage de Descartes sur la Creuse depuis 2007 (comptage non exhaustif) (Sources : LOGRAMI)

5.1.6.2 Châtellerault

Sur la Vienne à la station de comptage de Châtellerault, 17 497 anguilles ont été comptées en 2021. C'est un nouveau record depuis le début du suivi en 2004 (Figure 242). L'effectif de l'année 2021 est plus de 6 fois supérieur à la moyenne (2 901 anguilles +/- 3 129) et environ 10 fois supérieur à la médiane (1 775 anguilles) des années antérieures. Les effectifs d'anguilles sont très variables d'une année sur l'autre mais tendent à augmenter. Sur les six dernières années, les effectifs annuels ont ainsi dépassé à quatre reprises les 5 000 individus, ce qui n'était pas arrivé auparavant, entre 2004 et 2015.



Sept anguilles argentées ont par ailleurs emprunté la passe à poissons en dévalaison en 2020. Ce chiffre n'est pas représentatif de la population d'anguilles dévalantes. La passe à poissons de Châtellerault étant très peu attractive par rapport aux autres voies de passages (turbines et clapets).

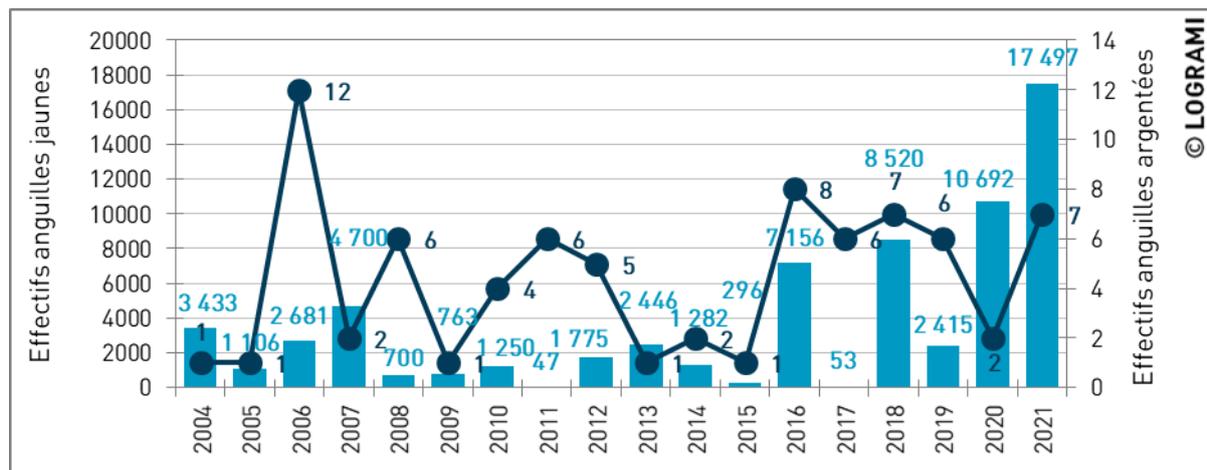


Figure 242 : Bilan des passages d'anguilles à la station de comptage de Châtellerault sur la Vienne depuis 2004 (comptage non exhaustif pour la dévalaison) (Sources : LOGRAMI)

5.1.6.3 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 243).

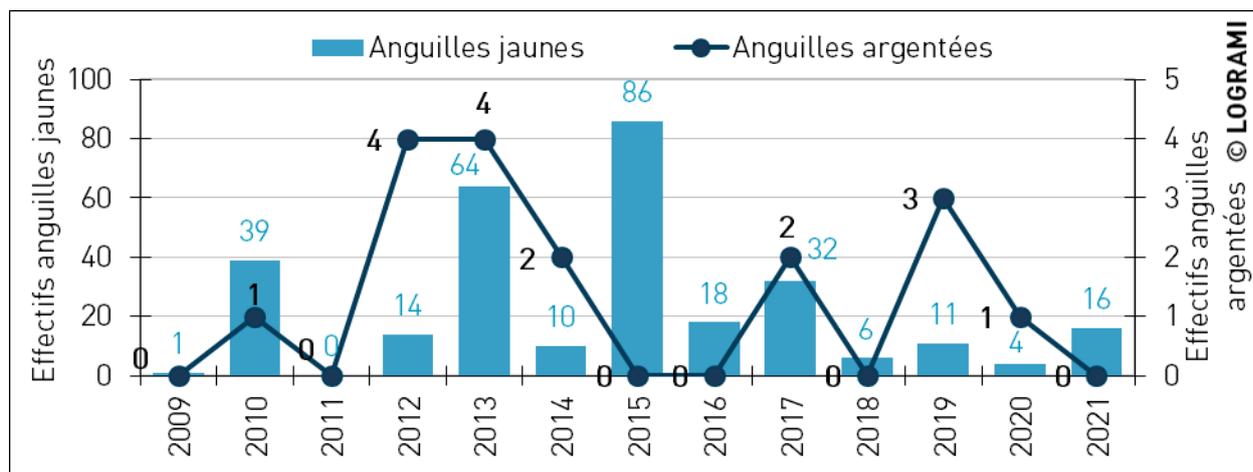
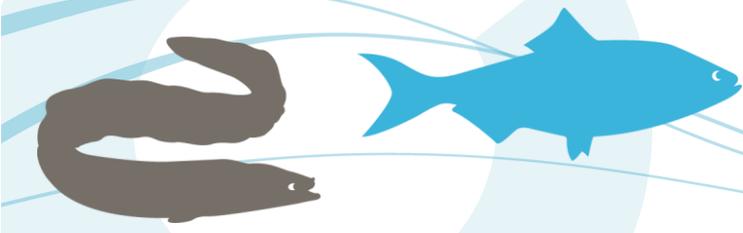


Figure 243 : Bilan des passages d'anguilles à la station de comptage de Decize sur la Loire depuis 2009 (comptage non exhaustif) (Sources : LOGRAMI)

En 2021, 16 individus d'anguilles jaunes ont été comptabilisés. Les effectifs d'anguilles sont très variables et représentent en moyenne depuis 2009, 24 individus +/- 21.

Concernant les anguilles argentées, aucun individu n'a été contrôlé. Les effectifs enregistrés depuis 2009 sont faibles et atteignent au maximum 4 individus en 2012 et 2013 (moyenne interannuelle = 1



individu +/- 1). Cependant, sur cet ouvrage en plus des dévalaisons par surverse, les espacements de barreaux des grilles (8 cm) laissent passer les anguilles vers la chambre des turbines.

5.1.6.4 Gueugnon

Au cours de l'année 2021, 2 anguilles argentées ont été comptabilisées à la station de comptage de Gueugnon (Figure 244).

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.

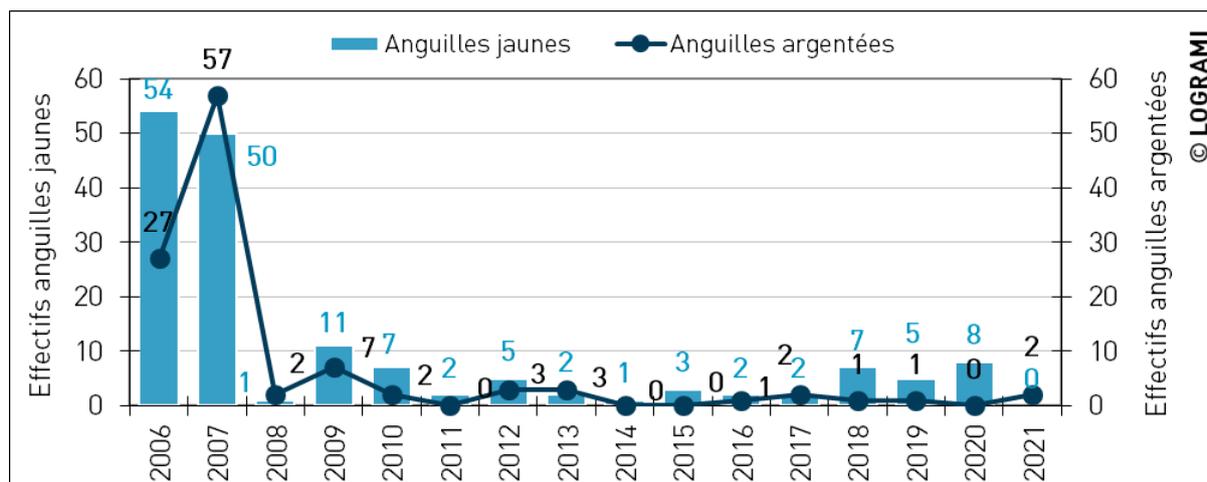


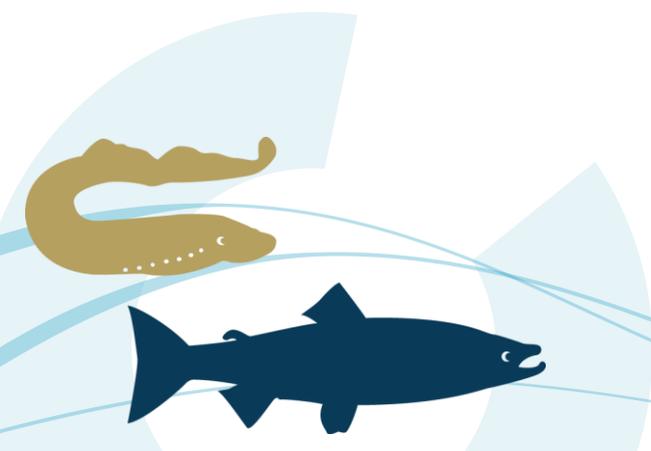
Figure 244 : Bilan des passages d'anguilles à la station de comptage de Gueugnon sur l'Arroux depuis 2006 (Sources : LOGRAMI)

5.1.6.5 Roanne

Au niveau de l'ouvrage 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 2021, 3 anguilles jaunes et 27 anguilles argentées ont été observées à la station de comptage de Roanne (Figure 245). La moyenne d'anguilles jaunes depuis 2012 est de 11 +/- 9 et la moyenne d'anguilles argentées est de 30 +/- 11.

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).



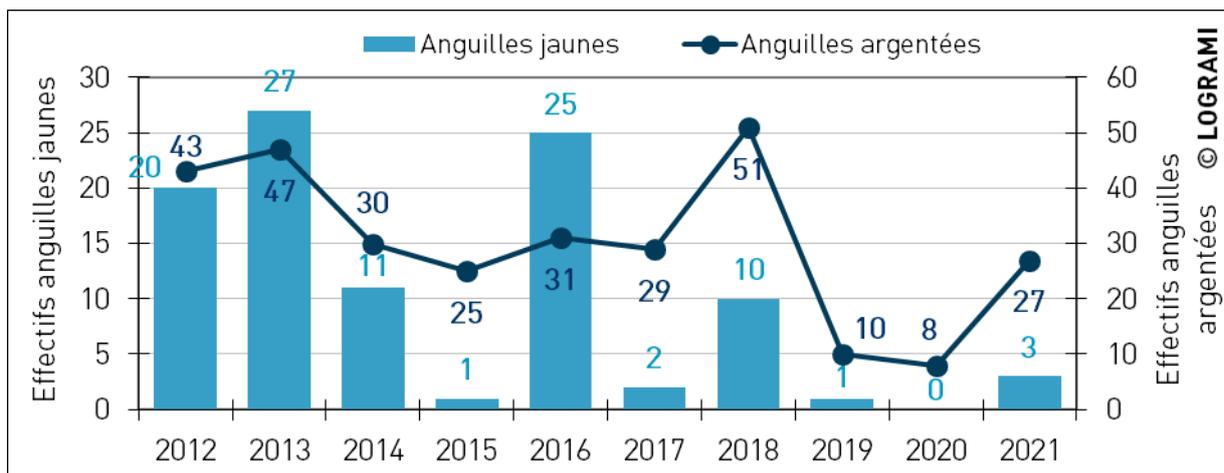


Figure 245 : Bilan des passages d'anguilles à la station de comptage de Roanne sur la Loire depuis 2012 (comptage non exhaustif) (Sources : LOGRAMI)

5.1.6.6 Saint-Pourçain-sur-Sioule

Depuis l'installation de la station de comptage en 2017 à Saint-Pourçain-sur-Sioule, des anguilles montantes et dévalantes sont comptabilisées (Figure 246).

Au cours de l'année 2021, 2 anguilles jaunes ont été observées à la station de comptage. C'est la troisième saison depuis le début du suivi en 2017 que des anguilles montantes sont comptabilisées.

39 anguilles argentées ont été comptabilisées en 2021. 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.

Leur présence sur cet axe confirme l'intérêt que représente cet affluent pour leur grossissement.

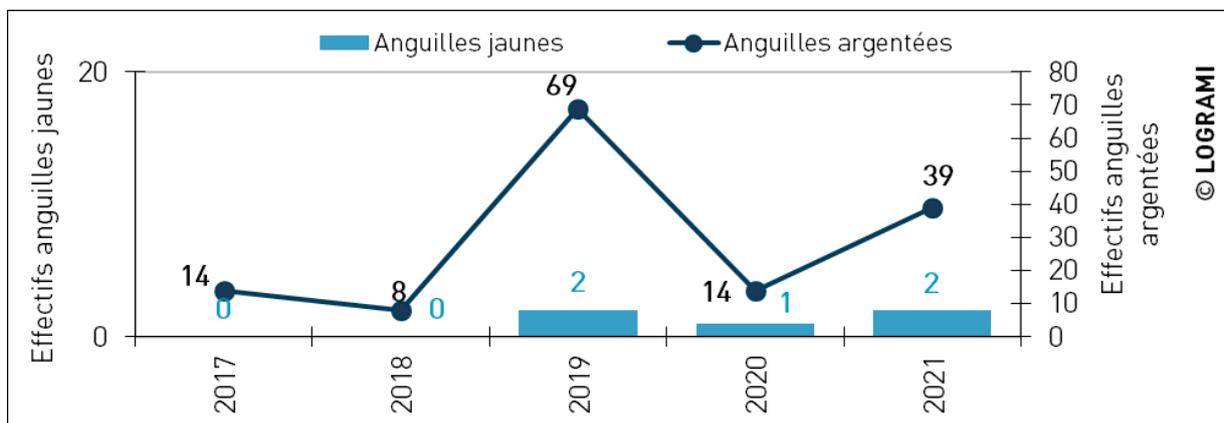
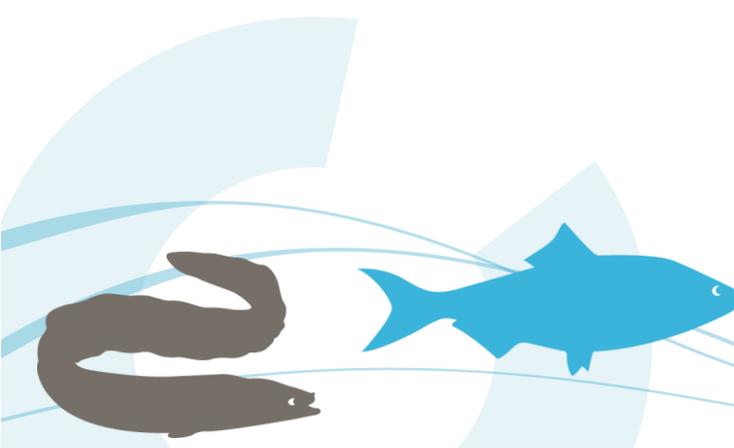


Figure 246 : Bilan des passages d'anguilles à la station de comptage de Saint-Pourçain-sur-Sioule sur la Sioule depuis 2017 (Sources : LOGRAMI)



5.1.6.7 Jenzat

Depuis l'installation de la station de comptage le 27 mai 2021 à Jenzat, 80 anguilles montantes et une dévalante ont été comptabilisées. La présence de ces individus 30 km en amont de Saint-Pourçain-sur-Sioule confirme la capacité de dispersion de l'espèce sur le bassin de la Sioule.

5.1.6.8 Vichy

Au cours de l'année 2021, 3 anguilles jaunes ont été observées dans les passes à poissons de Vichy. La moyenne interannuelle est de 247 passages +/- 248 (Figure 247). Aucune anguille argentée n'a été comptabilisée en 2021 (moyenne interannuelle de 3 passages +/- 3). Cependant, ces comptages ne sont pas exhaustifs puisque, en rive gauche, les anguilles peuvent passer à travers les grilles du bypass situé en parallèle du couloir de comptage. Par ailleurs, les anguilles argentées en dévalaison peuvent passer par-dessus les vannes à condition que la surverse y soit suffisante.

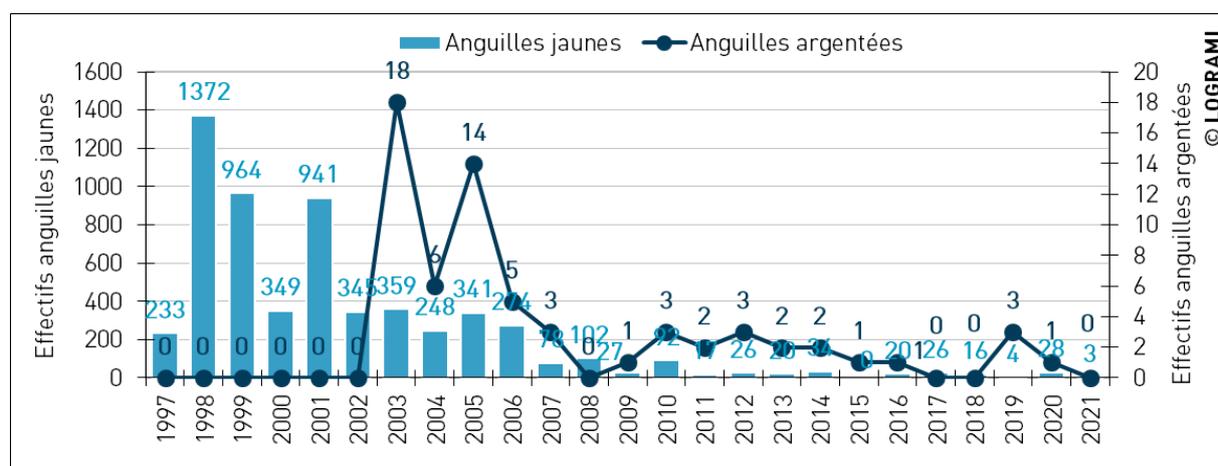
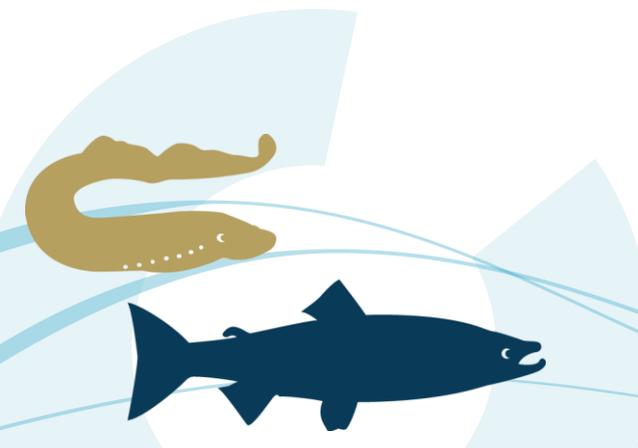


Figure 247 : Bilan des passages d'anguilles à la station de comptage de Vichy sur l'Allier depuis 1997 (Sources : LOGRAMI)

Ces faibles effectifs doivent être relativisés au regard du front de colonisation actuel des anguilles (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).

5.1.6.9 Langeac

En 2021, 2 anguilles jaunes et 2 anguilles argentées ont été observées à la station de comptage de Langeac (Figure 248). En moyenne, 3 ± 5 anguilles jaunes et 2 ± 2 anguilles argentées sont comptées.



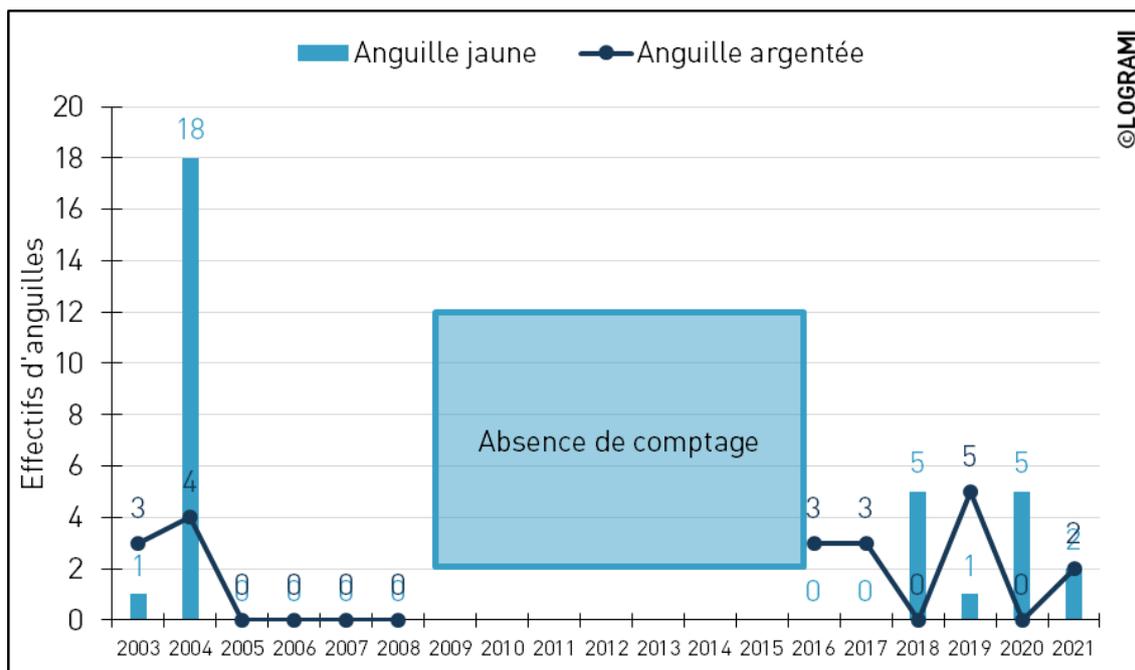


Figure 248 : Bilan des passages d'anguilles à la station de comptage de Langeac sur l'Allier depuis l'automne 2003 (Sources : LOGRAMI)

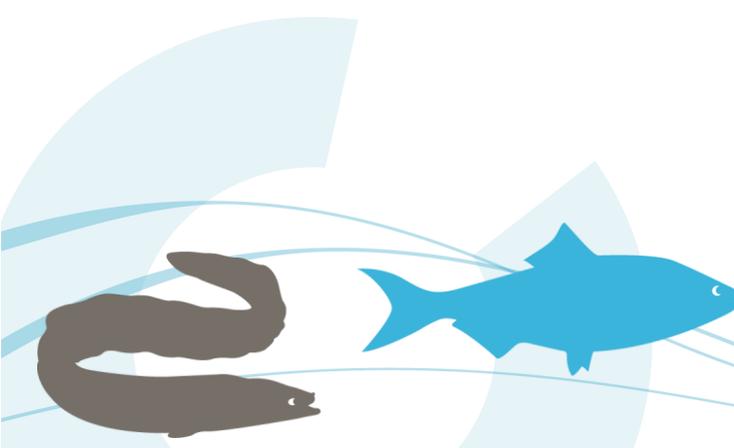
5.1.6.10 Poutès

A Poutès, le dispositif de franchissement n'était pas adapté à l'anguille, il arrivait qu'une partie d'entre elles emprunte cependant l'ascenseur et ne s'échappe pas à travers les barreaux de la cage. La moyenne interannuelle calculée entre 1986 et 2018 est de 25 anguilles jaunes +/- 39. Les effectifs comptabilisés à ce niveau de l'axe sont très variables (Figure 249). En effet, alors que 166 individus sont contrôlés en 1991, seulement 2 sont observés l'année suivante. Ces observations faites à 879 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.

En 2021, les anguilles ont pu franchir le barrage lors de la période de transparence du 1^{er} janvier au 12 juillet.

Le dispositif de franchissement ne permettait pas l'observation d'anguilles argentées dévalantes. Ces dernières devaient obligatoirement passer par les vannes du barrage ou par les turbines.

La nouvelle passe à anguilles de Poutès sera située dans la culée rive droite du barrage, à proximité de l'ascenseur à poissons. La restitution à la retenue se fera par déversement dans la goutte d'évacuation de l'ascenseur. Cette passe à anguille sera fonctionnelle entre les 2 périodes de transparence prévues pour la migration des saumons, soit en moyenne du 13 juin (± 5 jours) jusqu'au 22 septembre (± 4 jours). Il ne sera pas possible de compter les anguilles jaunes qui franchiront l'ouvrage de Poutès puisque la passe à anguilles ne sera pas suivie par une caméra. Néanmoins certaines choisiront peut-être de franchir l'ouvrage par l'ascenseur et pourront être observées.



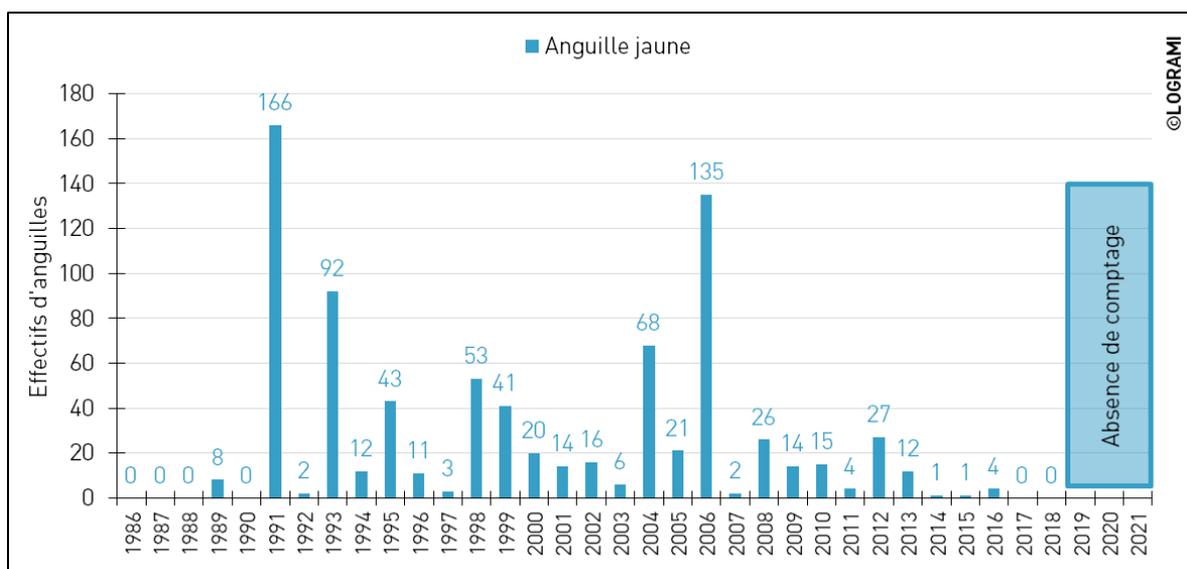


Figure 249 : Bilan des passages d'anguilles jaunes à la station de comptage de Poutès sur l'Allier depuis l'automne 1986 (Sources : LOGRAMI)

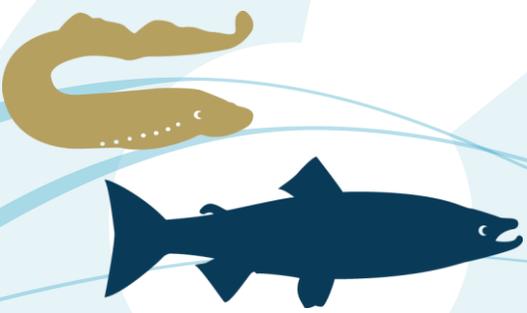
5.1.7. Les effectifs de mulets porcs

Tout comme l'anguille européenne, le mulot porc est un migrateur thalassotoque. 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 d'autres voies de passage que les passes contrôlées par vidéo-comptage. Par ailleurs, des observations ponctuelles, réalisées à l'aval des stations, montrent que les effectifs sont beaucoup plus importants et que les résultats aux stations pour cette espèce ne peuvent pas être considérés comme un indicateur quantitatif.

L'essentiel de la migration est contrôlé aux stations de comptage du bassin de la Vienne, plus proches de l'océan. Quelques individus ont été observés entre 2008 et 2018 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. En 2021, pour la troisième année consécutive, la totalité des mulets porcs a été comptée sur le bassin de la Vienne (87 % sur la Vienne à Châtellerault et 13 % sur la Creuse à Descartes).

5.1.7.1 Descartes

Sur la Creuse, à la station de comptage de Descartes, seulement 19 mulets porcs ont été comptés en 2021. Cet effectif est le plus faible depuis le début des suivis en 2007. Il est largement inférieur à la moyenne des années antérieures (146 +/- 129). A noter que les clapets du seuil étaient abaissés à partir du 14 juillet, à cette date de 2007 à 2020 en moyenne 91 % (+/- 11) des mulets sont comptés. Certains individus ont donc pu franchir l'ouvrage par les clapets ou rester bloqués en aval durant le mois de juillet. La passe à poissons étant hors d'eau à partir du 23 juillet, aucun mulot n'a pu être observé en dévalaison. Habituellement, très peu de poissons sont observés en dévalaison (en moyenne de 2007 à 2019, 14 % +/- 9 de l'effectif annuel montant). Lorsque les débits le permettent, les mulets franchissent en général l'ouvrage par la surverse des clapets centraux et ne réempruntent donc pas la passe à poissons pour rejoindre l'estuaire.



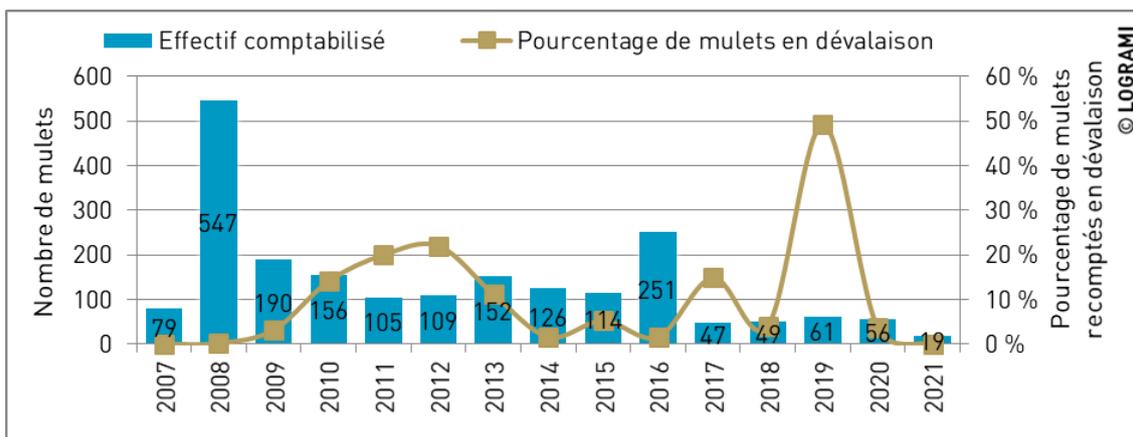


Figure 250 : Bilan des passages de mulets à la station de comptage de Descartes sur la Creuse depuis 2007

5.1.7.2 Châtellerault

Sur la Vienne à la station de comptage de Châtellerault, les effectifs de mulets ont fortement augmenté depuis le début du suivi. De 2004 à 2007, seulement quelques dizaines d'individus étaient comptabilisées. De 2008 à 2013, une centaine de mulets franchissait l'ouvrage et depuis 2014, 150 à 300 individus sont observés chaque année (Figure 251). En 2021, seulement 129 mulets ont été comptabilisés, ce nombre est plus faible que la moyenne des dernières années (247 mulets +/- 50 de 2014 à 2019) mais similaire à celui des effectifs observés entre 2008 et 2013 (128 mulets +/- 25 de 2008 à 2013).

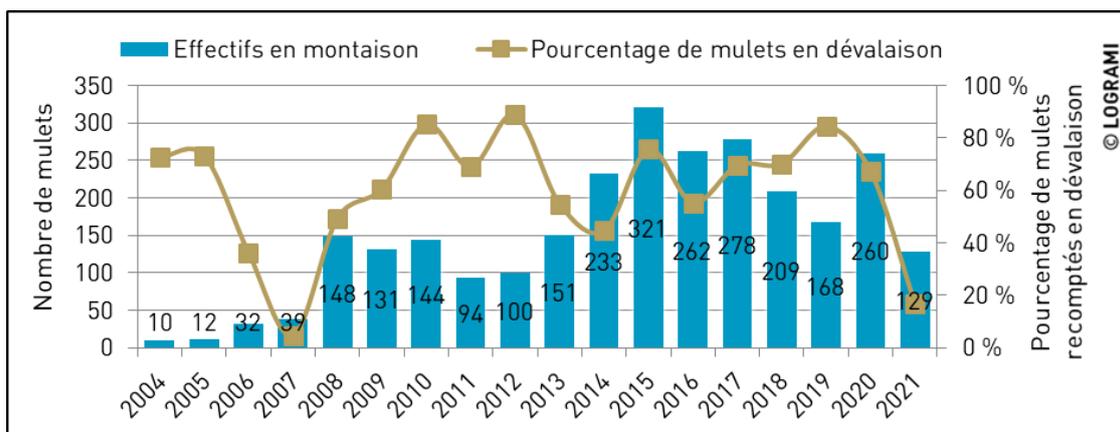
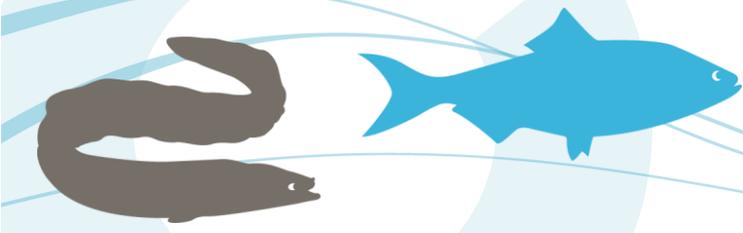


Figure 251 : Bilan des passages de mulets à la station de comptage de Châtellerault sur la Vienne depuis 2004

17 % des mulets comptés en 2021 ont réemprunté la passe à poissons quelques mois plus tard pour rejoindre l'océan. Ce pourcentage est l'un des plus faibles de la série de données. En moyenne, de 2004 à 2020, il est de 63 % (+/- 21). Les conditions hydrologiques et la maintenance de l'ouvrage expliquent ce faible taux. En effet, durant le mois de juillet, une crue importante a pu déclencher le processus d'avalaison d'une partie des mulets qui serait alors passée en surverse du barrage. Par ailleurs, des travaux de maintenance ont eu lieu durant les mois d'août et de septembre et ont nécessité l'ouverture partielle des clapets en rive droite (rive opposée à la passe à poissons). Cette ouverture a probablement facilité la dévalaison par surverse. Enfin d'autres mulets ont pu être prédatés ou pêchés dans la retenue.



5.2. Suivi de la reproduction des aloses et relation avec les géniteurs potentiels comptabilisés aux stations de comptage du bassin de la Loire

5.2.1. Préambule

Intrinsèquement, le suivi de la reproduction est un indicateur de l'état des populations de poissons migrateurs. Les stations de comptage soulignent depuis 2009 une diminution notable de la population d'aloses. Ainsi il apparaît depuis plusieurs années que les populations d'aloses se reproduisent majoritairement en aval des stations de comptage et qu'une **étude complémentaire soit indispensable afin d'établir un bilan de l'espèce dans le bassin**. Cette étude complète donc les données existantes aux stations de comptage par des campagnes d'échantillonnage en deçà de celles-ci. Il s'agit de déterminer si certaines années, à la suite de conditions environnementales défavorables à leur migration, en raison de blocage migratoire et /ou pour des raisons de dynamique de population, les aloses se cantonnent aux zones aval du bassin.

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 sur une plage horaire s'étendant environ de 22h00 à 04h30 et lorsque le seuil de température de l'eau de 16°C est dépassé afin d'avoir un maximum de chances d'observer de la reproduction. Le suivi consiste à comptabiliser le nombre de bulls entendu par quart d'heure. Les bulls sont les mouvements circulaires des reproducteurs qui claquent leur nageoire en surface pendant plusieurs secondes d'affilées.

Des moyens humains importants sont nécessaires pour suivre toute la saison de reproduction de l'alose sur plusieurs frayères potentielles. Pour réduire ces moyens, un échantillonnage est pratiqué en termes de frayères potentielles suivies et de nombre de nuits d'écoute (un objectif minimum de trois par frayère suivie). Aussi, l'utilisation de système d'enregistrement audionumérique permet d'augmenter les capacités de suivi (Figure 252). Dans le cas de point d'écoute ayant déjà fait l'objet de qualification de taux de restitution des systèmes d'enregistrement audionumérique par rapport aux capacités sensorielles humaines (calibration), ces taux historiques peuvent être utilisés pour estimer un nombre de bulls à partir d'un nombre de bulls capté numériquement et repéré/écouté au dépouillement des bandes audio sur ordinateur via le logiciel Audacity®. **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.**

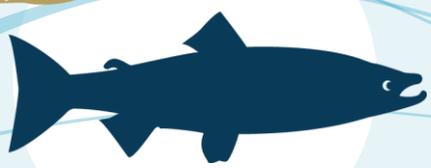


Figure 252 : Dispositif d'enregistrement audionumérique employé pour le suivi de la reproduction des aloses sur le bassin de la Loire en 2021 (de gauche à droite : détail du dispositif, mise en place du dispositif, détail du spectre audio d'un bull depuis le logiciel Audacity®)

Le programme de suivi en 2021 comprend les frayères situées à l'aval de Châtellerault sur la Vienne, à l'aval de Decize sur la Loire, à l'aval de Vichy, de Moulins et du seuil des Lorrains sur l'Allier ainsi qu'à l'aval de Tours sur le Cher (Figure 253). L'ensemble des frayères suivies ont été sélectionnées en fonction de leurs fortes activités enregistrées les années antérieures (2010 à 2015). D'autre part, suite à une diminution des effectifs observés aux stations de comptage sur la Loire amont et l'axe Allier ainsi qu'une nette baisse d'activité de reproduction sur des frayères historiquement fréquentées chaque année par les aloses, LOGRAMI a entrepris de prospecter la Loire Moyenne (depuis le bec d'Allier jusqu'à Blois) pour voir si la reproduction des aloses ne s'était pas reportée en aval.

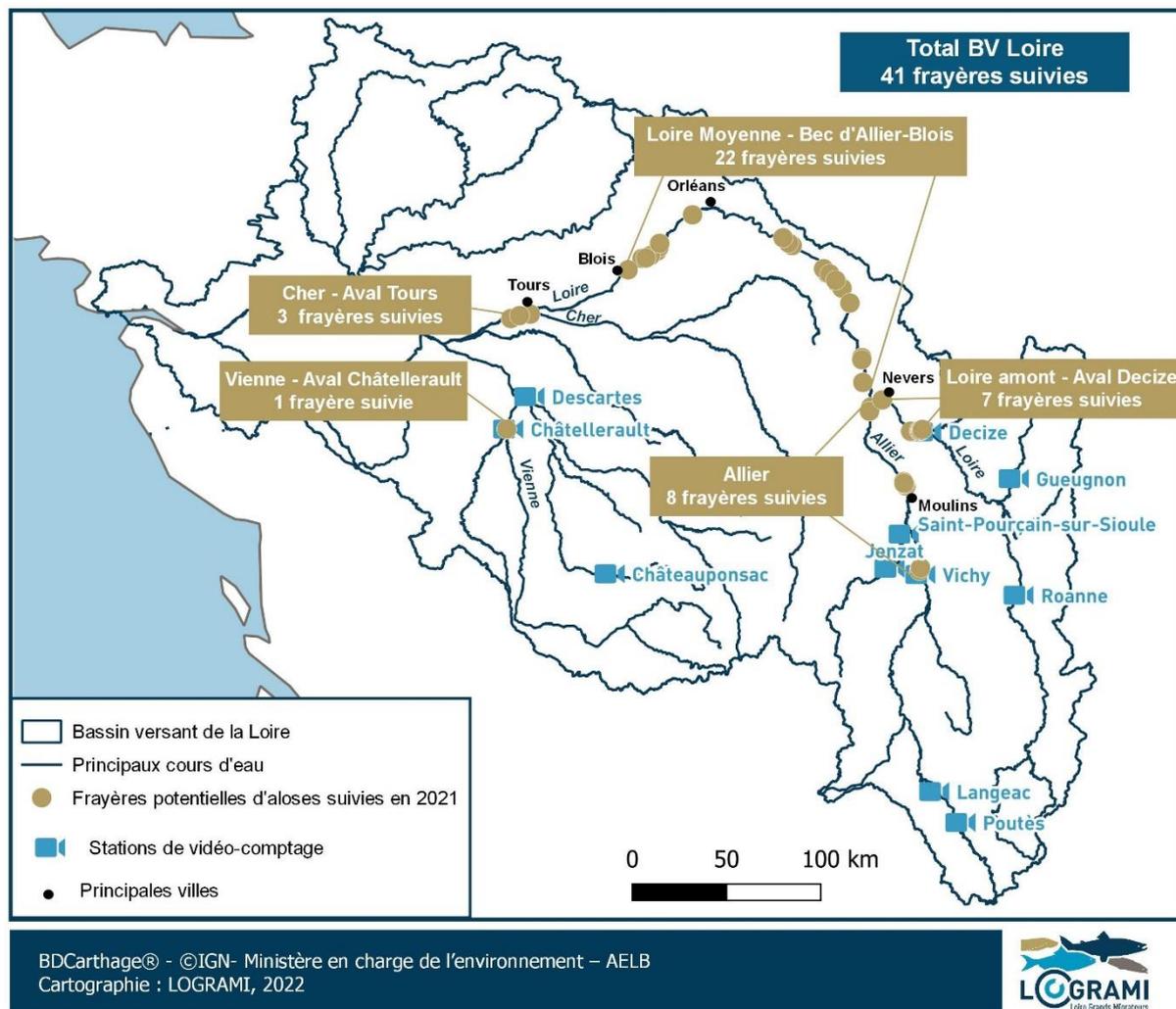


Figure 253 : Localisation des frayères potentielles d'aloises suivies en 2021 sur le bassin de la Loire

5.2.2. Amplitude de la période de reproduction de l'aloise

La répartition du nombre de bulls au cours d'une nuit est classiquement représentée par quart d'heure (Figure 254). Le suivi sur une saison complète de la frayère de Châtellerault en 2014 permet de montrer la distribution de la reproduction au cours d'une nuit. Les heures mentionnées sur le graphique sont des heures légales françaises (UTC + 2).

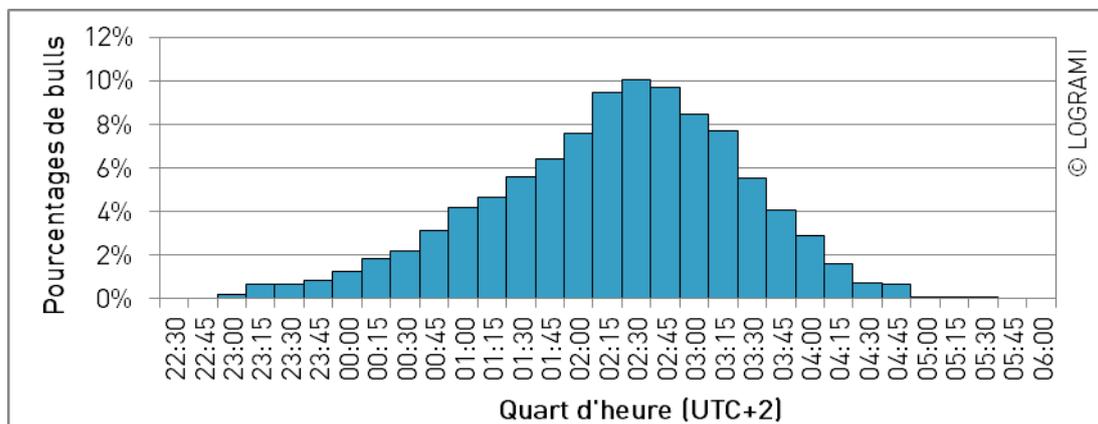


Figure 254 : Répartition par quart d'heure du nombre de bulls d'aloses entendus sur la frayère de Châtellerault en 2014 (n=6 684 bulls)

La distribution est proche d'une courbe de gauss mais elle ne suit pas une loi normale (test de shapiro-wilk : p-value<0,0001). L'activité de reproduction débute aux alentours de 23h. Elle est faible en début de nuit et augmente progressivement jusqu'à atteindre un pic entre 2h15 et 2h45. L'activité diminue par la suite et s'arrête entre 5h et 6h.

Un décalage de cette répartition est observé au fil de la saison. Ce décalage peut être montré en divisant la saison de reproduction en deux sous-périodes de même durée (44 nuits) (Figure 255).

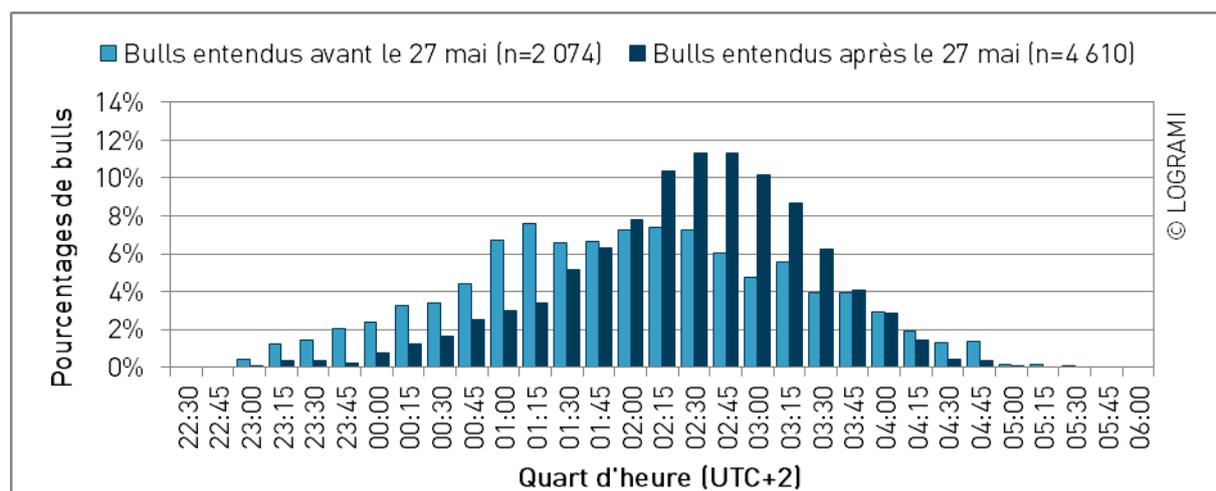
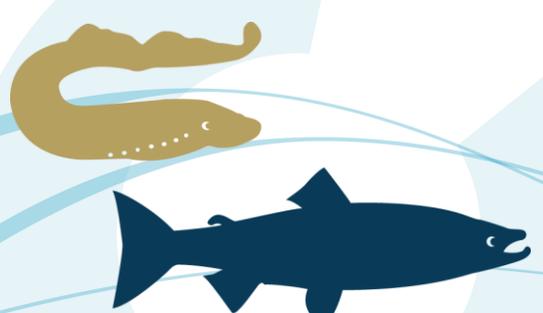


Figure 255 : Répartition par quart d'heure du nombre de bulls d'aloses entendus sur deux périodes en 2014 (n=6 684 bulls)



En 2021, les nuits d'observations ont été effectuées entre 22h30 et 4h30, ce qui correspond globalement à 98,5% de la reproduction sur une nuit. Cet horaire peut-être réduit en fonction de la période et de l'activité de reproduction. Les comptages de bulls sur ces nuits entières confirment les rythmes horaires classiquement observés. Lorsque les nuits n'ont pu être échantillonnées que partiellement, les créneaux d'observation de 1 h à 2h30 ont été privilégiés (49 % de la reproduction statistiquement).

5.2.3. Suivi de la reproduction des aloses sur la Vienne

5.2.3.1 Bilan 2021

En 2021, la reproduction des aloses sur la Vienne a fait l'objet de 4 nuits de comptage sur la frayère au centre-ville de Châtelleraut en aval de l'ouvrage hydroélectrique.

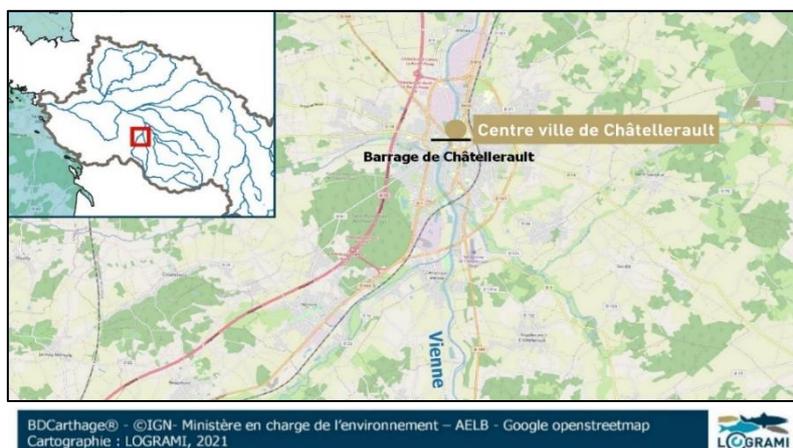
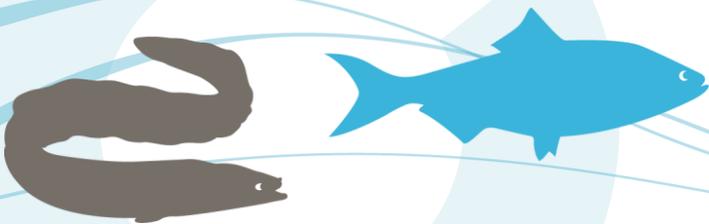


Figure 256 : Localisation des frayères potentielles d'aloses suivies en 2021 sur la Vienne

Ces suivis ont été réalisés entre le 5 mai et le 8 juin. Les conditions thermiques et hydrologiques étaient favorables à la reproduction (température en hausse et supérieure à 16 °C et aucun pic de débit durant les nuits d'écoute). Par ailleurs, les passages à la station de comptage indiquent que les aloses étaient présentes sur la Vienne avant même le début du suivi de la reproduction.



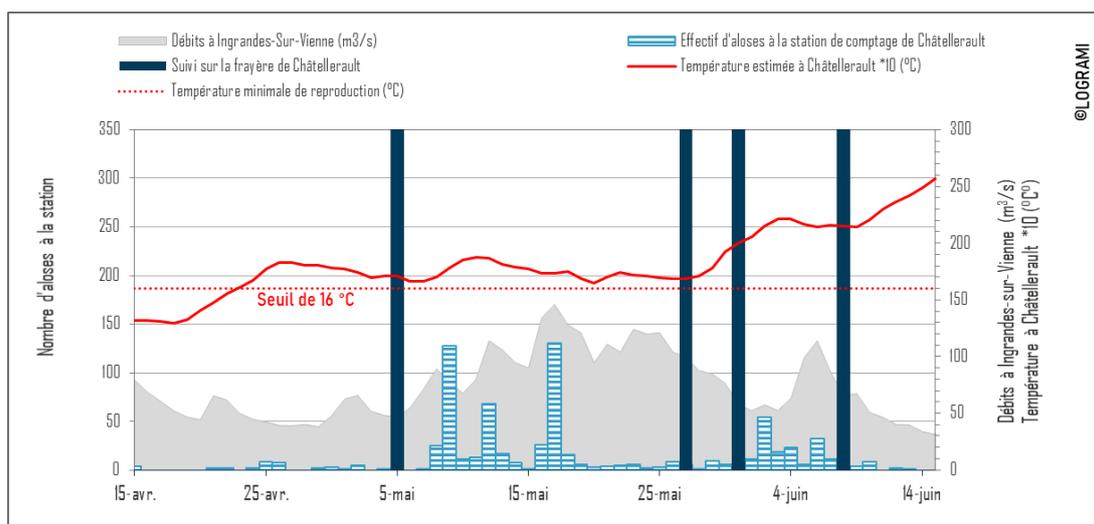


Figure 257 : Contextualisation des nuits suivies pour estimer la reproduction de l’alose en 2021 sur la Vienne en relation avec les passages à la station de comptage, la température estimée à Châtelleraut et le débit à Ingrandes-sur-Vienne (Source hydro : SPCVCA Centre de Poitiers / Hydro – MEDD/DE)

Les quatre nuits d’écoute sur la frayère de Châtelleraut ont été réalisées le 3 mai, le 27 mai, le 31 mai et le 8 juin. La température était respectivement de 16,3°C, 16,7 °C, 20,2 °C et 21,1 °C, des conditions thermiques favorables à la reproduction. La première nuit, 57 bulls ont été entendus, 162 bulls la seconde, 256 la troisième et 92 la quatrième. La nuit du 3 mai a été suivie partiellement (23h00 – 00h45) du fait de la réalisation de séquence vidéos de bulls. La date est plutôt précoce pour la réalisation du suivi de reproduction de l’alose à cette frayère. La donnée attestant la présence de bulls si tôt dans la saison est cependant intéressante. Les données issues de la nuit du 3 mai ne sont pas intégrées dans les analyses statistiques.

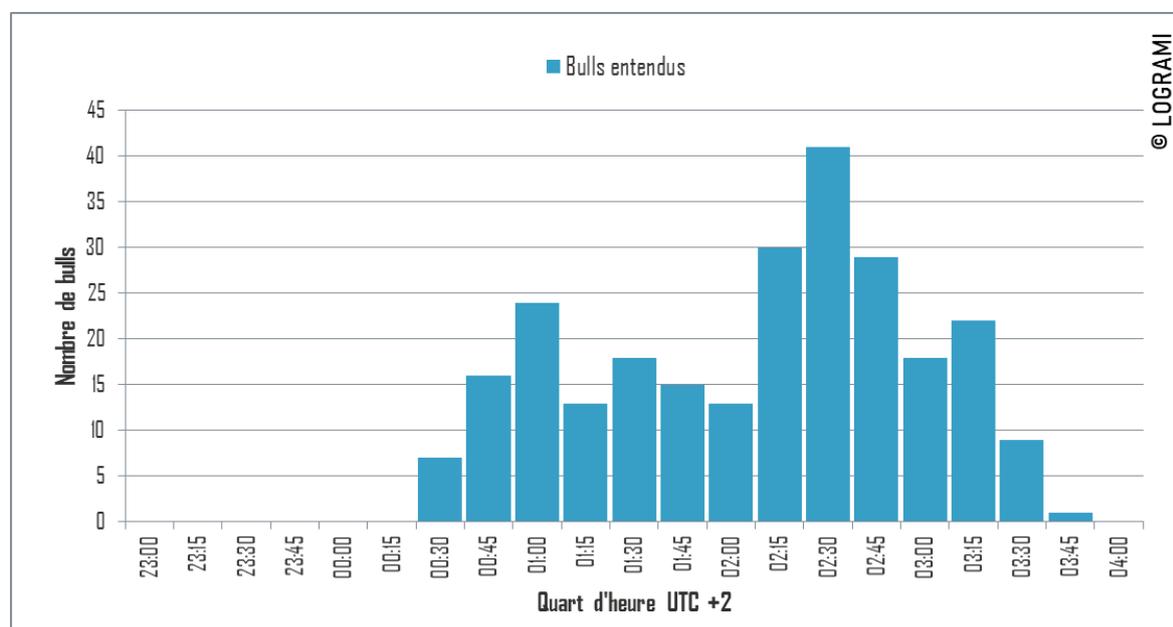
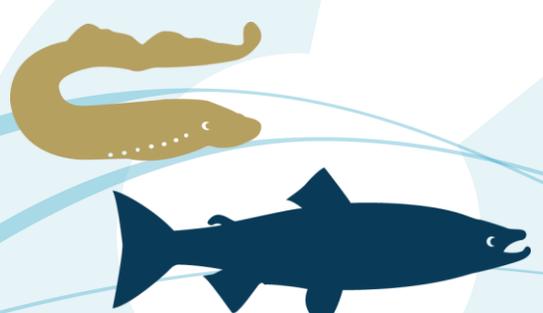


Figure 258 : Nombres de bulls d’aloses entendus par quart d’heure la nuit du 31/05/2021 sur la frayère du centre-ville de Châtelleraut



5.2.3.2 Comparaison interannuelle

L'activité de reproduction constatée est relativement faible en 2021 à Châtellerault par rapport à l'ensemble des données du site depuis 2004. Le nombre de bulls maximum entendu en une nuit en 2021 est de 256 contre 793 +/- 731 (moyenne des maximums annuels 2004-2020). Ce résultat est donc faible au regard des données historiques, il s'inscrit dans la continuité de la dynamique régressive observée plus nettement depuis 2014 sur cette frayère puisque la moyenne des maximums annuels est alors de 346 +/- 220 en exceptant l'année 2020 qui avec des débits favorables (Figure 259) ainsi qu'un arrêt de la pêche professionnelle en raison du Covid-19 a permis la remontée d'un plus grand nombre d'aloses sur ce bassin cette année-là. Même si l'année 2021 pourrait laisser entrevoir une légère hausse d'activité, il est nécessaire de prendre en compte le grand nombre de suivis réalisés en 2014 et 2015 afin de ne pas biaiser les résultats. En effet, avec un nombre de suivis plus important, la probabilité de suivre des nuits peu actives est plus élevée (Figure 260). Le nombre de bulls maximum par nuit est donc plus pertinent pour comparer les années puisqu'il rend compte de l'activité maximale observée aux périodes des pics de reproduction.

Trois facteurs pourraient expliquer le faible nombre de bulls entendus en 2021 :

- 🌀 les débits plutôt faibles en hiver et au début du printemps ne favorisent pas la migration des aloses,
- 🌀 la reprise de l'activité de pêche professionnelle plus en aval sur la Loire,
- 🌀 enfin, les faibles taux de retour issus des reproductions de 2015 et 2019 puisque les mâles et femelles mettent de 2 à 6 ans avant d'effectuer leur migration génésique.

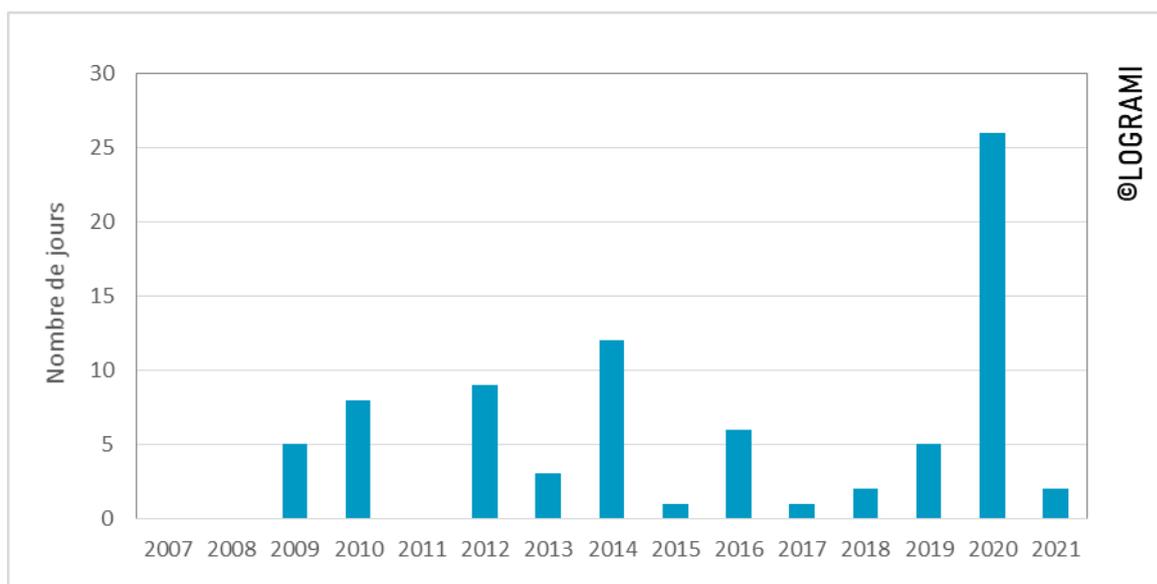
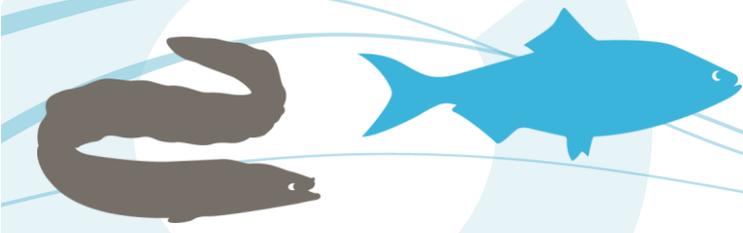


Figure 259 : Nombre de jours positifs de l'Indice Hydrologique d'Attrait d'un Affluent (IHAA) de la Vienne par rapport à la Loire dans la période du 1^{er} février au 31 mai de 2007 à 2021 durant lesquels la Vienne a un attrait supérieur à la Loire

Malgré la faiblesse de l'échantillonnage de certaines années, les nombres de bulls constatés à l'aval du barrage de Châtellerault semblent cependant dépendants de l'effectif recensé à la station de comptage. Les faibles valeurs de 2014, 2015 (nombre de nuits d'observation significatives), 2019



ainsi que 2021 confirment l'absence de replis sur la frayère lorsque peu d'aloses sont comptées à la station.

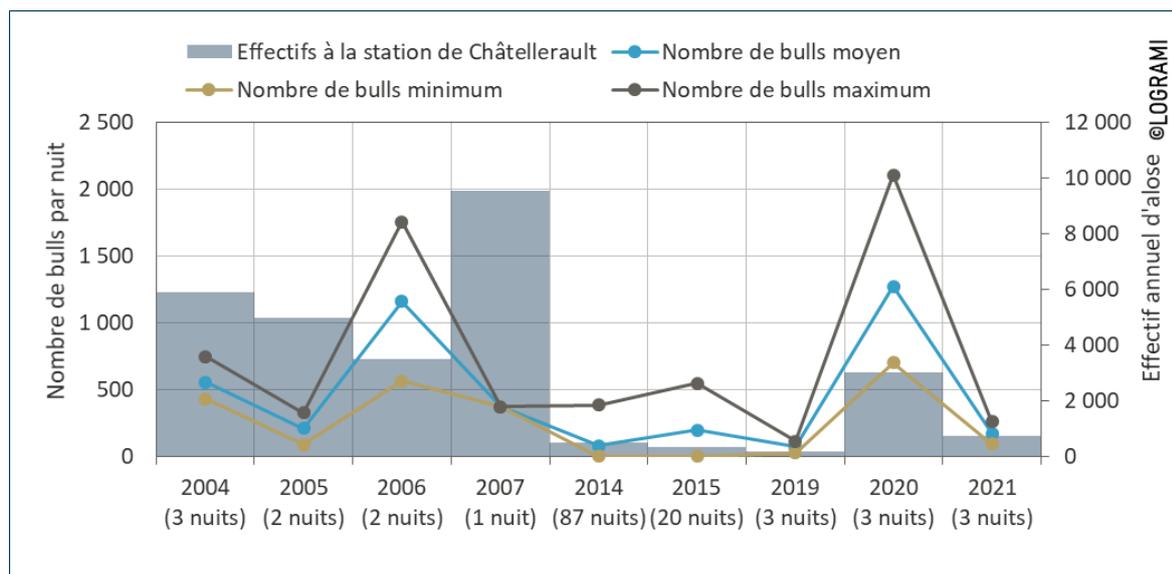
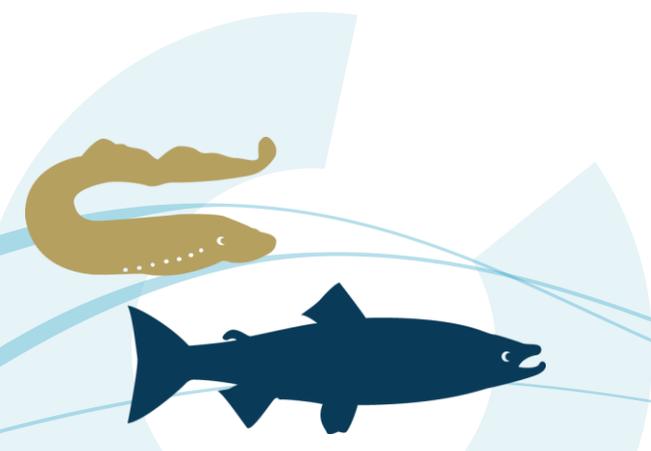
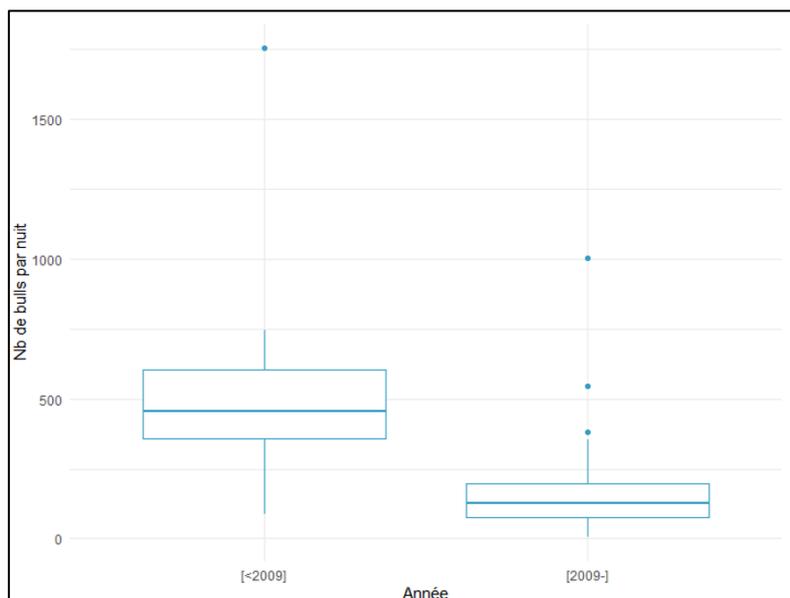


Figure 260 : Nombre de bulls d'aloses par nuit suivie de chaque année d'étude sur la frayère du centre-ville de Châtellerault sur la Vienne mis en relation avec les effectifs de la station de comptage de Châtellerault

Cette nouvelle campagne de suivi vient confirmer qu'une fracture s'est produite aux environs de 2009 en termes de nombre de bulls constatés par nuit de suivi aux périodes de pic de l'activité de reproduction. D'après le graphique, le seuil des 594 bulls +/- 505 en moyenne par nuit est une valeur de référence pour qualifier les résultats d'une année à Châtellerault. La valeur de 169 +/- 165 bulls par nuit, observée depuis 2009, est indicative mais ne peut être considérée comme une référence. Ainsi avec une moyenne de 170 bulls +/- 106 par nuit en 2021, le niveau d'activité de reproduction sur la frayère de Châtellerault est donc dans la continuité de ce qui a été observé depuis 2009 mais faible dans l'absolu pour ce site. Pour cette analyse, l'année 2020 n'est pas prise en compte dans la moyenne du nombre de bulls par nuit depuis 2009 du fait de ses caractéristiques atypiques (Figure 261). En effet, l'arrêt de la pêche professionnelle et les débits importants en fin d'hiver et au printemps avaient été particulièrement favorables favorisant la colonisation du bassin de la Vienne par rapport à la Loire.

Ces comparaisons sont possibles grâce aux grands nombres de suivis en nuit complètes (plus de 4h par nuit) qui ont été réalisés sur cette frayère et ce, sur une chronique longue (17 ans). Toutefois malgré l'ensemble des données collectées pour cette frayère, l'estimation du nombre de géniteurs à partir du nombre de bulls comptabilisés sur une seule nuit n'est pas possible.





©LOGRAMI

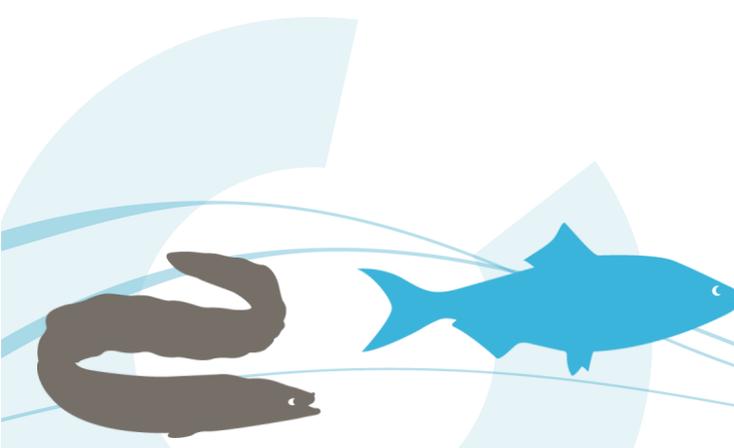
Figure 261 : Nombre moyen de bulls par nuit suivie durant la période 2001-2008 et après 2009 (sans 2020) sur la frayère du centre-ville de Châtelleraut sur la Vienne

Historiquement, la frayère du centre-ville de Châtelleraut est l'une des plus actives du bassin. Cette zone de reproduction pourrait être en partie forcée, certaines aloses se reproduisant sur ce secteur n'ont probablement pas réussi à franchir l'ouvrage de Châtelleraut, situé 1 km en amont. Cette hypothèse nécessiterait un suivi biologique par télémétrie pour connaître le comportement des poissons au niveau du barrage et la part n'ayant pas réussi à le franchir par les dispositifs.

5.2.4. Suivi de la reproduction des aloses sur le Cher

En 2021, la reproduction des aloses sur le Cher a fait l'objet de 3 nuits de comptage sur les 3 frayères potentielles localisées en aval des trois premiers ouvrages rencontrés par les géniteurs après la confluence avec la Loire (moins de 25 kilomètres de la confluence).

La frayère située en aval du seuil de Savonnières a été suivie la nuit du 2 juin. Celles situées en aval des ouvrages de Grand Moulin et de Rochepinard au niveau du pont de Saint Sauveur ont été suivies la nuit du 10 juin (Figure 262). Aucun bull n'a été comptabilisé. 2021 était la 3^{ème} année de suivi après 2007 (4 nuits) et 2019 (3 nuits) où respectivement 43 et 11 bulls avaient été entendus au total. Historiquement, les frayères recensées au niveau du pont de Saint Sauveur sont celles qui ont été les plus actives avec un maximum de 25 bulls la nuit du 24/05/2007.



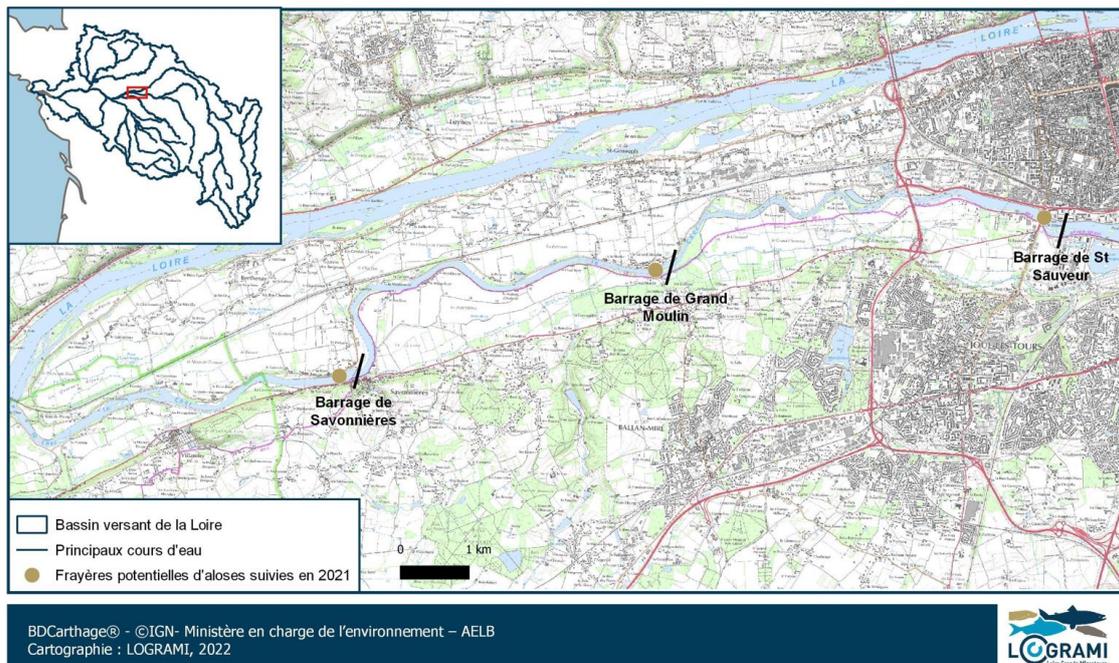


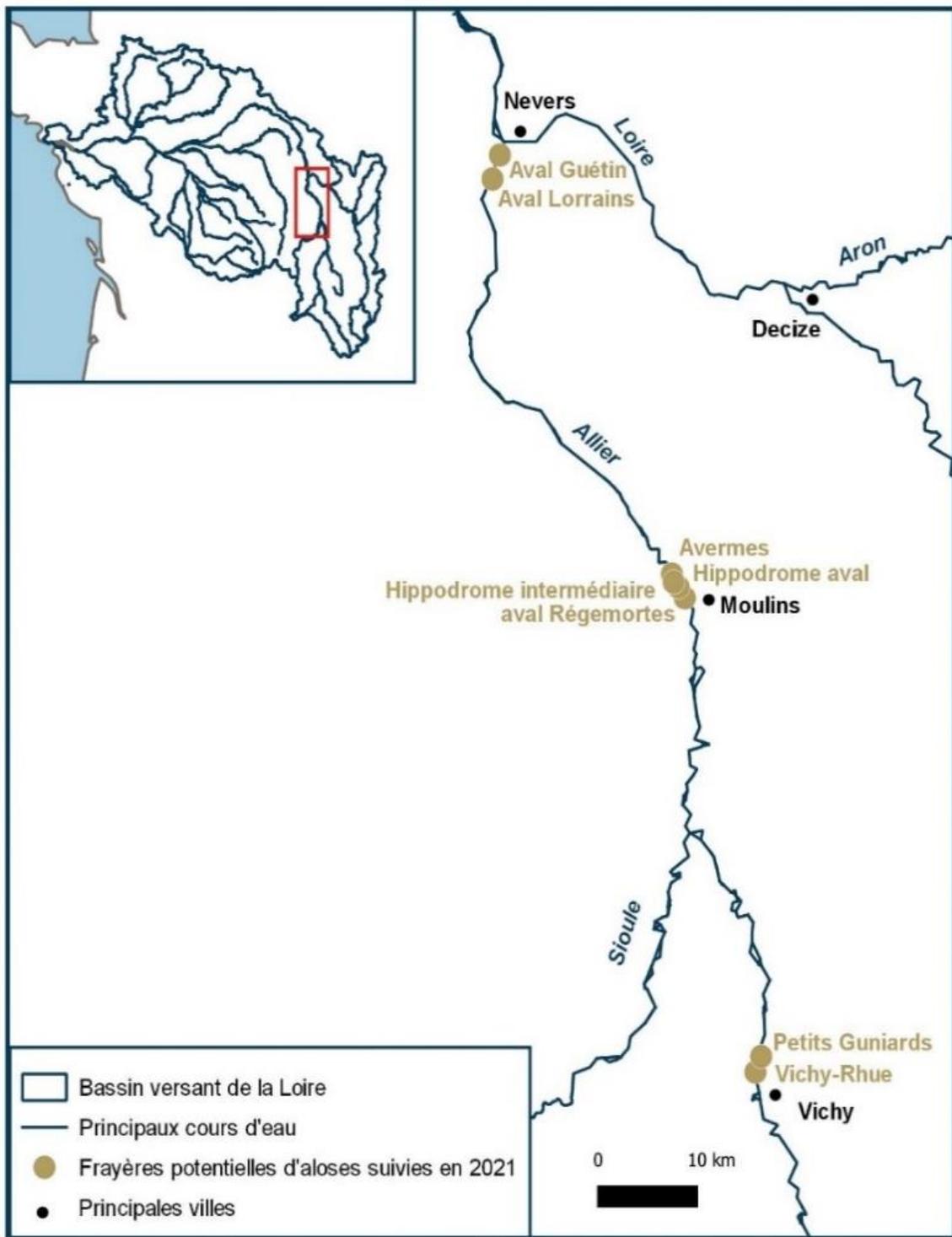
Figure 262 : Localisation des frayères potentielles d'aloses suivies en 2021 sur le Cher

La faible reproduction constatée en 2021 sur l'ensemble du bassin et le suivi d'une seule nuit sur la frayère en aval de Savonnières participent à la faible probabilité d'observer une reproduction d'aloses dans ce secteur. En effet, à titre de comparaison, en 2019 le ratio moyen du nombre de bulls par suivi est de 71 +/-44 pour la Vienne à la frayère de Châtelleraut et seulement 3 +/- 6 pour le Cher à la station de Savonnières.

5.2.5. Suivi de la reproduction des aloses sur l'Allier

5.2.5.1 Effort de prospection sur l'Allier en 2021

Sur l'Allier, sur l'ensemble de la période de reproduction de l'alose en 2021, 27 suivis nocturnes dits « nuits/frayère » répartis lors de 15 nuits d'observations ont été réalisés et 8 frayères ont été suivies (Figure 263). Pour acquérir plus d'informations, plusieurs sites ont été suivis lors d'une même nuit. Au total pour 86 heures et 40 minutes de suivi dont 14 heures et 45 minutes d'enregistrement audionumérique (4 « nuits/frayère »), 141 bulls d'aloses ont été comptabilisés dont 5 détectés grâce aux enregistrements audionumériques. Ne disposant pas de taux de réception des dispositifs d'enregistrement pour les 3 frayères ayant révélé de l'activité lors des suivis audionumériques (cf. § 5.2.1), ce nombre total de bulls doit être considéré comme un minimum. La reproduction est donc de l'ordre de 6 bulls +/- 7 par nuit sur cet axe.



BDCarthage® - ©IGN- Ministère en charge de l'environnement - AELB
Cartographie : LOGRAMI, 2022



Figure 263 : Localisation des frayères potentielles d'aloses suivies en 2021 sur l'Allier

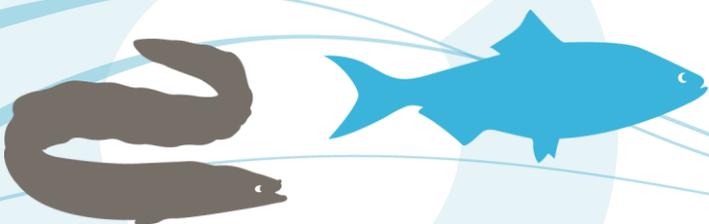


Tableau 23 : Récapitulatif de l'effort de prospection et de l'activité de reproduction de l'aloise sur l'Allier (aval de Vichy) en 2021

	Temps d'observation (h)	Nombre total de « nuits » suivies	Nombre de « nuits » d'enregistrement	Nb total de bulls	Nb bulls sur enregistrement
Aval Guétin	11:00	3	1	3	1
Aval Lorrains	13:50	4		28	
Avermes	12 :10	4		63	
Hippodrome aval	3 :30	1	1	1	1
Hippodrome intermédiaire	7 :00	2	1	0	
Régemortes	16:00	5	1	46	3
Petits Guinards	14 :15	5		0	
Vichy Rhue	9 :30	3		0	
Total	86 :40	27	4	141	5

5.2.5.2 Suivi en aval de l'ouvrage des Lorrains

Bilan 2021

À l'aval des ouvrages du Guétin et des Lorrains, sept suivis « nuit/frayère » ont été réalisés. Sur la frayère « aval Guétin », **3 bulls** ont été observés durant les nuits du 29/05 (1 bull sur enregistrement) et du 15/06 (2 bulls) pour 7h45 de suivi. Pour la frayère « aval Lorrains », le total est de **28 bulls** (13 la nuit du 29/05, 10 le 03/06 et 5 le 15/06). Durant cette période la température de l'eau n'a cessé d'augmenter passant de 19,1°C (29/05) à 25,2°C (15/06).

Comparaison interannuelle

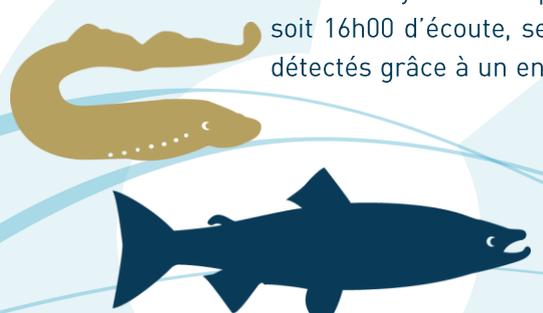
L'effort de suivi sur ce secteur en 2021 est conséquent avec 7 nuits puisque seulement 19 « nuit/frayère » avaient été auparavant réalisées au total entre 2011 et 2020. Sur ces 19 suivis, seuls 8 avaient révélé de l'activité pour un maximum de bulls observés le 3/6/2020 sur la frayère « Aval Lorrains » (105 bulls) et sur la frayère « aval Guétin » (5 bulls). Pour les autres nuits actives suivies, le nombre de bulls observés est toujours resté très restreint (entre 1 et 3 bulls). L'activité limitée constatée en 2021 sur ce secteur correspond à celle couramment observée depuis 2011, hors année 2020, qui se révèle atypique (effet positif sur la population de l'abaissement de l'exploitation induit par la crise sanitaire COVID-19). Excepté en 2020, les effectifs d'aloses observés sur l'Allier durant la période 2011-2021 sont très faibles comparativement aux effectifs comptabilisés avant cette période. En effet, la chute drastique des effectifs observés à la station de vichy en 2009 ne permet pas d'avoir une donnée de référence en termes d'activité de reproduction pour la station des Lorrains dont le suivi a débuté en 2011.

5.2.5.3 Suivi en aval de Moulins

Bilan 2021

Quatre frayères potentielles ont été suivies dans la zone située en aval du seuil du pont de Régemortes à Moulins : « aval du pont de Régemortes », « Hippodrome intermédiaire », « Hippodrome aval » et « Avermes ».

-  Pour la frayère « aval pont de Régemortes », sur les 5 nuits de suivi (28/5, 1/6, 8/6, 14/6, 6/7) soit 16h00 d'écoute, seules 3 ont été actives (1/6, 8/6, 14/6). Elles totalisent **46 bulls** dont 3 détectés grâce à un enregistrement (la nuit du 14/6), soit une moyenne de 15 bulls +/- 11 par



nuit suivie active et un pic d'activité le 1/6 de 22 bulls en 4h00 d'écoute. Même si l'absence de taux de réception du dispositif d'enregistrement connu pour cette frayère ne permettant pas d'estimer un nombre de bulls pour la nuit du 14/6 engendre une sous-estimation du niveau d'activité de l'année 2021, ce chiffre contraste avec les 292 bulls entendus en 14h30 de suivi en 2020 ;

- 🌀 Aucun bull n'a été étendu/défecté sur la frayère de « Hippodrome intermédiaire » malgré deux nuits suivies ;
- 🌀 Sur la frayère « Hippodrome aval », le résultat est très faible avec seulement **1 bull** en 1 nuit de suivi ;
- 🌀 En aval de Moulins, c'est la frayère « Avermes » sur laquelle le plus de bulls ont été comptabilisés en 2021 : **63 bulls** en 12h10 de suivi sur 4 nuits (toutes actives), soit une moyenne de 16 bulls +/- 5 par nuit suivie active et un pic d'activité le 31/5 de 21 bulls en 3h20 d'écoute.

L'essentiel de la reproduction des aloses en aval de Moulins se serait donc répartie sur 2 frayères principales, « aval pont de Régemortes » et « Avermes » présentant un niveau d'activité sensiblement équivalent (respectivement 15 bulls +/- 11 par nuit suivie active et 16 bulls +/- 5 par nuit suivie active). Il est fort probable que si le suivi du 14/6 sur la frayère « aval pont de Régemortes » avait été réalisé par écoute humaine directe, le nombre de bulls comptabilisés aurait été plus important. Cela aurait rendu cette frayère la plus active de ce secteur en 2021.

Les débits de l'Allier à Moulins ont été plutôt faibles notamment pendant la période de montaison puisque le débit moyen mensuel de 2021 a été plus de deux fois inférieur au débit moyen mensuel de référence durant le mois d'avril et jusqu'à la mi-mai. Le seuil de 16°C dépassé ponctuellement entre fin avril et début mai a mis ensuite du temps à être de nouveau atteint notamment à cause d'un épisode de crue qui a débuté le 12 mai. Il a été définitivement franchi seize jours plus tard le 27 mai (Figure 264).

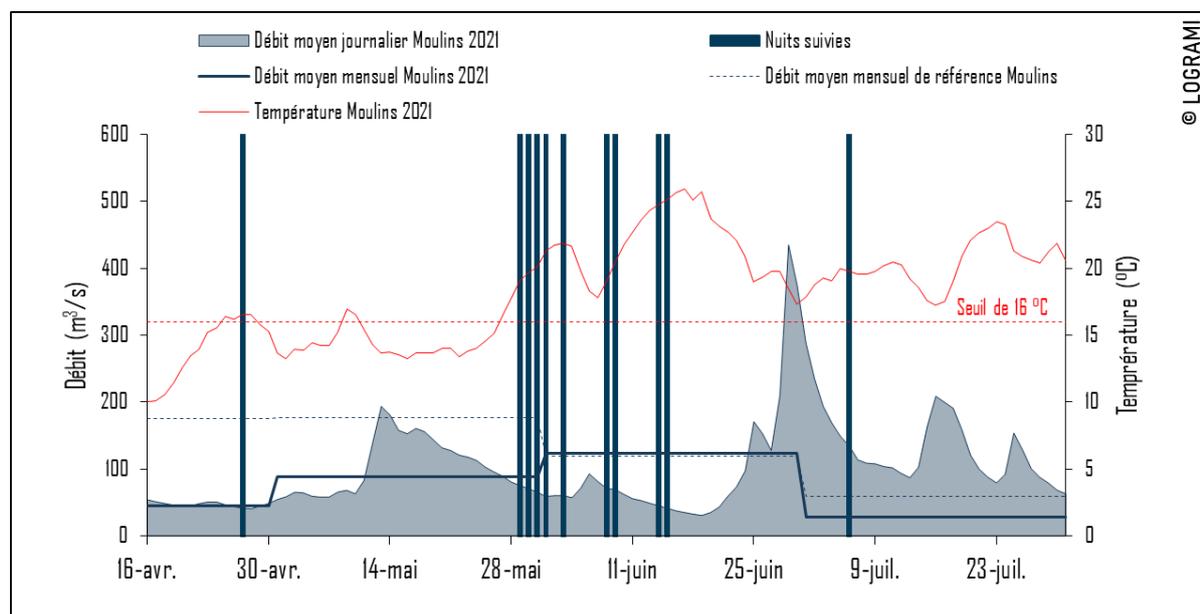
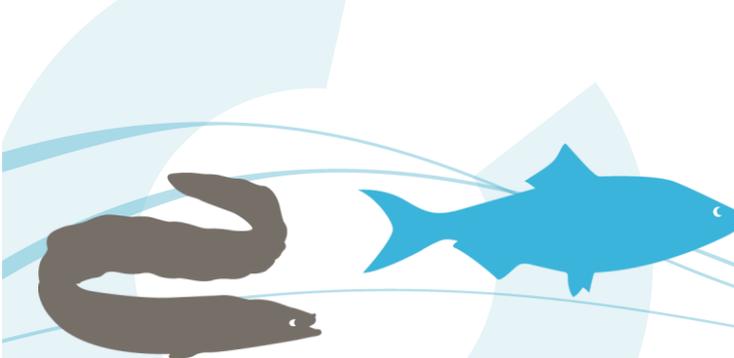


Figure 264 : Contextualisation des nuits de suivi de la reproduction des aloses en 2021 sur l'Allier dans le secteur « aval Moulins » en relation avec la température et les débits de l'Allier à Moulins (Sources : LOGRAMI et DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)



Comparaison interannuelle

La frayère en aval du Pont de Régemortes est une frayère de référence entre le seuil des Lorrains et le barrage de Vichy. Le suivi a commencé en 2009. En 2009 et 2011, seulement 2 nuits ont été réalisées et ne permettent pas de décrire efficacement l'activité sur cette frayère. Afin d'augmenter l'effort d'échantillonnage, des micros et enregistreurs ont été installés en 2011, 2012 et 2014. Lors de ces années, le nombre de bulls moyen de 6 +/- 10 est très faible également, malgré les nombreuses nuits d'écoutes (19 +/- 15). Durant ces 3 années, la pose et la relève d'enregistreurs ont été réalisés durant des créneaux horaires similaires (pose entre 19h et 22h et relève après 5h du matin).

En 2015, les effectifs d'aloses à la station de comptage de Vichy sont les plus importants depuis 2011, avec 67 aloses. En seulement 2 nuits réalisées 15 et 200 bulls ont été comptabilisés. (Figure 265).

En 2021, le nombre de bulls entendus sur la période de reproduction et les effectifs d'aloses à Vichy (3 individus) montrent que les aloses étaient présentes en faible effectif sur l'Allier et que les mauvaises conditions hydrologiques n'ont pas favorisé le peu de géniteurs présents à remonter sur l'axe.

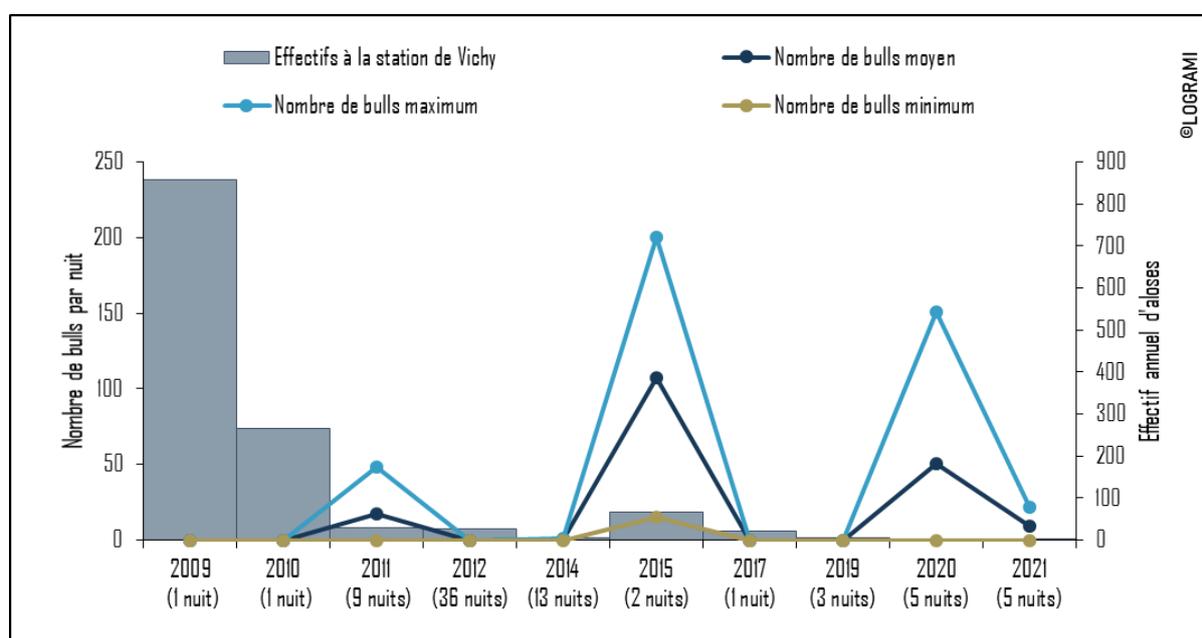


Figure 265 : Nombre de bulls par nuit suivie de chaque année d'étude sur la frayère d'aloses en aval du Pont de Régemortes sur l'Allier mis en relation avec les effectifs de la station de comptage de Vichy

5.2.5.4 Suivi en aval de Vichy

Bilan 2021

À Vichy Rhue, en aval de la station de comptage de Vichy, **aucun bull** n'a été observé lors de trois suivis ; les 3, 6 et 9 juin pour un total de 9h30 d'écoute. La température de l'eau était supérieure à 17 °C pour l'ensemble de ces nuits.

Le site des **Petits Guinards** a été suivi durant 5 nuits réparties sur toute la période de suivi depuis le 8 mai jusqu'au 18 juin. **Aucun bull** n'a été entendu en 14h15 d'écoute. Les conditions thermiques ont été pourtant favorables puisque pour l'ensemble des nuits suivies, hormis pour la nuit du 8 mai (15,5°C), le seuil des 16 °C était dépassé.

Les débits de l'Allier à Vichy ont été contrastés durant la saison de reproduction (Figure 266). Le début et la fin de cette période révèlent des débits moyens mensuels 2 fois inférieurs au débit moyen mensuel

de référence. Durant le mois de juin, le débit moyen mensuel est supérieur au débit moyen mensuel de référence en raison d'un pic de crue atteint le 12 mai à 180 m³/s.

La température de l'eau de l'Allier à Vichy a été fortement influencée par ces variations de débit (Figure 266). Le seuil de 16°C a finalement été dépassé lors de la décrue le 28 mai.

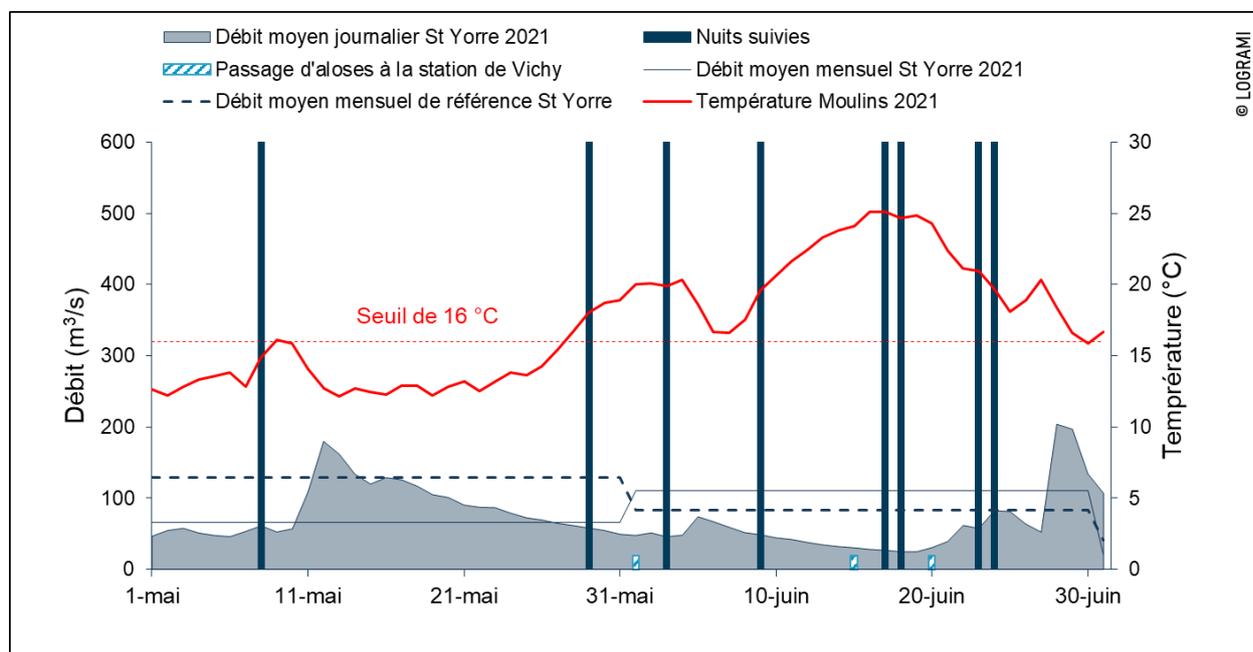


Figure 266 : Contextualisation des nuits de suivi de la reproduction des aloses en 2021 sur l'Allier dans les secteurs situés en aval du barrage de Vichy (Vichy Rhue et les Petits Guignards) en relation avec les passages à la station de comptage de Vichy, les températures à Moulins et les débits à Saint-Yorre (Sources : LOGRAMI et DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

Comparaison interannuelle

La frayère des « Petits Guignards » est une frayère de référence en aval du barrage de Vichy. Le suivi a commencé en 2009. Cette année-là, seulement 2 nuits ont été réalisées et ne permettent pas de décrire efficacement l'activité sur cette frayère.

Afin d'augmenter l'effort d'échantillonnage, des micros ont été installés en 2011, 2012, 2013 et 2014. Le nombre d'aloses comptabilisées à la station de Vichy a été faible lors de ces années (Figure 267). En moyenne, 17 +/- 14 aloses ont été observées à la station de comptage. Le nombre de bulls moyen de 2 +/- 3 est très faible malgré les nombreuses nuits d'écoutes (55 +/- 18). Durant ces 4 années, la pose et la relève de micros ont été réalisés à des créneaux horaires similaires (pose entre 19h et 22h et relève après 5h du matin).

En 2012 (2^{ème} année de la pose de micros), 27 aloses sont passées au barrage de Vichy. Sur les 52 nuits d'écoutes, un maximum de 86 bulls a été entendu (Figure 267). Le nombre de bulls moyen est de 5,7 +/- 14, ce qui démontre que sur l'ensemble de la période de reproduction de l'alose, peu de bulls ont été entendus.

En 2021, aucun bull n'a été comptabilisé et trois aloses ont franchi la station de comptage de Vichy. Si la frayère des petits Guignards était jusque-là une référence pour associer les effectifs ayant franchi la station et l'activité de reproduction en aval proche de l'ouvrage, il semble que le peu d'activité se soit concentré plus en aval notamment dans le secteur de Moulins. Et même si les conditions hydrologiques n'ont pas été les plus favorables pour la remontée anadrome, il ne faut pas négliger le fait que la

diminution des abondances de géniteurs s'engageant sur l'axe Allier puisse être la cause d'un nombre si faible de bulls en 2021. La tendance des dernières années se confirme, avec une raréfaction de l'espèce sur la partie amont du bassin de l'Allier.

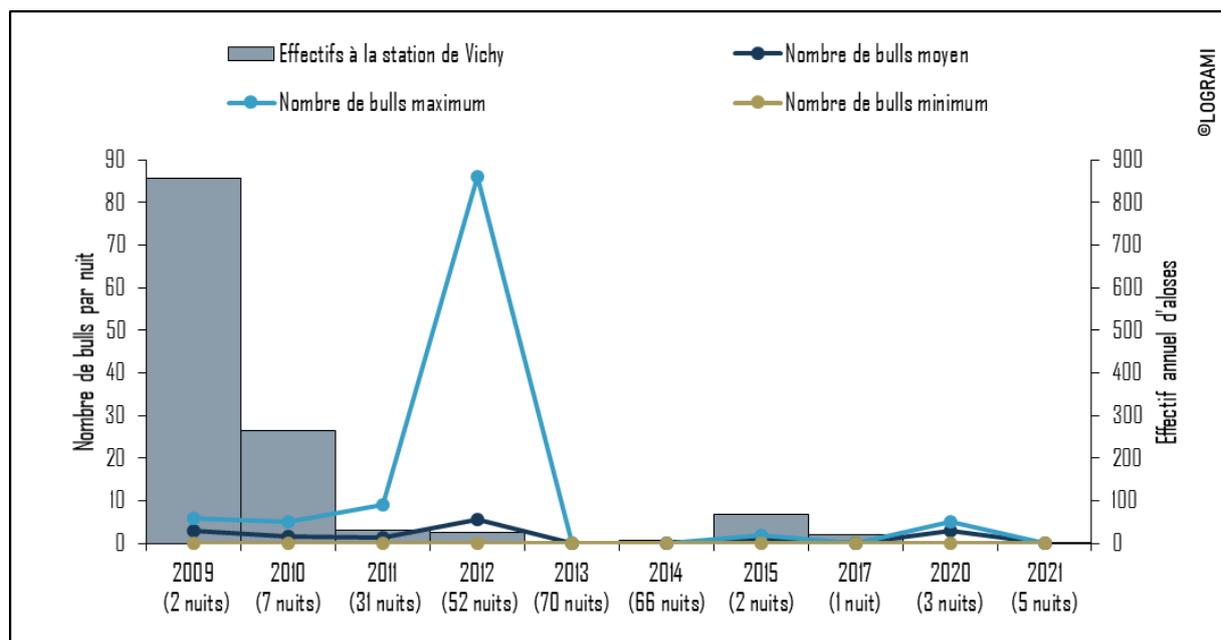


Figure 267 : Nombre de bulls par nuit suivie de chaque année d'étude sur la frayère d'aloses en aval Vichy au lieu-dit « Les Petits Guinards » mis en relation avec les effectifs de la station de comptage de Vichy

5.2.6. Suivi de la reproduction des aloses sur la Loire amont

5.2.6.1 Bilan 2021

Sur l'ensemble de la période de reproduction de l'alose en 2021, 15 nuits d'observations ont été réalisées sur la période 28/4-17/6 et 6 frayères potentielles (7 points d'écoute) ont été suivies sur la Loire en aval de Decize (Figure 268).

Afin d'acquérir plus d'informations, plusieurs sites ont été suivis sur une même nuit. Au total pour 77 heures et 15 minutes de suivi dont 20 heures et 15 minutes d'enregistrement audionumérique (5 « nuits/frayère »), 102 bulls d'aloses ont été comptabilisés dont 33 détectés grâce aux enregistrements audionumériques (27 à « Avril sur Loire aval parking » et 6 à « Rosière ») (Tableau 24). Ces 33 bulls ont pu être ajustés à 82 (62+20) car obtenus sur deux frayères où des taux de réception des dispositifs d'enregistrement avaient été déterminés par le passé (respectivement 43,1 +/- 7,6 % et 30,5 +/- 4,8 % en 2013). Le nombre de bulls total détectés pendant la campagne de suivi 2021 sur le secteur Loire amont a donc été ajusté à 151 bulls. Sur les 15 « nuits/frayère » suivies, 12 ont été actives. Le niveau de reproduction moyen est donc de l'ordre de 13 bulls +/- 15 par frayère et par nuit active sur cet axe.

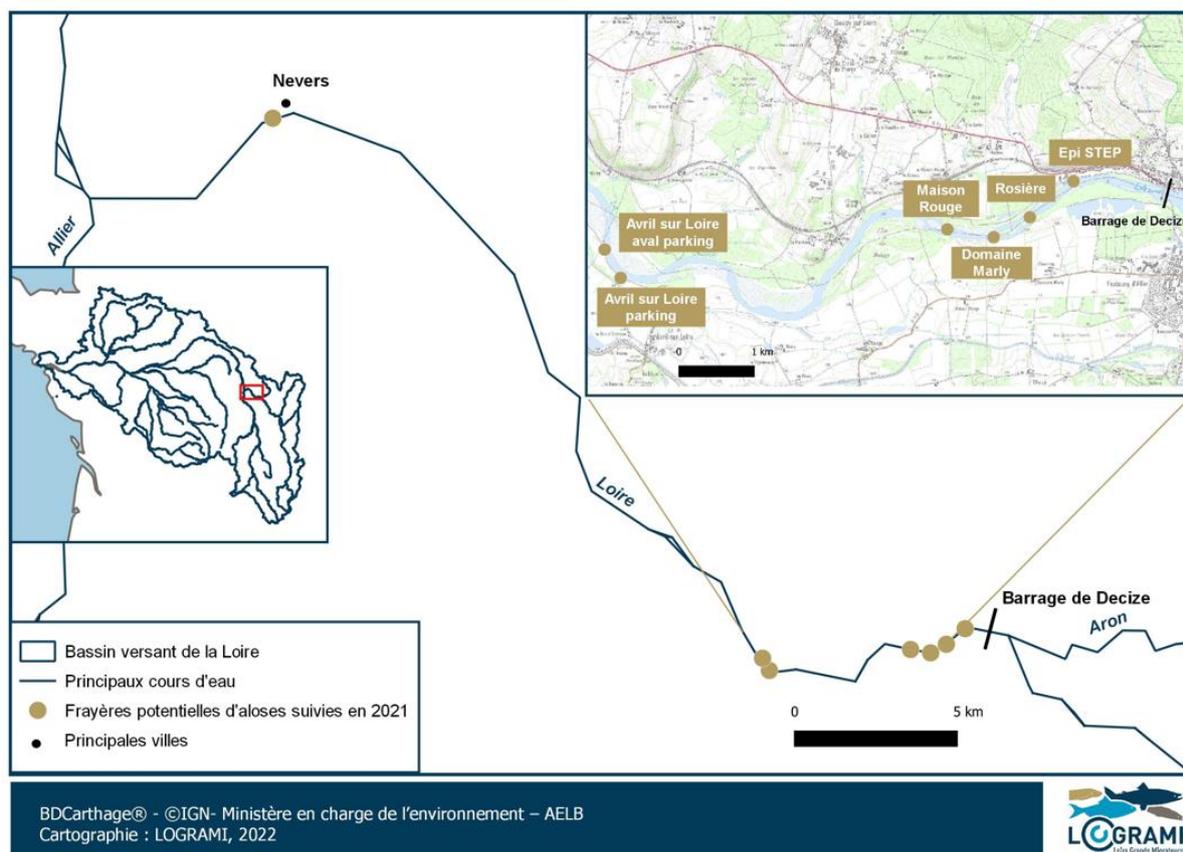


Figure 268 : Localisation des frayères potentielles d'aloses suivies en 2021 sur la Loire en aval de Decize

Tableau 24 : Récapitulatif de l'effort de prospection et de l'activité de reproduction de l'alose sur la Loire en aval de Decize en 2021

	Temps d'observation (h)	Nombre de « nuits » suivies total	Nombre de « nuits » d'enregistrement	Nb de bulls total	Nb bulls sur enregistrement	Nb de bulls total ajusté
Nevers-amont pont SNCF	03:00	1		2		2
Avril-sur-Loire aval parking	08:00	2	2	27	27	62
Avril-sur-Loire parking	12:45	3	1	16	0	16
Maison Rouge	35:30	4		30		30
Domaine Marly	03:30	1		9		9
Rosière	10:45	3	2	16	6	30
Epi STEP	03:45	1		2		2
Total	77:15	15	5	102	33	151

Au niveau de la frayère d'Avril sur Loire (2 points d'écoute), **78 bulls** ont été observés lors de 5 nuits/frayère (4 nuits) réparties du 28 mai au 16 juin. La température de l'eau était de 17°C le 28 mai et a atteint les 26,2°C le 16 juin. L'activité s'est principalement concentrée au début du suivi pour ce site puisque sur les 78 bulls, 53 ont été entendus dès le 28 mai, 23 pendant la nuit du 2 juin et 2 le 16 juin avec une interruption le 10 juin (absence de bull).

L'activité est à mettre en corrélation avec des débits capricieux en pleine période de reproduction. En effet, si jusque-là les niveaux étaient relativement bas puisqu'ils ne représentaient qu'un tiers des débits attendus pour la saison ($61 \text{ m}^3 \pm 11$ contre $207 \text{ m}^3 \pm 10$ habituellement) ne favorisant en rien la remontée des aloses, une crue importante a eu lieu le 12 mai faisant doubler le débit moyen mensuel journalier en comparaison du débit de référence de la station de Nevers (pic à 436 m^3 le 14 mai) (Figure 269). Suite à cet épisode, la température de l'eau, qui n'avait dépassé les $16 \text{ }^\circ\text{C}$ que lors de 7 jours depuis le début de l'année (du 24 au 30 avril), s'est trouvée moins favorable pour la reproduction car en dessous du seuil d'activité théorique jusqu'au 28 mai. A cette même date, les premiers individus d'aloses franchissaient la station de comptage de Decize. La migration fut principalement concentrée entre le 28 mai et le 13 juin (98 % de la migration) avec un pic de passage de 12 individus le 10 juin. Dans le même temps, des observations de reproduction sur le secteur aval de l'ouvrage de Decize ont eu lieu notamment à Maison Rouge avec 28 bulls la nuit du 10 juin. Il y a eu une simultanéité des passages à la station et de la reproduction en aval. Cette information montre que le repli des aloses en aval de l'ouvrage pour se reproduire n'est pas strict.

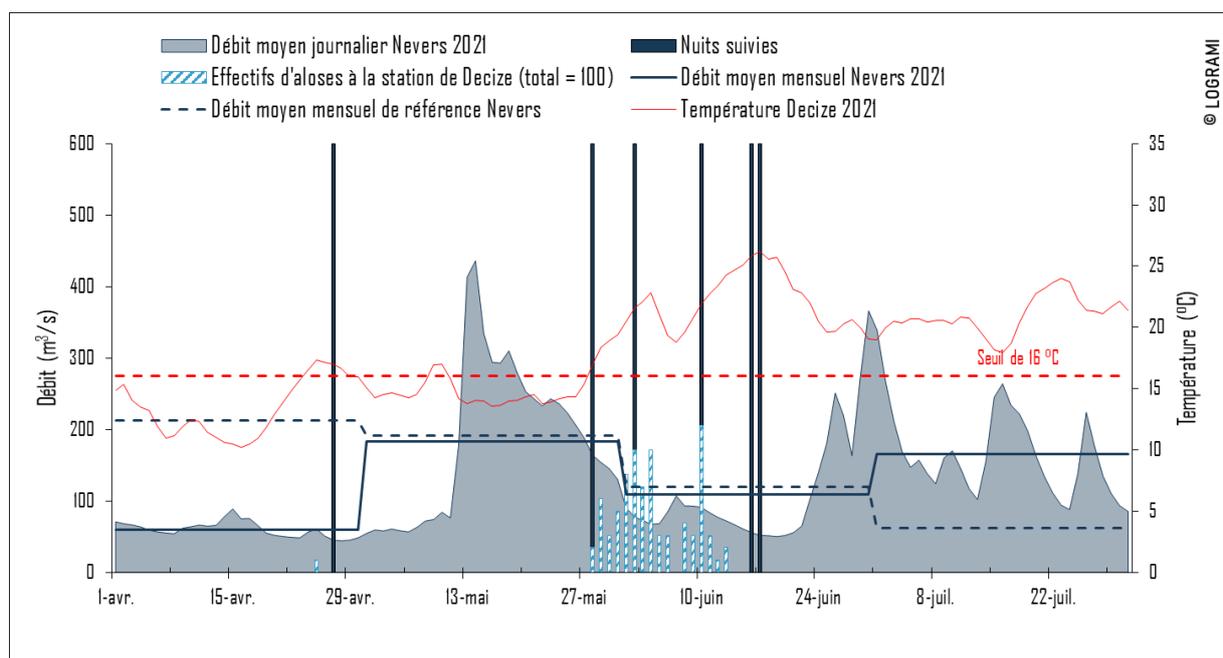


Figure 269 : Contextualisation des nuits de suivi de la reproduction des aloses sur la Loire en 2021 dans le secteur « aval Decize » situé 1700 m en aval de l'ouvrage en relation avec les passages à la station de comptage de Decize, les températures à Decize et les débits à Nevers (Sources : LOGRAMI et DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

5.2.6.2 Comparaison interannuelle

Avec 30 bulls en 4 nuits de suivi et 35h30, le niveau d'activité de la frayère de Maison Rouge est nettement inférieur à celui de 2020 où plus de 1 500 bulls avait été entendus en 8 nuits de suivi et 24 h. La première frayère en aval du seuil de Decize, « Epi STEP » a été très peu active en 2021 avec seulement 2 bulls en une nuit. Cela contraste avec les 72 343 bulls de 1988 (P. Boisneau et al., 1990). Le suivi avait été réalisé sur la saison complète du 2 mai au 27 juillet sur cette même frayère, équivalente à 86 jours (ce qui rapporte à une moyenne de 841 bulls par nuit).

La frayère d'Avril-sur-Loire est une frayère de référence en aval du seuil de Decize. Le suivi a commencé en 2011. Afin d'augmenter l'effort d'échantillonnage, des enregistrements audionumériques ont été réalisés en 2013 et 2014. Pour ces 2 années, le nombre d'aloses à la station de Decize est très faible (74 en 2013 et 162 en 2014), le nombre de bulls moyen est très faible aussi malgré les nombreuses nuits d'écoutes (9 ± 18 en 2013 et $0,03 \pm 0,28$ en 2014).

L'année 2020 a mis en évidence une hausse du nombre d'aloses comptabilisées à la station et du nombre de bulls moyen par nuit. En 2021, un maximum de 53 bulls a été entendu la nuit 28 mai avec une température de l'eau à 16,9 °C. Sur les 5 nuits de suivis, une moyenne de 9 bulls +/- 9 ont été entendus. Ce score reste faible face aux années 2015 et 2016 où les effectifs et les bulls étaient significativement plus nombreux (624 aloses ont été comptabilisées en 2015 pour 280 bulls entendus et 1 389 aloses pour 419 bulls en 2016) (Figure 270).

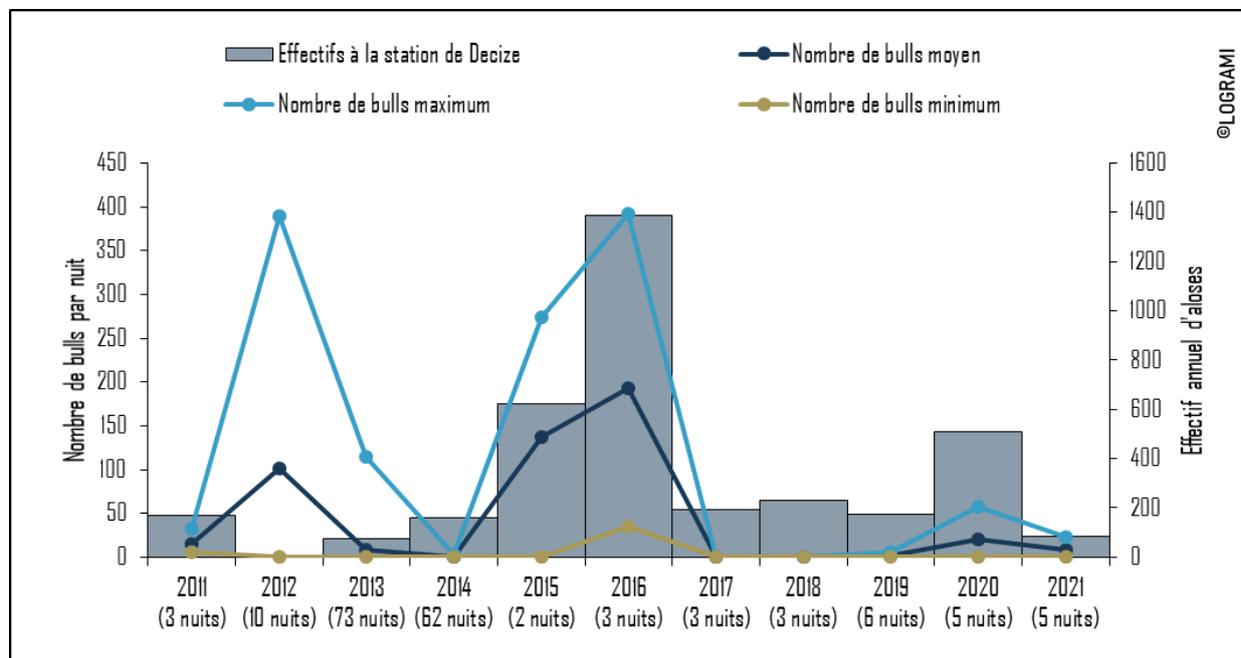


Figure 270 : Nombre de bulls par nuit suivie de chaque année d'étude sur la frayère d'aloses d'Avril-sur-Loire mis en relation avec les effectifs de la station de comptage de Decize

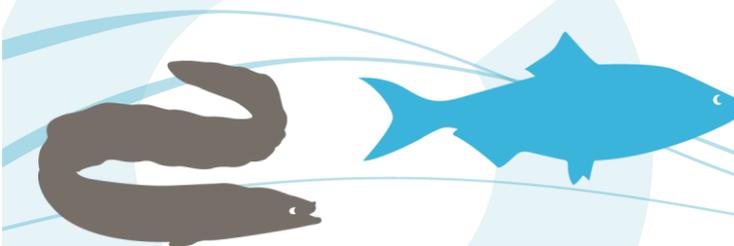
La présence de l'alose sur la partie amont de la Loire (amont de Decize) est menacée et l'activité plus en aval immédiat n'est malheureusement pas plus importante.

5.2.7. Suivi de la reproduction sur la Loire moyenne

La campagne de suivi de la reproduction de l'alose sur la Loire moyenne en 2021 s'est échelonnée sur 3 périodes : du 31/05/2021 au 03/06/2021, du 08/06/2021 au 11/06/2021 et le 15/06/2021. Le secteur de la Loire moyenne s'étale depuis le bec d'Allier jusqu'à la confluence de la Vienne mais les suivis ont été axés principalement en aval des seuils des trois centrales nucléaires de Belleville sur Loire, Dampierre en Burly et Saint-Laurent-des Eaux (Figure 271) considérant que si le passage de ces derniers était plus difficile, la probabilité d'observer des bulls au niveau des premières frayères à l'aval des ouvrages serait accrue par effet de concentration des aloses.

La mise en place de cette campagne de suivi s'est imposée suite au constat de raréfaction des effectifs aux stations de comptage sur la Loire amont et l'axe Allier ainsi qu'une nette baisse d'activité de reproduction sur des frayères historiquement fréquentées chaque année par les aloses. Ainsi ces prospections avaient pour but de voir si la reproduction des aloses ne s'était pas reportée en aval.

7 nuits d'observation sur 22 frayères potentielles différentes ont été réalisées. Certaines frayères ayant été suivies à plusieurs reprises, un total de 48 écoutes a été réalisé. Par ailleurs, deux frayères ont dû être découpées en plusieurs zones d'écoutes afin de pouvoir couvrir la totalité de la zone propice à la reproduction de l'alose. La frayère qui se trouve à l'amont du pont de Bonny-sur-Loire a ainsi été découpée en deux zones d'écoute et la frayère se trouvant à Ousson-sur-Loire en trois zones d'écoute.



Le suivi a donc été réalisé sur 25 sites (points d'écoute) pour un total de 211 heures et 45 minutes d'écoute (dont 45 % d'écoute humaine et 55 % d'écoute par enregistrement). Le temps moyen d'écoute est de 4 heures et 25 minutes par frayère et par nuit +/- 1 h 30.

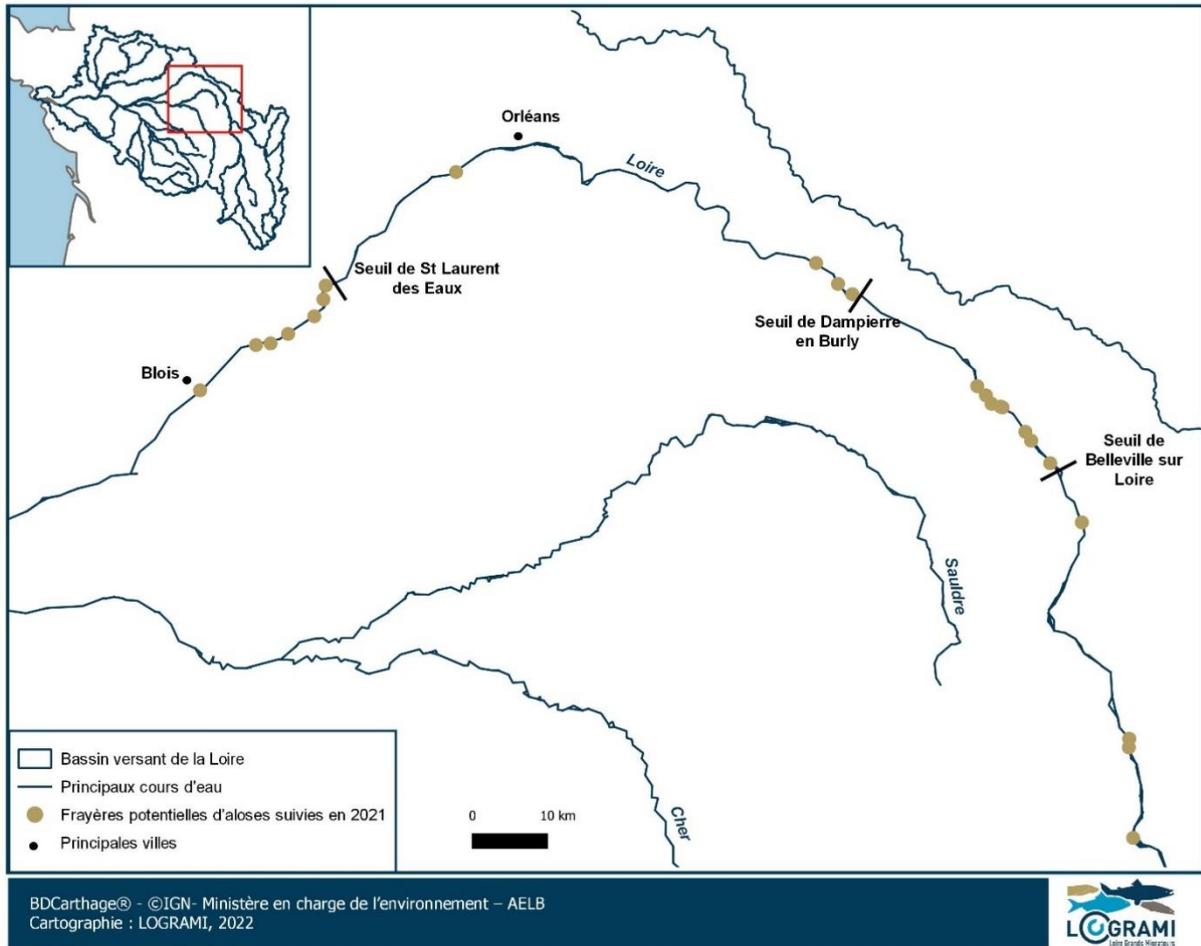


Figure 271 : Secteurs identifiés dans le cadre du suivi de la reproduction de l'alose en Loire moyenne

Tout comme sur la Loire amont, les faibles débits du début du mois de mai ont laissé place à une crue importante dès le 13 mai (pic de crue de 736 m³ contre 367 m³ en moyenne à la station de Blois (Figure 272)). Cet épisode a contraint à reporter le début du suivi jusqu'au moment où les débits seraient de nouveau dans la moyenne mensuelle et avec une température supérieure à 16°C.

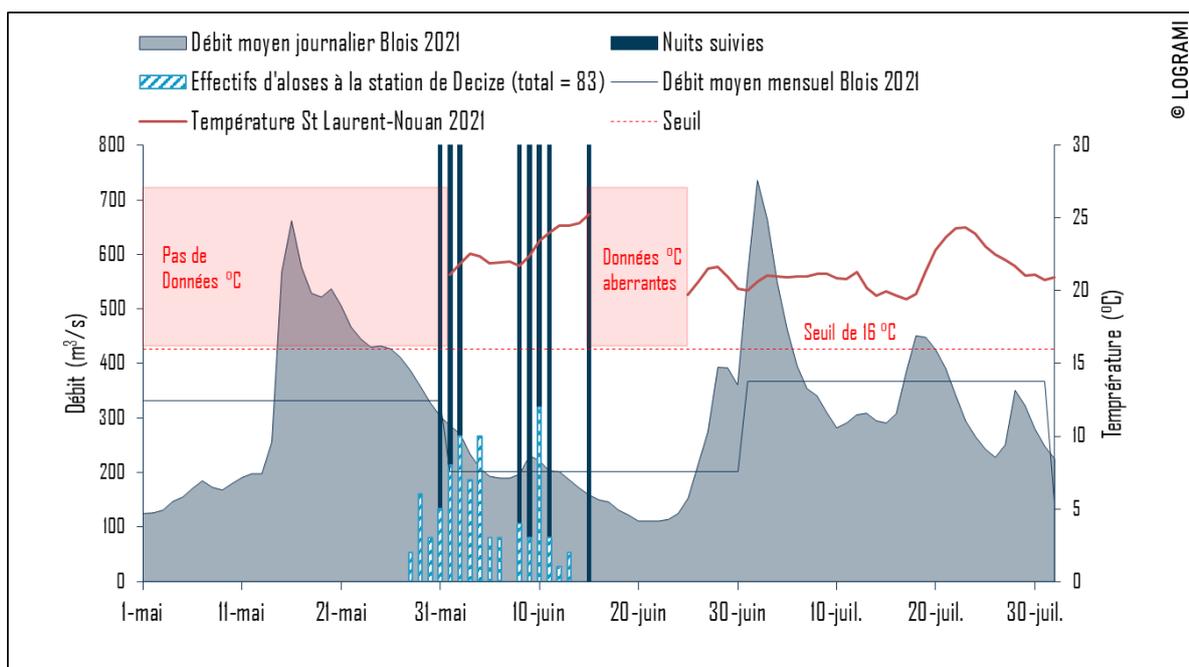


Figure 272 : Contextualisation des nuits de suivi de la reproduction des aloses sur la Loire moyenne en 2021 avec les passages à la station de comptage de Decize, les températures à Saint Laurent-Nouan et les débits à Blois en 2021(Sources : LOGRAMI et DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)

Seules 4 frayères ont été actives sur les 22 frayères suivies (Figure 273 et Tableau 25). De plus, sur ces 4 frayères seulement 2 présentaient plus de 1 bull sur la saison. Les nuits suivies ont permis de comptabiliser 257 bulls dont 10 détectés grâce aux enregistrements audionumériques (4 à « Muides-sur-Loire » le 1/6 et 6 à « Ousson-sur-Loire - point d'écoute aval » le 10/6). Les 6 bulls détectés à Ousson sur Loire le 10/6 par enregistrement ont pu être ajustés à 32 bulls car obtenus sur un point d'écoute ayant fait l'objet d'une détermination d'un taux de réception du dispositif d'enregistrement la veille (9/6) (26,1 %), ce qui n'a pas été le cas pour ceux détectés à Muides le 1/6. Le nombre total de bulls détectés pendant la campagne de suivi 2021 sur ces 4 frayères de ce secteur Loire moyenne a donc été ajusté à **272 bulls** pour 11 « nuits/frayère » actives sur 18 suivies. Le niveau de reproduction moyen est donc de l'ordre de l'ordre de 26 bulls +/- 33 par frayère et par nuit active sur ce secteur.

La frayère la plus active a été la frayère d'Ousson avec 272 bulls en 6 nuits suivies. Ensuite, c'est la frayère de Muides-sur-Loire avec 12 bulls en 3 nuits. Ces deux frayères, distantes d'environ 150 km, pourraient devenir des sites de référence pour le suivi en Loire moyenne si l'activité reste prépondérante sur ces sites.

Tableau 25 : Récapitulatif de l'effort de prospection et de l'activité de reproduction des aloses sur les frayères actives de la Loire moyenne en 2021

	Temps d'observation (h)	Nombre total de « nuits » suivies	Nombre de « nuits » d'enregistrement	Nb total de bulls	Nb bulls sur enregistrement	Nb total de bulls ajusté
Muides sur Loire	16:25	4	2	12	4	12
Rivotte	18:40	4	2	1	0	1
Aval centrale Dampierre	16:40	4	2	1	0	1
Ousson sur Loire	36:15	6	1	246	6	272
Total	88:00	18	7	260	10	286

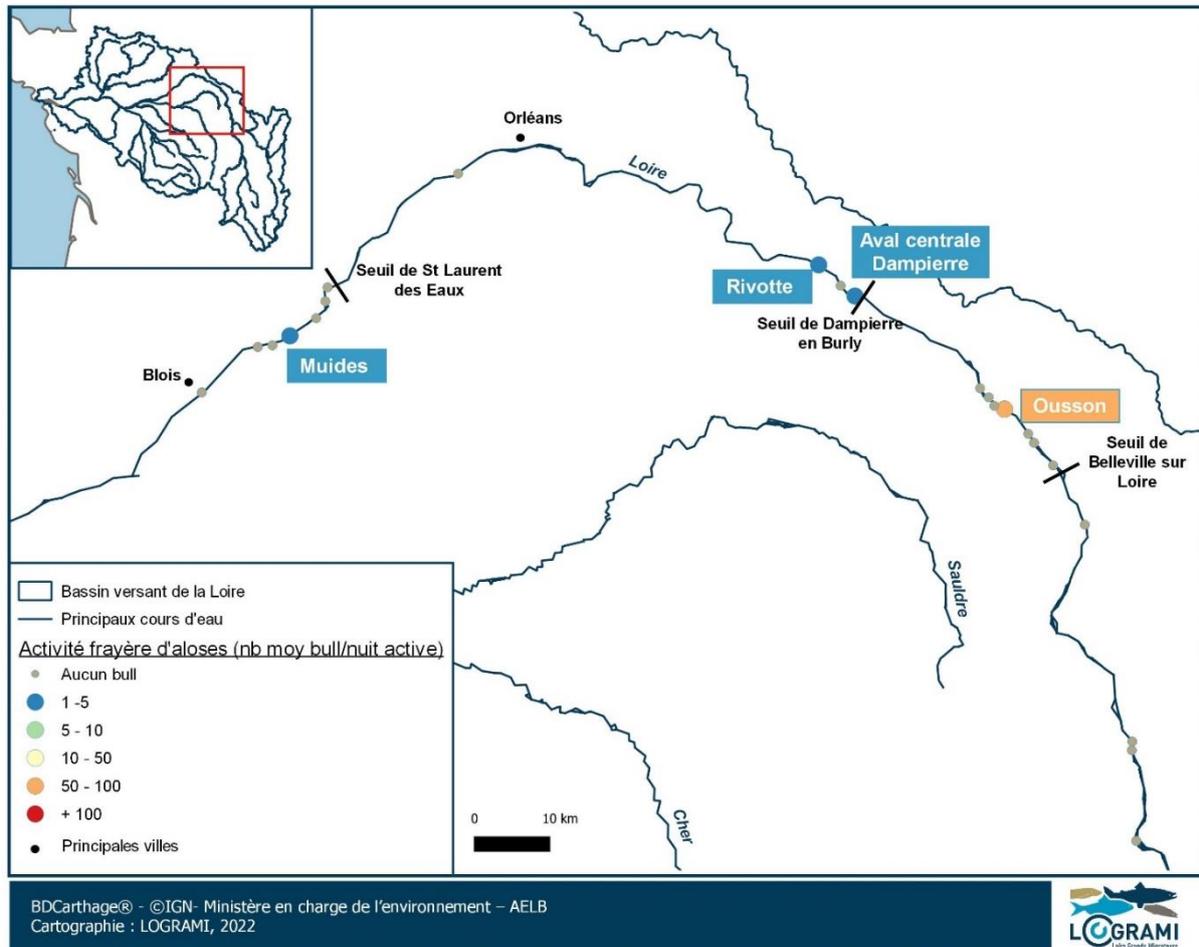


Figure 273 : Activité moyenne de reproduction des frayères d'aloses suivies en Loire moyenne en 2021

La première année de suivi en Loire moyenne a montré que ce secteur pouvait accueillir de la reproduction d'aloses. L'effet de concentration en aval des ouvrages lié aux centrales nucléaires n'a pas été totalement démontré puisque, hormis la frayère « aval centrale Dampierre », les frayères actives (Ousson, Rivotte et Muides-surLoire) ne sont pas les plus proches en aval immédiat des ouvrages. Toutefois, elles se trouvent toutes dans une zone de repli définie arbitrairement à 10 km en aval des ouvrages. Aussi, l'absence d'activité sur un nombre limité de frayères potentielles suivies situées en dehors de cette zone de repli potentiel sur les secteurs « aval Orléans » et « amont Belleville-sur-Loire » laisse penser que l'activité constatée sur la Loire moyenne en 2021 est tout de même influencée par la présence des ouvrages.

Une hypothèse est que d'après les conditions de débits relativement faibles en fin d'hiver et au printemps, la plupart des géniteurs ont stoppé leur migration génésique en Loire moyenne. Ce qui expliquerait, en complément des effets de population, les faibles effectifs comptabilisés aux stations sur la Loire amont (Decize) et l'Allier (Vichy) ainsi que le nombre de bulls globalement très faible sur l'amont du bassin de la Loire. Cette hypothèse n'est pas vérifiée et que 286 bulls en 211 h de suivis répartis sur 250 km de linéaire paraissent insuffisants pour le maintien des populations d'aloses sur l'axe Loire.

Le renouvellement du suivi en 2022 sera pertinent afin d'avoir davantage de recul sur l'activité réelle de reproduction de l'alose sur ce tronçon de la Loire comparativement aux suivis des frayères de références des différents bassins.

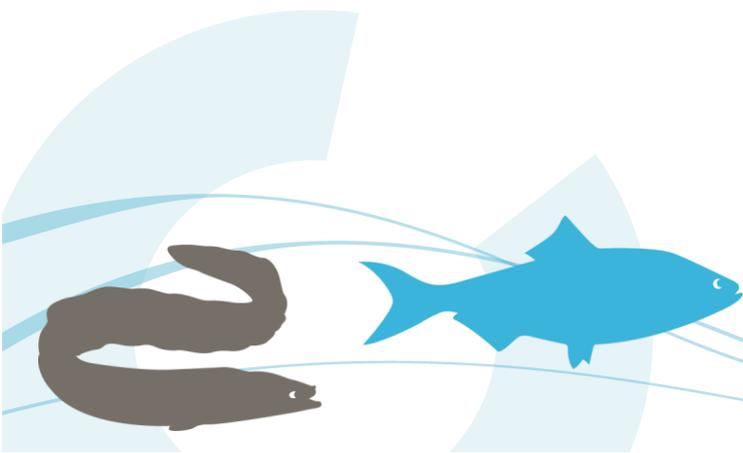
5.2.8. Bilan inter-secteurs

5.2.8.1 Résultats 2021

Afin de comparer le niveau d'activité de reproduction entre les différents secteurs suivis sur le bassin de la Loire en 2021, la somme du nombre moyen de bulls par nuit active de l'ensemble des frayères suivies sur chaque secteur a été choisie. Sur une période commune d'activité constatée échelonnée de la semaine 24 à la semaine 27 (Tableau 26), la Vienne en aval de Châtelleraut présente le plus d'activité moyenne (170 bulls/ nuit active) (Figure 274). La Loire amont et la Loire moyenne montrent des niveaux d'activité sensiblement équivalents (75 bulls/ nuit active contre 51 bulls/ nuit active). Enfin, avec 32 bulls/nuit active, l'Allier dévoile quant à elle une activité légèrement inférieure. Le Cher, sur le secteur suivi, n'a présenté aucune activité.

Tableau 26 : Bilan spatio-temporel de l'activité de reproduction des aloses sur les différents secteurs du bassin de la Loire suivis en 2021

	S 17	S 18	S 19	S 20	S 21	S 22	S 23	S 24	S 25	S 26	S 27
Vienne	/	Actif	/	/	/	Actif	Actif	/	/	/	/
Cher	/	/	/	/	/	Inactif	Inactif	/	/	/	/
Loire Moyenne - aval St Laurent des Eaux	/	/	/	/	/	Actif	Actif	/	/	/	/
Loire Moyenne - aval Orléans	/	/	/	/	/	Inactif	Inactif	/	/	/	/
Loire Moyenne - aval Dampierre	/	/	/	/	/	Actif	Inactif	/	/	/	/
Loire Moyenne - aval Belleville	/	/	/	/	/	Actif	Actif	/	/	/	/
Loire Moyenne - aval Bec d'Allier	/	/	/	/	/	/	Inactif	Inactif	/	/	/
Loire Amont	/	/	/	/	Actif	Actif	Actif	Actif	/	/	/
Allier - aval Lorrains	Inactif	/	/	/	Actif	Actif	/	Actif	/	/	/
Allier - aval Moulins	/	/	/	/	Actif	Actif	Actif	Actif	/	/	Inactif
Allier - aval Vichy	/	Inactif	/	/	Inactif	Inactif	Inactif	Inactif	/	/	/



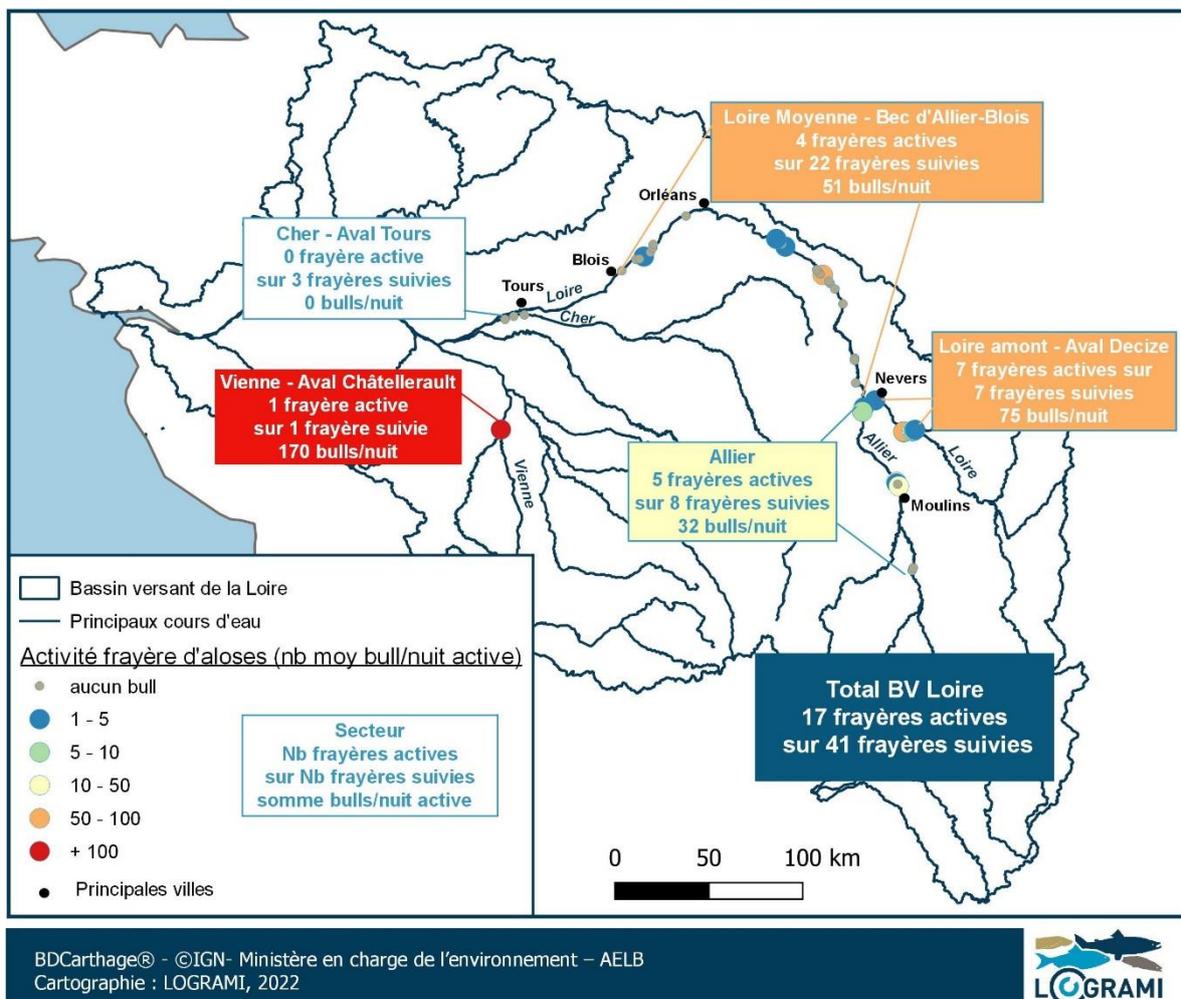


Figure 274 : Bilan de l'activité de reproduction des aloses constatée sur les différents secteurs du bassin de la Loire en 2021

L'intérêt de suivre simultanément la Loire moyenne, la Loire amont, la Vienne et l'Allier est de mieux se rendre compte de l'ampleur de l'activité de reproduction dans des conditions quasiment identiques. L'ensemble des secteurs ayant présenté de la reproduction d'aloses en 2021 ont été actifs durant les semaines 22 et 23. N'ayant pu démarrer le suivi en Loire moyenne qu'à partir de la semaine 22 en raison d'une hydrologie jugée trop importante (s'accompagnant d'une baisse supposée de la température de l'eau), il n'a pas pu être vérifié si les aloses avaient débuté leur reproduction plus tôt comme cela a pu être constaté sur la Loire amont et l'Allier la semaine précédente (semaine 21).

Parmi les exemples de suivis simultanés, au cours de la nuit du 02 juin, 15 bulls étaient entendus à la frayère d'Ousson-sur-Loire sur la Loire moyenne et 15 à celle d'Avril-sur-Loire sur la Loire amont. De même le 31 mai, 5 bulls étaient comptés à la frayère d'Ousson et 4 à la frayère de Muides-sur-Loire (environ 150 km en aval). Pour comparaison, cette même nuit, il y eu 256 bulls à la frayère de Châtelleraut sur la Vienne et 0 à la frayère de l'Hippodrome sur l'Allier.

L'Allier et la Loire amont représentent en 2021 environ 2/3 de l'activité moyenne par nuit active ($75+32=107$ bulls/nuits active) du bassin de la Loire de la confluence avec la Vienne. La Loire moyenne, sur les secteurs suivis, n'accueille donc pas la majorité des actes de reproduction des aloses du bassin de la Loire. Malheureusement, ce secteur ne constitue donc pas en 2021, le haut lieu de la reproduction des aloses du bassin de la Loire que l'absence de suivi historique aurait pu laisser envisager. Le très faible niveau d'activité constaté en 2021 est donc très alarmant sur la situation de la population ligérienne d'alose.

5.2.8.2 Rétrospective sur les années antérieures

Afin de comparer l'activité de reproduction d'une année sur l'autre pour une même rivière ou entre plusieurs axes sur une même année, la donnée du nombre de bulls par heure paraît être la plus pertinente. Il y a toujours un petit biais puisque les efforts d'échantillonnage ne sont pas identiques inter-annuellement. Cependant, chaque année les périodes de suivis sont ciblées durant le pic d'activité de reproduction (sauf pour l'Allier en 2012-2013-2014 et la frayère de Châtellerault sur la Vienne en 2014 et 2015 où une saison complète a été suivie). En pratique, il s'agit de la fin du mois de mai à mi-juin. L'analyse du nombre de bulls par heure pour un site donné présente de façon générale les tendances d'activité d'une année ainsi que les bassins les plus utilisés pour le frai. Les suivis ont commencé dès 2001 notamment sur l'axe Vienne, la Figure 275 présente les données pour les trois axes suivis historiquement par LOGRAMI.

L'axe fluvial qui montre la plus grande activité de reproduction est la Vienne avec au maximum 178 bulls/heure et en moyenne toutes les années confondues 37 bulls/heures +/- 48. Secondairement, l'axe Loire amont présente un accueil de géniteurs dont le nombre de bulls maximum par heure est de 62. L'axe Allier est le troisième axe d'accueil privilégié pour la reproduction des aloses.

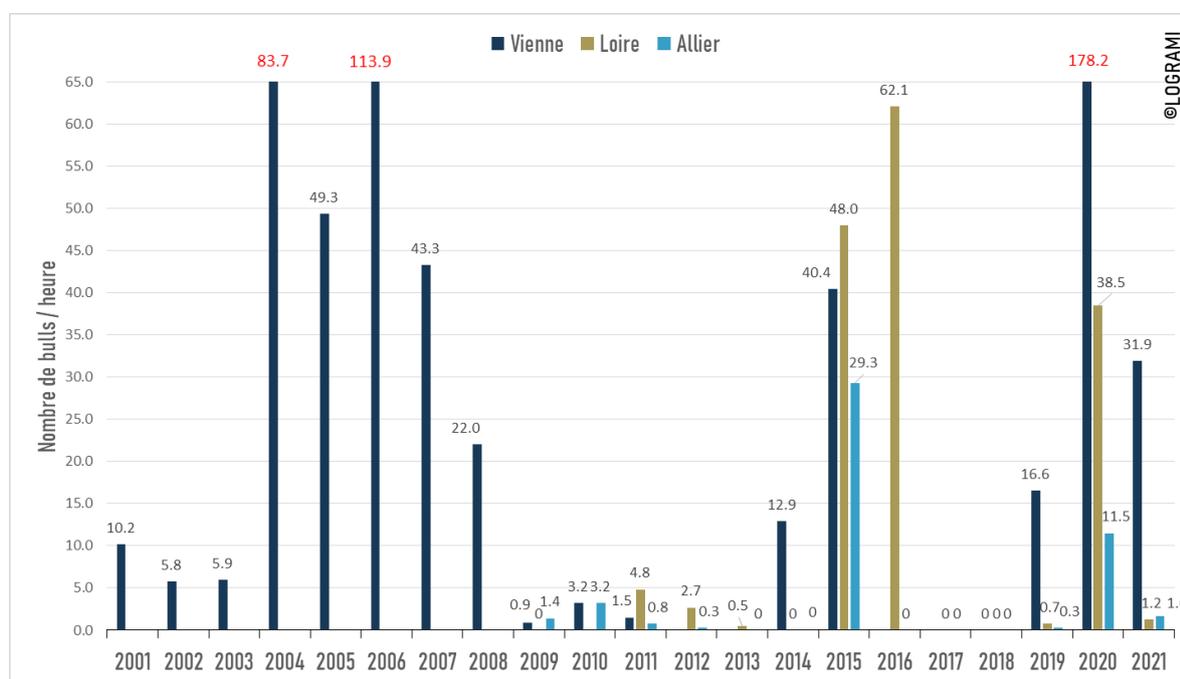


Figure 275 : Nombre annuel de bulls d'aloses par heure et par axe sur le bassin de la Loire entre 2009 et 2021 durant les années où les suivis ont été réalisés sur les trois axes (les données figurant en rouge ne sont pas à l'échelle)

L'observation de la répartition des nombres moyens de bulls montre l'évolution de l'activité de reproduction de l'alose dans sa dimension spatio-temporelle. L'intérêt du suivi sur une longue chronique est capital pour comprendre la dynamique de la population et ainsi mieux interpréter les variations interannuelles d'activité. En effet, les aloses réalisent leur cycle de vie en maximum sept ans. Trois cycles ont donc été suivis sur l'axe Vienne contre seulement deux pour la Loire et l'Allier.

Globalement, l'année 2021 n'est pas une bonne année pour la reproduction de l'alose dans l'ensemble du bassin de la Loire. La comparaison entre 2020 et 2021 est significative puisque, dans un cas, la remontée des aloses a été facilitée par une hydrologie favorable ainsi qu'un arrêt de la pêcherie en 2020 alors qu'en 2021 les conditions de débit étaient défavorables et l'activité de pêche avait repris. En témoigne le nombre de géniteurs de retour à la station de Châtellerault sur la Vienne avec 5 008 aloses comptées en 2020 et 1 199 en 2021 ou de Decize sur la Loire où après 510 aloses en 2020 seulement 83

sont remontées en 2021 (§ 5.1.1 Les effectifs d'aloses). En référence aux données historiques (avant 2009), pour que l'année 2021 puisse être considérée comme une bonne année pour la reproduction de l'alose, il faudrait que le nombre de bulls par heure soit au moins de 42 +/- 39 bulls (moyenne avant 2009).

Pour l'axe Allier et Loire, il est plus difficile de trouver la donnée indicatrice qui témoigne d'une bonne reproduction pour l'alose puisque l'historique de suivi ne prend pas en compte la période où l'alose était très présente sur ces axes (avant 2009). En effet, un effondrement des effectifs s'est produit sur la partie amont du bassin de la Loire passant de 11 990 individus en 2007 à 676 individus en 2009 pour la seule station de Decize par exemple. Seule l'étude portant sur la reproduction de la grande alose sur le cours supérieur de la Loire ([P. Boisneau et al., 1990] permet d'estimer le nombre de bulls théorique réalisé durant une saison complète (34 nuits en l'occurrence) pour la frayère située en aval de Decize.

Afin de mieux appréhender le biais que peut engendrer l'échantillonnage dans les données d'analyse, les Figure 276 et Figure 277 présentent le nombre de sites suivis par an ainsi que le nombre de nuits de suivis par saison. Une forte intensité de prospection surtout durant la première décennie et les années de suivis par enregistrement (2011 à 2014) est constatée. De 2001 à 2008, les prospections se sont concentrées uniquement sur le bassin de la Vienne, sur les cours d'eau de la Gartempe, la Creuse et la Vienne (Figure 276). Puis, dès 2009, les observations ont débuté sur la Loire amont et l'Allier, en premier lieu par des écoutes directes, puis, dès 2011, sur l'Allier avec l'installation de micros et le suivi de la reproduction par écoute d'enregistrement.

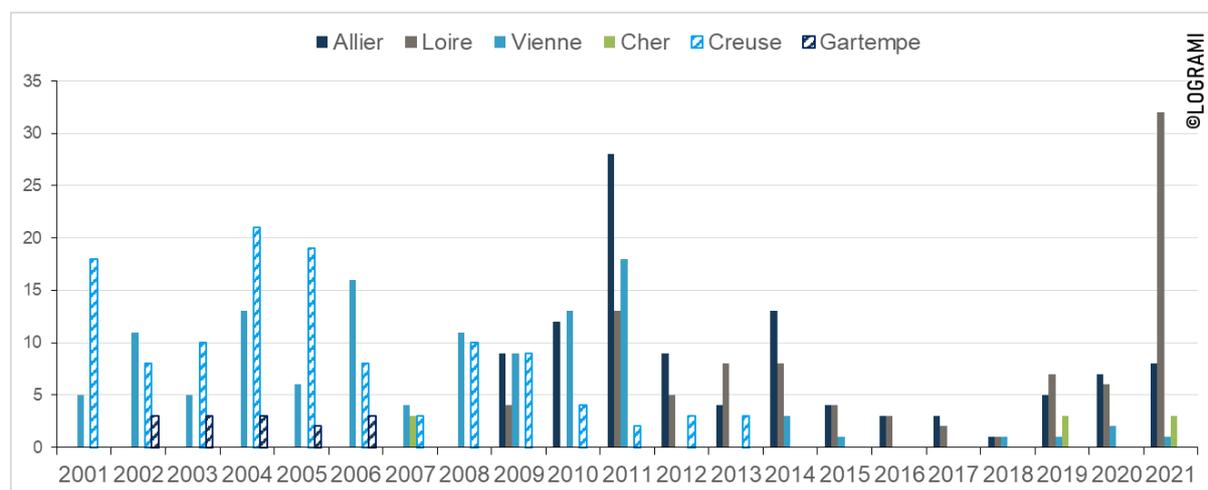
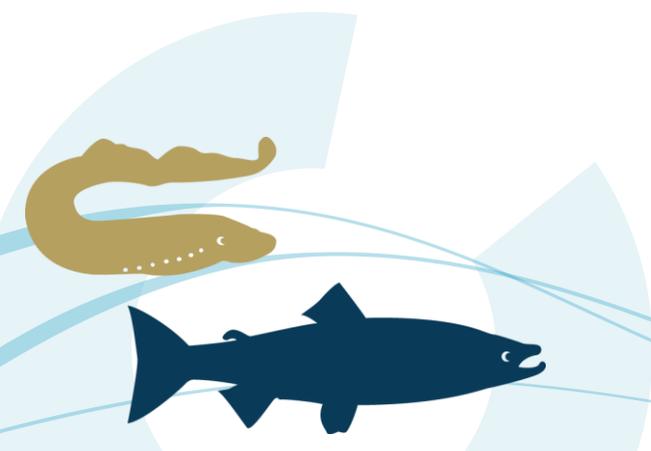


Figure 276 : Évolution interannuelle du nombre de sites de reproduction de l'alose suivis par axe sur le bassin de la Loire de 2001 à 2021

Ainsi le nombre de suivis entre 2011 et 2014 est supérieur à la tendance interannuelle car ces quatre années correspondent à l'essentiel des suivis de la reproduction par enregistrements audio numériques sur l'ensemble du bassin de la Loire (Figure 277). En 2021, les données de la Loire regroupent la partie amont et moyenne, ce qui explique la hausse du nombre de sites prospectés avec le suivi de frayères potentielles nouvellement identifiées et l'augmentation du nombre de nuits nécessaires pour réaliser l'ensemble des suivis.



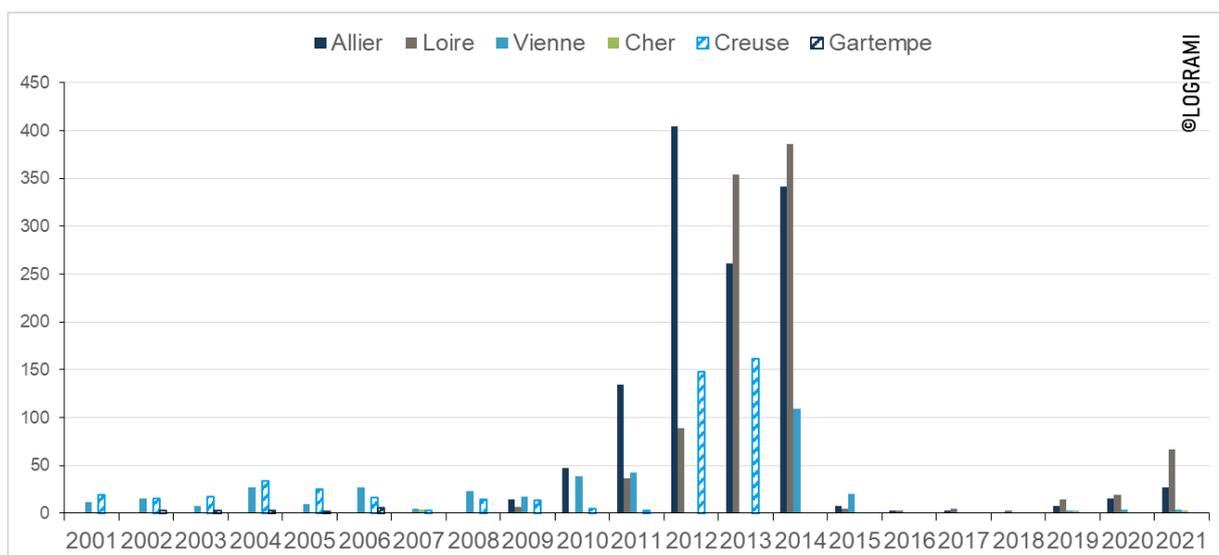


Figure 277 : Évolution interannuelle du nombre de nuits suivies pour la reproduction de l’alose par axe sur le bassin de la Loire de 2001 à 2021

Malgré une hausse importante de l’activité de reproduction sur l’ensemble du bassin de la Loire en 2020 grâce à des conditions exceptionnelles, le recul du nombre de géniteurs aux stations ainsi que le constat d’un faible nombre de bulls en Loire moyenne lorsque les secteurs amont présentent une activité restreinte démontre que l’alose est en régression à l’échelle du bassin et a largement atteint le seuil critique. Seul le secteur de la Vienne semble accueillir encore une reproduction de l’espèce dans des proportions toutefois très inférieures aux décennies précédentes.

Il serait intéressant de suivre la reproduction des aloses en poursuivant les investigations en Loire moyenne pour confirmer ce que l’année 2021 semble montrer : une raréfaction de la reproduction des aloses sur l’ensemble du bassin de la Loire sans repli significatif de la population sur les parties aval susceptible de maintenir l’espèce.

5.2.9. Reproduction de l’alose et perturbations liées aux silures

En 2021, le nombre de bulls interrompus par la prédation par les silures est de 33 sur 1 071 bulls entendus soit 3 %. Ce pourcentage reste faible mais il est très probablement sous-estimé. En effet, d’après l’étude réalisée en 2020 par ECOLAB, le laboratoire d’écologie fonctionnelle et environnement, 12 % des 1 074 bulls entendus lors de leur campagne de suivi de reproduction ont été perturbés par des silures en se basant sur une simple écoute directe (Boulêtreau et al., 2021). Le pourcentage montrait jusqu’à 37% de perturbation en se basant cette fois sur le système de caméra infrarouge qui survolait les frayères lors de ces mêmes nuits de suivi, soit le triple par rapport aux écoutes directes. Une seule campagne de suivi a été réalisée avec ces deux méthodes d’estimation de la perturbation que génèrent les silures durant la reproduction des aloses. Néanmoins, sur la base de cette proportion, 9% des bulls auraient effectivement été perturbés par les silures en 2021 lors des suivis de la reproduction sur le bassin de la Loire. En termes de présence, les silures ont été observés lors de 13 % des nuits suivies.

5.3. Relation géniteurs – nids de saumon sur le bassin de l'Allier

5.3.1. Ratio nids/géniteurs potentiels à Vichy

Il s'agit d'analyser la relation entre les effectifs de géniteurs potentiels comptabilisés à Vichy et le nombre de nids comptabilisés sur l'Allier et ses affluents en amont de Vichy. Celle-ci permet d'appréhender la mortalité estivale des géniteurs. Elle n'indique pas précisément la valeur du taux de mortalité mais les comparaisons interannuelles **permettent de déterminer le caractère favorable ou non d'une année en termes de survie estivale** comparativement aux autres.

Le ratio entre le nombre de géniteurs et le nombre de nids est très variable selon les années démontrant un impact significatif de la mortalité estivale comme en 2000, 2006, 2007 et 2015. En 2021, avec une valeur de 0,74 contre 0,51 +/- 0,12 en moyenne depuis 2000, **le ratio nids/géniteurs potentiels en amont de Vichy est le meilleur des 11 années** (Figure 278). Il révèle **une mortalité estivale 2021 plutôt « très faible »**. Ce résultat concorde avec le caractère plutôt favorable des températures de l'eau durant l'étiage 2021.

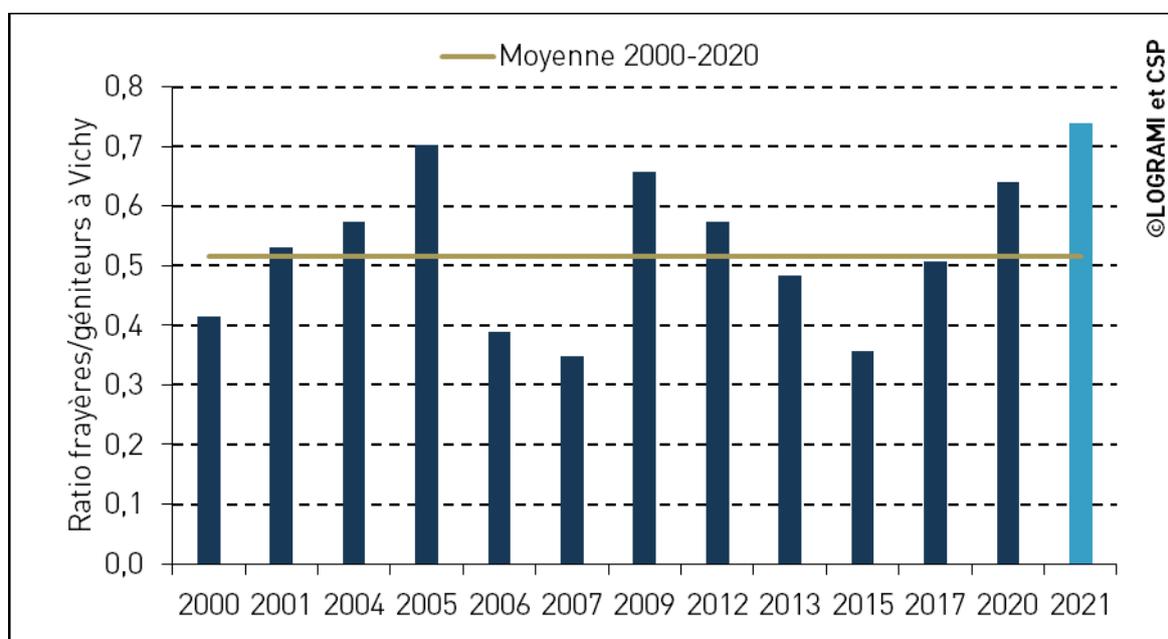
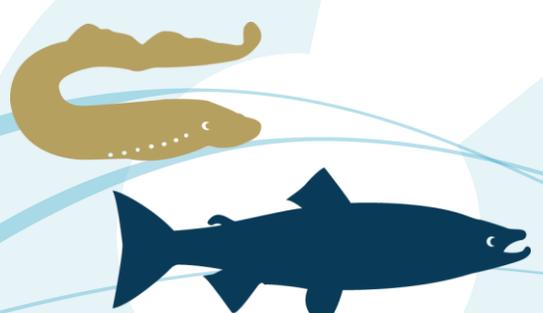


Figure 278 : Évolution du rapport « nids/géniteurs » de saumons à Vichy sur l'Allier depuis 2000

5.3.2. Ratio nids/géniteurs potentiels à Poutès

Avec une valeur de 1,05 contre 1,07 +/- 0,70 en moyenne depuis 2000, le ratio « frayère/géniteurs potentiels » en amont de Poutès de 2021 correspond à la moyenne historique. L'année 2009 apparaît atypique en raison d'un sur-comptage des nids (effet « agent inexpérimenté du CSP »). Sur ce secteur, la principale source de variabilité est probablement le sexe ratio en faveur des femelles augmentant le nombre de nids. En retirant l'année 2009, la moyenne historique s'ajuste à 0,89 +/- 0,32 (Figure 279). Ce ratio comparativement à celui établi depuis Vichy montre une survie significativement plus importante des géniteurs sur ce secteur.



L'année 2021 se trouve légèrement au-dessus de cette moyenne. Cependant, cela reste une année moyenne concernant le ratio géniteurs/nids en amont de Poutès. Les données des années 2004 et 2012 apparaissent plus élevées.

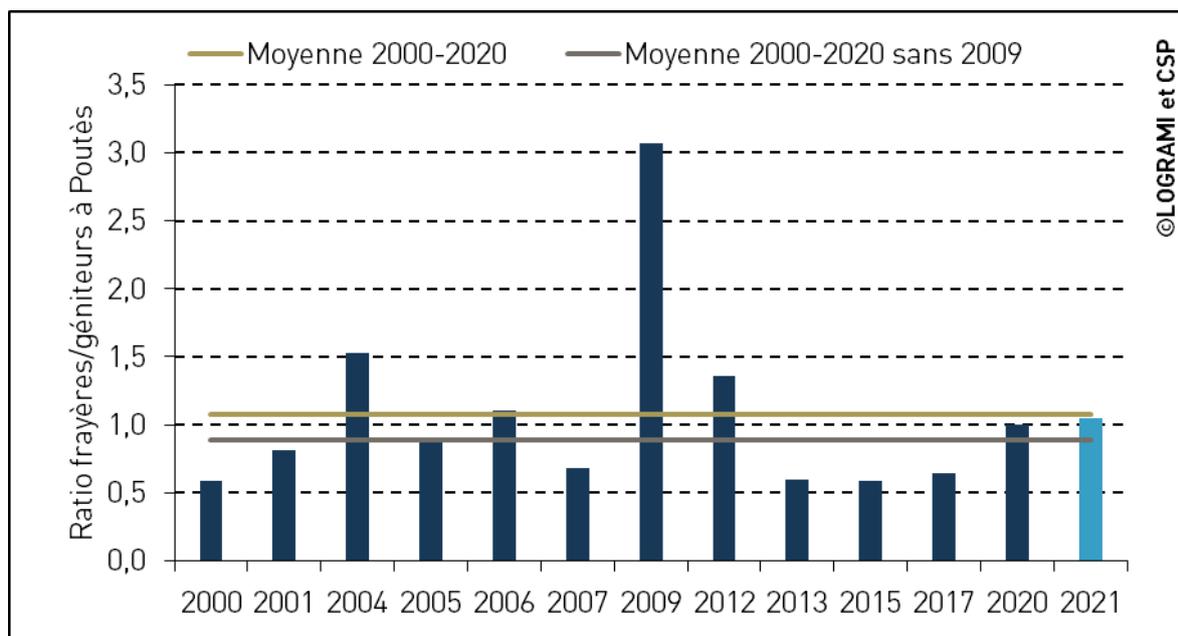


Figure 279 : Évolution du rapport « nids/géniteurs » de saumons à Poutès sur l'Allier depuis 2000

Il existe une relation plutôt linéaire entre le nombre de nids et de géniteurs en amont de Poutès. À ce niveau-là de l'Allier, chaque saumon compté à Poutès est quasiment un reproducteur certain, contrairement à ceux comptabilisés à Vichy qui peuvent mourir durant l'été (arrêt estival).

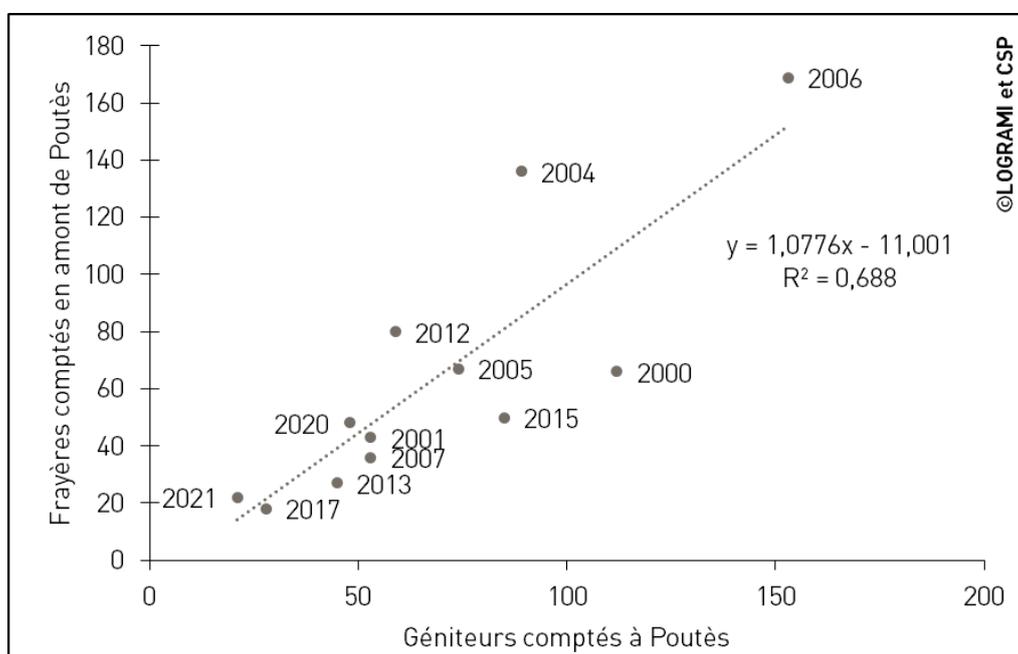


Figure 280 : Relation entre le nombre de nids et de géniteurs de saumons comptabilisés à Poutès sur l'Allier depuis 2000 (sans 2009)

5.4. Abondance de juvéniles de saumons natifs et déversés

Un suivi des populations de juvéniles de saumons (tacons 0+) est réalisé chaque année sur les bassins versants de l'Allier et de la Gartempe en fin d'été-automne. Les échantillonnages de sondage sont réalisés selon un protocole standardisé et spécifique aux tacons 0+ (Prévost & Baglinière, 1995). Les Indices d'Abondance (IA) s'expriment en nombre de tacons 0+ d'automne capturés par 5 minutes d'échantillonnage à l'électricité (tacons 0+/5mn).

La production globale de juvéniles d'automne 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 pour le bassin de l'Allier et 0,334/100 pour le bassin de la Gartempe) (J. M. Bach et al., 2018) et des surfaces d'Equivalents Radiers-Rapides connues. La comparaison de la production notamment au regard des maximums théoriques et constatés l'année donnée permet d'évaluer le niveau annuel de recrutement en 0+.

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. En outre, pour chaque cours d'eau, afin de s'approcher le plus possible de la réalité, seules les surfaces productives (ERR) des secteurs représentatifs colonisés les plus probables ont été considérées. Suivant la même logique, seuls les indices d'abondances obtenus dans ces secteurs ont été considérés pour calculer un indice moyen (IA moyen) utilisé pour le calcul de production de tacons 0+ d'automne de ces secteurs.

Aussi pour essayer de distinguer les productions par origine des tacons (natifs ou déversés), les cours d'eau ont été sectorisés en fonction des zones de déversements d'alevins de pisciculture.

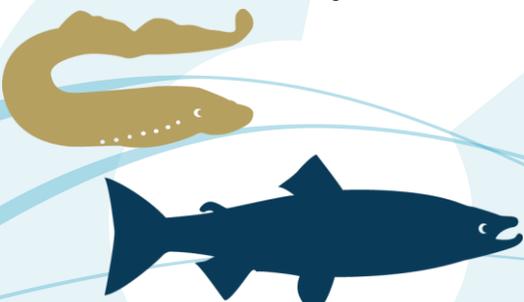
5.4.1. Abondance de juvéniles de saumons sur la Gartempe

La capacité productive théorique de la Gartempe pour le saumon est relativement forte d'après l'« Etude actualisée des potentialités de la Gartempe pour le saumon atlantique » (Cosyns et al., 2013) où la détermination de la surface potentielle d'accueil des juvéniles a été estimée à 48 ha, soit 18 % des surfaces d'accueil du saumon à l'échelle du bassin de la Loire. Ce potentiel pourrait même être plus grand avec 80 ha en aménageant les ouvrages présents qui limitent l'accès aux secteurs amont et augmentent les effets retenues.

Sur la Gartempe, la campagne de suivi des juvéniles de saumon en 2021 est indicatrice de la production de juvéniles issue :

- de la reproduction naturelle de 2020, année où 30 géniteurs potentiels ont été contrôlés à la station de comptage de Descartes (cf. § 5.1.4.2) ;
- aucun juvénile de saumon issu des déversements puisqu'aucune opération de soutien n'a été menée depuis 2019.

Concernant les conditions d'échantillonnages en 2021, les débits ont été favorables dans la période usuelle de réalisation (24 août au 24 septembre). Suite à un été particulièrement pluvieux, aucune mesure d'interdiction de pêche électrique n'a été décrétée comme en 2020. Les niveaux d'eau sur l'ensemble des stations se situaient entre le débit moyen mensuel (QMM) et le débit moyen mensuel minimal par année (QMMa). Ces conditions hydrologiques optimales ont permis de réaliser les échantillonnages efficacement :



- 1,37 m³/s et 1,48 m³/s respectivement le 31 août et le 1^{er} septembre à Folles (Bessines) (station de débit de référence pour les stations de Moulin d'Ardent à Moulin Masvignier comprise) (Figure 281),
- 0,43 m³/s le 31 août et le 1^{er} septembre à Saint-Victor-en-Marche (station de débit de référence pour les stations de Moulin Ribbes à Pont de Roubeau) (Sources : DREAL Limousin/HYDRO-MEDD/DE) (Figure 282).

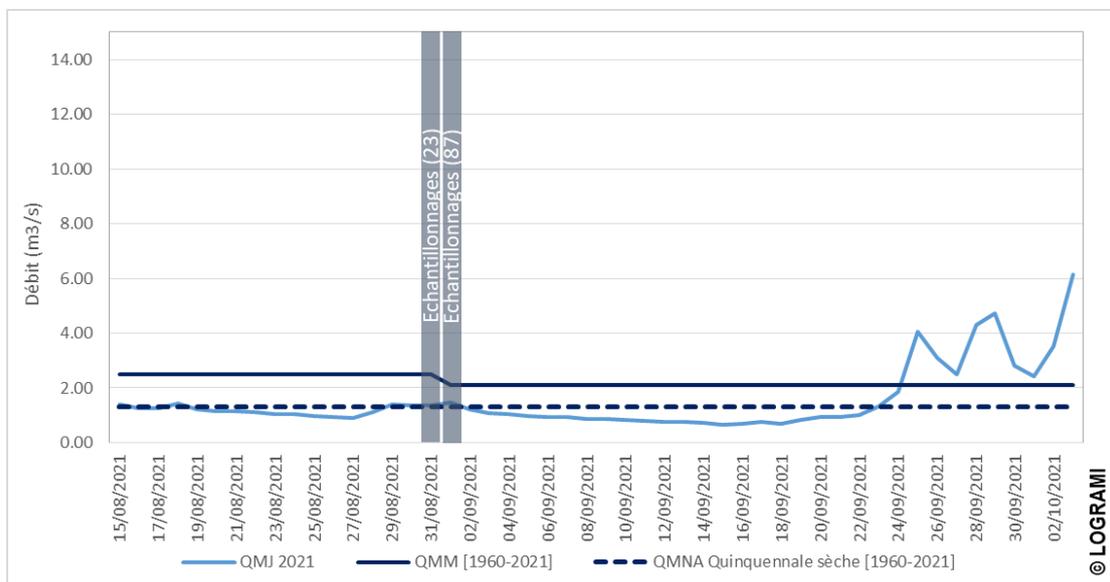


Figure 281 : Débits moyens journaliers 2021 et débits de référence de la Gartempe à la station de Folles (Bessines) lors des échantillonnages (en gris) (Source : DREAL LIMOUSIN/HYDRO-MEDD/DE)

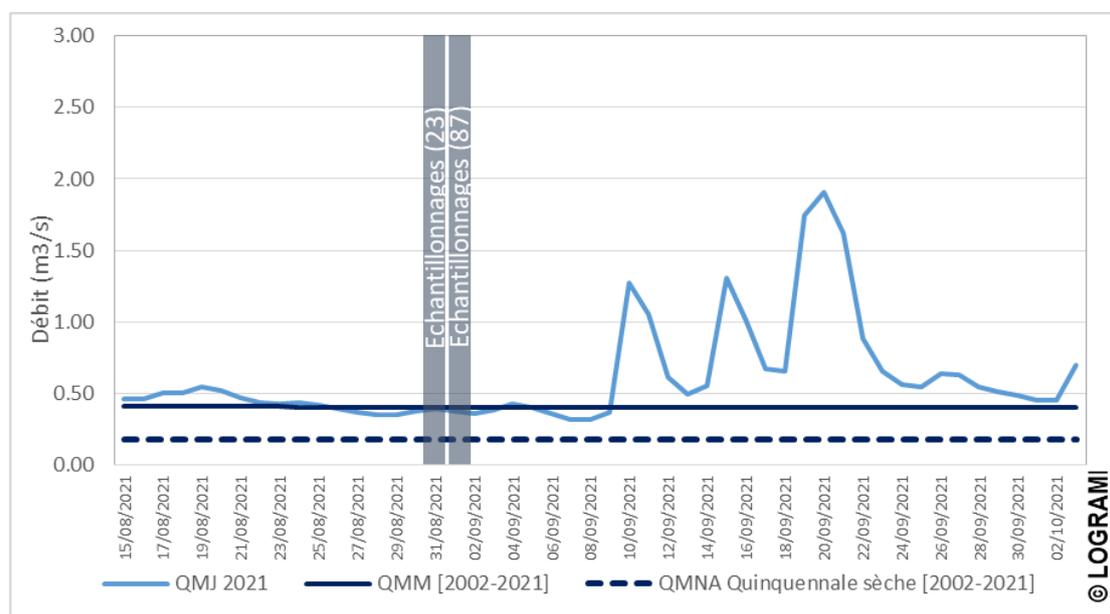


Figure 282 : Débits moyens journaliers 2021 et débits de référence de la Gartempe à la station de Saint-Victor-en-Marche lors des échantillonnages (en gris) (Source : DREAL LIMOUSIN/HYDRO-MEDD/DE)

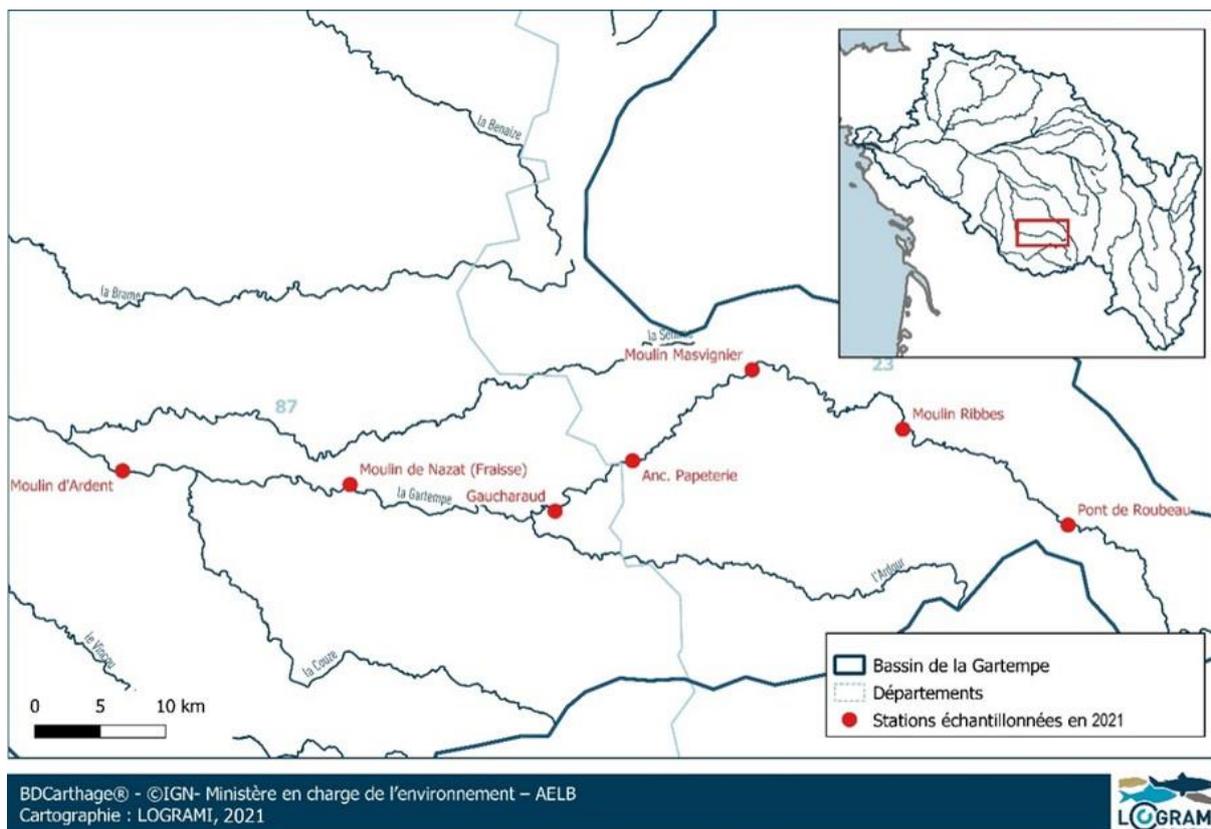


Figure 283 : Stations échantillonnées pour le suivi de l'implantation des juvéniles de saumon en 2021 sur la Gartempe

Du fait de l'arrêt des déversements de juvéniles de saumon en 2019, les stations d'échantillonnage habituelles ont été réduites de moitié depuis lors, soit 8 stations contre 16 les années précédentes.

Elles ont été choisies pour respecter la couverture géographique du tronçon concerné et en fonction de leur historique (nombre d'années d'échantillonnages). Parmi celles-ci, la station Pont-Saint-Sylvain à Saint-Sylvain-Montaigut n'a pas pu être échantillonnée du fait de la présence probable de moule perlière (*Margaritifera margaritifera*).

Au final, sept stations ont été échantillonnées sur lesquelles aucun juvénile de saumon de l'année n'a été capturé.

Ce résultat s'explique par plusieurs facteurs qui sont liés :

- 🌀 Le nombre de géniteurs comptabilisés à la station de Descartes est très faible en 2021 (13 géniteurs potentiels) ;
- 🌀 La remontée et la reproduction sont très limitées une fois Descartes franchi. C'est ce qui ressortait de l'étude radiopistage de 2011 réalisée sur l'axe Creuse-Gartempe. Ainsi, les deux tiers n'arrivaient pas jusqu'à la confluence Creuse-Gartempe (soit 31 km en amont de la station de comptage) et seulement 4% (1 sur 26) avaient survécu jusqu'à la période de reproduction ;
- 🌀 Enfin, les suivis de dévalaison des smolts réalisés en 2019 et 2021 sur la Gartempe ont montré que respectivement 95 % et 86 % des smolts ne parvenaient pas jusqu'à Descartes après avoir été lâchés quelques jours auparavant 150 km plus en amont au niveau des premiers secteurs favorables pour le frai du saumon.

L'absence de recrutement naturel en juvéniles dans la Gartempe en 2021 n'est donc pas surprenant.

Fort de ce constat, un travail important reste à accomplir dans la Gartempe, notamment en termes d'amélioration de la continuité et de la qualité des habitats. L'optimisation de la réussite de la production de saumon du bassin de la Gartempe passe notamment par l'amélioration des conditions de montaison des géniteurs et de dévalaison des smolts.

5.4.2. Abondance de juvéniles de saumons sur le bassin de l'Allier

5.4.2.1 Contexte de l'année 2021

Sur le bassin de l'Allier, la campagne de suivi 2021 évalue la production de juvéniles issue :

- de la reproduction naturelle de 2020, année où 330 géniteurs potentiels ont été contrôlés à Vichy (356 – 26 géniteurs capturés par le Conservatoire National du Saumon Sauvage) dont 86 ont franchi le seuil de Langeac et 48 (estimation) celui de Poutès (Association LOGRAMI, 2021). Par ailleurs, sur la Sioule en 2020, seulement 10 géniteurs potentiels avaient été comptabilisés à la station de comptage de Saint-Pourçain-sur-Sioule. Même si les comptages sur ce site ne sont pas exhaustifs car une autre voie de passage non contrôlée existe, cet effectif est réduit comparativement aux 55 et 35 géniteurs potentiels comptabilisés respectivement en 2017 et 2018 ;

Un suivi de la reproduction des saumons réalisé sur l'Alagnon, l'Allier et la Sioule en 2020 a permis de recenser 242 nids. Ce total cumulé correspond au plus faible effectif comptabilisé sur les 8 années de suivis conjointes sur ces trois cours d'eau depuis 2001. L'Allier présentait la majorité des nids (80,6 %), suivie de la Sioule (12,4 %) et de l'Alagnon (7,0 %) (Association LOGRAMI, 2021) ;

- des 322 943 alevins de pisciculture déversés en 2021 (302 273 produits et déversés par le Conservatoire National du Saumon Sauvage et 20 670 produits par les incubateurs de l'Arçon et de la Prade et déversés par l'Association Protectrice du Saumon) sur l'ensemble du bassin de l'Allier :
 - 203 594 sur l'Allier – 61,3 % ;
 - 66 246 sur la Sioule - 21,5 % ;
 - 25 780 sur la Couze d'Ardes – 8,4 % ;
 - 15 276 sur la Couze Chambon - 5 % ;
 - 6 205 sur la Couze Pavin – 2 % ;
 - 5 842 sur la Cronce – 1,9 %.

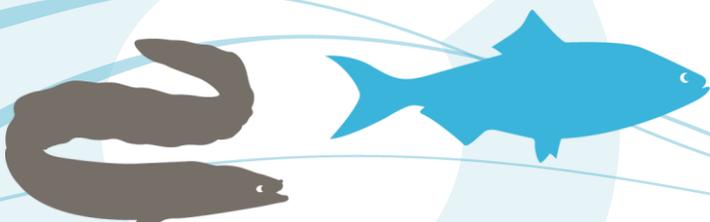
En 2021, aucun déversement n'a été réalisé sur la Dore, sur la Senouire et sur l'Alagnon.

5.4.2.2 Localisation et caractéristiques des sites d'échantillonnage

En 2021, 108 stations ont été échantillonnées sur 12 cours d'eau du bassin de l'Allier représentant un linéaire total de 449,1 km accueillant potentiellement des tacons 0+ (Figure 285). Cet échantillonnage est le plus important au regard de l'historique depuis 2000 (Figure 284).

Les 108 stations se répartissent de la manière suivante :

- 37 sur l'Allier entre Cournon (63) et Laveyrune (07) (210 km) ;
- 3 sur le Châteauroux sur la commune de Saint-Bonnet-Laval (48) (5,7 km) ;



- 17 sur l'Alagnon entre la Combelle (63, à 1,5 km de la confluence avec l'Allier) et Joursac (15) (55 km) (17 sur le cours principal de l'Alagnon et 1 sur le Béal) ;
- 7 sur la Dore entre Escoutoux (63) et Marsac en Livradois (63) (71 km) ;
- 23 sur la Sioule entre Broût-Vernet (03) et l'aval du barrage de Queuille (63) (72 km) dont 7 échantillonnées par la FDPPMA de l'Allier ;
- 3 sur la Couze Chambon entre Neschers (63) et Coudes (63) (3,8 km);
- 3 sur la Couze Pavin sur la commune d'Issoire (63) (3,4 km);
- 4 sur la Couze d'Ardes entre le Breuil sur Couze (63) et Aignat (63) (10,8 km) ;
- 3 sur la Senouire entre Vieille-Brioude (43) et Domeyrat (43) (9,2 km) (diminution du nombre de stations en raison d'une pollution) ;
- 4 sur la Desges sur la commune de Chanteuges (43) (4,5 km) ;
- 3 sur l'Espezonnette entre Le Cellier du Luc (07) et St Alban la Montagne (07) (3,5 km) ;
- 1 sur la Cronce à Aubazat (43) (0,2 km).

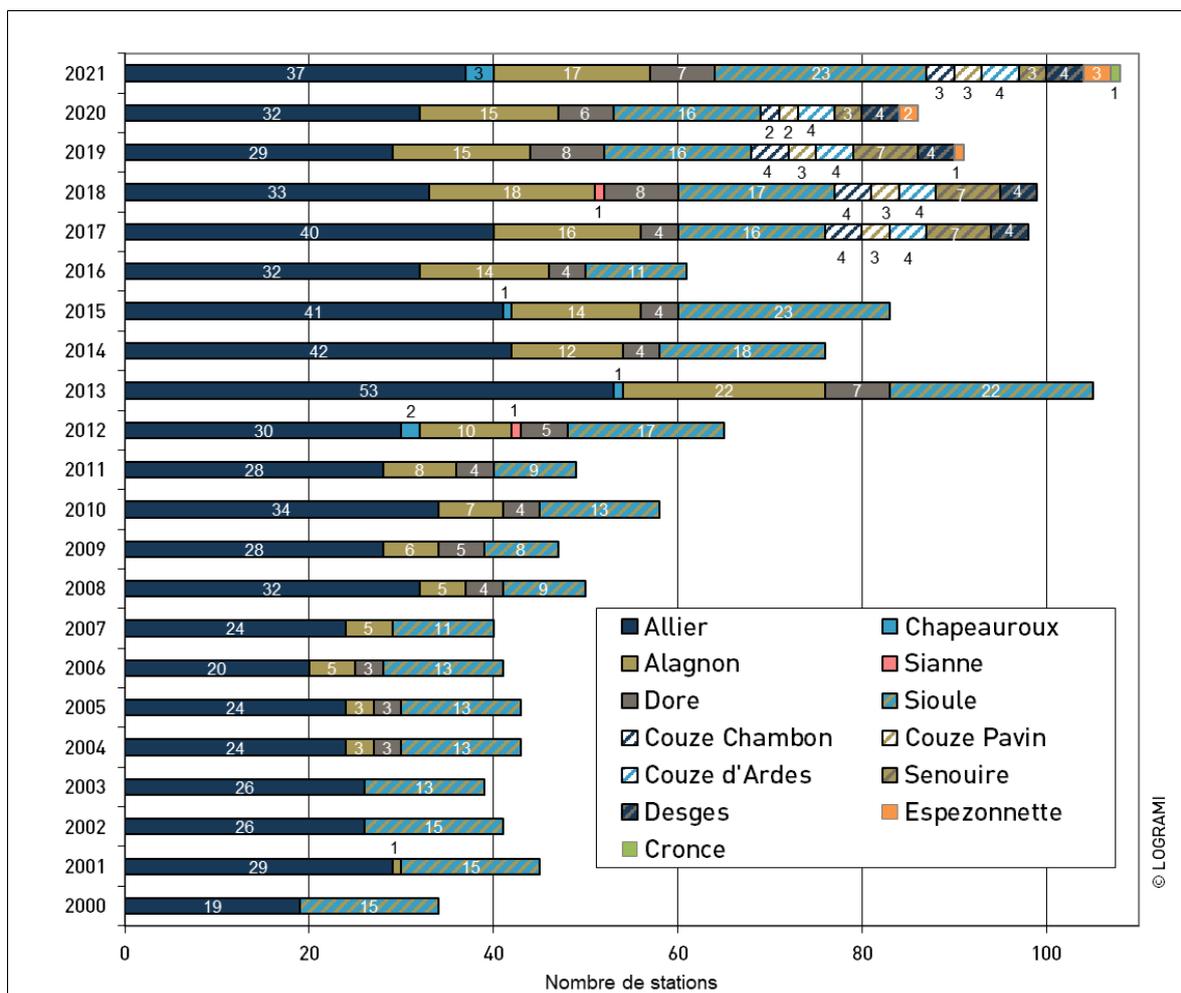
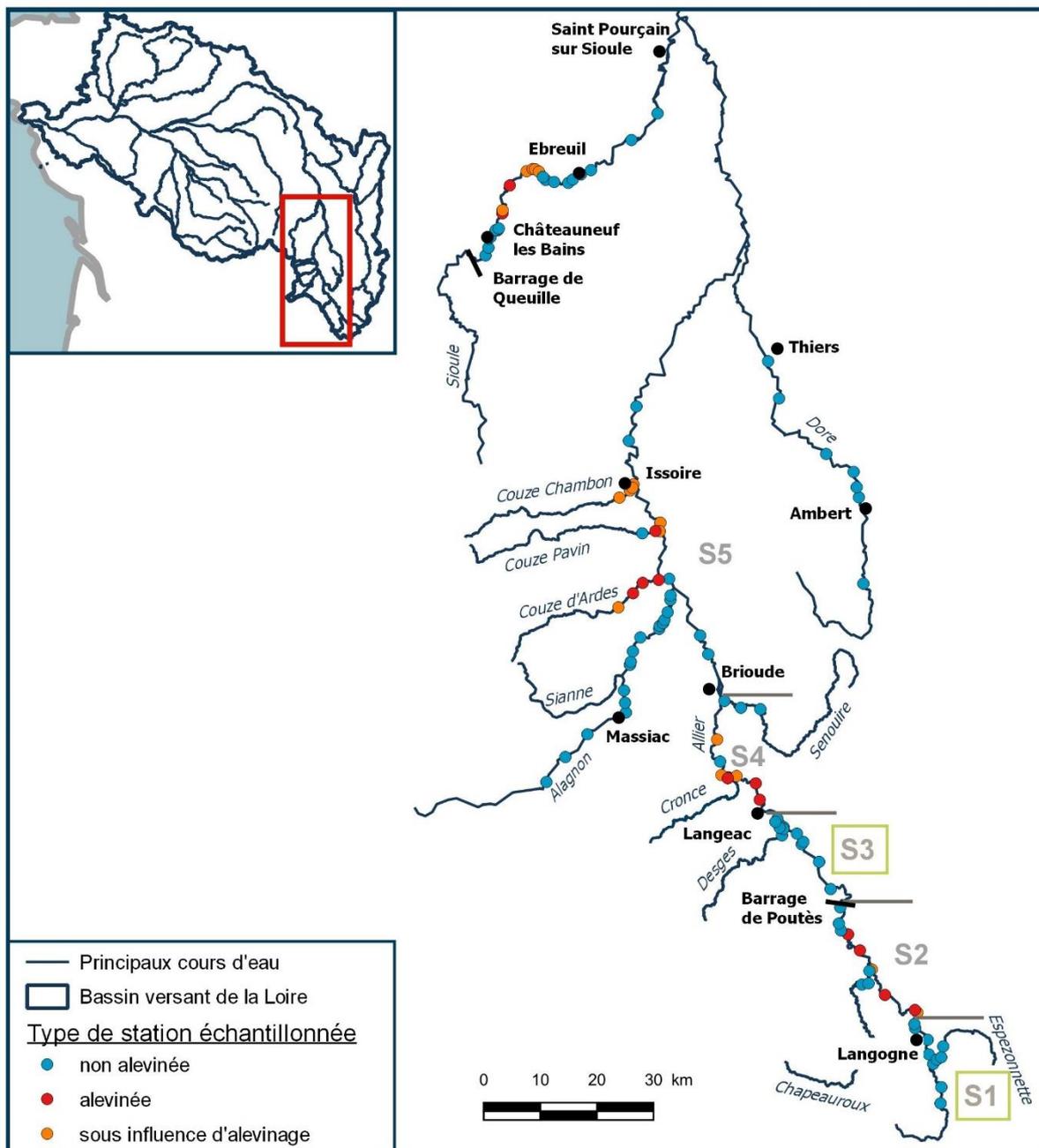


Figure 284 : Evolution du nombre de stations échantillonnées par pêche à l'électricité selon le protocole des indices d'abondance de juvéniles de saumon sur les différents cours d'eau du bassin de l'Allier depuis 2000



BDCarthage® - ©IGN- Ministère en charge de l'environnement – AELB-EPL-CNSS
Cartographie : LOGRAMI, 2021



Figure 285 : Localisation des stations d'échantillonnage de suivi d'abondance de juvéniles de saumon atlantique sur le bassin de l'Allier en 2021

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, ce découpage sera réutilisé (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 2021

Secteur	Limites	Linéaire (km)	Nb stations 2021	Densité stations
S1	Amont Laveyrune – Langogne	18	7	0,39
S2	Langogne - Barrage de Poutès	45	6	0,20
S3	Barrage de Poutès – Langeac	34	7	0,24
S4	Langeac - Brioude	39	6	0,15
S5	Brioude – Pont du Château	83	6	0,08

En raison de l'observation de plusieurs nids dans l'ancienne retenue du barrage de Poutès en 2020, une nouvelle station située 1 000 m en amont du barrage y a été échantillonnée afin d'en évaluer sa capacité productive (Figure 286).



Figure 286 : Nouvelle station d'échantillonnage « Indice d'Abondance » tacons 0+ sur l'Allier dans « l'ancienne » retenue du barrage de Poutès (1 000 m en amont du barrage) (secteur S2) (crédit : LOGRAMI)

5.4.2.3 Déroulement des échantillonnages et conditions hydrologiques

Quinze jours répartis du 30 août au 12 octobre 2021 ont été nécessaires pour échantillonner les 101 stations par LOGRAMI. La période d'échantillonnage de la campagne 2021 est plus étendue que d'habitude en raison de reports induit par de petits événements hydrologiques observés durant la deuxième quinzaine de septembre. L'Alagnon et les Couze(s) ont d'ailleurs été échantillonnés dans des conditions hydrologiques plus importantes qu'à l'accoutumée (Tableau 28). Pour les autres cours d'eau, excepté 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, inférieures aux références du mois de septembre.

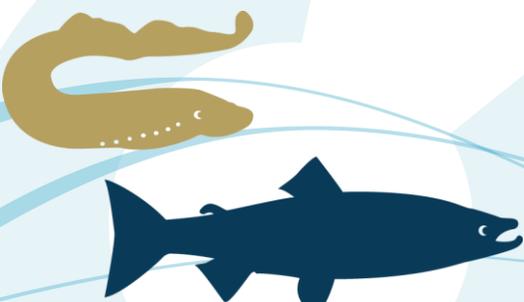
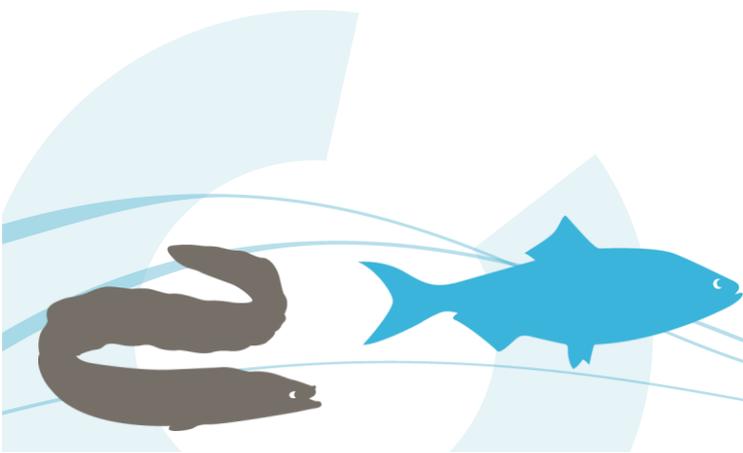


Tableau 28 : Conditions hydrologiques lors des échantillonnages « Indice d'abondance tacons » sur le bassin de l'Allier en 2021 (source : <http://www.hydro.eaufrance.fr>)

Cours d'eau	Date	QJM (m³/s)	% QM sept réf	QM sept réf	Station mesure
Allier	02/09/2021	0,047	7%	0,634	Laveyrune
	03/09/2021	0,054	9%	0,634	Laveyrune
	02/09/2021	0,562	20%	2,83	Langogne
	31/08/2021	9,44	110%	8,6	Nouveau Monde
	01/09/2021	9,41	109%	8,6	Nouveau Monde
	02/09/2021	9,33	108%	8,6	Nouveau Monde
	30/08/2021	8,82	87%	10,1	Prades
	31/08/2021	9,21	91%	10,1	Prades
	30/08/2021	9,63	80%	12	Langeac
	15/09/2021	10,4	87%	12	Langeac
	16/09/2021	10,3	86%	12	Langeac
	16/09/2021	10,9	111%	9,79	Vieille-Brioude
	16/09/2021	11,9	86%	13,8	Pont d'Auzon
	17/09/2021	12,5	91%	13,8	Pont d'Auzon
12/10/2021	17,6	96%	18,3	Coudes	
Alagnon	01/10/2021	2,23	96%	2,32	Jobsac
	30/09/2021	4,12	125%	3,3	Lempdes
	01/10/2021	3,73	113%	3,3	Lempdes
Dore	13/09/2021	0,333	24%	1,38	Ambert
	13/09/2021	1,52	36%	4,17	Giroux
Sioule	27/09/2021	6,2	66%	9,41	Châteauneuf les Bains
	28/09/2021	6,14	65%	9,41	Châteauneuf les Bains
	17/09/2021	6,17	67%	9,16	Ebreuil
	28/09/2021	6,68	73%	9,16	Ebreuil
Senouire	16/09/2021	0,146	28%	0,515	Paulhaguet
Chapeauroux	01/09/2021	0,26	28%	0,944	St Bonnet-de-Montauroux
Desges	15/09/2021	0,384	59%	0,647	Chanteuges
Cronce	15/09/2021	0,115	32%	0,354	Aubazat
Couze Chambon	12/10/2021	0,993	90%	1,1	Champeix
Couze Pavin	24/09/2021	2,13	131%	1,62	St Floret
	12/10/2021	2,17	134%	1,62	St Floret
Couze d'Ardes	24/09/2021	0,735	186%	0,396	Madriat



5.4.2.4 Abondance de juvéniles de saumon sur l'Allier

Indices d'Abondance 2021

Sur l'Allier en 2021, des tacons 0+ d'automne ont été capturés sur 35 des 37 stations échantillonnées. Les deux stations où aucun tacon n'a été observé sont les plus apicales (Figure 287). Le linéaire potentiellement colonisé est compris entre Cournon (63) et Luc (48) (soit une étendue de 200 km). Les indices d'abondance varient de 0 à 114 ind. 0+/5 min. La station échantillonnée dans l'ancienne retenue du barrage de Poutès a présenté un indice d'abondance de 31 tacons 0+/5 min (classe moyenne). Cette présence inédite depuis la construction du barrage en 1941 révèle de fait la **capacité productive de l'ancienne retenue** et la **rapidité de la réponse biologique des organismes à la restauration de leur habitat naturel**.

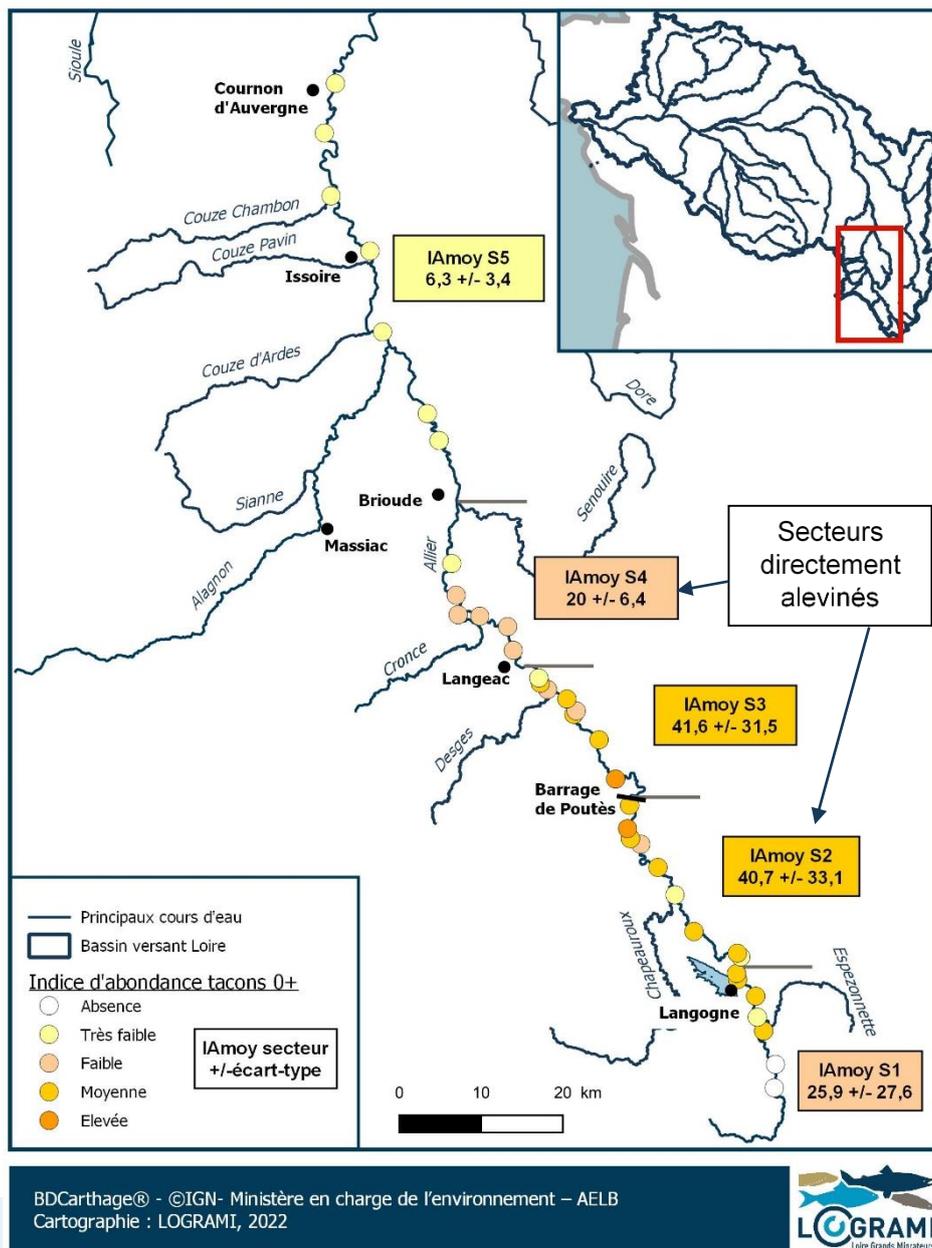


Figure 287 : Indices d'abondance tacons 0+ sur les 37 stations échantillonnées sur l'Allier en 2021

Toutes stations confondues, l'indice d'abondance moyen de l'Allier en 2021 s'élève à 28,2 individus 0+/5 min +/- 27,5. Au regard du barème existant, celui-ci correspond à une abondance de tacons 0+ considérée comme faible.

A l'échelle des secteurs, un gradient de croissance de l'abondance est constaté depuis S5 en aval vers S3 en amont. Ce niveau d'abondance se maintient sur les secteurs S3 et S2 pour décliner sur le dernier secteur amont S1. Les secteurs S3 et S2 et la moitié aval de S1 sont les plus densément peuplés.

Comparaisons interannuelles des indices d'abondance

Sur le secteur S1, l'indice d'abondance moyen de l'année 2021 est supérieur à la moyenne observée sur la période 2001-2020 (25,9 +/- 27,6 contre 19,7 +/- 38,6 avec min : 0 et max : 146,7) (Figure 288). Il existe de plus une moindre variabilité d'indice d'abondance entre les sites échantillonnés. Le caractère plutôt frais et humide de l'étiage 2021 a probablement influencé favorablement la survie des juvéniles natifs sur ce secteur situé en tête de bassin versant pouvant, certaines années, présenter des écoulements très limités lors d'étiage très marqué. Hors années avec alevinage, l'année 2021 constitue le second meilleur niveau d'abondance derrière celui de 2012.

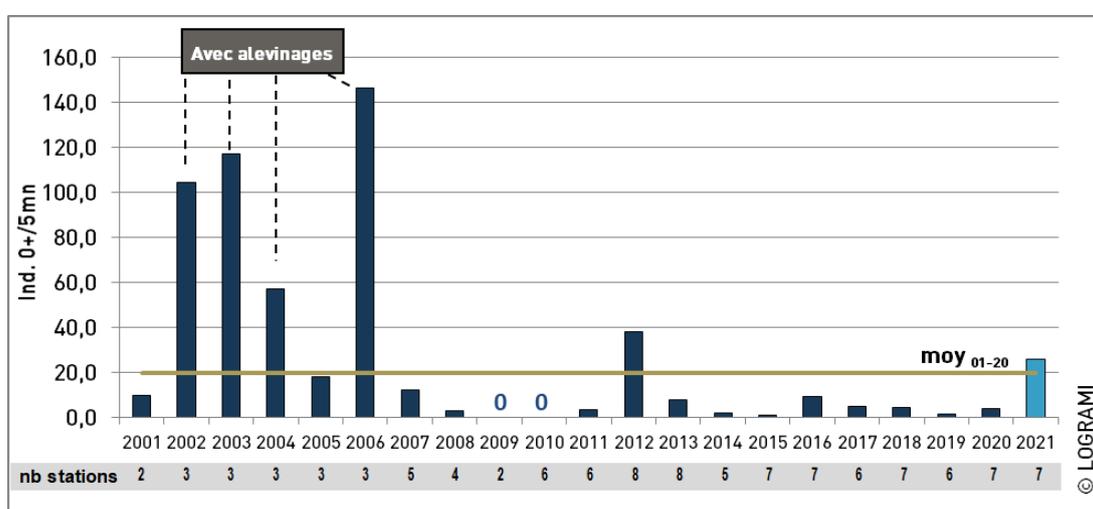
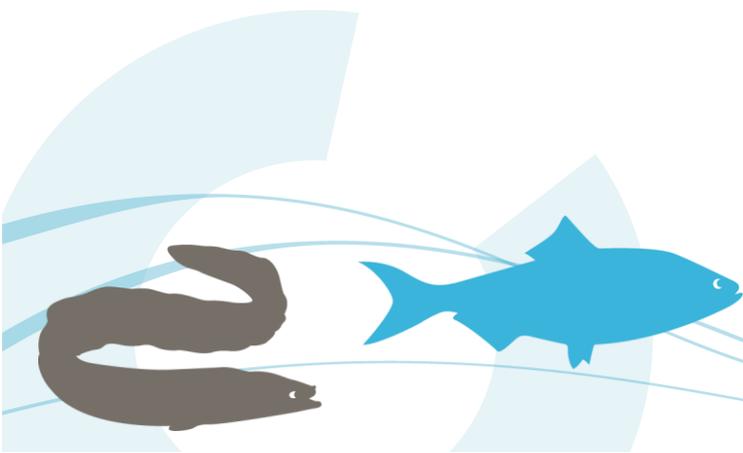


Figure 288 : Indices d'abondance moyens sur le secteur S1 de l'Allier depuis 2001

Sur le secteur S2, l'indice d'abondance moyen de l'année 2021 est supérieur à la moyenne observée sur la période 2001-2020 (40,7 +/- 33,1 contre 29,3 +/- 35,3) (Figure 289). Bien que ce secteur ait historiquement présenté des indices d'abondance moyens jugés « moyens » en l'absence de déversement d'alevins de pisciculture (2014 et 2015) et que ce dernier accueillait de la reproduction naturelle en 2020 (45 nids soit 23 % des nids comptabilisés sur l'Allier), 4 stations sur 7 étant directement alevinées, l'abondance de tacons 0+ du secteur S2 en 2021 paraît indéniablement influencé par les alevinages.



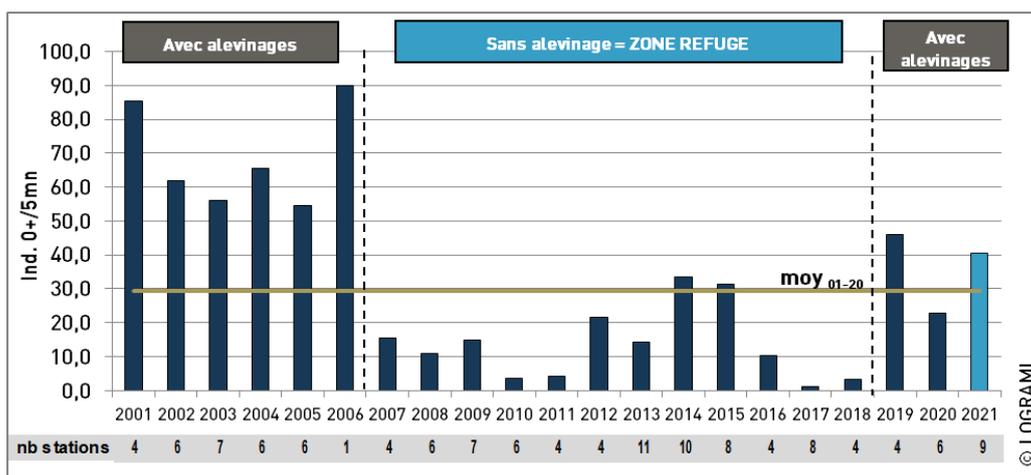


Figure 289 :Indices d'abondance moyens tacons 0+ sur le secteur S2 de l'Allier depuis 2001

Sur le secteur S3, l'indice d'abondance moyen de l'année 2021 est inférieur à la moyenne observée sur la période 2001-2020 (41,6 +/- 31,5 contre 68,9 +/- 54,4) (Figure 290). Dans ce secteur non aleviné, ce résultat s'explique principalement par la faiblesse des effectifs de géniteurs ayant exploité ce secteur en 2020 pour se reproduire (seulement 37 nids en 2020 soit 19 % des nids comptabilisés sur l'Allier au lieu de 30,8 +/- 9,8 % en moyenne sur la période 2000-2017). Les saumons ont en effet profité de l'ouverture de l'ouvrage de Poutès pour privilégier une montaison sur les secteurs les plus apicaux au détriment de l'accumulation de frais sur le secteur S3 et sur le TCC du barrage de Poutès en particulier.

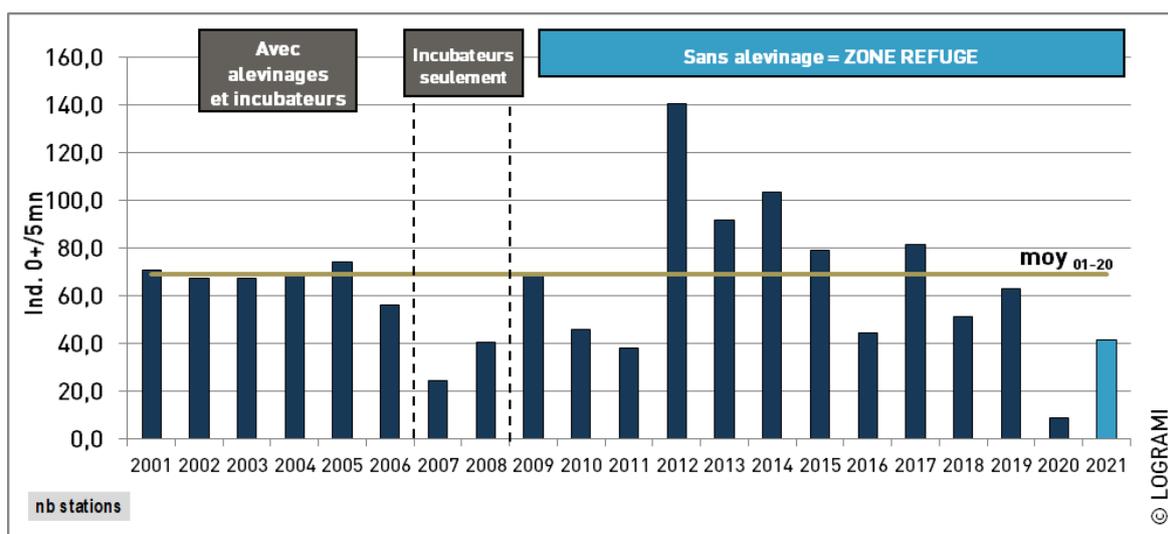
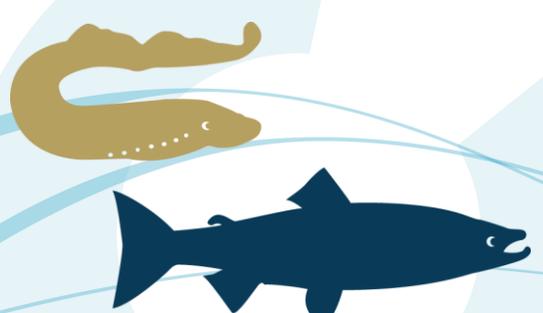


Figure 290 :Indices d'abondance moyens tacons 0+ sur le secteur S3 de l'Allier depuis 2001

Sur le secteur S4, l'indice d'abondance moyen de l'année 2021 est inférieur à la moyenne observée sur la période 2001-2020 (20 +/- 6,4 contre 44,5 +/- 35,2) (Figure 291). L'importante diminution des quantités d'alevins déversées (70 466 contre 328 000 en moyenne sur la période 2009-2019, incubateurs compris) explique en partie l'indice moyen observé en 2021. Cependant, seulement 2 stations sur 6 échantillonnées sur ce secteur étaient directement alevinées. Accueillant pourtant 57 nids en 2020 (30% du total comptabilisé sur l'Allier), il est établi que ce secteur présente des taux de survie moins élevés que les secteurs situés plus en amont.



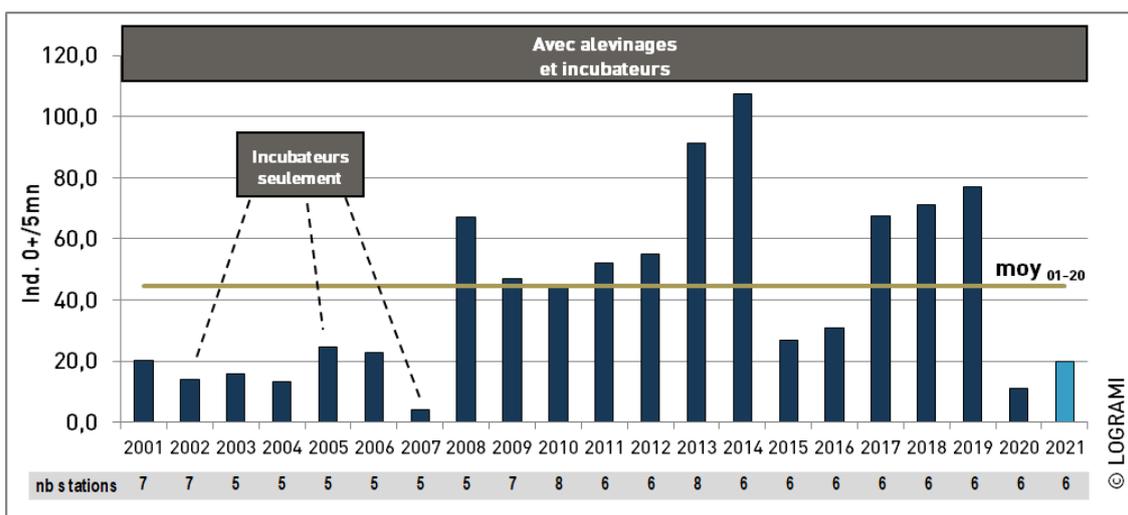


Figure 291 : Indices d'abondance moyens tacons 0+ sur le secteur S4 de l'Allier depuis 2001

Sur le secteur S5, l'indice d'abondance moyen de l'année 2021 est inférieur à la moyenne observée sur la période 2001-2020 (6,3 +/- 3,4 contre 16,7 +/- 15,4) (Figure 292). Tout comme pour le secteur S4, ce résultat provient principalement de l'absence d'alevinage sur ce secteur en 2021. Il accueillait toutefois 51 nids en 2020 (26% du total comptabilisé sur l'Allier) mais les taux de survie y sont nettement inférieurs à ceux des secteurs amont.

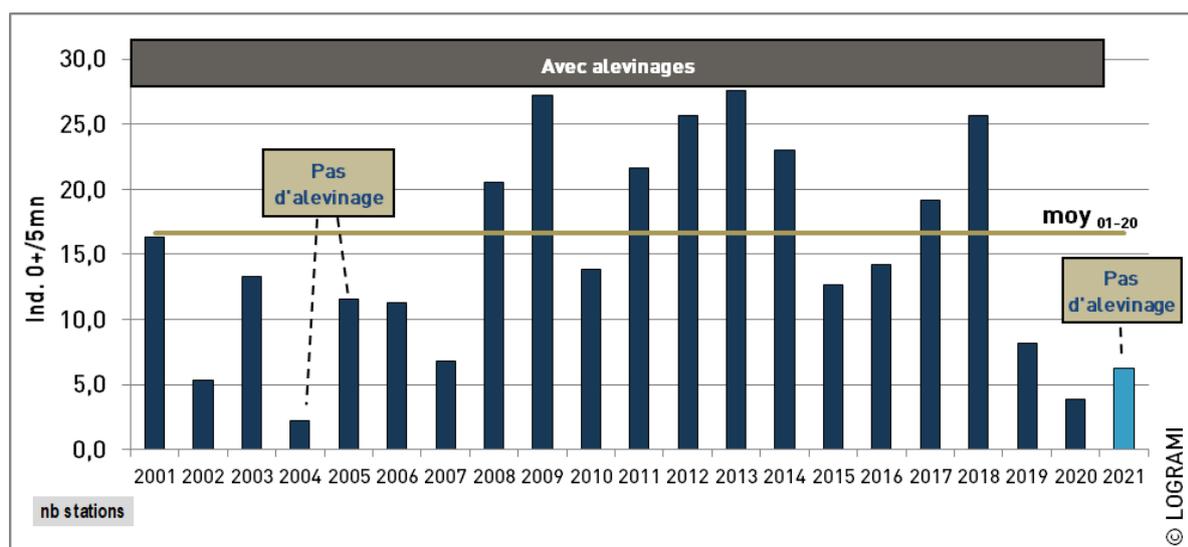


Figure 292 : Indices d'abondance moyens tacons 0+ sur le secteur S5 de l'Allier depuis 2001

A l'échelle de l'axe Allier, la comparaison des indices d'abondance moyens par secteur de l'année 2021 avec ceux observés en moyenne sur la période 2009-2020 met en évidence une augmentation pour les secteurs S1 et S2 ainsi qu'une diminution pour les 3 autres secteurs en aval S3, S4 et S5 (Figure 293). Cette évolution sectorielle de l'abondance des juvéniles de saumons est évidemment liée aux changements pratiqués dans le plan d'alevinage sur l'Allier (diminution globale des quantités déversées et concentration sur le secteur S2). Elle pourrait aussi bien résulter de l'inversion constatée dès 2020 d'une meilleure exploitation du secteur S2 par les géniteurs pour se reproduire au détriment du secteur S3, conséquence de la transparence temporaire du barrage de Poutès lors des travaux de reconfiguration. **Malheureusement, cette recolonisation naturelle ne peut être correctement évaluée car floutée par les déversements d'alevins de pisciculture.**



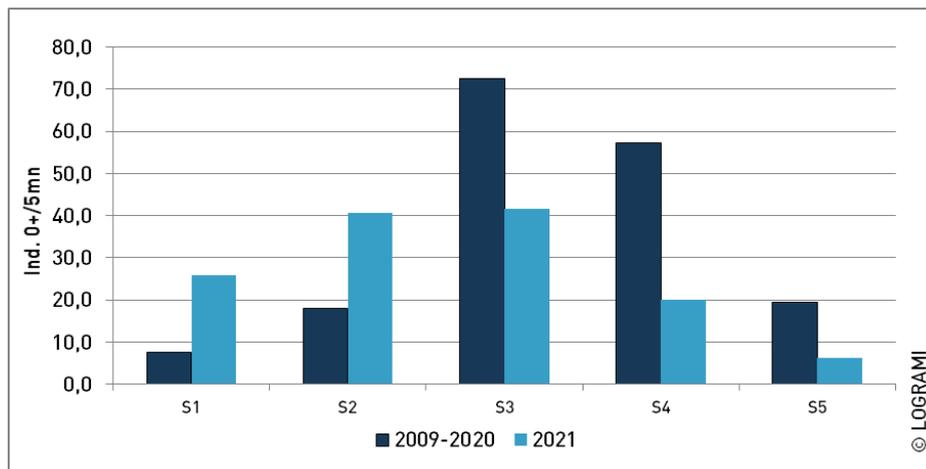


Figure 293 : Evolution des indices d'abondance tacons 0+ sur les 5 secteurs de l'Allier et comparaison avec ceux de 2021

Production de tacons 0+ d'automne

Sur l'Allier, la production a été calculée par secteur (S1 à S5). Le secteur total considéré correspond au linéaire total de l'Allier auquel sont retranchées les extrémités amont et aval sur lesquelles il est peu probable que des tacons 0+ soit présents :

- La partie située en amont de la confluence avec le Masméjean (pas de tacons 0+ capturés et pas de frayère observée) ;
- La partie située en aval de Cournon, (dernier point déversé situé 25 km en amont de Cournon et seulement 2 tacons 0+ capturés à Cournon).

L'indice moyen par secteur considéré pour l'estimation de la production de tacons 0+ d'automne est donc calculé à partir de tous les indices obtenus sur ce secteur. En 2021, 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 avérée de nids en 2020). Cette production d'alevins correspond donc à une estimation globale.

Selon la méthode estimative employée, l'Allier aurait produit, en 2021, 148 167 +/- 104 058 tacons 0+ d'automne (Tableau 29). Cette production est inférieure à la moyenne observée sur la période 2000-2020 (215 657 +/- 73 830 ; min : 61 074 et max : 352 582) et constitue la 4^e moins importante production devant celle des années 2016, 2007 et 2020 (Figure 294).

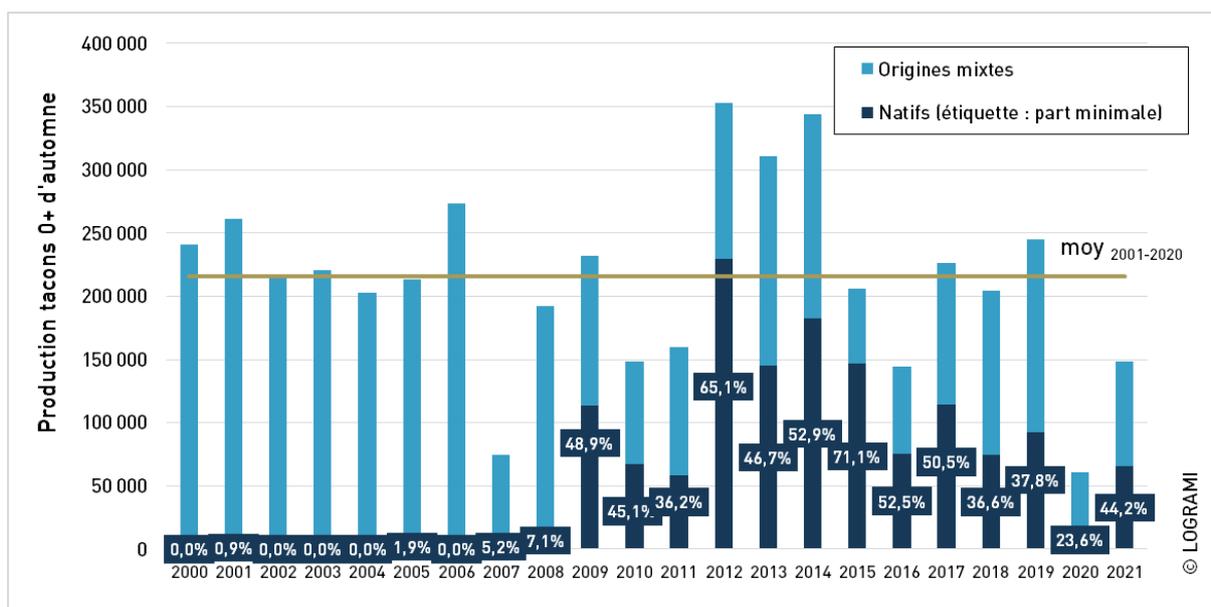


Figure 294 : Production de tacons 0+ d'automne de l'Allier selon leur origine présumée depuis 2000

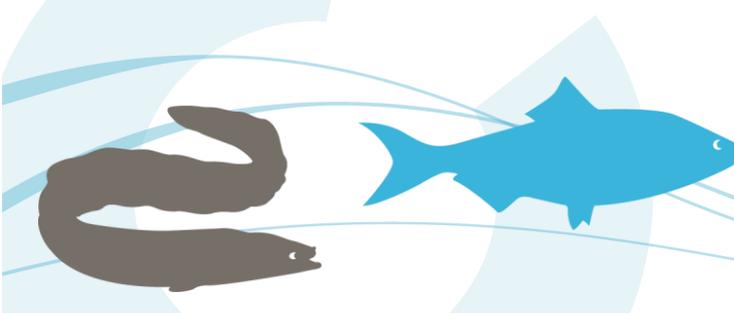
Avec respectivement 57 147 +/- 43 272 et 48 152 +/- 39 161 tacons 0+ produits, les secteurs S3 et S2 sont les principaux pourvoyeurs de tacons de l'Allier en 2021 (38,6 % et 32,5 %) (Tableau 29). Les secteurs S4, S5 et S1 contribuent dans une moindre mesure avec respectivement 14,2 %, 9,1 % et 5,6 % de la production.

La production globale de l'Allier en 2021 est constituée à minima de 65 501 +/- 50 879 tacons 0+ natifs (S1+S3 = 44,2 %) et de 82 666 +/- 53 178 autres tacons 0+ d'origines mixtes (S2+S4+S5 = 55,8 %). La part minimale de tacons natifs de l'année 2021 s'apparente à la part moyenne constatée depuis 2009 (44,2% contre 47,2 % +/- 13,0 %), année à partir de laquelle l'instauration d'une zone refuge qui exempte d'alevinage l'amont de Langeac (d'abord sur S1, S2 et S3 de 2009 à 2018 et puis seulement sur S1 et S3 à partir de 2019) permet cette estimation.

Tableau 29 : Bilan de l'estimation de la production de tacons 0+ d'automne des différents secteurs de l'Allier en 2021

Secteur considéré	Surface ERR (m ²)	IA moyen (ind 0+/5mn)	Production tacons 0+ d'automne estimée	Part de la production (%)	Origine présumée des tacons
S1 (Luc amont conf. Masméjean - restitution Naussac) (décrit en 2021)	46 727	30,2	8 354	5,6%	natifs
S2 (décrit en 2020)	199 848	40,7	48 152	32,5%	mixtes
S3 (décrit en 1999)	232 048	41,6	57 147	38,6%	natifs
S4 Langeac-La Bageasse (décrit en 2017)	177 191	20	20 979	14,2%	mixtes
S5 La Bageasse - Cournon (décrit en 2018)	362 899	6,3	13 535	9,1%	mixtes
Total Allier	1 018 713		148 167		

Depuis le début des suivis, les productions de chaque secteur sont toutes inférieures aux valeurs maximales observées et théoriques (1 tacon 0+ d'automne par m² d'Equivalents Radiers-Rapides) (Figure 295).



En 2021, le secteur S2 est le secteur qui présente le moindre écart avec le maximum observé en 2006 (45,2 %). A l'inverse, la production du secteur S4 est, quant à elle, la plus éloignée du maximum observé en 2014 (18,6 %).

D'un point de vue global, la production de l'Allier en 2021 correspond toutefois à 42 % de la production maximale observée en 2012, année pour laquelle un record de production avait été enregistré sur le secteur S3, alors qu'aucun déversement d'alevins de pisciculture n'y avait été réalisé.

En dehors du secteur S3, les maximums observés sont tous constatés alors que les secteurs étaient alevinés (2006 pour S1 et S2 ; 2014 et 2013 pour S4 et S5). Il ne faut toutefois pas oublier que ces déversements interviennent en complément d'une reproduction naturelle et que la distinction ne peut alors pas être opérée. Les informations obtenues par ailleurs montrent par exemple que l'année 2014 est une année de forte production d'alevins natifs qui s'ajoutent donc aux alevins déversés et participent par exemple au record du secteur S4 en 2014. Le secteur S3 se démarque nettement avec une production d'alevins natifs maximum en 2012 proche de la production maximum théorique. Ces résultats attestent de la capacité indéniable de production naturelle d'alevins dès lors que le nombre de géniteurs accédant à la zone est supérieur à une centaine de saumons.

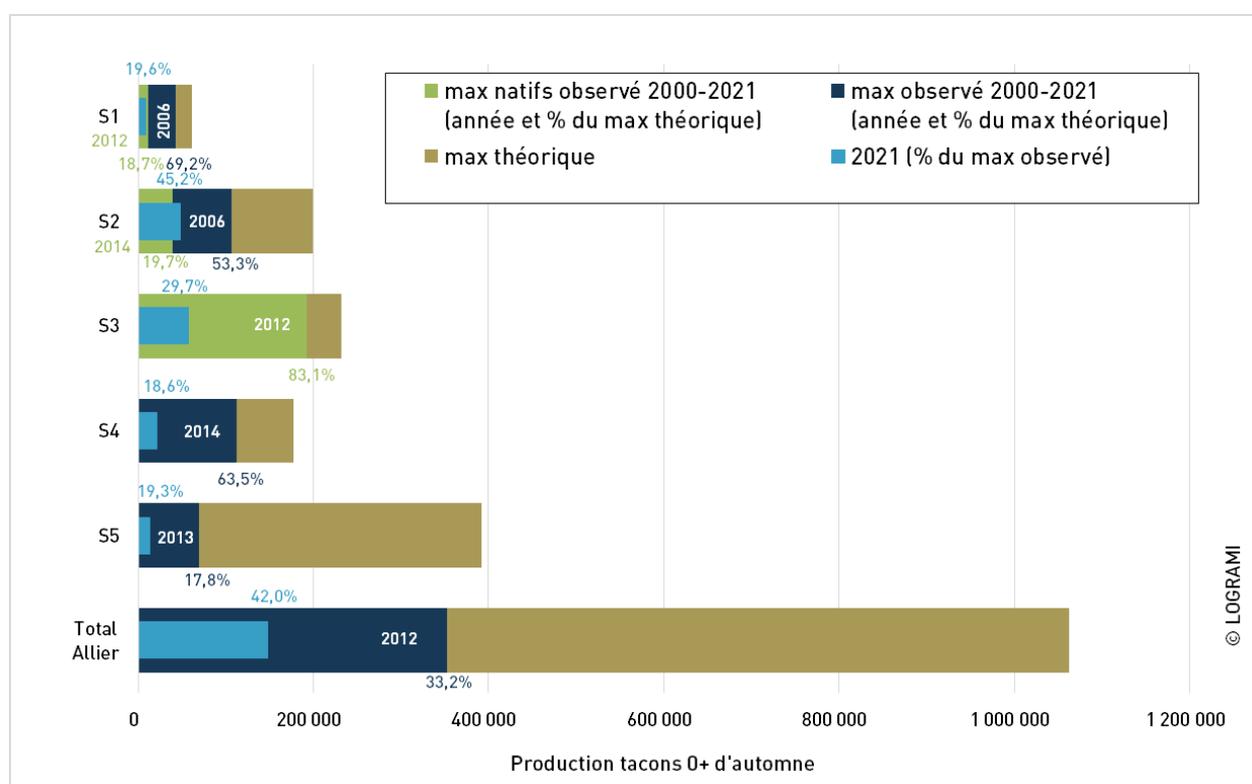


Figure 295 : Productions de tacons d'automne 0+ des secteurs de l'Allier en 2021 et comparaison avec les maximums observés et théoriques (densité d'1 tacon 0+ / m² ERR)

Malgré un alevinage conséquent sur la période 2008-2018 (234 000 alevins déversés en moyenne) et une part grandissante et non négligeable des nids qui y sont comptabilisés (Association LOGRAMI, 2021), l'importante différence entre la production maximale observée du secteur S5 et sa production maximale théorique révèle que ce secteur n'est pas aussi propice que les 4 autres secteurs à produire des tacons 0+ d'automne. La densité maximale d'1 tacon 0+ d'automne (longueur fourche : 10 cm) par m² d'ERR (Keeley & Grant, 1995) ne semble pouvoir être atteinte sur ce dernier contrairement aux autres où les densités maximales observées tendent à atteindre cette valeur (Tableau 30). Par conséquent, la production maximale théorique de ce secteur et donc celle de l'Allier est probablement surestimée. Il conviendrait d'établir un coefficient afin de pondérer les surfaces productives de ce secteur.

Tableau 30: Densités de tacons 0+ d'automne (ind./m² d'ERR) en 2021 et maximales observées

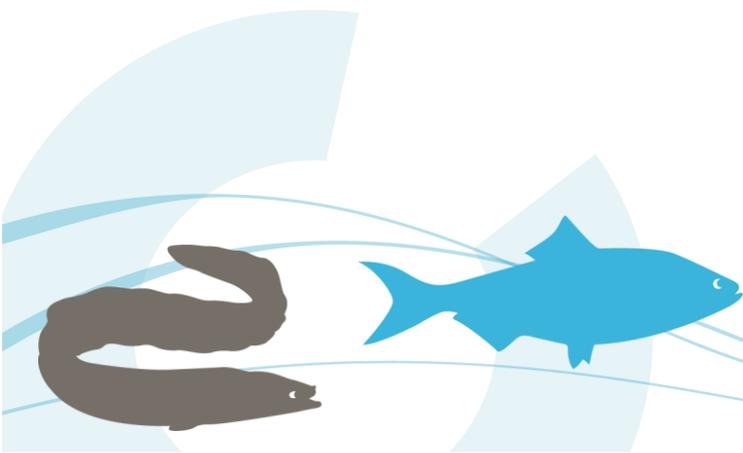
Secteur considéré	Densité 2021	Densité maximum observée	Année densité maximum observée	Densité max théorique
S1 (Luc amont conf. Masméjean -restitution Naussac) (décrit en 2021)	0,14	0,69	2012	1
S2 (décrit en 2020)	0,24	0,53	2006	1
S3 (décrit en 1999)	0,25	0,83	2012	1
S4 Langeac-La Bageasse (décrit en 2017)	0,12	0,64	2014	1
S5 La Bageasse - Cournon (décrit en 2018)	0,04	0,18	2013	1

5.4.2.5 Abondance de juvéniles de saumons sur la Sioule

Indices d'Abondance 2021

Sur la Sioule en 2021, des tacons 0+ d'automne ont été capturés sur 16 des 23 stations échantillonnées (16 échantillonnées par LOGRAM ET 7 échantillonnées par la FDPPMA de l'Allier). Les 2 stations les plus apicales ainsi que 5 autres situées plutôt sur le secteur aval ne présentaient pas de tacons 0+ (Figure 296). 1 tacon 0+ a été capturé (IA très faible) sur la station située la plus en aval, à proximité de laquelle avait été observée une frayère en 2020. Le linéaire potentiellement colonisé est compris entre Broût-Vernet (03) et Châteauneuf les Bains (63) (67 km). Les indices d'abondance varient de 0 à 36 ind. 0+/5 mn. Toutes stations confondues, **l'indice d'abondance moyen de la Sioule en 2021 s'élève à 9,4 individus 0+/5 mn +/- 10,9**. Au regard du barème existant, celui-ci correspond à une abondance de tacons 0+ considérée comme très faible.

Les deux indices les plus élevés (abondances jugées moyennes) sont obtenus sur des stations directement alevinées.



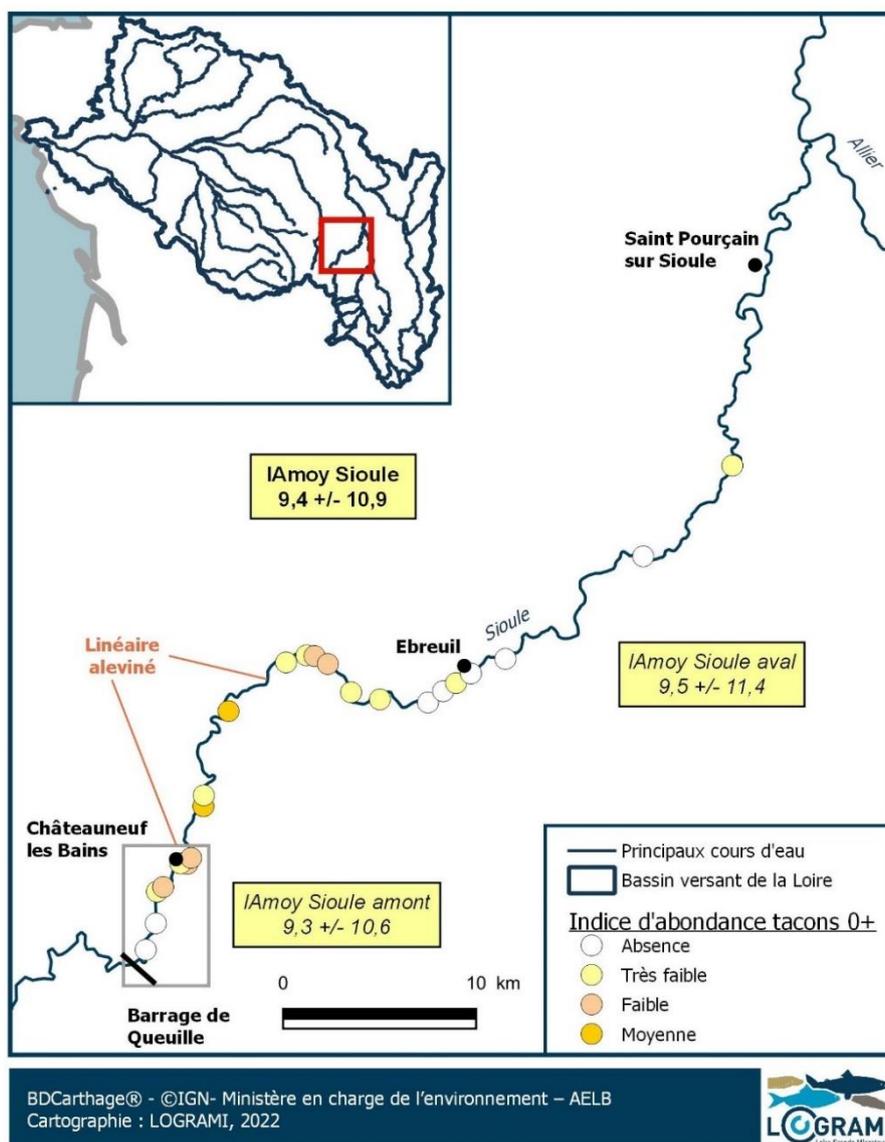


Figure 296 : Indices d'abondance tacons 0+ sur la Sioule en 2021 (23 stations)

Comparaison interannuelle des indices d'abondance

L'indice d'abondance moyen de l'année 2021 est nettement inférieur à la moyenne observée sur la période 2000-2020 (9,4 +/- 10,9 contre 46,4 +/- 53,8) (Figure 297). Il constitue le plus mauvais niveau d'abondance observé depuis 2000. Il s'apparente à celui observé en 2012 et dans une moindre mesure à ceux de 2013 et 2018. En l'absence de températures estivales pénalisantes durant l'étiage 2021, la dépose d'œufs limitée (30 nids en 2020 contre 53,4 +/- 34,3 en moyenne sur la période 2001-2018, 11 années suivies) ainsi que la forte diminution des quantités déversées sur la Sioule en 2021 (66 226 alevins déversés en 2021 contre 158 572 +/- en moyenne sur la période 2000-2020), semblent les hypothèses privilégiées pour tenter d'expliquer ce résultat.

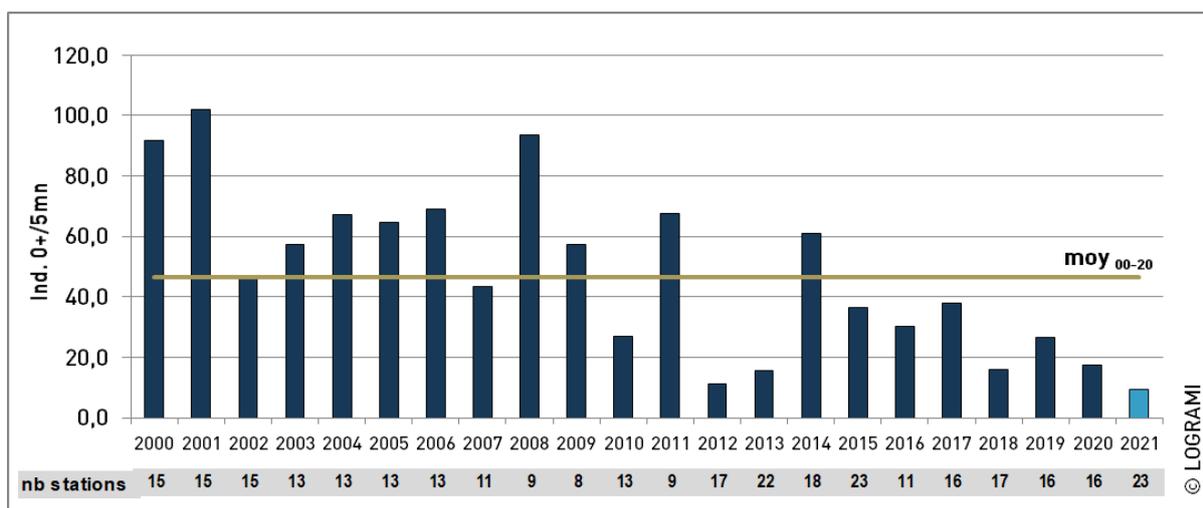


Figure 297 : Indices d'abondance moyens de tacons 0+ sur la Sioule depuis 2000

Production de tacons 0+ d'automne

Sur la Sioule, 2 secteurs ont été considérés : un secteur non aleviné « Barrage de Queuille-Amont des Thermes de Châteauneuf les Bains » qui correspond à l'extrémité amont de la Sioule colonisable par les géniteurs et un autre secteur situé en aval, « Aval des Thermes de Châteauneuf les Bains- aval pont Aubeterre », dont une partie a été alevinée en 2021 (66 226 alevins). Les tacons produits sur le secteur non aleviné sont considérés comme natifs. Ceux du secteur aleviné sont considérés comme un amalgame natifs-déversés (origines mixtes) (présence de frayère avérée en 2020).

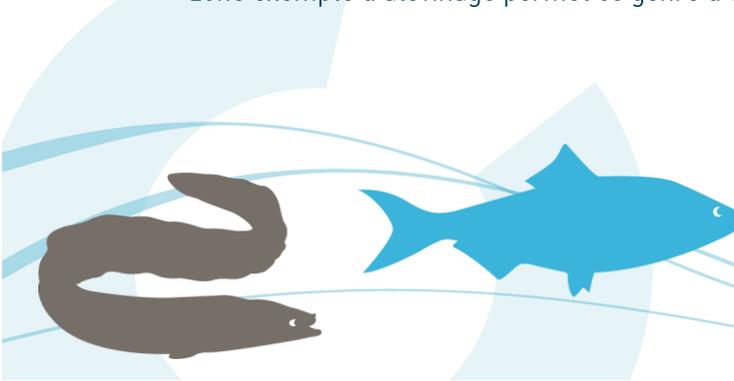
Selon la méthode estimative employée, la Sioule aurait produit, en 2021, 16 566 tacons 0+ d'automne (Tableau 31).

Tableau 31 : Bilan de l'estimation de la production de tacons 0+ d'automne des 2 secteurs de la Sioule en 2021

Secteur considéré	Surface ERR (m ²)	IA moyen (ind 0+/5mn)	Production tacons 0+ d'automne estimée	Part de la production (%)	Origine présumée tacons
Barrage de Queuille - Moulin du Coin (décrit en 1999)	34 842	9,3	1 918	11,6 %	natifs
Moulin du Coin - aval pont Aubeterre (décrit en 1999)	260 443	9,5	14 647	88,4 %	mixtes
Total Sioule	295 285		16 566		

Cette production est nettement inférieure à la moyenne observée sur la période 2000-2020 (82 225 +/- 36 944) et constitue la production la moins importante jamais observée depuis 2000 (Figure 298). Elle ne correspond qu'à 11,2 % de la production maximale observée en 2001 (max : 147 869) qui, elle-même, ne correspondait qu'à 46,1 % de la production maximale théorique (320 999 tacons 0+) (Figure 299).

Elle est constituée à minima de 1 918 tacons 0+ natifs (11,6 %) et de 14 647 autres tacons 0+ d'origines mixtes (88,4 %). La part minimale de tacons natifs de l'année 2021 est supérieure à la part moyenne constatée depuis 2003 (11,6 % contre 4,5 % +/- 4,5 %), année à partir de laquelle l'instauration d'une zone exempte d'alevinage permet ce genre d'estimation.



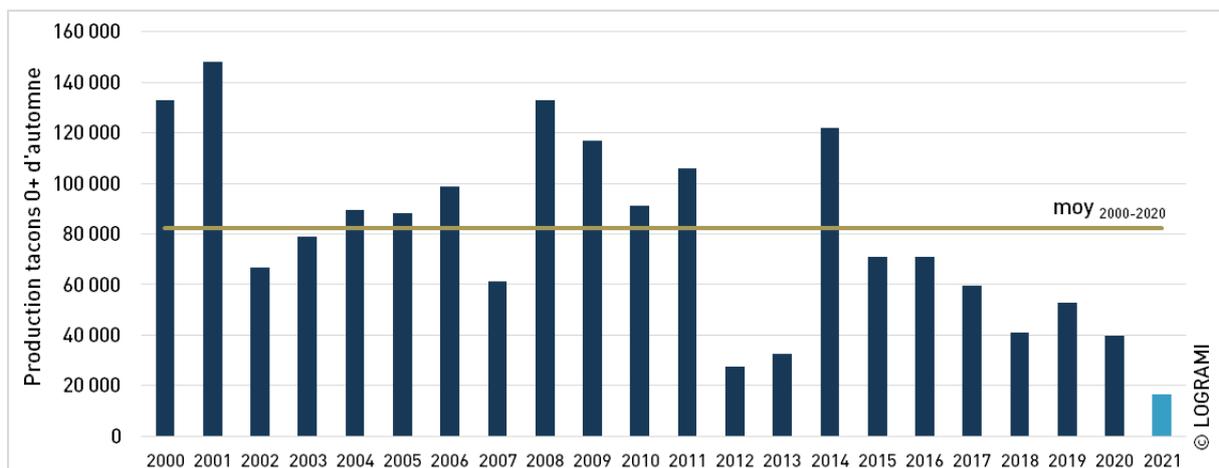


Figure 298 : Production de tacons 0+ d'automne de la Sioule depuis 2000

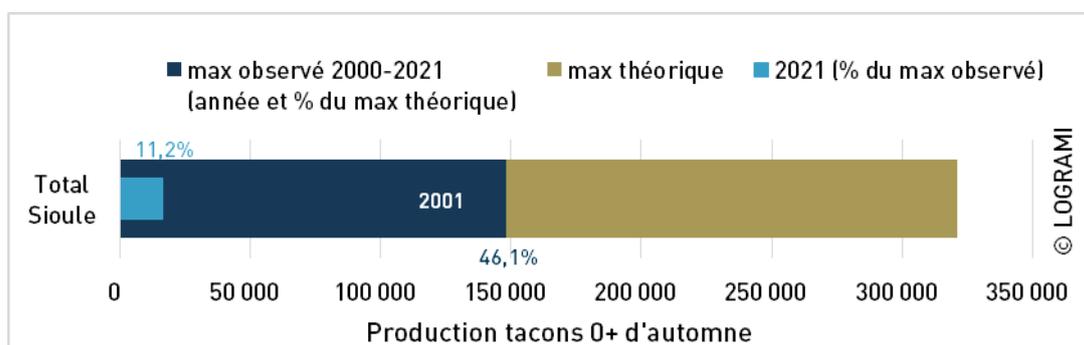


Figure 299 : Production de tacons 0+ d'automne de la Sioule en 2021 et comparaison avec les maximums observé et théorique (densité d'1 tacons 0+/m² ERR)

5.4.2.6 Abondance de juvéniles de saumons sur la Dore

Indices d'Abondance 2021

Sur la Dore en 2021, des tacons 0+ d'automne ont été capturés sur 4 des 7 stations échantillonnées (Figure 300). Le linéaire potentiellement colonisé est compris entre Peschadoires (63) et Job (63) (48 km). Les indices d'abondance varient de 0 à 5 ind. 0+/5 min. Toutes stations confondues, l'indice d'abondance moyen de la Dore s'élève à 1,7 individus 0+/5 min +/- 2,3. Au regard du barème existant, celui-ci correspond à une abondance de tacons 0+ considérée comme très faible. La Dore n'ayant pas été alevinée en 2021, la production de tacons 0+ natifs, bien que très faible mais répartie sur une part relativement importante du linéaire de cet axe, révèle son exploitation par quelques géniteurs, constat rarement réalisé ces 20 dernières années.

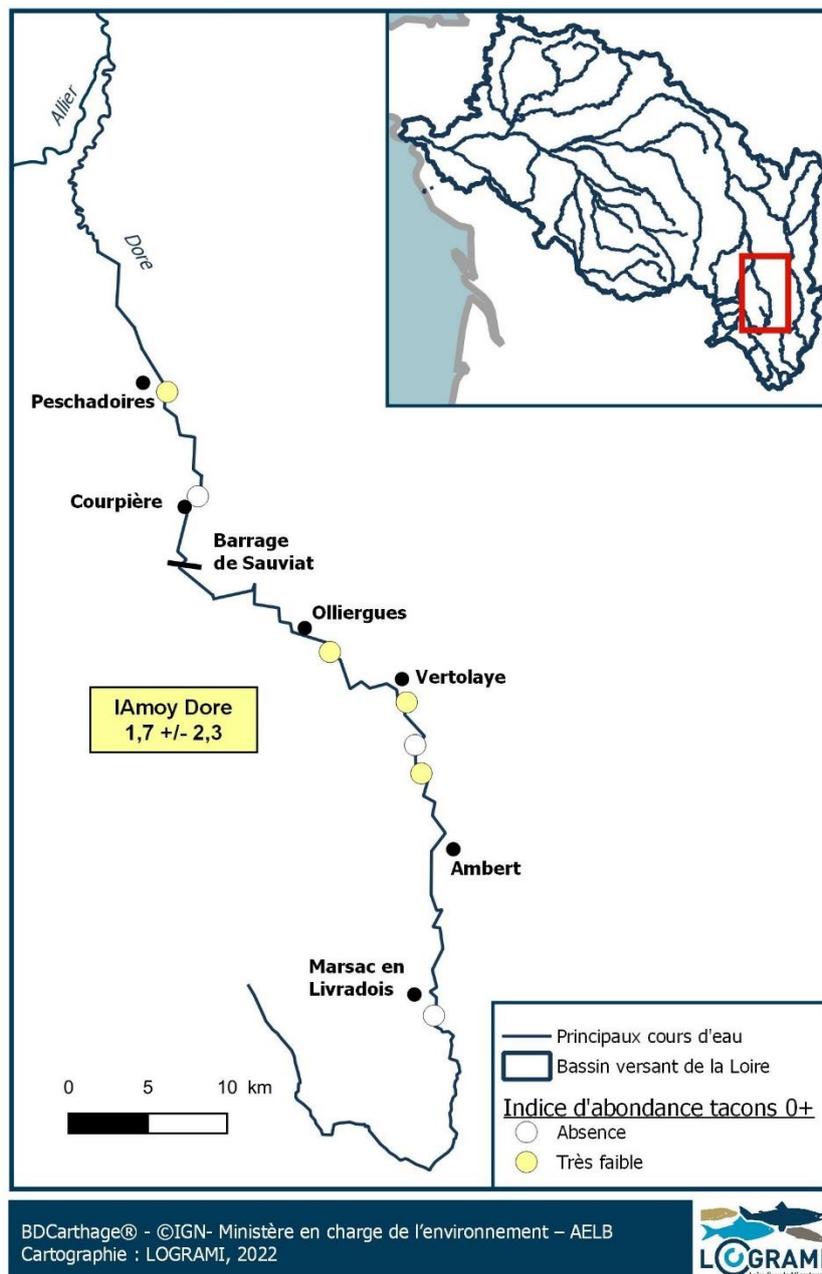


Figure 300 : Indices d'abondance tacons 0+ sur la Dore en 2021 (7 stations)

Comparaison interannuelle des indices d'abondance

L'indice d'abondance moyen de l'année 2021 est nettement inférieur à la moyenne observée sur la période 2004-2020 (1,7 +/- 2,3 contre 16,4 +/- 15,1) (Figure 301). Il constitue le second moins bon niveau d'abondance observé depuis 2004. L'année 2021 s'intègre parfaitement dans la tendances des 4 autres années suivies sans alevinages (2005, 2006, 2008 et 2020) qui présentaient toutes des Indices d'abondance moyens très faibles à nuls. Il paraît donc évident que l'absence d'alevinage explique la faible abondance constatée en 2021.

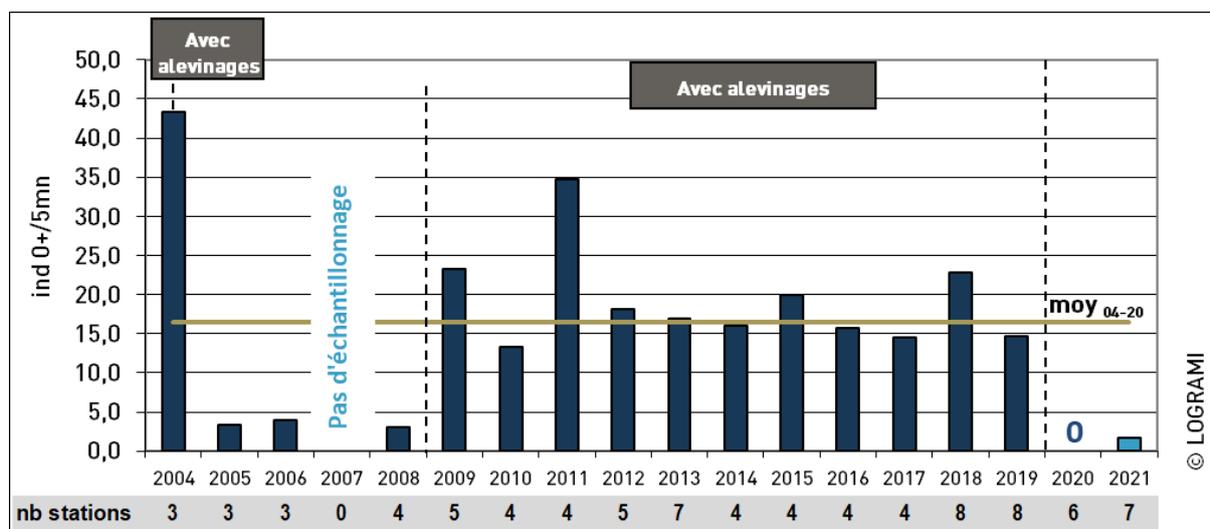


Figure 301 : Indices d'abondance moyens sur la Dore depuis 2004

Production de tacons 0+ d'automne

Sur la Dore, aucun déversement d'alevins n'ayant été réalisé en 2021, l'ensemble du linéaire décrit en 1999 a été considéré (aval Ambert – Confluence Allier). **Tous les tacons produits sur la Dore sont été considérés comme des natifs.**

Selon la méthode estimative employée, **la Dore aurait produit, en 2021, 2 796 tacons 0+ d'automne natifs** (Tableau 32). Cette production est inférieure à la moyenne observée sur la période 2004-2020 (7 919 +/- 6 149). Elle correspond à la 5^e plus faible production observée depuis 2004 toutes années confondues (Figure 302). Elle ne correspond qu'à 11,2 % de la production maximale observée en 2013 (max : 17 953) qui, elle-même, ne correspondait qu'à 6,5 % de la production maximale théorique (277 835 tacons 0+) (Figure 303). Cependant, l'année 2021 constitue la production de 0+ natifs la plus élevée des années sans alevinages.

Tableau 32 : Bilan de l'estimation de la production de tacons 0+ d'automne de la Dore en 2021

Secteur considéré	Surface ERR (m ²)	IA moyen (ind 0+/5mn)	Production tacons 0+ d'automne estimée	Origine présumée tacons
Total Dore (aval Ambert - confluence Allier ; décrit en 1999)	277 835	1,7	2 796	natifs

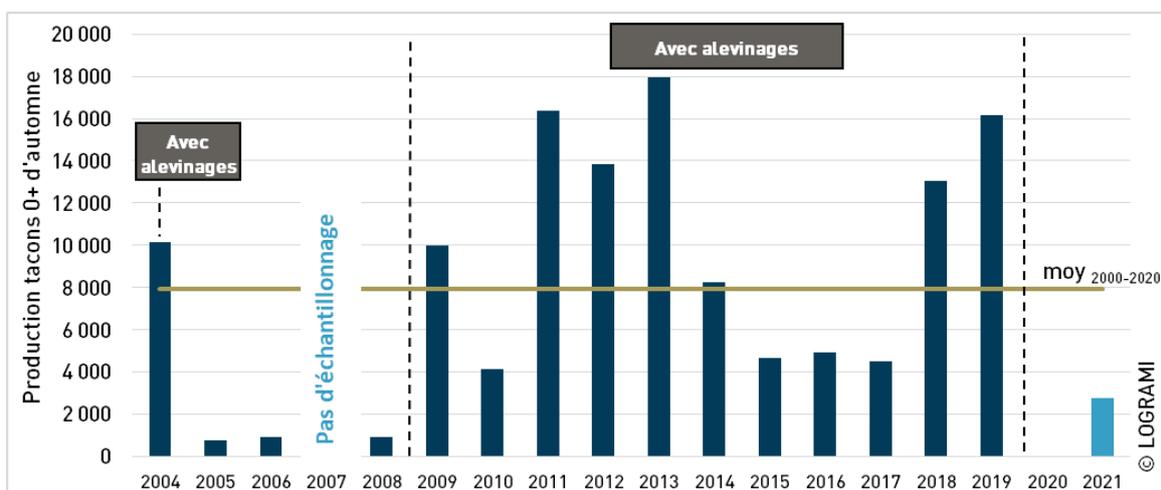


Figure 302 : Production de tacons 0+ d'automne de la Dore depuis 2004

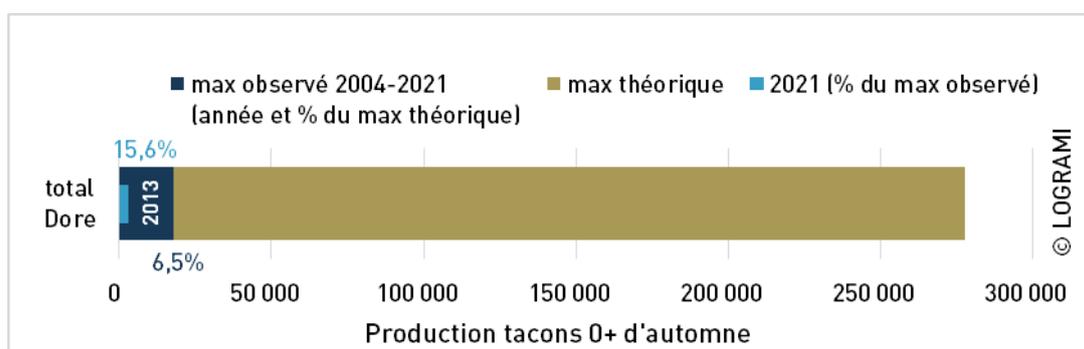


Figure 303 : Production de tacons 0+d'automne de la Dore en 2021 et comparaison avec les maximums observé et théorique (densité d'1 tacons 0+/m² ERR)

Avec seulement 4 +/- 4,8 nids comptabilisés en moyenne lors des 5 survols qui ont pu être réalisés depuis 2011 (Association LOGRAMI, 2020), il semblerait que l'importante différence entre les productions maximale théorique et observée soit avant tout liée à un déficit de colonisation de la Dore par les géniteurs plutôt qu'à un problème de survie entre l'œuf fécondé et le tacon 0+ d'automne. D'autant que les bons taux de survie obtenus lors de l'étude de survie sous graviers menée en 2017-2018 sur la Dore abondent en ce sens (Association LOGRAMI, 2019).

5.4.2.7 Abondance de juvéniles de saumons sur la Couze Chambon

Indices d'Abondance 2021

Sur la Couze Chambon en 2021, des tacons 0+ d'automne ont été capturés sur les 3 stations échantillonnées (Figure 304). Le linéaire exploité correspond aux 3,8 premiers kilomètres sur la commune de Coudes (63), linéaire ayant fait l'objet d'un déversement de 15 276 alevins de pisciculture. Les indices d'abondance varient de 14 à 39 ind. 0+/5 mn. Toutes stations confondues, l'indice d'abondance moyen de la Couze Chambon s'élève à 28,0 individus 0+/5 min +/- 12,8. Au regard du barème existant, celui-ci correspond à une abondance de tacons 0+ considérée comme faible.

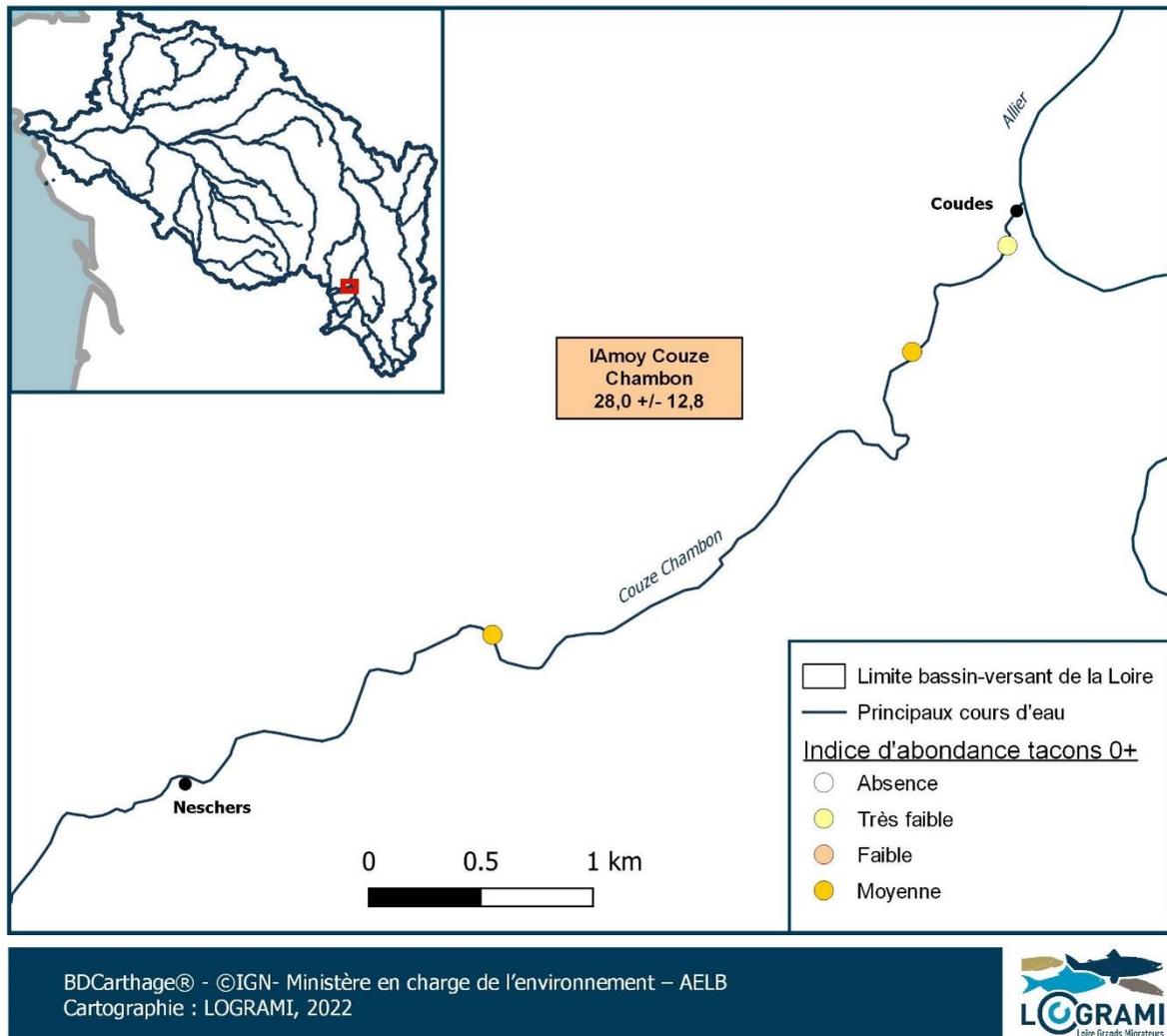


Figure 304 : Indices d'abondance tacons 0+ sur la Couze Chambon en 2021 (3 stations)

Comparaison interannuelle des indices d'abondance

L'indice d'abondance moyen de l'année 2021 correspond à celui observé en 2018, seule année où la Couze Chambon a fait l'objet d'alevinages avant 2021 (Figure 305). Il est nettement supérieur à ceux observés les années sans alevinage. Bien que faible, il paraît évident que ce niveau d'abondance de tacons 0+ sur ce cours d'eau s'explique par l'alevinage qui y est pratiqué. La Couze Chambon ne semble pas être exploitée, au moins depuis 2017, par les géniteurs pour se reproduire.

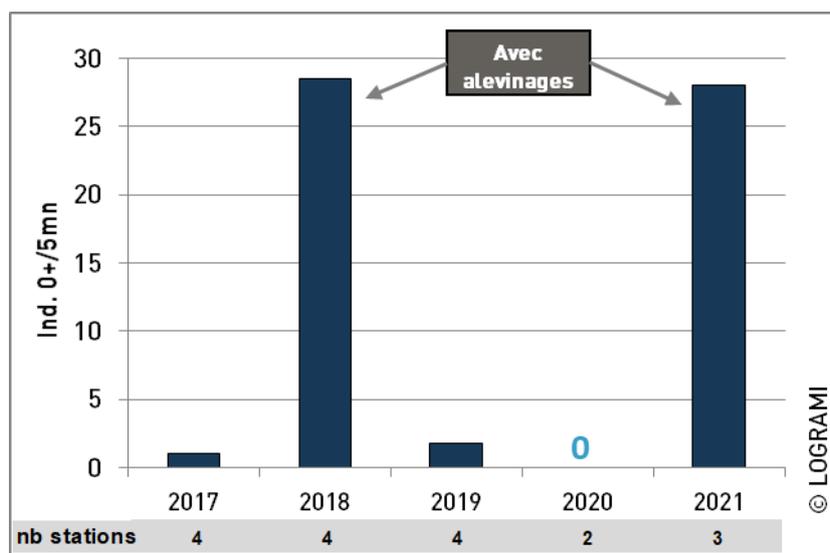


Figure 305 : Indices d'abondance moyens sur la Couze Chambon depuis 2017

Production de tacons 0+ d'automne

Sur la Couze Chambon, le secteur considéré correspond au secteur aleviné (15 276 alevins) et échantillonné (3 stations), long de 3,8 km et situé entre Neschers (63) et Coudes (63) (confluence avec l'Allier). Le frai en 2020 sur ce cours d'eau étant considéré comme très peu probable, les tacons produits sur ce secteur sont considérés comme déversés.

Selon la méthode estimative employée, la Couze Chambon aurait produit, en 2021, 3 947 tacons 0+ d'automne déversés (Tableau 33).

Tableau 33 : Bilan de l'estimation de la production de tacons 0+ d'automne de la Couze Chambon en 2021

Secteur considéré	Surface ERR (m ²)	IA moyen (ind 0+/5mn)	Production tacons 0+ d'automne estimée	Origine présumée tacons
Total Couze Chambon (Aval Neschers - Le Parc [décrit en 2015])	23 813	28	3 947	déversés

Cette production est supérieure à celles observées sans alevinage (2017, 2019 et 2020) et légèrement inférieure à celle observée en 2018 (73,8 %) qui constitue le maximum observé sur la période 2017-2021 et qui, elle-même, ne correspondait qu'à 13,1 % de la production maximale théorique (40 870 tacons 0+) (Figure 306 et Figure 307). Les quantités d'alevins déversés étant jugées similaires (15 276 en 2021 contre 15 886 en 2018), il semblerait que les conditions de développement des juvéniles de saumons de l'année 2021 aient été moins favorables que celles de 2018.

L'alevinage sur la Couze Chambon permet la production de tacons 0+, candidats à la dévalaison, sur un linéaire moins éloigné de la mer et présentant moins d'obstacles à la dévalaison que le secteur S4 de l'Allier par exemple.

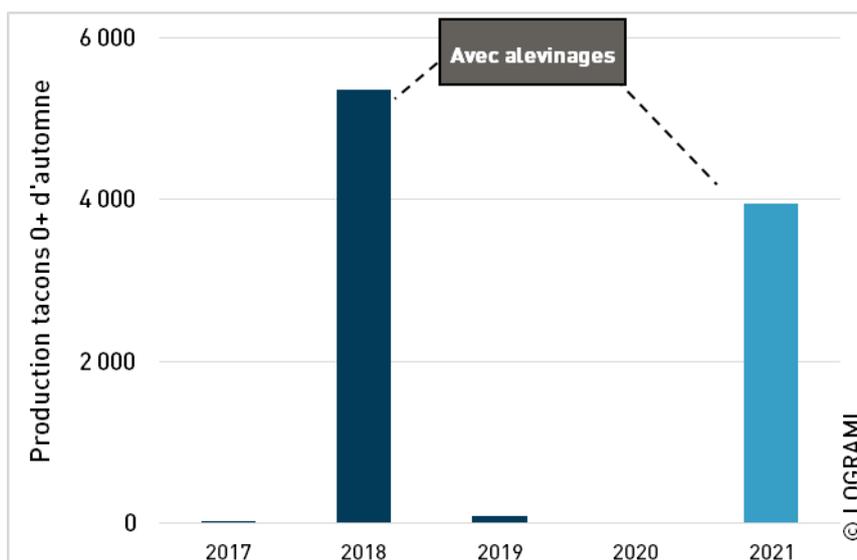


Figure 306 : Production de tacons 0+ d'automne de la Couze Chambon depuis 2017

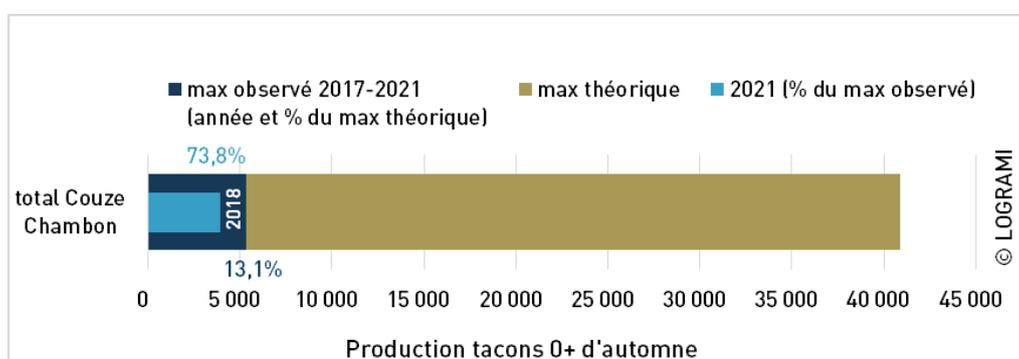


Figure 307 : Production de tacons 0+d'automne de la Couze Chambon en 2021 et comparaison avec les maximums observé et théorique (densité d'1 tacons 0+/m² ERR)

5.4.2.8 Abondance de juvéniles de saumons sur la Couze Pavin

Indices d'Abondance 2021

Sur la Couze Pavin en 2021, des tacons 0+ d'automne ont seulement été capturés sur les 2 stations situées en aval du seuil de l'Hôpital (ROE 4009), secteur de 2,2 km où 6 205 alevins avaient été déversés (Figure 308). La station la plus apicale, située en amont du secteur aleviné, en aval immédiat du seuil de Basse-Rive (ROE 4018), ne présentait pas de tacons 0+. Les indices d'abondance varient de 0 à 23 ind. 0+/5 mn. Toutes stations confondues, l'indice d'abondance moyen de la Couze Pavin s'élève à 14,3 individus 0+/5 min +/- 12,5. Au regard du barème existant, celui-ci correspond à une abondance de tacons 0+ considérée comme très faible.

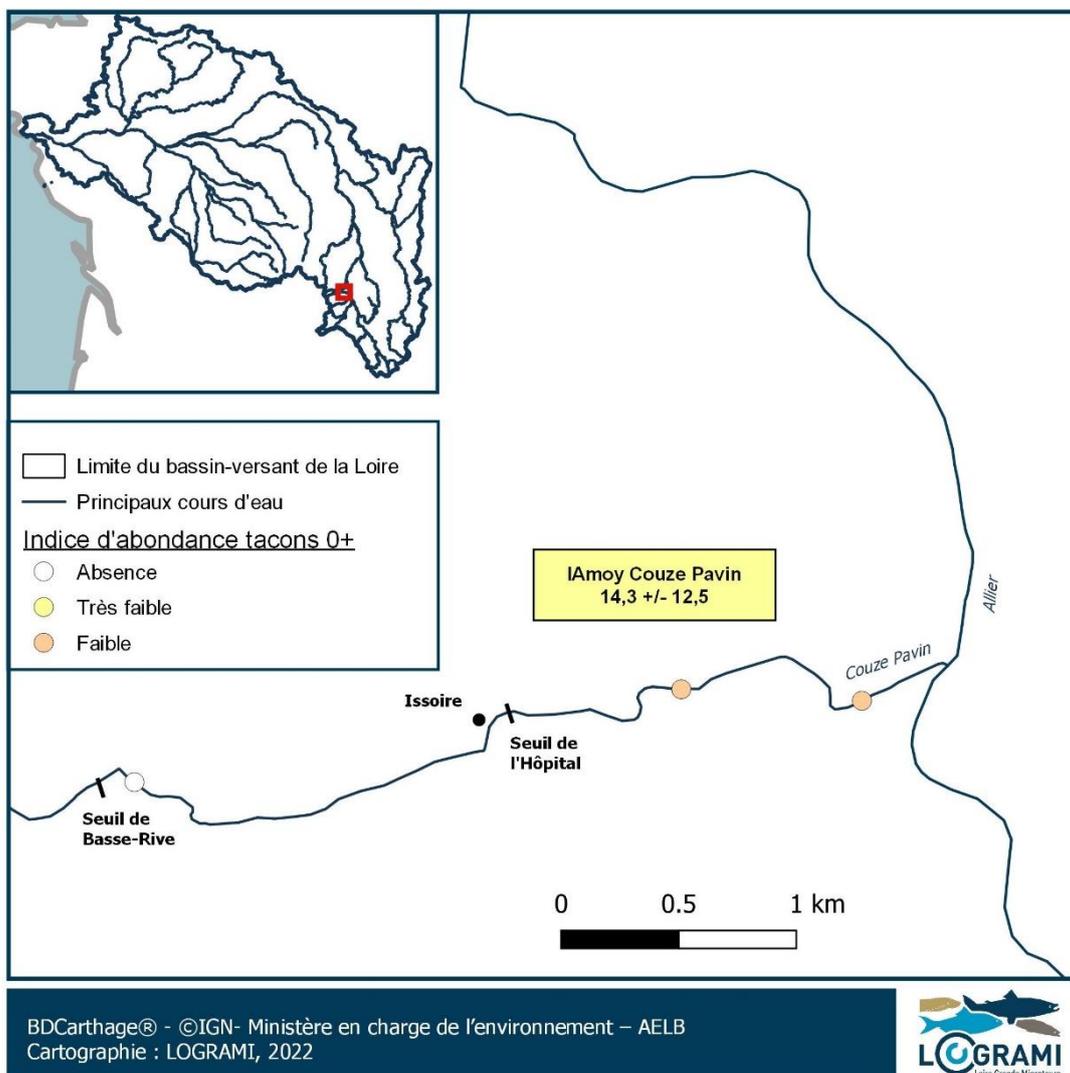


Figure 308 : Indices d'abondance tacons 0+ sur la Couze Pavin en 2021 (3 stations)

Comparaison interannuelle des indices d'abondance

L'indice d'abondance moyen de l'année 2021 est inférieur à ceux observés lors des 2 années précédemment alevinées (2018 et 2019) alors que le nombre d'alevins déversés en 2021 (6 205) est pourtant équivalent à celui de 2018 (6 453) et supérieur à celui de 2019 (3 289). L'indice moyen est toutefois supérieur à ceux des deux autres années non alevinées (2017 et 2020) (Figure 309).

Bien que très faible, il paraît évident que ce niveau d'abondance de tacons 0+ sur ce cours d'eau, comme pour la Couze Chambon, s'explique par l'alevinage qui y est pratiqué. La Couze Pavin ne semble pas être exploitée, au moins depuis 2017, par les géniteurs pour se reproduire.

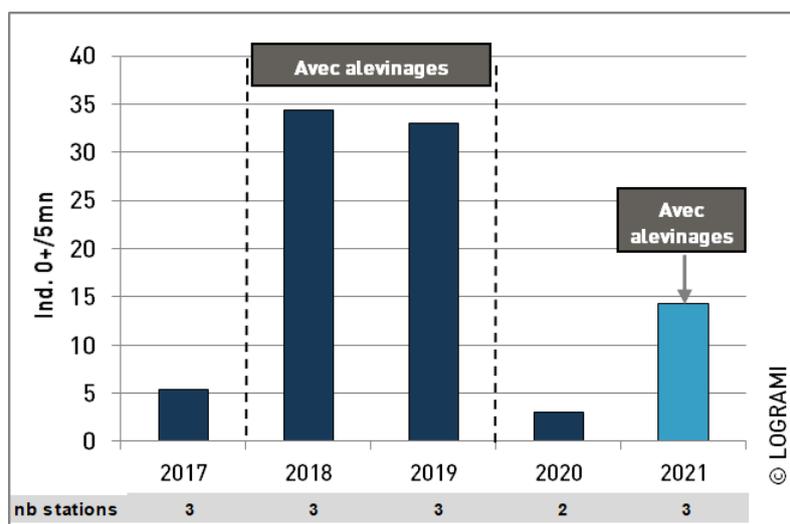


Figure 309 : Indices d'abondance moyens sur la Couze Pavin depuis 2017

Production de tacons 0+ d'automne

Sur la Couze Pavin, le secteur considéré correspond au secteur aleviné (6 205 alevins), long de 2,5 km, compris entre le seuil de l'Hôpital et la confluence avec l'Allier (Issoire-63), sur lequel 2 stations ont été échantillonnées. Le troisième site échantillonné en amont du seuil où aucun alevin n'a été capturé est donc retiré de l'analyse. Le frai en 2020 sur ce cours d'eau étant considéré comme très peu probable, les tacons produits sur ce secteur sont considérés comme déversés.

Selon la méthode estimative employée, la Couze Pavin aurait produit, en 2021, 2 128 tacons 0+ d'automne déversés (Tableau 34).

Tableau 34 : Bilan de l'estimation de la production de tacons 0+ d'automne de la Couze Pavin en 2021

Secteur considéré	Surface ERR (m ²)	IA moyen (ind 0+/5mn)	Production tacons 0+ d'automne estimée	Origine présumée tacons
Aval seuil Hôpital Issoire (décrit en 2015)	16 720	21,5	2 128	déversés

Cette production est supérieure à celles observées sans alevinage (2017 et 2020) mais inférieure à celles observées en 2018 et 2019. Elle ne constitue que 41,7 % de la production maximale observée en 2018, qui, elle-même, ne correspondait qu'à 3,8 % de la production maximale théorique (132 986 tacons 0+) (Figure 310 et Figure 311). Les quantités d'alevins déversés étant jugées similaires (6 205 en 2021 contre 6 453 en 2018), il semblerait que les conditions de développement des juvéniles de saumons de l'année 2021 aient été moins favorables que celles de 2018.

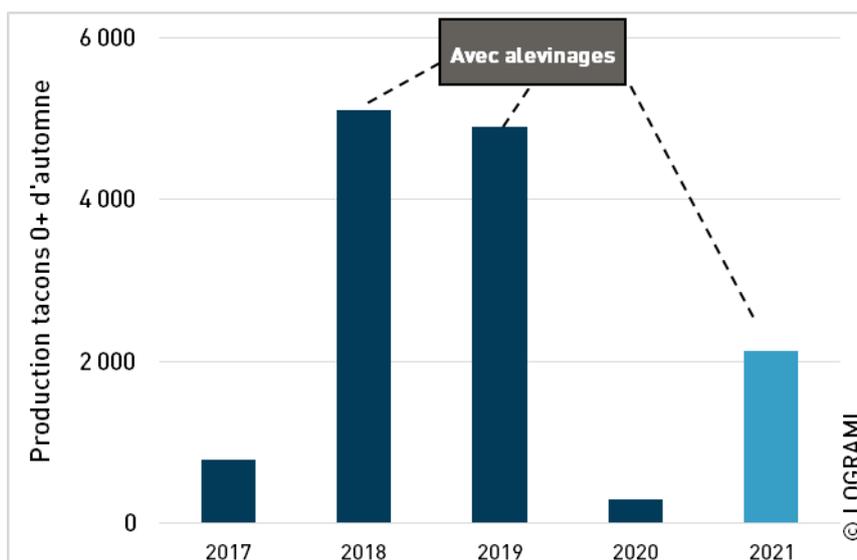


Figure 310 : Production de tacons 0+ d'automne de la Couze Pavin en Aval du seuil de l'Hôpital Issoire depuis 2017

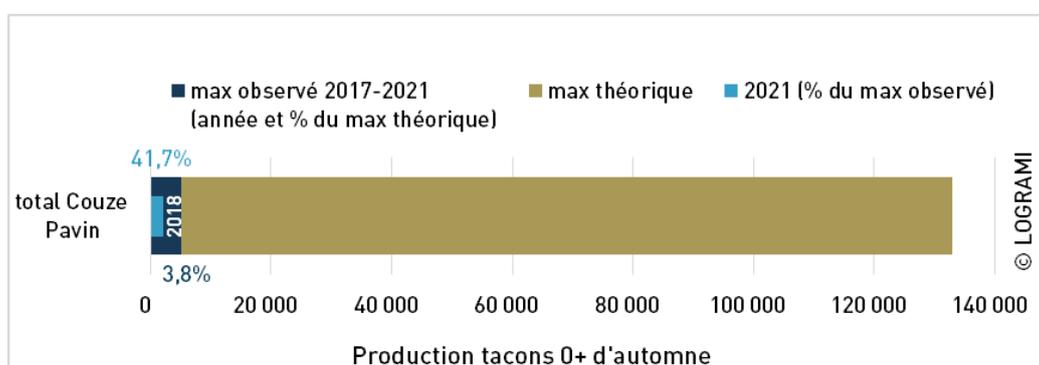


Figure 311 : Production de tacons 0+d'automne de la Couze Pavin en 2021 et comparaison avec les maximums observé et théorique (densité d'1 tacons 0+/m² ERR)

Comme pour la Couze Chambon, l'alevinage sur la Couze Pavin permet la production de tacons 0+, candidats à la dévalaison, sur un linéaire moins éloigné de la mer et présentant moins d'obstacles à la dévalaison que le secteur S4 de l'Allier par exemple.

5.4.2.9 Abondance de juvéniles de saumons sur la Couze d'Ardes

Indices d'Abondance 2021

Sur la Couze d'Ardes en 2021, des tacons 0+ d'automne ont été capturés sur 3 des 4 stations échantillonnées en aval du seuil de Barrège (ROE 3817) (Augnat- 63). La station la plus apicale, située 1,3 km en amont du dernier point déversé ne présentait pas de tacons 0+. Le secteur exploité correspond à un linéaire de 9,7 km où 25 780 alevins ont été déversés (Figure 312). Les indices d'abondance varient de 0 à 17 ind. 0+/5 mn. Toutes stations confondues, l'indice d'abondance moyen de la Couze d'Ardes s'élève à 11,5 individus 0+/5 min +/- 14,5. Au regard du barème existant, celui-ci correspond à une abondance de tacons 0+ considérée comme très faible.

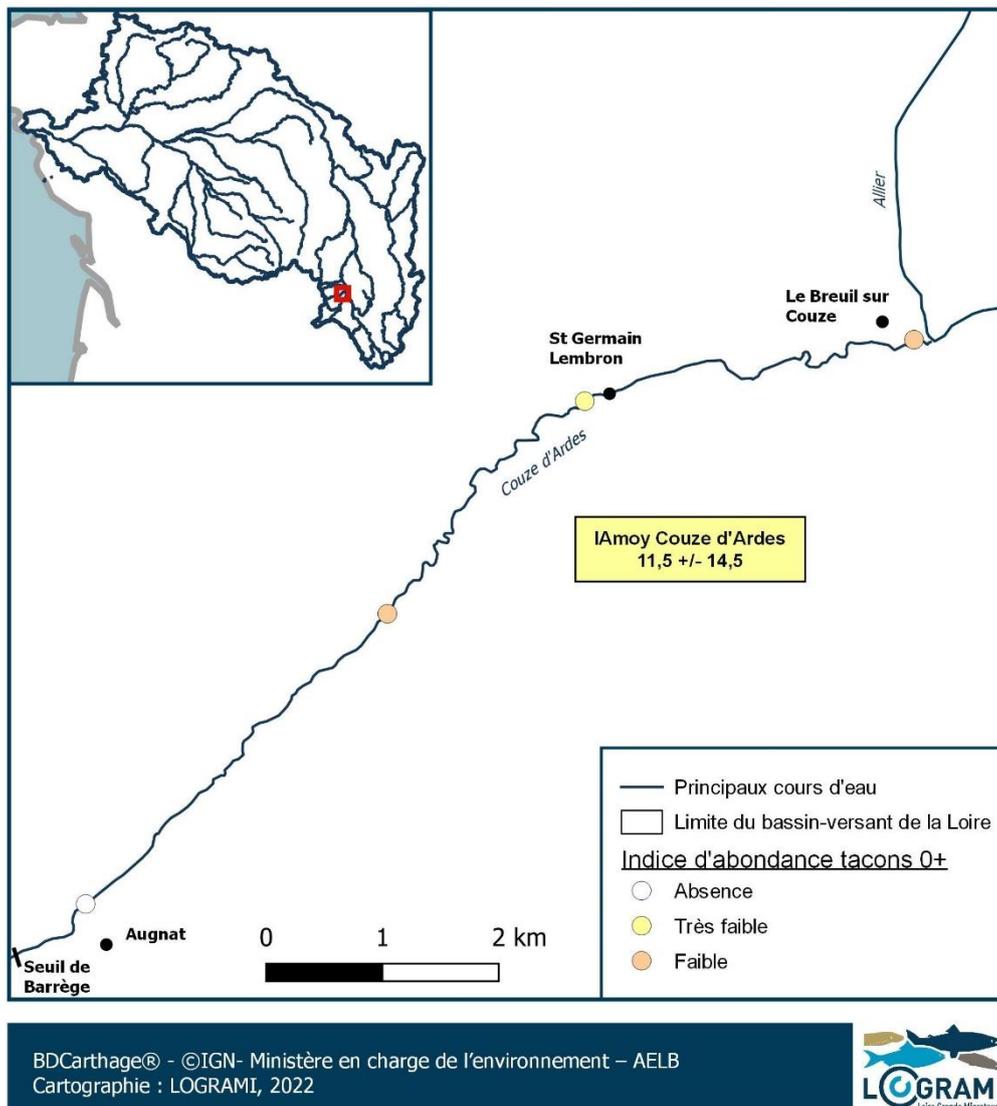


Figure 312 : Indices d'abondance tacons 0+ sur la Couze d'Ardes en 2021 (4 stations)

Comparaison interannuelle des indices d'abondance

L'indice d'abondance moyen de l'année 2021 est inférieur à ceux observés lors des 2 années précédemment alevinées (2018 et 2019) alors que le nombre d'alevins déversés en 2021 (25 780) est légèrement supérieur à celui de 2018 (20 355) et légèrement inférieur à celui de 2019 (29 960). Il est toutefois supérieur à ceux des deux autres années non alevinées (2017 et 2020) (Figure 313).

Bien que très faible, il paraît évident que ce niveau d'abondance de tacons 0+ sur ce cours d'eau, comme pour les deux autres Couze, s'explique par l'alevinage qui y est pratiqué. La Couze d'Ardes ne semble pas être exploitée, au moins depuis 2017, par les géniteurs pour se reproduire.

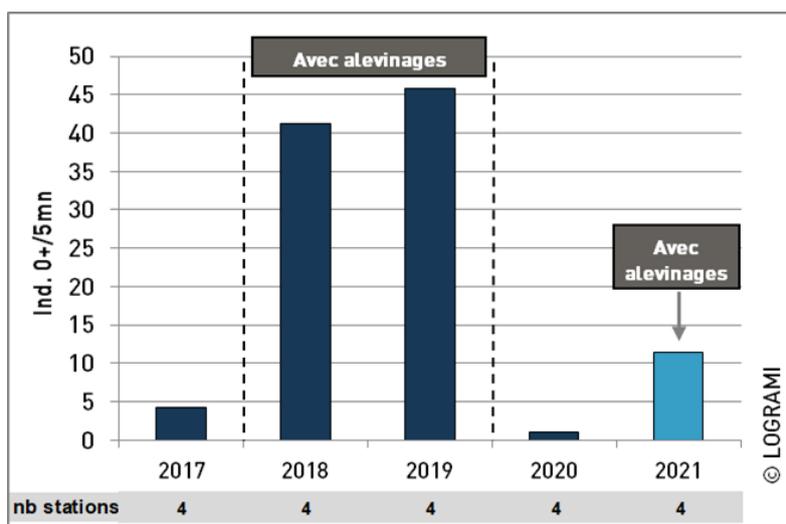


Figure 313 : Indices d'abondance moyens de tacons 0+ sur la Couze d'Ardes depuis 2017

Production de tacons 0+ d'automne

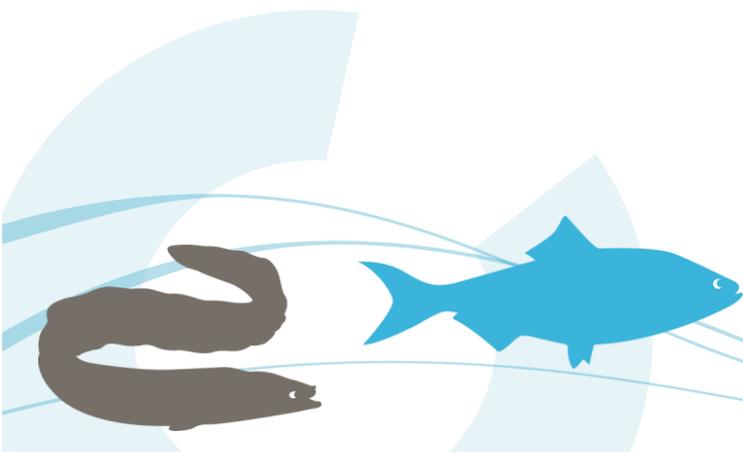
Sur la Couze d'Ardes, le secteur considéré correspond au secteur aleviné (25 780 alevins), long de 10,8 km, compris entre le seuil de Barrège (Agnat-63) et la confluence avec l'Allier (Le Breuil sur Couze-63), sur lequel 4 stations ont été échantillonnées. Le frai en 2020 sur ce cours d'eau étant considéré comme très peu probable, les tacons produits sur ce secteur sont considérés comme déversés.

Selon la méthode estimative employée, la Couze d'Ardes aurait produit, en 2021, 3 182 tacons 0+ d'automne déversés (Tableau 35).

Tableau 35 : Bilan de l'estimation de la production de tacons 0+ d'automne de la Couze d'Ardes en aval du pont Barrège en 2021

Secteur considéré	Surface ERR (m ²)	IA moyen (ind 0+/5mn)	Production tacons 0+ d'automne estimée	Origine présumée tacons
Aval pont Barrège (décrit en 2015)	46 738	11,5	3 182	déversés

Cette production est supérieure à celles observées sans alevinage (2017 et 2020) mais inférieure à celle observée en 2018 et 2019. Elle ne constitue que 27,8 % de la production maximale observée en 2018, qui, elle-même, ne correspondait qu'à 24,4 % de la production maximale théorique (46 738 tacons 0+) (Figure 314 et Figure 315). La quantité d'alevins déversés en 2021 étant jugée légèrement supérieure à celle de 2018 (25 780 contre 20 355, il semblerait que les conditions de développement des juvéniles de saumons de l'année 2021 aient été moins favorables que celles de 2018.



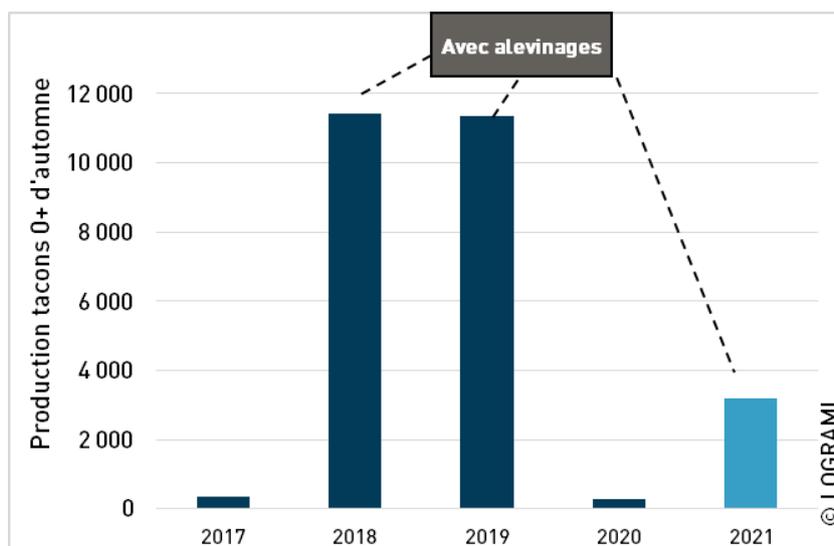


Figure 314 : Production de tacons 0+ d'automne de la Couze d'Ardes en aval du pont Barré depuis 2017

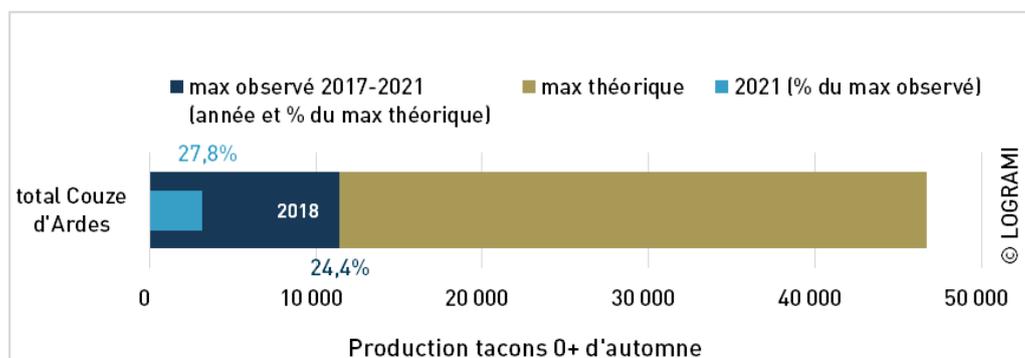


Figure 315 : Production de tacons 0+ d'automne de la Couze d'Ardes en 2021 et comparaison avec les maximums observé et théorique (densité d'1 tacons 0+/m² ERR)

Comme pour la Couze Chambon et la Couze Pavin, l'alevinage sur la Couze d'Ardes permet la production de tacons 0+, candidats à la dévalaison, sur un linéaire moins éloigné de la mer et présentant moins d'obstacles à la dévalaison que le secteur S4 de l'Allier par exemple.

5.4.2.10 Abondances des juvéniles sur les Couzes

Les résultats d'indices d'abondances obtenus sur les Couze(s) permettent de montrer l'apport de production complémentaire de ces affluents par les opérations de déversement. Les productions de ces secteurs sont supérieures à celle du secteur S5 de l'Allier. Malgré la faiblesse des surfaces de production et des quantités déversées, cette stratégie de déversement permet la production d'alevins n'entrant pas en compétition avec des alevins natifs et ajoute donc une production supplémentaire au système global « Allier » (Tableau 36).

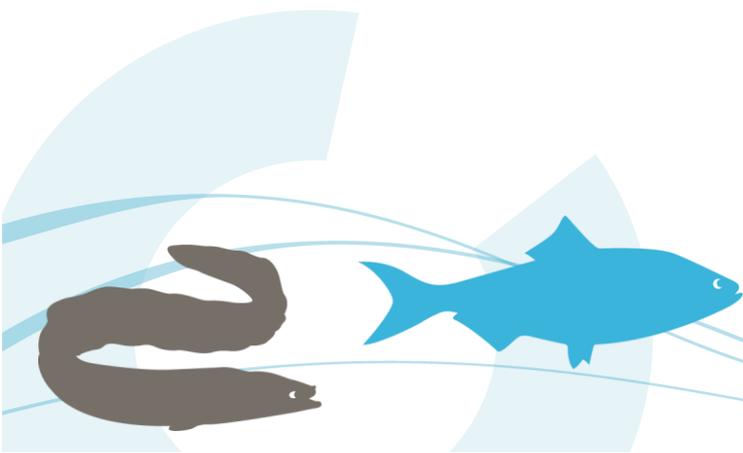
Tableau 36 : Bilan de l'estimation de la production de tacons 0+ d'automne des Couze(s) comparativement au secteur S5 de l'Allier en 2021

Secteur considéré	Linéaire exploité Km	Surface ERR (m ²)	Effectifs déversés	IA moyen (ind 0+/5mn)	Ecart IA moyen (ind 0+/5mn)	Production tacons 0+ d'automne estimée	Variation de production	Part de la production (%)	Origine présumée tacons
Couze Chambon (Aval Neschers - Le Parc (décrit en 2015))	3,8	23 813	15 276	28,0	12,8	3 947	1804	62,90%	Déversés
Couze Pavin (Aval seuil Hôpital Issoire (décrit en 2015))	2,5	16 720	6 205	14,3	12,5	1 415	459	22,55%	Déversés
Couze d'Ardes (Aval pont Barrège (décrit en 2015))	9,7	46 738	25 780	11,5	14,5	3 182	4012	50,70%	Déversés
S5 La Bageasse - Cournon (décrit en 2018)		362 899		6,3	3,4	13 535	0		Mixtes
Total Allier		1 040 259				8 545	6 276		

5.4.2.11 Abondance de juvéniles de saumons sur l'Alagnon

Indices d'Abondance 2021

Sur l'Alagnon en 2021, sur les 17 stations échantillonnées entre Joursac (15) et Beaulieu (63) (55km), 12 présentaient des tacons 0+ d'automne (Figure 316). Les 4 stations les plus apicales ainsi que la seule station échantillonnée dans le Béal dans sa partie amont ne présentaient pas de tacons 0+. Le secteur exploité correspond à un linéaire de 31 km compris entre l'aval de Massiac (15) et la confluence avec l'Allier. Les indices d'abondance varient de 0 à 33 ind. 0+/5 mn. Toutes stations confondues, **l'indice d'abondance moyen de l'Alagnon s'élève à 8,8 individus 0+/5 min +/- 10,5**. Au regard du barème existant, celui-ci correspond à une abondance de tacons 0+ considérée comme très faible. Sur les 2 secteurs exploités, l'abondance moyenne en tacons 0+ du secteur S2 (Massiac-amont Chambezou) paraît légèrement plus élevée que celle du secteur S3 (aval Chambezou) (12,9 individus 0+/5 min +/- 12,1 contre à 9,8 individus 0+/5 min +/- 9,4).



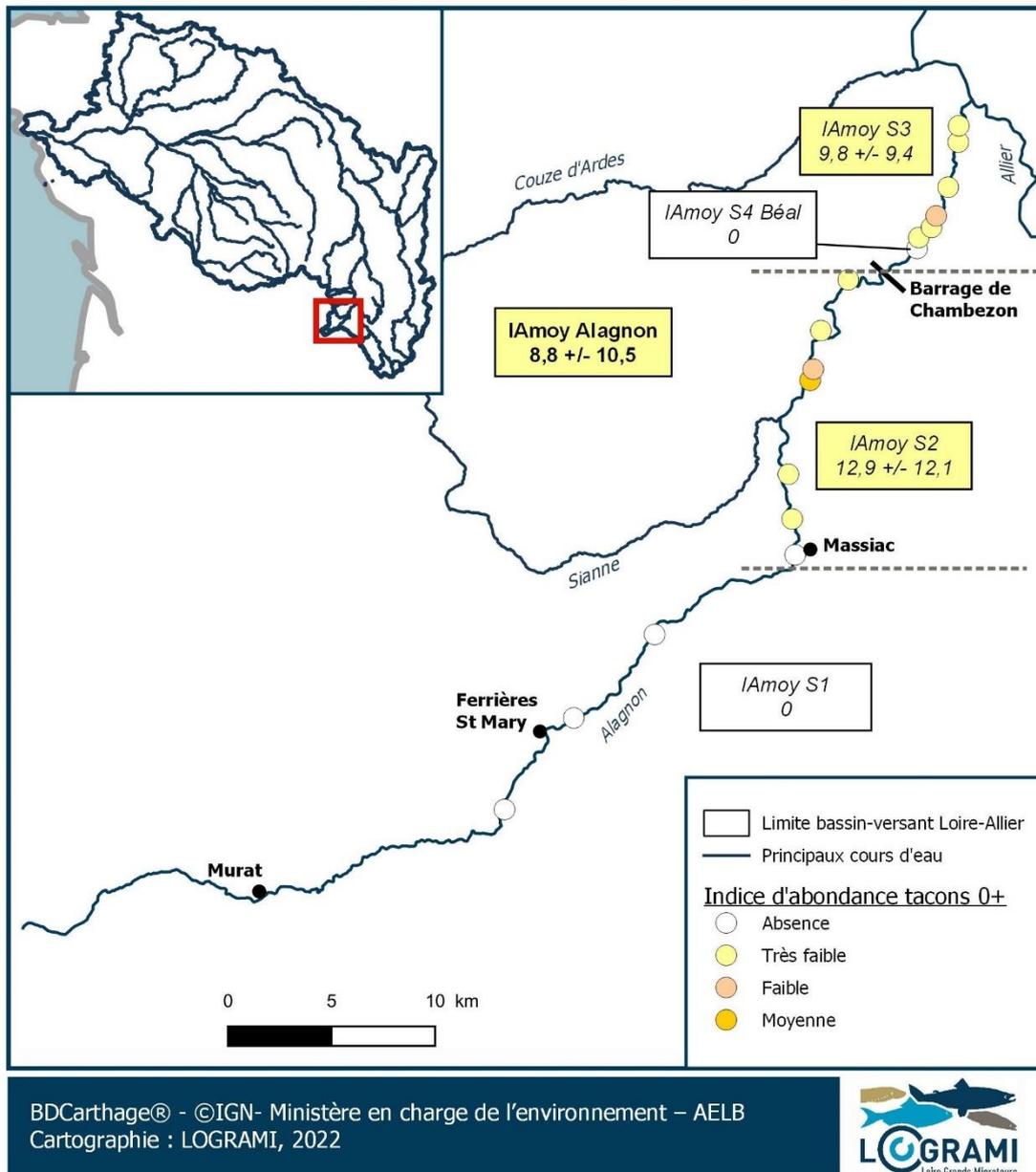


Figure 316 : Indices d'abondance tacons 0+ sur l'Alagnon en 2021 (17 stations)

Comparaison interannuelle des indices d'abondance

Sur le secteur S1 de l'Alagnon (Joursac - Massiac), l'indice d'abondance moyen de l'année 2021 est nul (Figure 317). Depuis l'arrêt des alevinages sur ce secteur en 2015, l'abondance moyenne de tacons 0+ d'automne y est très faible voire souvent nulle. Ce secteur n'est que très occasionnellement exploité par des géniteurs pour se reproduire. Aucune frayère n'y avait été observée en 2020 (Association LOGRAMI, 2021).

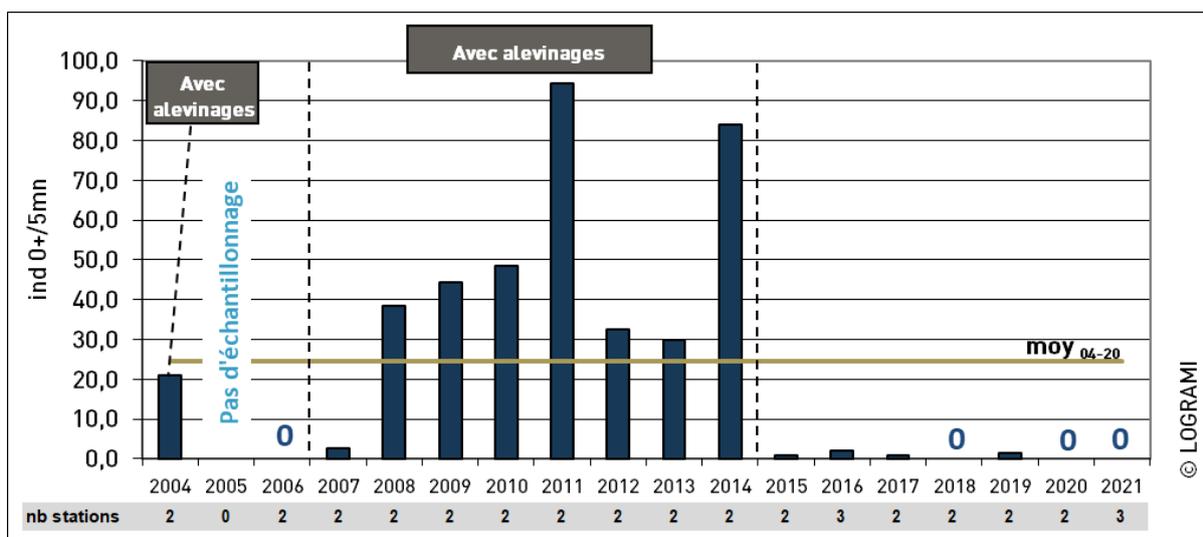


Figure 317 : Indices d'abondance moyens tacons 0+ sur le secteur S1 de l'Alagnon depuis 2004

Sur le secteur S2 de l'Alagnon (Massiac-Seuil de Chambezon), l'indice d'abondance moyen de l'année 2021 est inférieur à la moyenne observée sur la période 2004-2020 (12,9 +/- 12,1 contre 47,2 +/- 55,2) (Figure 318). En l'absence d'alevinage, ce résultat s'explique principalement par la faiblesse des effectifs de géniteurs ayant exploité ce secteur en 2020 pour se reproduire (seulement 12 nids - 70,6 % de nids comptabilisés sur l'Alagnon) (Association LOGRAMI, 2021).

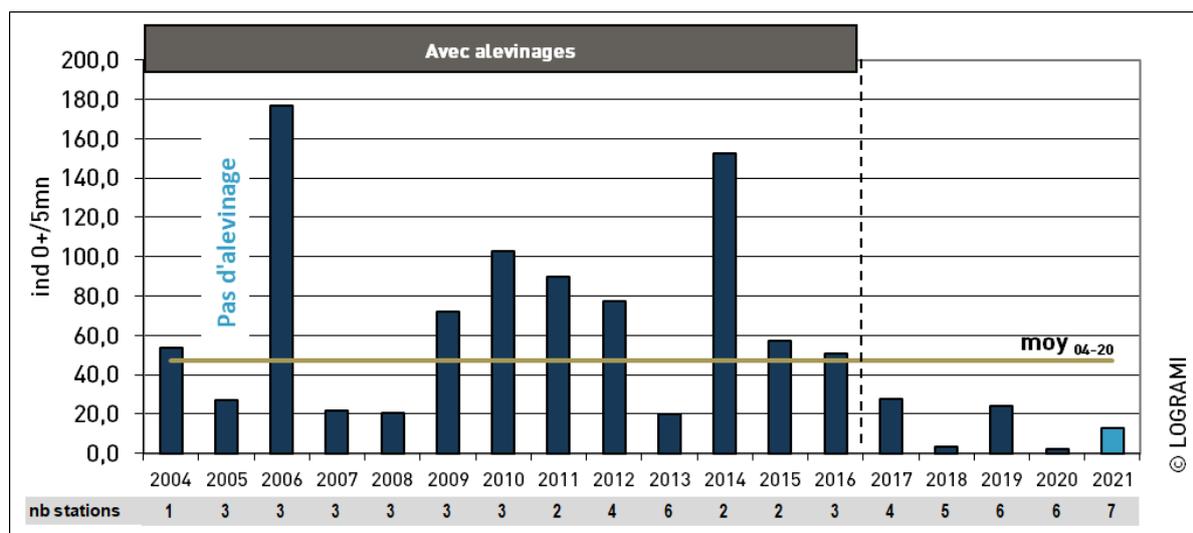


Figure 318 : Indices d'abondance moyens tacons 0+ sur le secteur S2 de l'Alagnon depuis 2004

Sur le secteur S3 de l'Alagnon (Seuil de Chambezon-Confluence Allier), l'indice d'abondance moyen de l'année 2021 est inférieur à la moyenne observée sur la période 2009-2020 (9,8 +/- 9,4 contre 31,5 +/- 34,7) (Figure 319). Comme pour les autres secteurs de l'Alagnon depuis 2017, en l'absence d'alevinage, ce résultat s'explique principalement par la faiblesse des effectifs de géniteurs ayant exploité ce secteur en 2020 (seulement 2 nids - 11,8 % des nids comptabilisés sur l'Alagnon) (Association LOGRAMI, 2021).

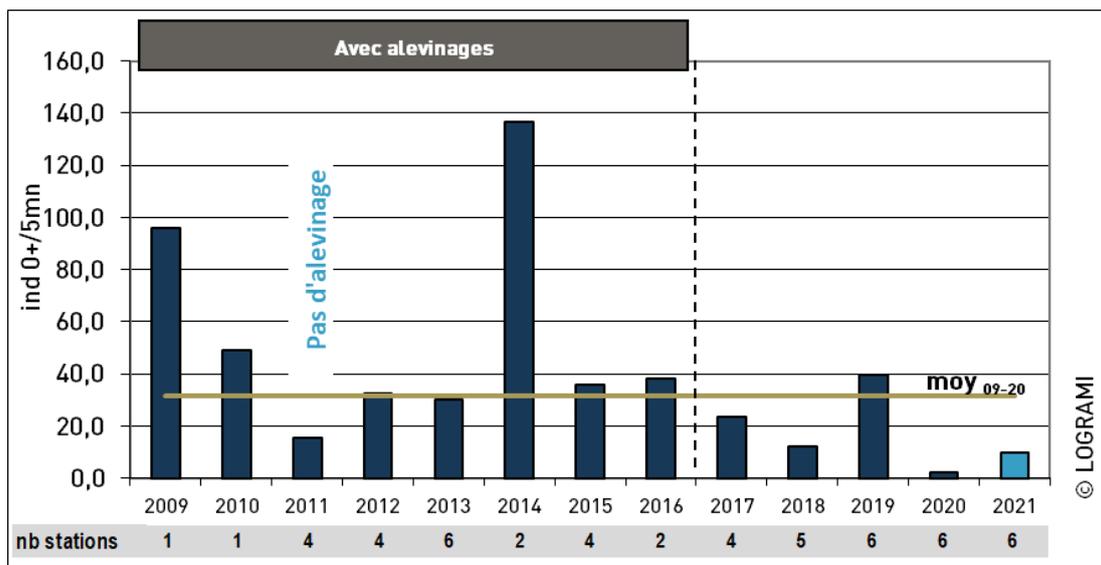


Figure 319 : Indices d'abondance moyens tacons 0+ sur le secteur S3 de l'Alagnon depuis 2009

Sur le secteur S4 de l'Alagnon (Béal des Moulins), l'indice d'abondance moyen de l'année 2021 est nul (Figure 320). Comme pour les autres secteurs de l'Alagnon depuis 2017, ce résultat s'explique principalement par la faiblesse des effectifs de géniteurs ayant exploité ce secteur en 2020 (seulement 2 nids - 11,8 % des nids comptabilisés sur l'Alagnon) (Association LOGRAMI, 2021) mais aussi par la probable dégradation des conditions de développement des juvéniles induite par la nouvelle gestion hydraulique de ce bief artificiel qui consiste à limiter l'alimentation en eau du Béal à l'étiage à l'aide d'un seuil déversant (Figure 321), au profit de la vie aquatique du tronçon court-circuité (lit naturel).

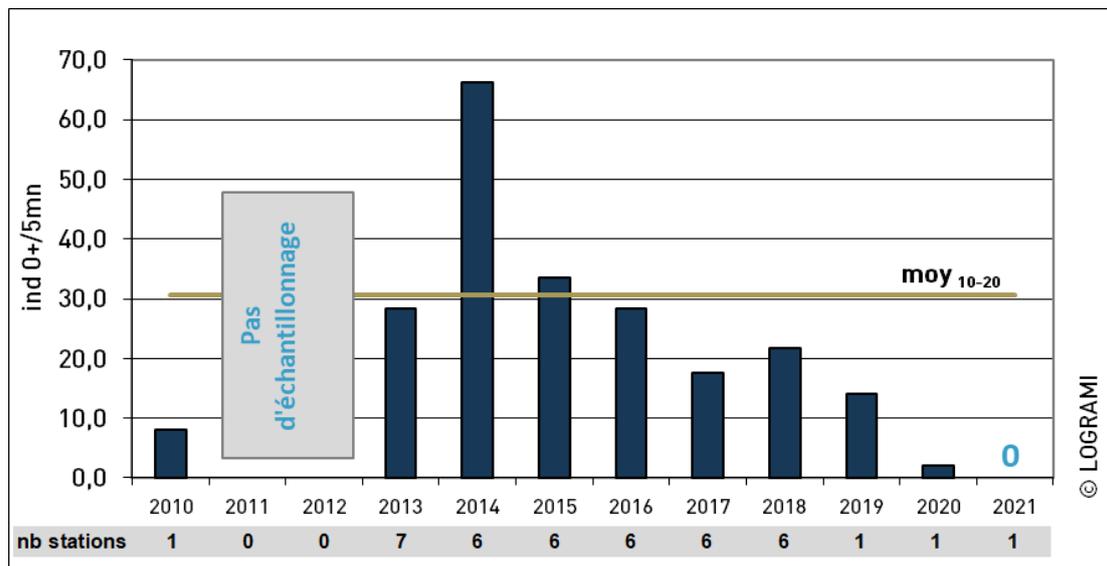


Figure 320 : Indices d'abondance moyens tacons 0+ sur le secteur S4 de l'Alagnon (Béal des Moulins) depuis 2010

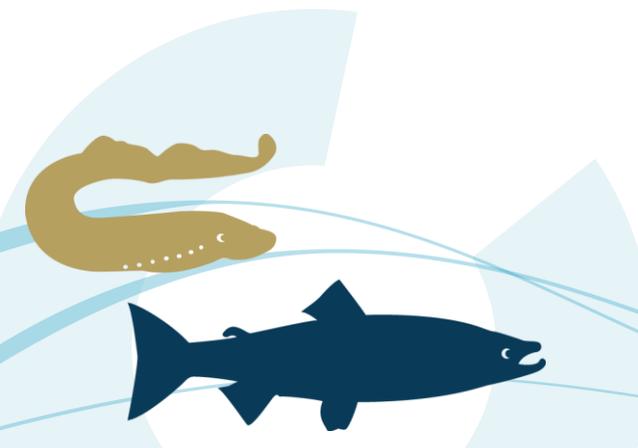




Figure 321 : Ouvrage de limitation du débit du Béal à l'étiage installé en 2021 (Crédit : LOGRAMI)

Production de tacons 0+ d'automne

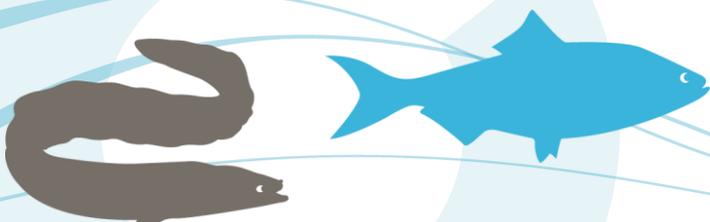
Sur l'Alagnon, 4 secteurs ont été considérés : le cours principal entre le pont de Vernet à Joursac et Massiac (S1), le cours principal entre Massiac et le seuil de Chambezon (S2), le cours principal en aval du seuil de Chambezon (S3) et le Béal des Moulins (S4). Pour la cinquième année consécutive, suite à une demande des acteurs locaux, l'**Alagnon sur l'ensemble de son cours n'a pas été aleviné en 2021. Tous les tacons produits sur l'Alagnon en 2021 sont donc des natifs.**

Selon la méthode estimative employée, l'**Alagnon aurait produit en 2021, 16 127 tacons 0+ d'automne natifs** (Tableau 37). Seuls les secteurs S2 et S3 ont été productifs. Cette production est inférieure à la moyenne observée sur la période 2004-2020 (78 754 +/- 64 910 ; min : 3 205 et max : 245 573) et constitue la 3^e moins importante production devant celles des années 2020 et 2018 (Figure 322). Elle ne représente que 6,6 % de la production maximale observée en 2014 (année très favorable au développement des juvéniles de saumons), qui, elle-même, correspondait à 68,1 % de la production maximale théorique (360 543 tacons 0+) (Figure 323).

Tableau 37 : Bilan de l'estimation de la production de tacons 0+ d'automne des différents secteurs de l'Alagnon en 2021

Secteur considéré	Surface ERR (m ²)	IA moyen (ind 0+/5mn)	Production tacons 0+ d'automne estimée	Part de la production (%)	Origine présumée tacons
Pont du Vernet - Massiac-Moulin Grand (décrit en 1999)	117 312	0	0	0 %	natifs
Massiac-Moulin Grand - Seuil de Chambezon (décrit en 1999)	145 889	12,9	11 141	69,1 %	natifs
Seuil de Chambezon - confluence Allier (décrit en 1999)	85 932	9,8	4 985	30,9 %	natifs
Béal des Moulins (décrit en 2018)	11 410	0	0	0 %	natifs
Total Alagnon	1 040 259		16 127		

Avec 11 141 tacons 0+ produits, le secteur S2 de l'Alagnon contribue le plus fortement à la production globale de l'Alagnon en 2021 (60,1 %) (Tableau 37). Ceci semble cohérent avec la forte



proportion de nids comptabilisés sur ce secteur S2 en 2020 (70,2 % des nids de l'Alagnon) qui laissait envisager une amélioration de la franchissabilité du seuil de Chambezon, depuis longtemps considéré comme très pénalisant pour la migration des géniteurs (Association LOGRAMI, 2021).

Malgré la présence d'une seule frayère en 2020, l'absence de production sur le secteur S4 (Béal), révèle une fois de plus que cette « ancienne » zone de replis de type frayère forcée induite par des difficultés de franchissement de l'ouvrage de Chambezon est moins productive que le cours principal de l'Alagnon. L'aménagement d'une nouvelle passe à poissons à priori plus fonctionnelle au seuil de Chambezon se traduirait donc par un gain de productivité des nids.

Les productions de chaque secteur sont toutes inférieures aux valeurs maximales observées (Figure 323). Les secteurs S2 et S3 représente respectivement 7,3 % et 7,2 % des maximums observés en 2006 et 2014.

Avec une production estimée en 2006 correspondant à 104,8 % du maximum théorique (probablement surestimé car calculée avec une seule station), le secteur S2 est le secteur qui présente le meilleur taux d'exploitation historique. Le secteur S3 a lui aussi montré un bon taux d'exploitation en 2014 (80,8 %). Ces résultats historiques révèlent les capacités productives indéniables de l'Alagnon.

Bien que paraissant limitée par rapport à celles observées durant les années avec alevinages, la production de juvéniles natifs de 2021 sur l'Alagnon constitue une réponse positive et exemplaire des saumons aux différentes décisions de gestion prises sur ce cours d'eau.

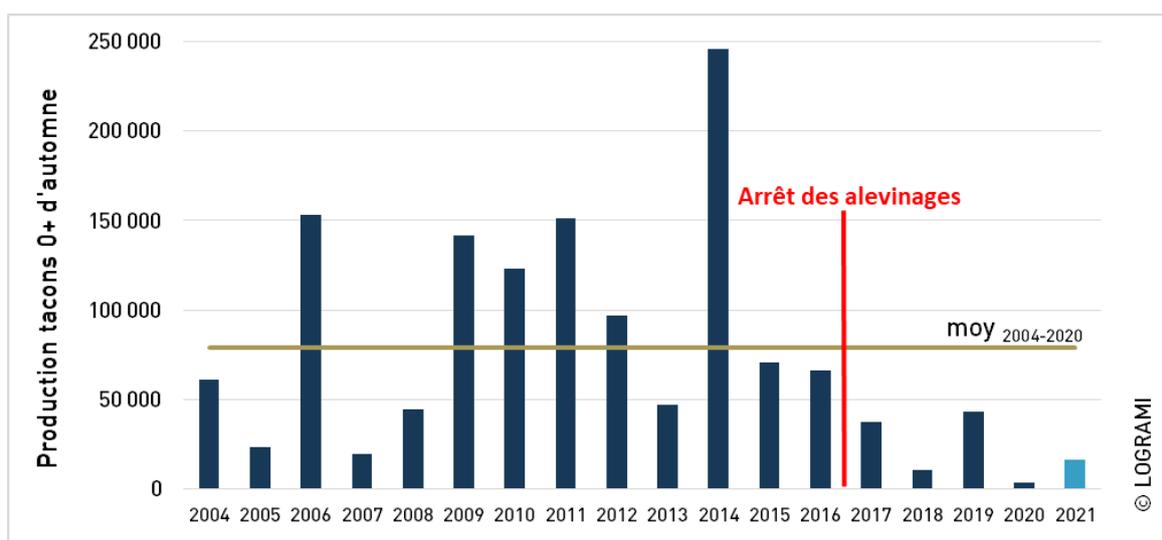


Figure 322 : Production de tacons 0+ d'automne de l'Alagnon depuis 2004

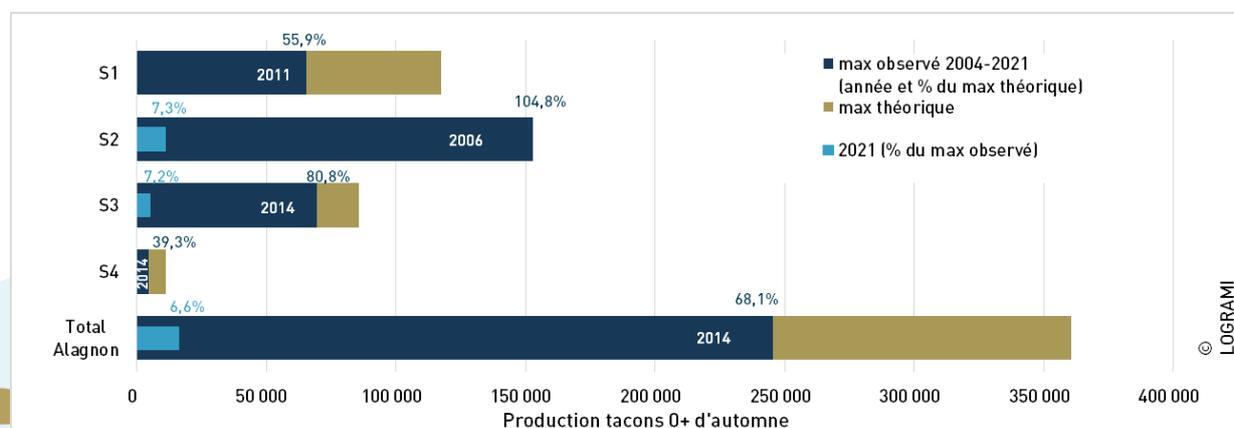


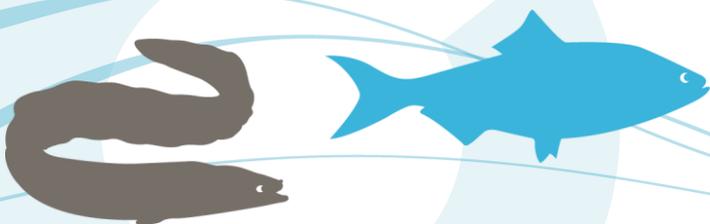
Figure 323 : Production de tacons d'automne 0+ des secteurs de l'Alagnon en 2021 et comparaison avec les maximums théorique (densité d'1 tacons 0+/m² ERR) et observé

5.4.2.12 Abondance de juvéniles de saumons sur la Senouire

Indices d'Abondance 2021

En raison d'une pollution survenue en janvier 2021 ayant impacté l'aval de Paulhaguet, aucun déversement d'alevin n'y a été réalisée au printemps suivant. Afin d'alléger l'effort d'échantillonnage qui vise principalement à suivre l'implantation des juvéniles déversés sur ce cours d'eau, sur les 7 stations habituellement échantillonnées, seules les 3 stations les plus aval entre Blannat (Domeyrat-43) et la Léproserie à proximité de la confluence avec l'Allier (Vieille-Brioude-43) (9,75 km) l'ont été en 2021.

Sur les 3 stations échantillonnées, 2 présentaient des tacons 0+ d'automne (Figure 324). La station la plus apicale en aval de Domeyrat (43) n'en présentait pas alors qu'un tacon 0+ a été capturé par la FDAAPPMA 43 en septembre quelques centaines de mètres plus en amont (amont Domeyrat) (S. Nicolas, com. pers). Il est donc plus que probable que la Senouire ait été exploitée par des géniteurs pour se reproduire en 2020 sur un secteur situé en amont du linéaire suivi par LOGRAMI fin novembre 2020 (confluence Allier-Lavaudieu). Les tacons 0+ capturés sur la Senouire en 2021 ont donc été considérés comme natifs. Les indices d'abondance varient de 0 à 8 ind.0+/5 mn. Toutes stations confondues, **l'indice d'abondance moyen de la Senouire s'élève à 3,0 individus 0+/5 min +/- 4,4**. Au regard du barème existant, celui-ci correspond à une abondance de tacons 0+ considérée comme très faible.



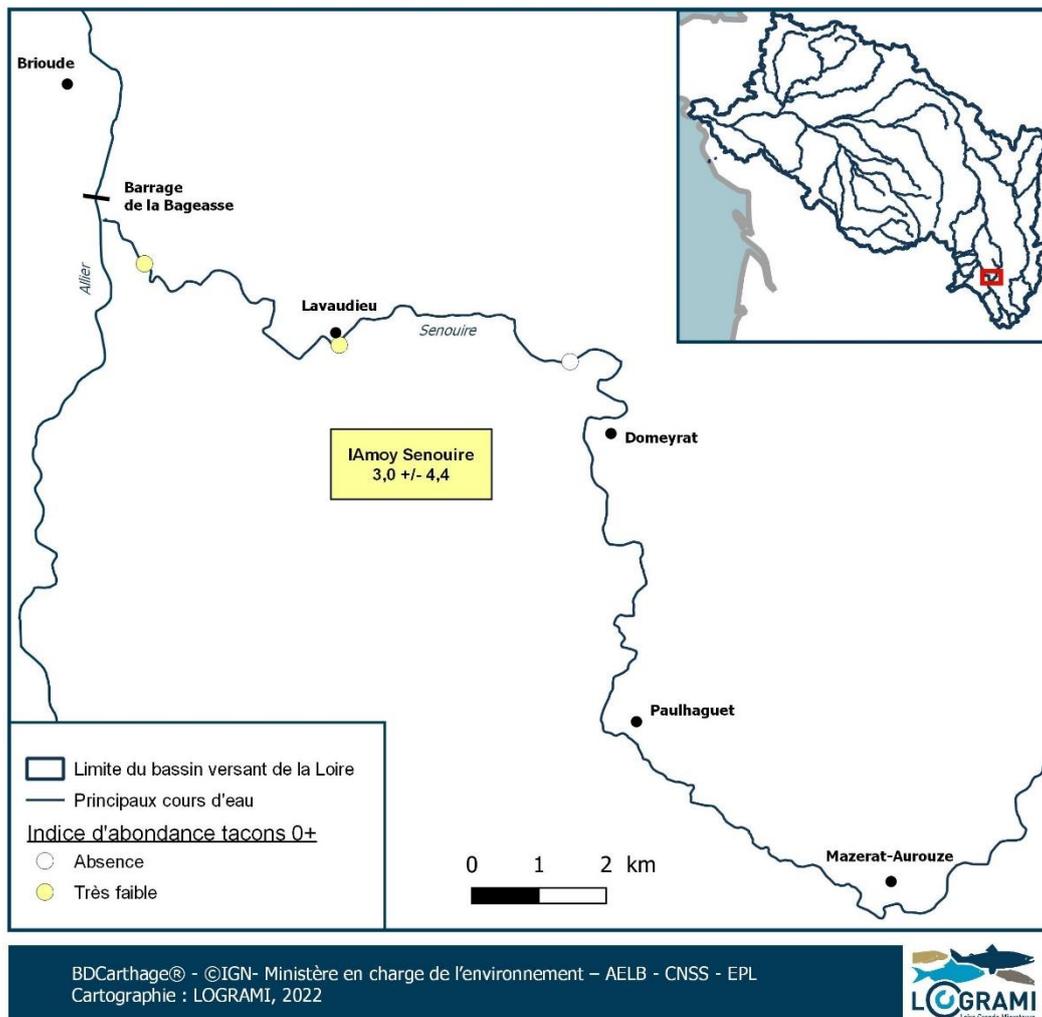


Figure 324 : Indices d'abondance tacons 0+ sur la Senouire en 2021 (3 stations)

Comparaison interannuelle des indices d'abondance

L'indice d'abondance moyen de l'année 2021 est le plus faible observé sur la Senouire depuis 2017 (Figure 325). Il peut s'apparenter à celui de 2017 mais il est très nettement inférieur à ceux obtenus avec les alevinages. L'absence d'alevinage conjuguée à l'impact probable de la pollution de janvier 2021 (diminution survie sous gravier, dégradation de la ressource alimentaire) peut expliquer ce déclin d'abondance.

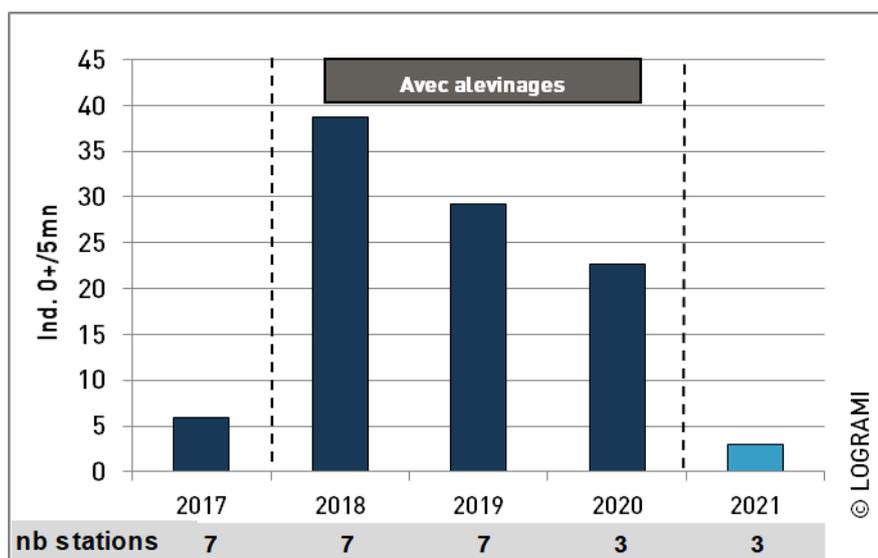


Figure 325 : Indices d'abondance moyens tacons 0+ sur la Senouire depuis 2017

Production de tacons 0+ d'automne

Sur la Senouire, le secteur considéré correspond au secteur « Blannat-Confluence Allier », long de 9,75 km, sur lequel 3 stations ont été échantillonnées. La Senouire n'ayant pas été alevinée en 2021 en raison d'une pollution survenue en janvier de cette même année, les tacons produits sur ce secteur sont considérés comme natifs.

Selon la méthode estimative employée, la Senouire aurait produit, en 2021, 1 137 tacons 0+ d'automne natifs (Tableau 38). Cette production, comme le révélait la comparaison interannuelle des indices, est la plus faible observée depuis 2017 (Figure 326). Elle ne correspond qu'à 3,8 % de la production maximale observée en 2018 (max : 29 990) qui, elle-même, ne correspondait qu'à 18,1 % de la production maximale théorique (165 796 tacons 0+) (Figure 327).

Malgré la présence d'une faible quantité de tacons 0+ d'automne témoignant d'une reproduction naturelle effective sur la Senouire, probablement impactée par la pollution de janvier 2021, l'absence d'alevinage induit un déficit de production comparativement aux 3 années alevinées (2018, 2019 et 2020) où en moyenne 23 429 +/- 6 231 tacons 0+ d'automne étaient produits.

Tableau 38 : Bilan de l'estimation de la production de tacons 0+ d'automne de la Senouire en 2021

Secteur considéré	Surface ERR (m ²)	IA moyen (ind 0+/5mn)	Production tacons 0+ d'automne estimée	Origine présumée tacons
Aval Blannat - conf Allier (décrit en 2016)	64 023	3	1 137	natifs

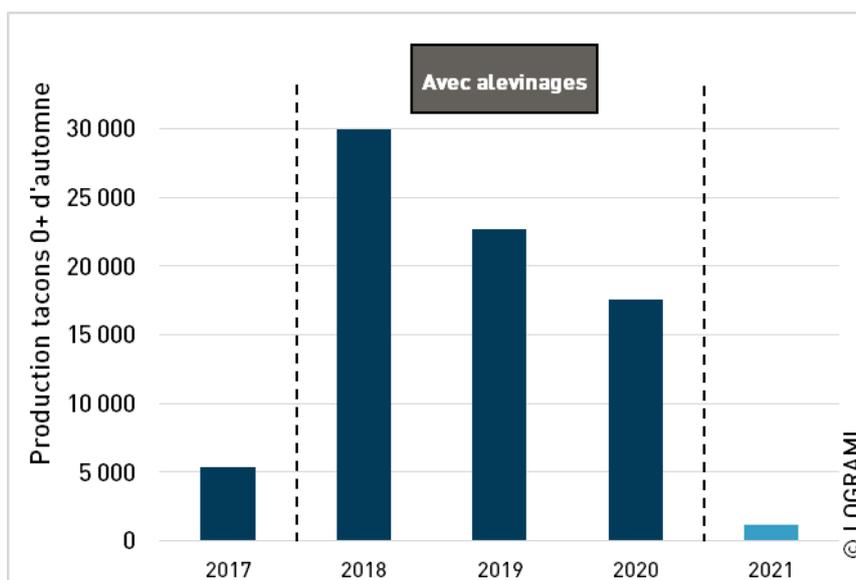


Figure 326 : Production de tacons 0+ d'automne de la Senouire depuis 2017

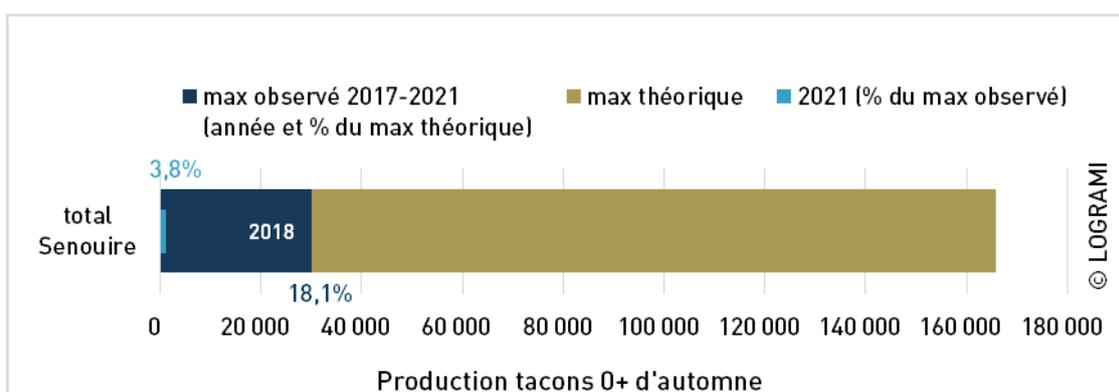


Figure 327 : Production de tacons d'automne 0+ de la Senouire en 2021 et comparaison avec les maximums théorique (densité d'1 tacons 0+/m² ERR) et observé.

5.4.2.13 Abondance de juvéniles de saumons sur la Cronce

Indice d'Abondance 2021

La Cronce est un petit affluent alti-ligérien rive gauche de l'Allier dont la confluence se situe en amont de Lavoûte-Chilhac (43) sur le secteur S4 de l'Allier et sur lequel est implanté un incubateur de terrain (La Prade) géré par l'Association Protectrice du Saumon. Suite à la demande émanant de cette association, de suivre le résultat de la dissémination manuelle de 5 842 alevins, sur les 11 725 produits par l'incubateur, une station a été échantillonnée par pêche électrique en 2021. Ces alevins ont été produits à partir de 15 000 œufs oeillés de saumons sauvages en provenance du CNSS. Les alevins ont été répartis sur 4 points sur les premiers 1,1 km de la Cronce entre le 7 avril et le 2 mai 2021.

La station d'échantillonnage située à Aubazat (43) correspond aux 200 premiers mètres de la Cronce depuis la confluence avec l'Allier (Figure 328).

L'indice d'abondance obtenu sur cette station est de 55 tacons 0+/5 min. Il correspond à une abondance pouvant être considérée comme moyenne. A titre de comparaison, cet indice est plus élevé que ceux observés sur les stations alevinées du secteur S4 de l'Allier (max : 28 tacons 0+/5 min.).

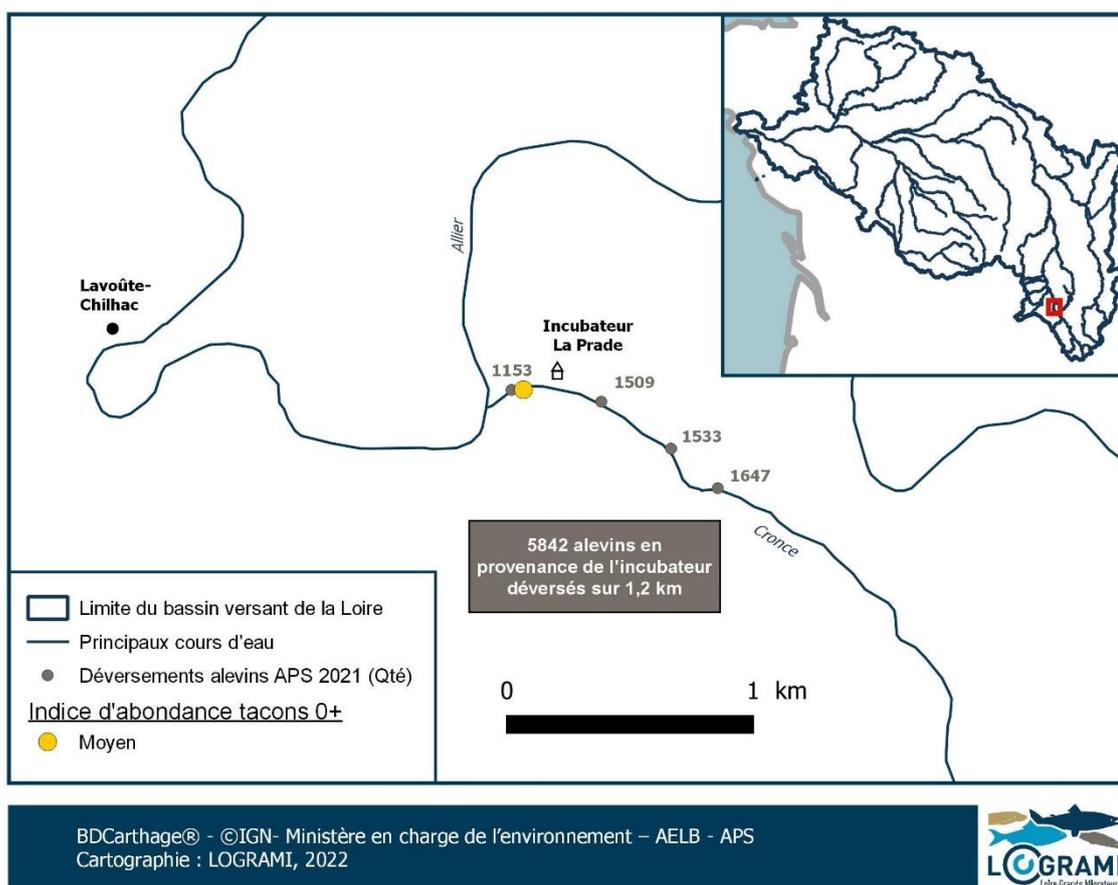


Figure 328 : Indice d'abondance tacons 0+ sur la Crouce en 2021 (1 station) et déversement d'alevins (APS)

Production de tacons 0+ d'automne

Sur la Crouce, le secteur considéré correspond aux premiers 1 100 m sur lesquels ont été déversés les 5 842 alevins et sur lesquels la station a été échantillonnée. La surface ERR permettant de calculer la production (à partir de l'IA converti en densité) a été estimée par l'APS à 3 000 m² (largeur moyenne à 2,72 m). Les tacons produits sur ce secteur sont considérés comme déversés.

Selon la méthode estimative employée, la Crouce aurait produit, en 2021, 977 tacons 0+ d'automne déversés (Tableau 39). Ce résultat révèle des capacités productives de ce « petit » affluent qui mériteraient d'être plus finement expertisées.

Tableau 39 : Bilan de l'estimation de la production de tacons 0+ d'automne de la Crouce en 2021

Secteur considéré	Surface ERR (m ²)	IA moyen (ind 0+/5mn)	Production tacons 0+ d'automne estimée	Origine présumée tacons
1100 premiers mètres en amont de la confluence avec l'Allier	3 000	55	977	Déversés

5.4.2.14 Abondance de juvéniles de saumons sur la Desges

Indices d'Abondance 2021

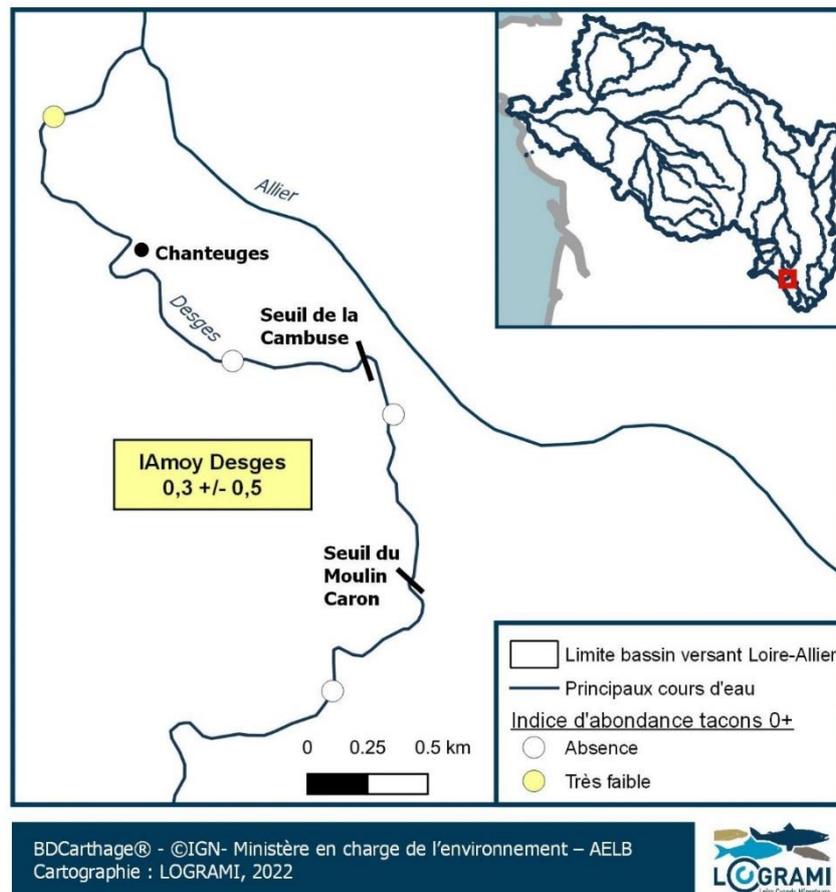


Figure 329 : Indices d'abondance tacons 0+ sur la Desges en 2021 (4 stations)

Sur la Desges en 2021, des tacons 0+ d'automne ont été capturés uniquement sur la plus aval des 4 stations échantillonnées (Figure 329). Le linéaire potentiellement colonisé se limite aux premiers hectomètres de la Desges en aval du bourg de Chanteuges (43). Les indices d'abondance varient de 0 à 1 ind. 0+/5 mn. Toutes stations confondues, l'indice d'abondance moyen de la Desges s'élève à 0,3 individus 0+/5 mn +/- 0,5. Au regard du barème existant, celui-ci correspond à une abondance de tacons 0+ considérée comme très faible. Non alevinée car sa confluence avec l'Allier se situe dans le secteur S3 de l'Allier, la Desges accueille des tacons 0+ natifs. Au regard de la très faible abondance et de sa localisation, il est fort probable qu'il s'agisse de tacons natifs de l'Allier ayant colonisé la Desges sur son extrémité aval.

Comparaison interannuelle des indices d'abondance

L'indice d'abondance moyen de l'année 2021 est le second plus faible observé sur la Desges depuis 2017, derrière l'absence de tacons 0+ en 2018 (Figure 330). Comme supposé plus haut, il est fort probable qu'en 2020, comme en 2017 (année de reproduction), aucun géniteur ne se soit reproduit sur la Desges. A l'inverse, quoique faibles, les abondances observées sur les 2 premières stations aval en 2017, 2019 et 2020 laissaient imaginer la possibilité d'une reproduction de saumons sur la Desges en 2016, 2018 et 2019, notamment présumée par la présence avérée de cadavres de saumon en 2019.

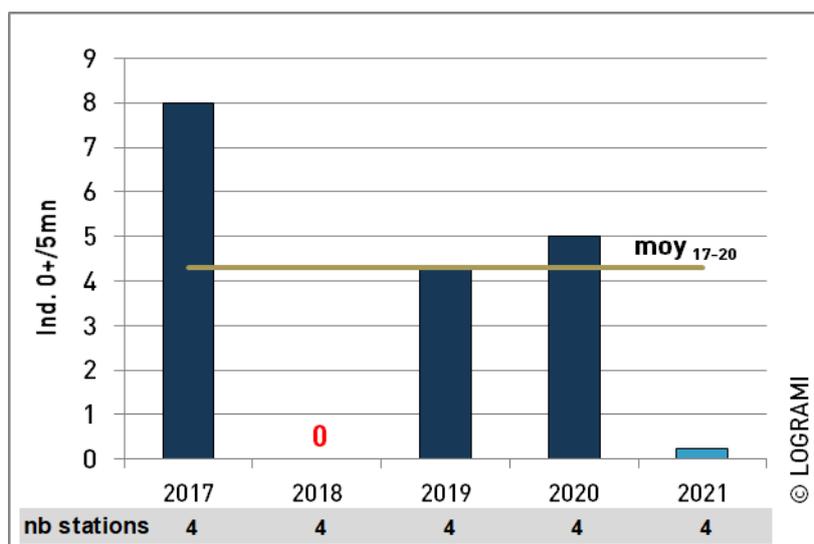


Figure 330 : Indices d'abondance moyens tacons 0+ sur la Desges depuis 2017

Production de tacons 0+ d'automne

Sur la Desges, le secteur considéré correspond au secteur « Seuil de la Cambuse-Confluence Allier », long de 2,75 km, sur lequel 2 stations ont été échantillonnées.

Selon la méthode estimative employée, la Desges aurait produit, en 2021, 25 tacons 0+ d'automne natifs (Tableau 40). Cette production, comme le révélait la comparaison interannuelle des indices, est la seconde plus faible observée depuis 2017 (Figure 331). Elle ne correspond qu'à 1,9 % de la production maximale observée en 2017 (max : 1 348) qui, elle-même, ne correspondait qu'à 1,3 % de la production maximale théorique (105 543 tacons 0+) (Figure 332).

Au regard des capacités productives qu'elle présente et selon nos échantillonnages, qui ne ciblent volontairement que les 4,75 premiers kilomètres aval car déjà jalonnés par 2 ouvrages difficilement franchissables par les géniteurs, la Desges est bien loin d'être exploitée à sa juste valeur par les saumons.

Tableau 40 : Bilan de l'estimation de la production de tacons 0+ d'automne de la Desges en 2021

Secteur considéré	Surface ERR (m ²)	IA moyen (ind 0+/5mn)	Production tacons 0+ d'automne estimée	Origine présumée tacons
Seuil de la Cambuse-confluence Allier (décrit en 2016)	14 227	0,3	25	natifs

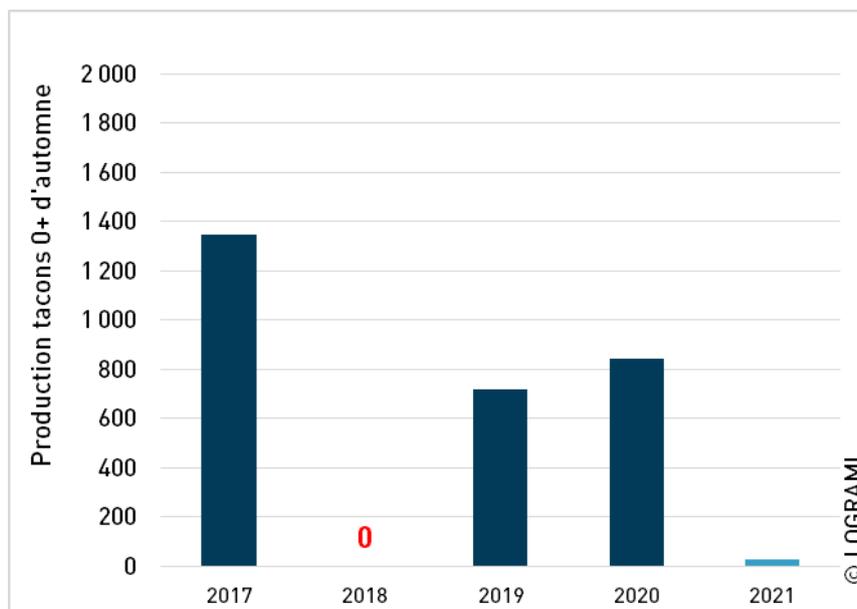


Figure 331 : Production de tacons 0+ d'automne de la Desges depuis 2017

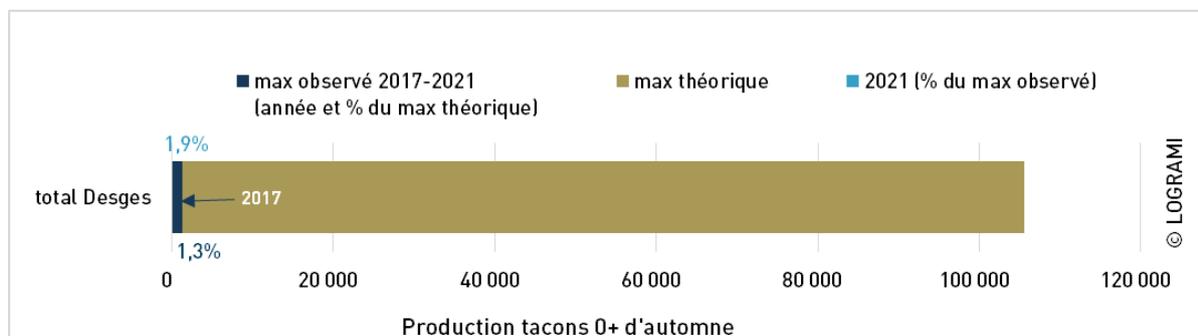


Figure 332 : Production de tacons d'automne 0+ de la Desges en 2021 et comparaison avec les maximums théorique (densité d'1 tacons 0+/m² ERR) et observé.

5.4.2.15 Abondance de juvéniles de saumons sur le Chapeauroux

Indices d'Abondance 2021

Sur les 3 stations échantillonnées sur le Chapeauroux en 2021 entre Saint Bonnet de Montauroux et la confluence avec l'Allier (5,7 km), seule la station située la plus en aval a fait l'objet de captures de tacons 0+ d'automne avec un indice d'abondance considéré comme faible (20 ind. 0+/5 mn) (Figure 333). Le linéaire potentiellement colonisé paraît donc restreint au premier kilomètre du Chapeauroux en aval du barrage de Paulin (ROE 47499).

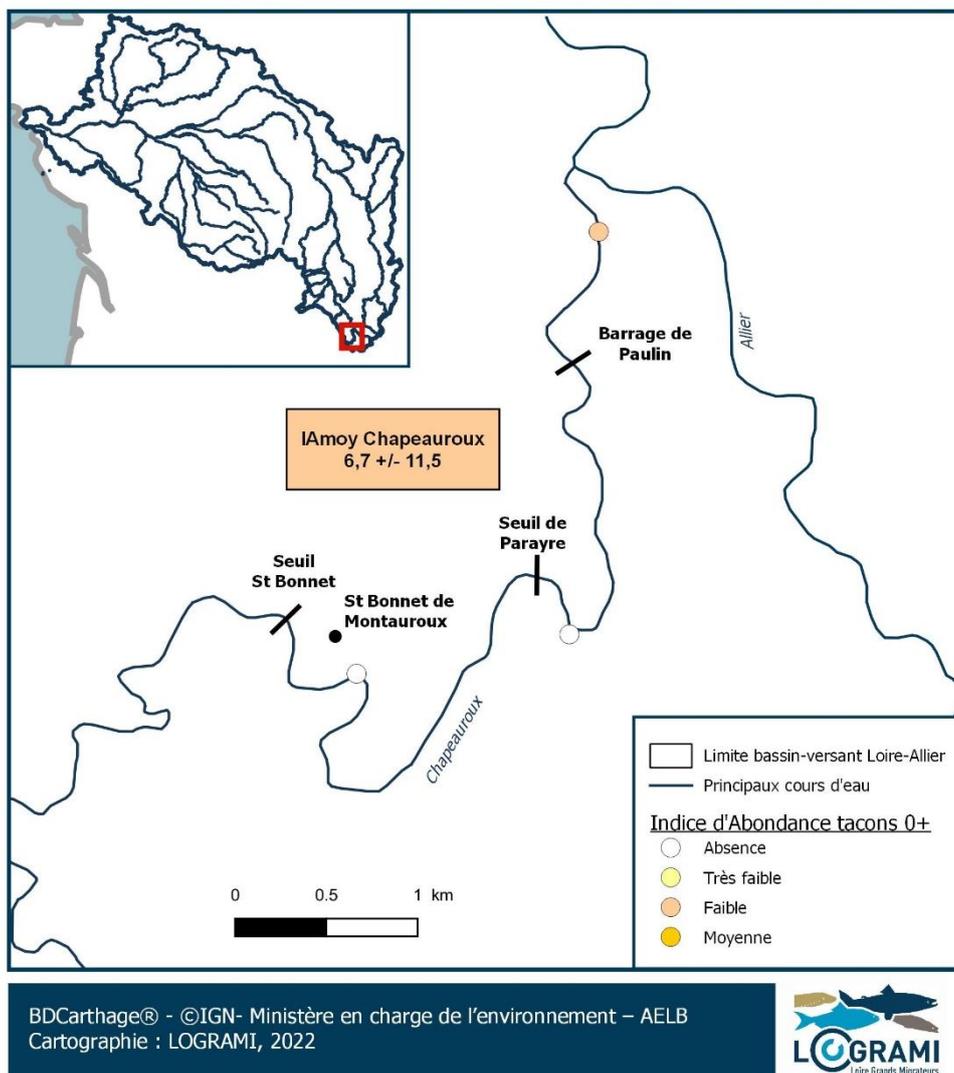


Figure 333 : Indices d'abondance tacons 0+ sur le Chapeauroux en 2021 (3 stations)

Comparaison interannuelle des indices d'abondance

La station du Chapeauroux "Aval Passerelle STEP Chapeauroux" échantillonnée en 2021 avait déjà fait l'objet de 3 échantillonnages en 2012, 2013 et 2015. A chaque fois, des tacons 0+ avaient été capturés (Figure 334). L'indice d'abondance de 2021 correspond au second meilleur indice observé derrière celui de 2012 (43 tacons 0+/5min).

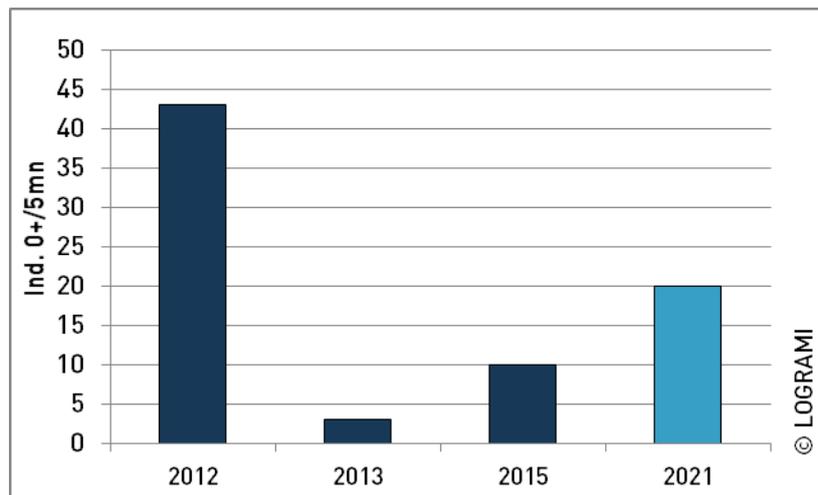


Figure 334 : Indice d'Abondance tacons 0+ sur la station du Chapeauroux "Aval Passerelle STEP Chapeauroux" en 2012, 2013, 2015 et 2021

Production de tacons 0+ d'automne

Pour ce calcul, seul l'indice d'abondance et les surfaces ERR du secteur situé en aval de la passerelle de la STEP de Chapeauroux ont été considérés (1 264 m² d'ERR décrits en 1999). Ainsi, le Chapeauroux aurait produit en 2021, 150 tacons 0+ d'automne (Tableau 41). Cette production ne correspond qu'à 12,3 % de la production maximale observée en 2012 (max : 1 219) qui, elle-même, ne correspondait qu'à 1 % de la production maximale théorique (126 296 tacons 0+) (Figure 336). Pour rappel en 1999, 126 296 m² d'ERR avait été inventoriés sur le Chapeauroux pour un linéaire décrit de 22 km jusqu'au barrage d'Auroux (dérivation de l'eau du Chapeauroux pour stockage dans la retenue de Naussac) (48) (Minster & Bomassi, 1999).

Tableau 41 : Bilan de l'estimation de la production de tacons 0+ d'automne de le Chapeauroux en 2021

Secteur considéré	Surface ERR (m ²)	IA moyen (ind 0+/5mn)	Production tacons 0+ d'automne estimée	Origine présumée tacons
Conf Allier-Passerelle STEP Chapeauroux (décrit 1999)	1 264	20	150	mixtes

Même si les échantillonnages des années précédentes, réalisés alors que le secteur S2 de l'Allier n'était pas aleviné, ont montré que le Chapeauroux pouvait produire des tacons 0+ natifs, la proximité avec des points de déversements sur l'Allier en 2021 (750 m en aval et 1300 m en amont de la confluence) ne permet pas d'exclure la possibilité que les tacons 0+ du Chapeauroux en soient issus.

D'origine pouvant être considérée comme mixte, la production de tacons 0+ d'automne du Chapeauroux en 2021 est très réduite et limitée au secteur situé en aval du seuil Paulin. Ce cours d'eau qui présenterait une production potentielle maximale estimée à 126 296 tacons 0+ d'automne apparaît très nettement sous-exploité.

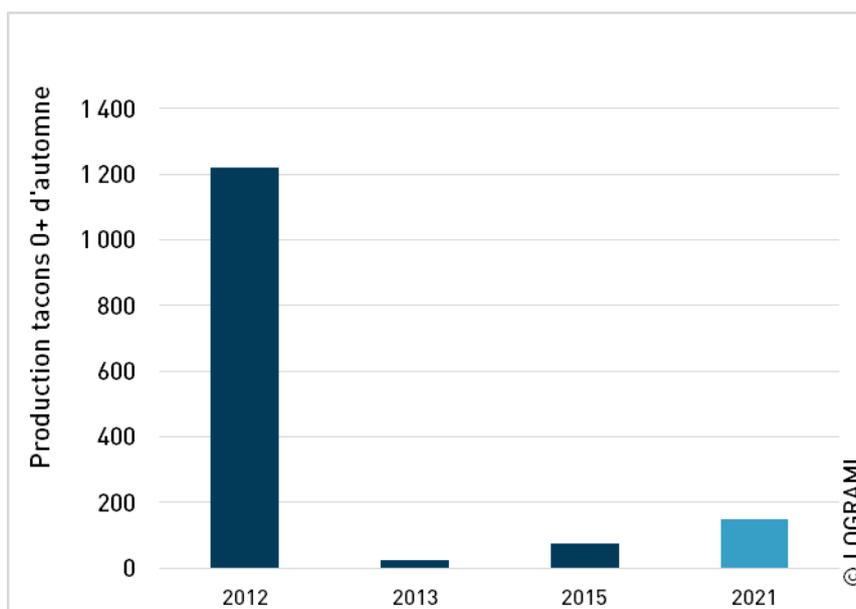


Figure 335 : Production de tacons 0+ d'automne du Chapeauroux depuis 2012

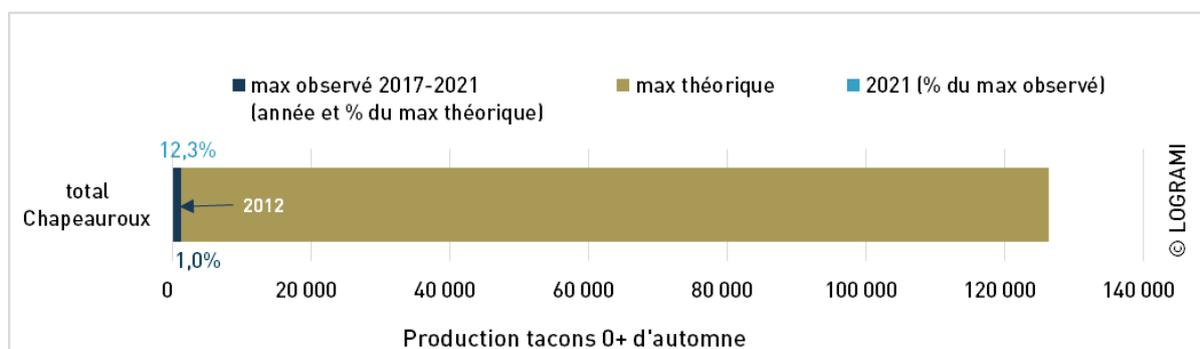


Figure 336 : Production de tacons d'automne 0+ du Chapeauroux en 2021 et comparaison avec les maximums théorique (densité d'1 tacons 0+/m² ERR) et observé

5.4.2.16 Abondance de juvéniles de saumons sur l'Espezonnette

Indices d'Abondance 2021

Sur l'Espezonnette en 2021, aucun tacon 0+ d'automne n'a été capturé sur aucune des 3 stations échantillonnées sur les 3,5 premiers kilomètres (Figure 337).

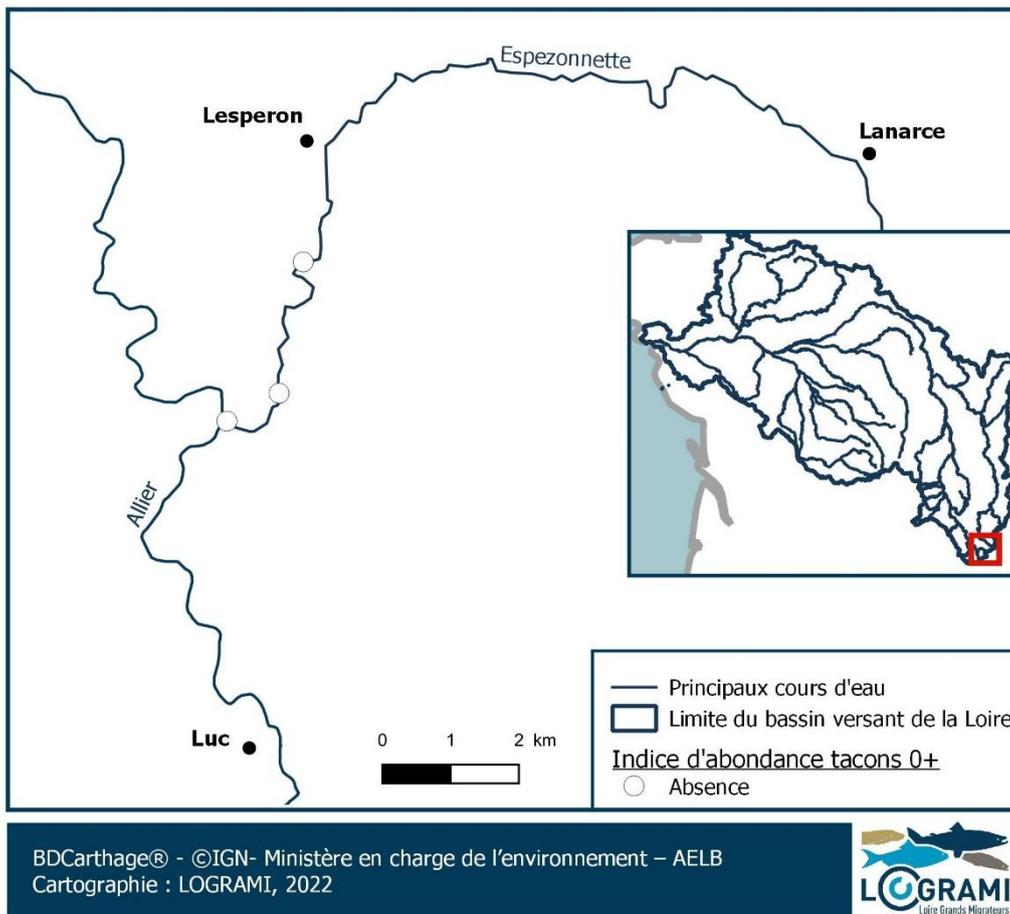


Figure 337 : Indices d'abondance tacons 0+ sur l'Espezonnette en 2021 (3 stations)

Comparaison interannuelle des indices d'abondance

Contrairement à 2020 qui constituait la première année d'échantillonnage de l'Espezonnette, où un indice de 53 tacons 0+/5 min (abondance moyenne) avait été obtenu sur la station la plus aval, aucun tacon 0+ n'a été capturé en 2021.

Comme pour la plupart des « petits » affluents de l'Allier, il semblerait que l'exploitation de l'Espezonnette par les géniteurs de saumons ne soit qu'occasionnelle.

5.4.2.17 Bilan de la production de juvéniles d'automne du bassin de l'Allier

Production globale

Selon la méthode estimative employée, le bassin de l'Allier aurait produit, en 2021, 195 202 tacons 0+ d'automne (Figure 338). Avec de 75,9 % (148 167 tacons 0+), l'Allier représente la part la plus importante de la production globale du bassin. La Sioule et l'Alagnon contribuent dans une moindre mesure et à parts quasiment égales avec respectivement 8,49 % et 8,26 % de la production. Avec des parts comprises entre 1 et 2 %, les 3 Couze et la Dore contribuent faiblement à la production du bassin de l'Allier. La Desges, le Chapeauroux, la Cronce et la Senouire représentent individuellement, moins de 1 % de la production du bassin. Enfin, l'Espezonnette n'a pas produit de tacons 0+ en 2021.

moments clés ayant sévèrement impacté le recrutement en juvéniles natifs mais aussi les alevins déversés. Par ailleurs, la dépose d'œufs potentielle était estimée comme faible en 2019 (pas de comptage de nids mais estimation d'un nombre limité de géniteurs effectifs grâce à un suivi de radiopistage). Tous ces éléments ont conduit à une production de tacons 0+ historiquement basse en 2020.

Les résultats de l'année 2021 révèlent que, malgré une stratégie de diminution importante des déversements, la production est plus élevée qu'en 2007 alors que la quantité d'alevins déversés est inférieure (322 943 contre 573 687 en 2007) et que la dépose d'œufs potentielle est moins importante (241 en 2020 contre 376 nids sur Allier-Alagnon-Sioule en 2006). Cette comparaison semble mettre en évidence de meilleures conditions de développement des juvéniles en 2021.

Sur l'ensemble de la série chronologique plusieurs années se distinguent par des productions intéressantes. En effet, les années 2006, 2009, 2012, 2014 et 2019 dépassent les 400 000 tacons 0+ d'automne. Ces années en en commun la meilleure survie à chacune des étapes du cycle notamment avec un retour plus important de géniteurs, une survie estivale favorable et une absence de crue après la reproduction. Il apparaît donc que la sauvegarde du saumon de l'Allier et l'autosuffisance de la population dépendent essentiellement des taux de survie à chacun des stades notamment en favorisant la montaison des géniteurs et la dévalaison des alevins.

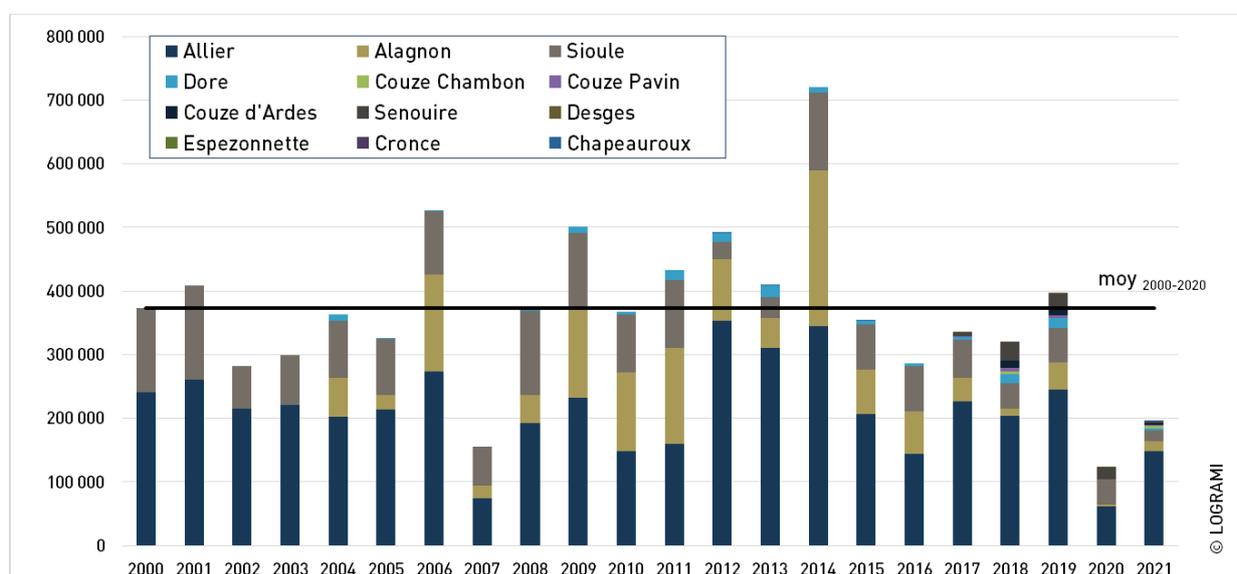


Figure 339 : Evolution de la production de tacons 0+ d'automne du bassin de l'Allier depuis 2010

La production 2021 correspond à 27,1 % de la production maximale observée en 2014 (719 941 tacons 0+ ; survie exceptionnelle) qui, elle-même, ne correspondait qu'à 27,3 % de la production maximale théorique (2 634 380 tacons 0+ pour 1 ind. 0+/m² ERR) (Figure 340).

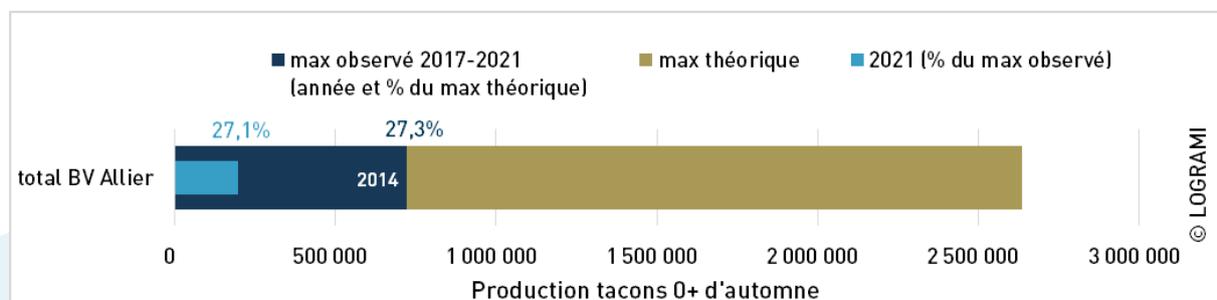


Figure 340 : Production de tacons d'automne 0+ du bassin versant de l'Allier en 2021 et comparaison avec les maximums théorique (densité d'1 tacons 0+/m² ERR) et observé.

Production tacons 0+ natifs

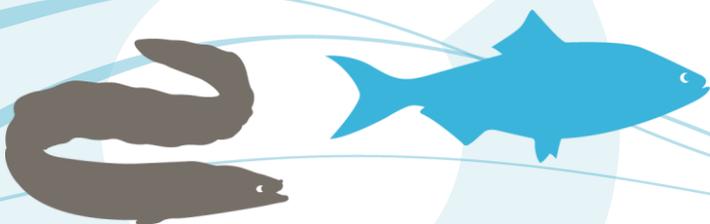
A partir de 2009, avec notamment la mise en place d'une zone exempte de déversement en amont de Langeac sur l'Allier, il est possible d'estimer la part minimale de tacons 0+ natifs dans la production globale du bassin comprenant non seulement l'axe Allier mais également tous ses affluents. Cette proportion doit être considérée comme minimale car la présence de tacons natifs sur les secteurs alevinés est incontestable (en 2021 : sur S2, S4 et S5 sur l'Allier et sur la Sioule).

Compte tenu de la diminution du nombre de secteurs alevinés en 2021, les capacités productives naturelles de plusieurs cours d'eau ou de secteurs de cours d'eau ont pu être évaluées à l'automne en termes de production de tacons natifs :

- ➊ Pour la cinquième année consécutive suite à une demande des acteurs locaux, **l'Alagnon sur l'ensemble de son cours** n'a pas été aleviné en 2021. 17 nids de saumons y avaient été recensés en 2020 ;
- ➋ **Sur l'Allier**, pour la troisième année consécutive, en raison du déversement de 133 128 alevins sur le secteur S2 (Saint Etienne du Vigan-Alleyras ; 43), seuls les **secteurs S1 et S3** sont concernés par cette analyse. Ces 2 secteurs présentaient seulement 19% et 2% des nids recensés sur l'axe Allier ;
- ➌ **Sur le Chapeauroux**, affluent lozérien rive gauche de l'Allier situé en amont d'Alleyras (S2) ;
- ➍ Pour la cinquième 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 ;
- ➎ **Sur la Dore**, les déversements d'alevins de piscicultures ont été abandonnés sur l'ensemble de son linéaire depuis 2020 ;
- ➏ **L'Espezonnette**, petit affluent ardéchois en rive droite de l'Allier (secteur S1) situé en amont de Langogne (48) été échantillonné pour la troisième année consécutive ;
- ➐ **Sur la Senouire**, non alevinée en 2021 suite à une pollution ;
- ➑ **Sur la Sioule**, un secteur situé **en amont des Thermes de Châteauneuf les Bains (63) jusqu'au barrage infranchissable de Queuille (9 km)** est dépourvu d'alevinage. 10 nids y avaient été recensés en 2020.

En 2021 sur le bassin de l'Allier, au minimum 46,4 % des tacons 0+ d'automne produits (92 960) seraient des natifs. Cette proportion est l'une des plus importantes observées depuis 2009, derrière celles de 2017 (51,4 %) et 2012 (48,8 %) (Figure 341). Elle est donc supérieure à la moyenne observée depuis 2009 (31,8 +/- 11,8 %).

En comparaison de la production de l'axe Allier, certaines années la proportion de natifs est très différente du fait de déversements importants sur les affluents qui tendent à réduire la part de la production native sur l'ensemble de la production du bassin. Cette différence est très marquée de 2009 à 2011 avec une production additionnelle plus importante des affluents (cf. § Abondance de juvéniles de saumon sur l'Allier Figure 294).



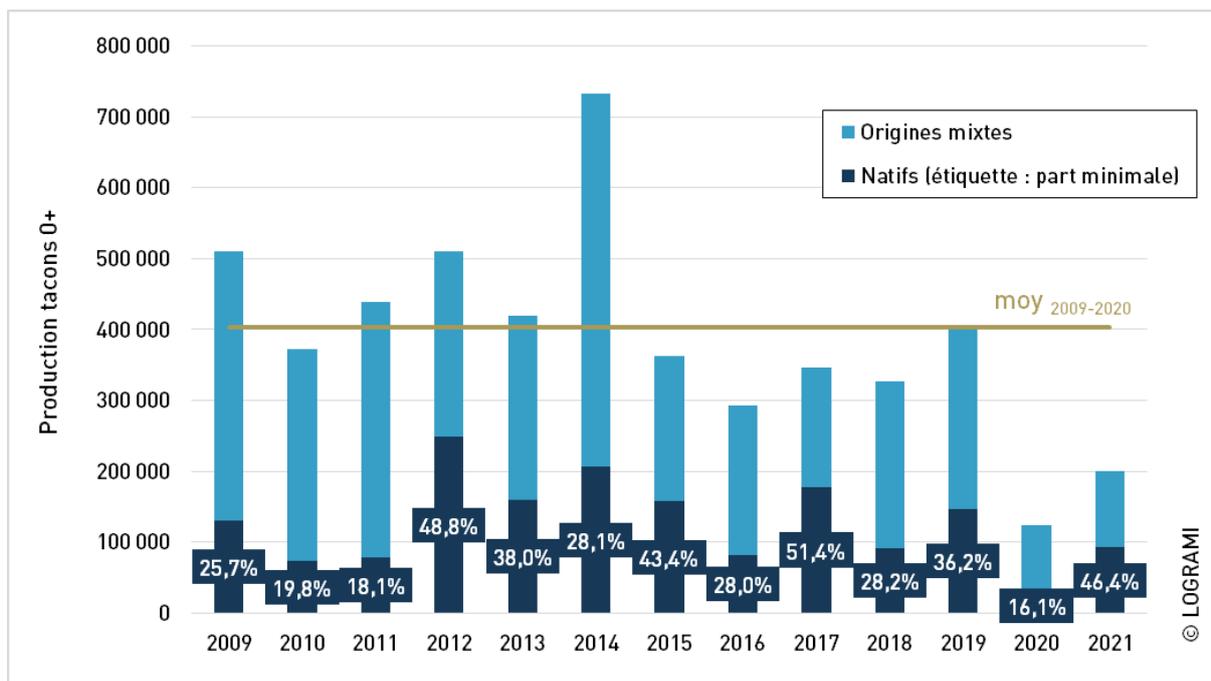


Figure 341 : Part minimale de tacons 0+ natifs dans la production globale estimée du bassin de l'Allier depuis 2009

En faisant fi des tacons produits sur les secteurs alevinés de l'Allier (S2-S4 et S5) car d'origine mixte (présence avérée de nids sur ces secteurs en 2020), avec 76,2 %, l'Allier représente la majorité de cette production de tacons natifs (70 807 tacons 0+) (Figure 342). L'Alagnon contribue à hauteur de 17,3 % (16 127 tacons 0+). Avec des parts comprises entre 1 et 3 %, la Dore (2 796 tacons 0+), la Sioule (1 918 tacons 0+) et la Senouire (1 137 tacons 0+) apportent une plus faible production.

Enfin, le Chapeauroux et la Desges (non représentée sur le graphique car pourcentage trop faible : 0,03 %) accueillent bien des tacons 0+ natifs dans leur partie aval mais en quantité extrêmement limitée (respectivement 150 et 25 tacons 0+ estimés)

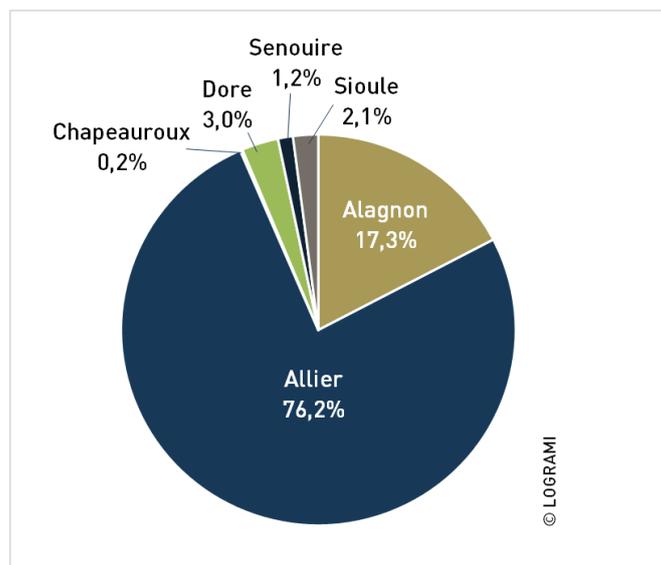


Figure 342 : Répartition de la production de tacons 0+ d'automne natifs du bassin de l'Allier en 2021 (sans les secteurs mixte natifs -déversés de l'Allier (S2, S4 et S5) et de la Sioule)

Depuis 2017 et l'arrêt des déversements d'alevins de pisciculture sur l'Alagnon, les proportions de l'Allier et de l'Alagnon, les 2 principaux pourvoyeurs de tacons 0+ natifs du bassin de l'Allier, présentent une relative stabilité interannuelle. La part de l'Allier oscille entre 68,9 et 88,2 % et celle de l'Alagnon entre 11,5 et 29,3 % (Figure 343).

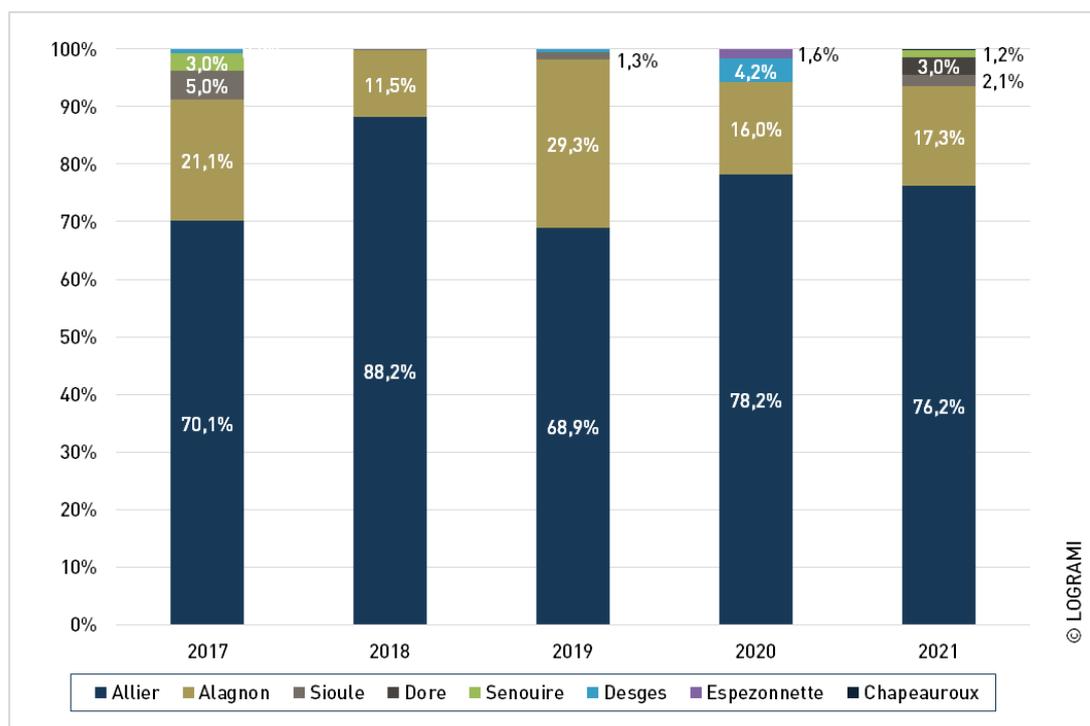


Figure 343 : Répartition des tacons 0+ d'automne produits sur les différents cours d'eau du bassin de l'Allier depuis 2017

5.5. Relation entre le nombre de nids et l'abondance et la distribution des juvéniles de saumons

Le rapport entre la production estimée de juvéniles 0+ d'automne et le nombre de nids comptabilisés 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. Ce rapport est très sensible à la précision de la méthode de comptage des nids.

En 2020, les comptages de nids ont pu être réalisés par survol sur l'Allier, l'Alagnon et la Sioule. La productivité des nids des secteurs non alevinés de ces 3 cours d'eau a pu être évaluée en 2021 grâce aux échantillonnages de juvéniles.

5.5.1. Productivité des nids de saumons de l'Allier

En raison d'alevinage sur le secteur S2 de l'Allier en 2021, seules les productivités des nids des secteurs S1 (5 nids) et S3 (37 nids) ont pu être calculées. Ce calcul est possible pour la 6^{ème} fois (sur 13) depuis l'établissement de la zone refuge de l'Allier en 2008. En 2021, avec respectivement 1 671 et 1 545 tacons 0+ d'automne produits par nid comptabilisé, les productivités des nids des secteurs S1 et S3 sont nettement supérieures aux moyennes observés sur la période 2010-2018 (306 +/- 268 et 1061 +/- 435) (Figure 344). Pour S1, cette valeur constitue le maximum observé et pour S3, elle est légèrement

inférieure au maximum observé en 2018 (1 751). Il semblerait que les conditions environnementales, en 2020-2021, durant l'incubation des œufs et le développement des alevins/tacons aient été très favorables sur ces deux secteurs de l'Allier. L'absence de crue supérieure à 5 fois le module durant les phases de vie sous gravier et post-émergence ainsi que les températures favorables de l'été 2021 ont été très bénéfiques pour le recrutement en tacons 0+ d'automne de l'Allier (cf. § 3.1.2.6 Conditions thermiques durant la période estivale 2021).

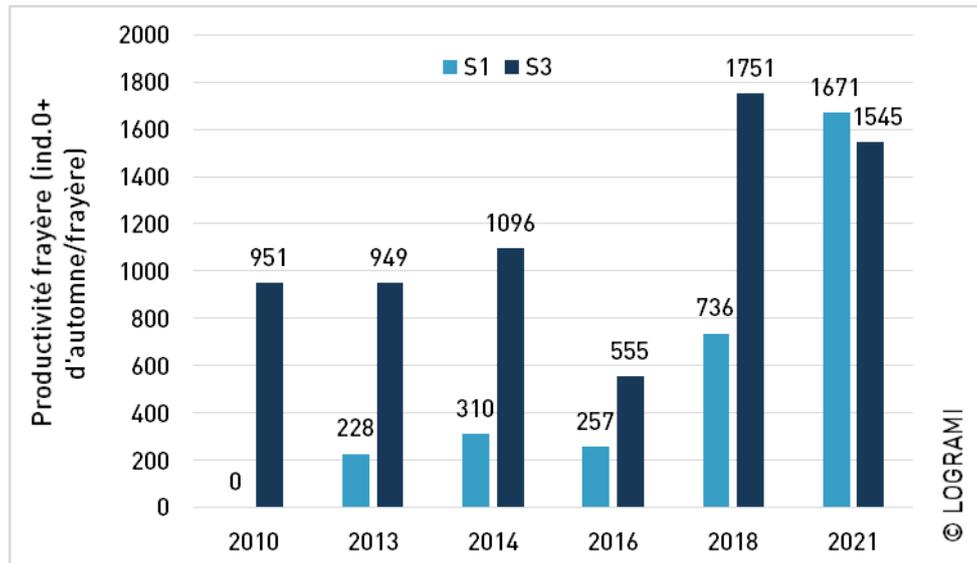


Figure 344 : Productivités moyennes des nids de saumon atlantique sur les secteurs S1 et S3 de l'Allier depuis 2010

5.5.2. Productivité des nids de saumons de l'Alagnon

En 2021 sur l'Alagnon, les productivités des nids des secteurs S2, S3 (2 nids) et S4-Béal (3 nids) ont pu être calculées (pas de nids sur le secteur S1) (Figure 345). Ce calcul est possible pour la 3^e fois (sur 5) depuis l'arrêt des déversements d'alevins de pisciculture sur ce cours d'eau en 2017 :

- avec 928 tacons 0+ d'automne produits par nid comptabilisé, la productivité des 12 nids du secteur S2 est inférieure à celle observée en 2019 (exceptionnellement élevée : 3 483) mais supérieure à celle de 2018 (113) ;
- avec 2 493 tacons 0+ d'automne produits par nid comptabilisé, la productivité des 2 nids du secteur S3 est équivalente à celle observée en 2019 (2 525) mais supérieure à celle de 2018 (345) ;
- avec aucun tacon 0+ d'automne produit, la productivité des 3 nids du secteur S4 (Béal) est nulle. Le nouveau dispositif de limitation d'alimentation en débit à l'étiage au profit du court naturel de l'Alagnon (TCC) a probablement réduit à néant les potentialités productives de ce bief qui s'avéraient déjà extrêmement limitées. La diminution de la part des nids observés dans le Béal potentiellement attribuée à une meilleure franchissabilité du seuil de Chambezon est donc une bonne nouvelle pour le saumon.

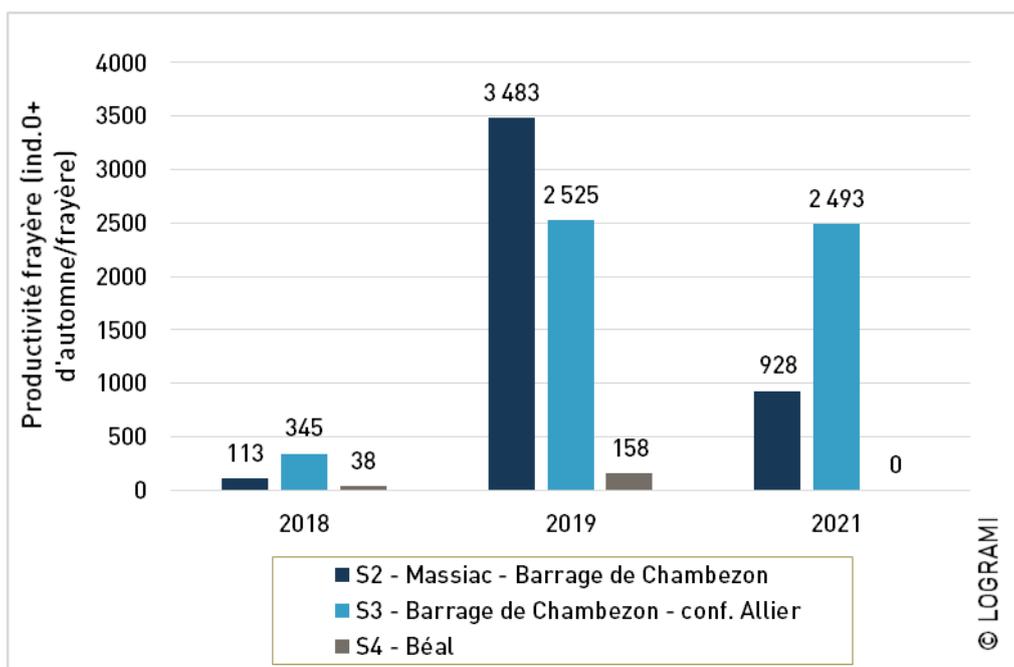


Figure 345 : Productivités moyennes des nids de saumon atlantique sur les seteurs S2, S3 et S4 (Béal) de l'Alagnon depuis 2018

La productivité des nids de l'Alagnon en 2021 s'avère globalement intéressante. Elle s'apparente à celle de 2019, quoique très légèrement inférieure, qui avait bénéficié de conditions hydrologiques assez exceptionnelles et plutôt favorables au recrutement (absence de crue) (Figure 346). Elle est nettement supérieure à celle de 2018 qui avait connu une crue morphogène juste après la reproduction (QMJ 118 m³/s à Lempdes sur Alagnon le 04/01/2018 soit 11 fois le module) et des débits importants au printemps pendant et après l'émergence (2 pics à 38,9 m³/s et 40,4 m³/s à Lempdes sur Alagnon soit 4 fois le module les 31/05/2018 et 13/06/2018). L'année 2021 a elle aussi connue une crue morphogène en hiver légèrement inférieure à celle de 2018 (QMJ 101 m³/s à Lempdes sur Alagnon le 02/02/2021 soit 10 fois le module) mais les débits printaniers sont restés moins élevés qu'en 2018 (QMJ max 21,8 m³/s à Lempdes sur Alagnon le 17/05/2021 soit seulement 2 fois le module). Ainsi cette différence explique peut-être celle des productivités. Les crues hivernales de l'ordre de celles constatées en 2018 et 2021 sont probablement moins impactantes sur le recrutement que les forts débits durant et juste après l'émergence. Par ailleurs, il est aussi possible que la différence de productivité observée entre les secteurs S2 et S3 en 2021 soit liée à un impact amoindri de l'épisode hivernal de forte hydrologie sur le secteur S3 qui est moins pentu.

Ainsi, il semblerait que les conditions environnementales, en 2020-2021, durant l'incubation des œufs et le développement des alevins/tacons aient été favorables sur l'Alagnon et cela malgré l'observation de crue supérieure à 5 fois le module durant 5% de la phase de vie sous graviers (max journalier 101 m³/s le 2/2/2021 = 10 fois le module). Le caractère « froid » de l'été 2021 a également été bénéfique pour le recrutement en tacons 0+ d'automne de l'Alagnon.

Il est également probable que les différences de productivités observées notamment au niveau du secteur S2 entre 2019 et 2021 soient liées à des sous-estimations et/ou des surestimations potentielles induites par la méthode de comptages des nids. Ces dernières sont d'autant plus risquées lorsque les effectifs de nids comptabilisés sont faibles (6 en 2019 et 12 en 2021).

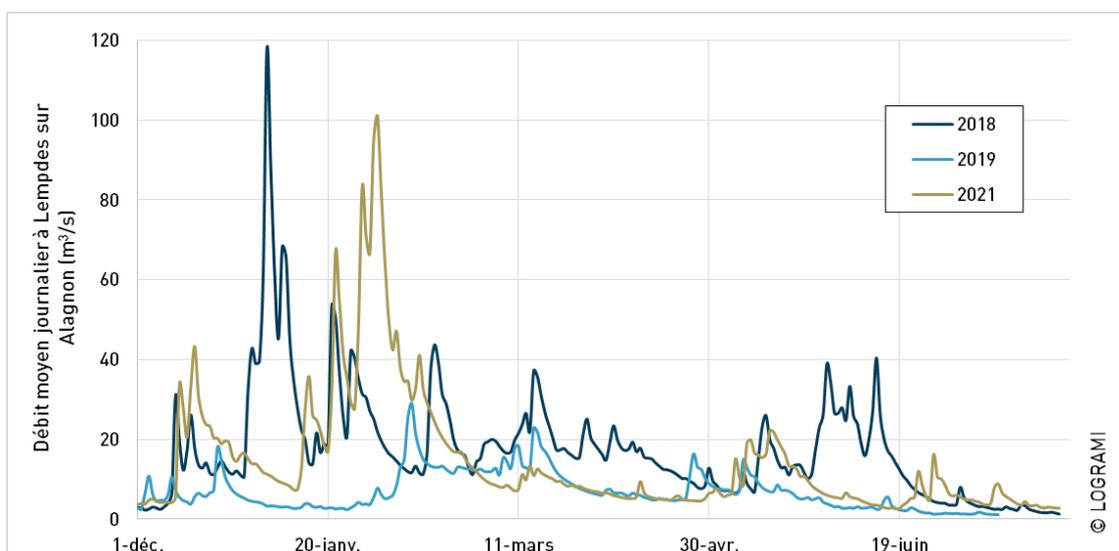


Figure 346 : Débit moyen journalier de l'Alagnon à Lempdes sur Alagnon durant les premiers stades de vie des juvéniles de saumons (incubation à post-émergence) pour les années 2018, 2019 et 2021 (source : <http://www.hydro.eaufrance.fr>)

5.5.3. Productivité des nids de saumons 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.

Avec 223 tacons 0+ d'automne produits par frayère, la productivité moyenne des nids de ce secteur de la Sioule est inférieure à la moyenne calculée sur la période 2012-2019 (325 +/- 356 tacons 0+/frayère) (Figure 347). Elle n'est toutefois pas aussi faible que celles constatées en 2012, 2016 et 2018. Elle est sensiblement équivalente à celle de 2013 (203).

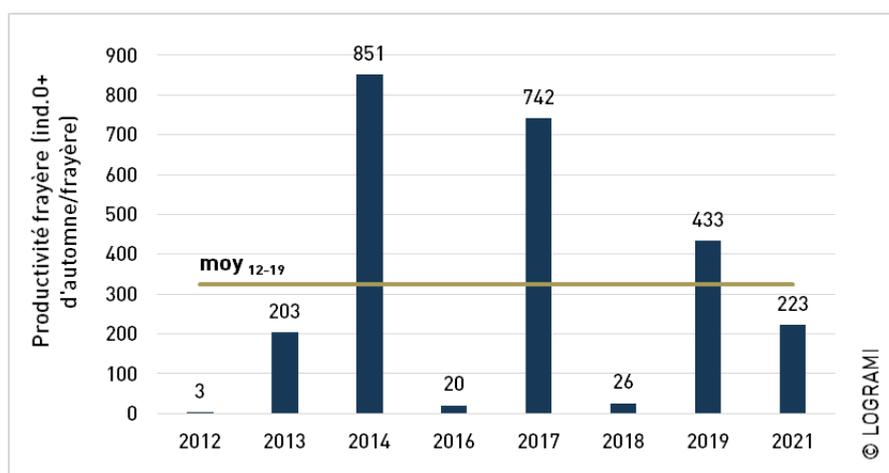


Figure 347 : Productivité des nids de saumon atlantique de la Sioule en amont des thermes de Châteauneuf les Bains depuis 2012

En 2020, des analyses sur la variable débit ont mis en évidence que, sur la période 2012-2019, la variabilité des valeurs de débits journalières (pour la station hydrologique de Châteauneuf les Bains) expliquait partiellement celle de la productivité des nids de saumons sur la Sioule en aval du barrage EDF de Queuille et que celle de l'indice de perturbations hydrologiques calculée (Courret, comm. pers.)

sur la période de vulnérabilité des juvéniles de saumon (900 degrés-jours après l'émergence médiane) l'expliquait de manière plus globale (notamment pour les années 2012 et 2018) (Association LOGRAMI, 2021).

En 2021, avec une productivité de 223 tacons 0+ d'automne par frayère pour un « indice éclusée » de classe 1, la relation est confirmée malgré la plus faible valeur de productivité obtenue pour cette classe d'indice (Figure 348). Elle est toutefois supérieure à la productivité la plus forte obtenue pour un indice de classe 2 (203 en 2013). Au sein de cette classe « d'indice éclusée » 1, qualifiée de « sensible » (Courret, 2014), correspondant aux années faiblement perturbées, la variabilité du débit moyen journalier durant l'émergence, plus que celle du débit moyen journalier maximum durant la période de vulnérabilité des juvéniles permet d'expliquer la variabilité de la productivité des nids (Figure 349). Avec un débit moyen journalier durant l'émergence de 20,2 m³/s (légèrement supérieur au module), la productivité semble amoindrie.

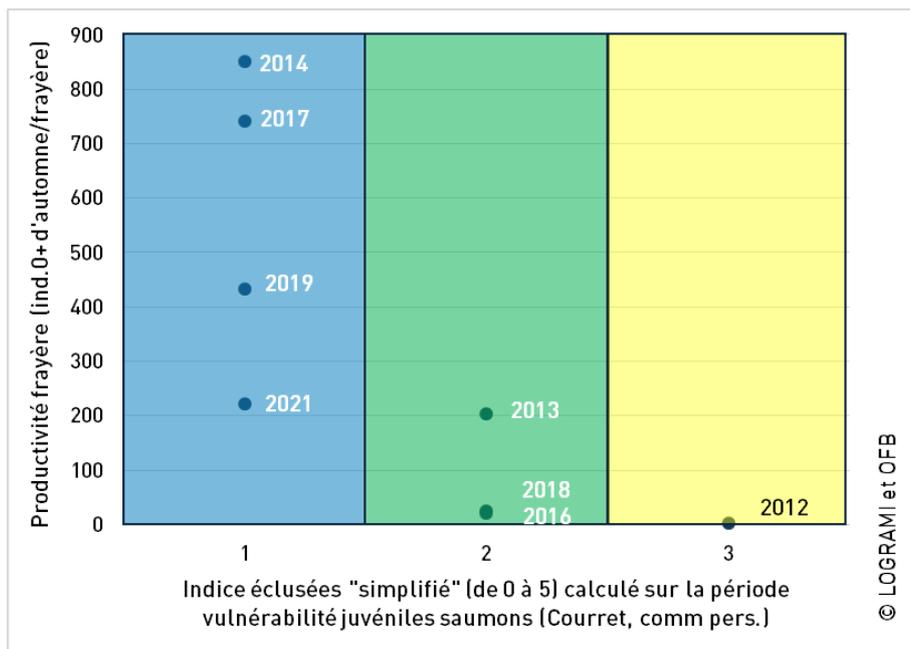


Figure 348 : Productivité des nids de saumon atlantique de la Sioule en amont des thermes de Châteauneuf les Bains et indice de perturbation hydrologique correspondant depuis 2012

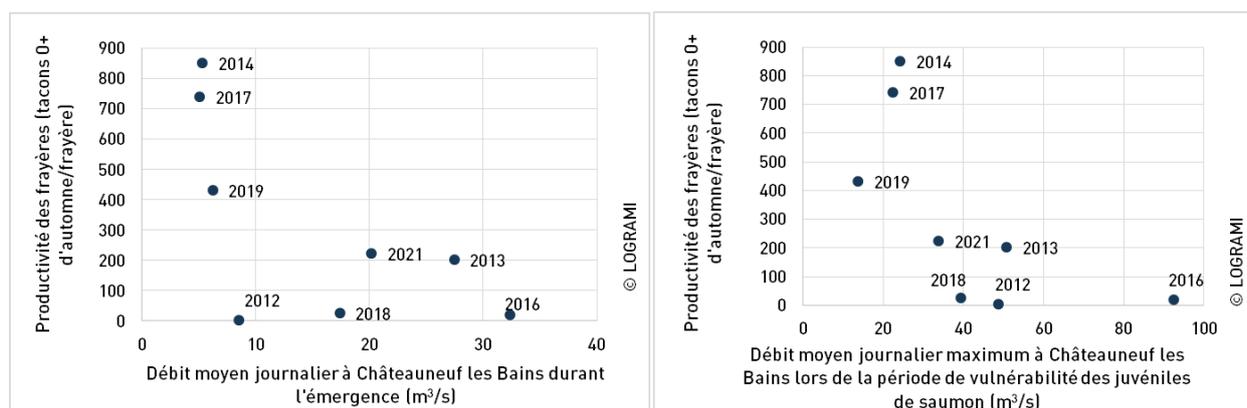


Figure 349 : Relation entre la productivité des nids de saumon atlantique de la Sioule en amont des thermes de Châteauneuf les Bains et le débit de la Sioule (à gauche débit moyen journalier durant l'émergence ; à droite : débit moyen journalier maximum durant la période de vulnérabilité des juvéniles de saumons)

5.5.4. Comparaison inter-axes

La comparaison des productivités des nids de l'Allier, de l'Alagnon et de la Sioule (Figure 350) met en évidence que l'Alagnon présente une productivité moyenne légèrement supérieure à celle de l'Allier (1077 +/- 1 019 tacons 0+ d'automne produits par nid contre 963 +/- 433). Toutefois les productivités de l'Allier sont plus régulières (moyenne calculée sur 6 années contre seulement 3 sur l'Alagnon). La Sioule avec une productivité moyenne de seulement 313 +/- 332 tacons 0+ d'automne par frayère calculée sur 7 années constitue le cours d'eau le moins productif et le moins régulier du bassin. Annuellement la productivité de Sioule est toujours inférieure à celles de l'Allier et de l'Alagnon.

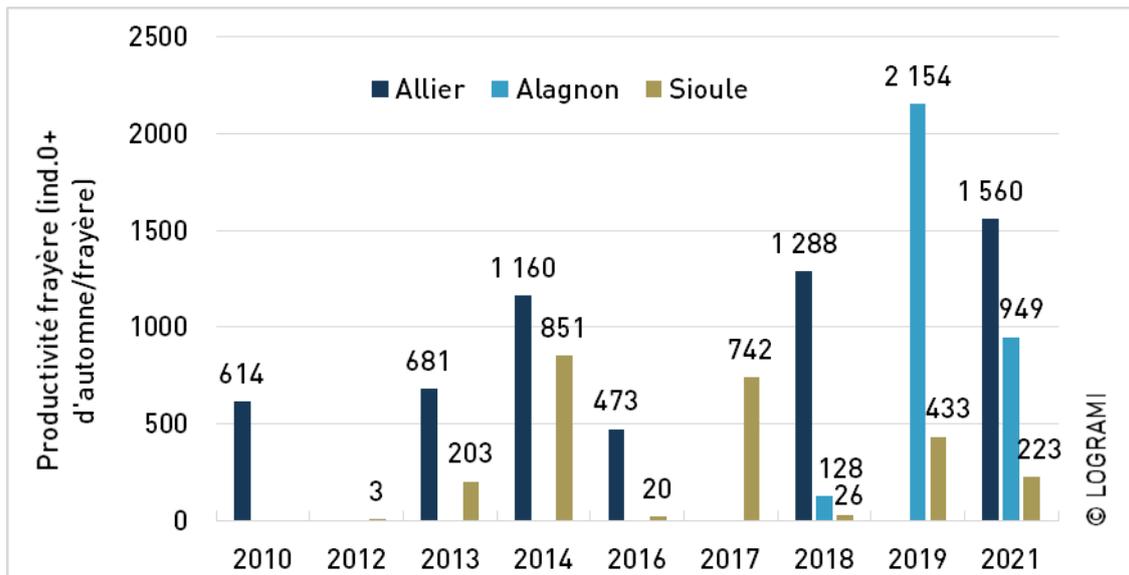


Figure 350 : Productivité des nids de saumon atlantique des secteurs non alevinés des principaux axes du bassin de l'Allier depuis 2010 (Allier S1-S2-S3 avant 2019 puis S1-S3 après 2019)

5.6. 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 et représente un élément fondamental dans la gestion des différentes espèces. Ces suivis à long terme permettent de disposer de séries chronologiques alimentant les études de dynamique de population.

Alors que l'année 2020 a été marquée par une augmentation importante des effectifs d'aloses et de lamproies marines, en 2021 le nombre d'individus de ces deux espèces a fortement chuté. Cela confirme que le regain constaté en 2020 était bien lié au contexte particulier (des conditions hydrologiques favorables pour la migration sur l'axe Vienne et l'arrêt de la pêche professionnelle durant le printemps) et non à une dynamique positive de l'espèce.

Sur l'ensemble des stations de comptage du bassin de la Loire, seulement 1 200 aloses ont été observées en 2021. Cet effectif représente seulement 4 % du maximum comptabilisé les années précédentes. La grande majorité des individus ont été dénombrés sur le bassin de la Vienne (93 %). Ainsi, la raréfaction de l'espèce sur les secteurs amont du bassin s'intensifie au profit d'une répartition quasi-exclusive au bassin de la Vienne. De même les effectifs de lamproie marine sont très faibles : 3 998 lamproies ont été comptées, exclusivement sur le bassin de la Vienne. L'affinité de la lamproie marine pour ce bassin peut s'expliquer par sa proximité avec l'océan mais aussi par la présence importante de phéromones d'ammocètes dans la composition de l'eau pouvant orienter le homing. L'absence de migration depuis 2013 à Vichy et 2017 à Decize, indique la disparition totale de l'espèce sur les parties amont du bassin et donc une forte diminution de l'aire de répartition par rapport au début des années 2000.

La raréfaction de l'alose et de la lamproie marine sur les parties amont du bassin et la diminution des effectifs résiduels sur le bassin de la Vienne se confirme donc en 2021. La série chronologique des stations permet de dresser un bilan très négatif de l'état de santé de ces espèces, notamment de l'alose, puisque la réduction des effectifs dépasse actuellement deux générations et ne peut pas être incriminée à des effets de variabilité de cycle de la population.

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 du CNSS.

L'essentiel des saumons est comptabilisé sur l'axe Allier (86 % en 2021). Depuis 1997, la moyenne annuelle s'élève à 589 individus. En 2021, seulement 264 saumons ont été dénombrés. C'est le deuxième plus faible effectif enregistré depuis le début du suivi en 1997. Depuis 2018, l'effectif comptabilisé annuellement est deux fois moins important que sur la période 2011-2017 (776 saumons +/- 151). Avec 57 saumons, les effectifs enregistrés à Langeac en 2021 représentent 24 % de ceux comptés à Vichy. Ce taux de transfert est proche de celui des années précédentes (28 % +/- 7). Le débit de l'Allier influence ce taux : plus les débits sont élevés, plus il est élevé. Sur le haut Allier, les travaux de reconfiguration du barrage de Poutès n'ont pas permis de dénombrer les saumons franchissant ce complexe. Cependant, une estimation a pu être réalisée à partir du nombre de nids recensés en amont : 21 saumons auraient franchi l'ouvrage en 2021, soit un taux de transfert Langeac / Poutès de 37 %. Ces taux de transfert sont influencés par l'hydrologie au moment de la migration de montaison, la mortalité



estivale, la présence de zones de frayères en aval de Langeac et Poutès et la potentialité d'accueil des affluents notamment l'Alagnon et la Dore.

Sur la Sioule, alors que seulement un seul saumon a été comptabilisé à la station de Saint-Pourçain-sur-Sioule, au moins 19 individus ont franchi le seuil de Jenzat 30 km en amont. L'installation de la nouvelle station de Jenzat confirme la non exhaustivité des comptages à Saint-Pourçain-sur-Sioule. Actuellement, sur cet axe les problèmes de continuité écologique dès l'aval sont sources de pertes considérables.

Sur l'axe Loire-Arroux, les effectifs sont faibles avec 14 saumons en moyenne à Decize. En 2021, 7 saumons ont été comptés à Decize, 1 à Gueugnon, 73 km en amont, et 0 à Roanne, 145 km en amont. Ce résultat traduit une importante perte en ligne de ces individus entre les différentes stations (en moyenne 78 %).

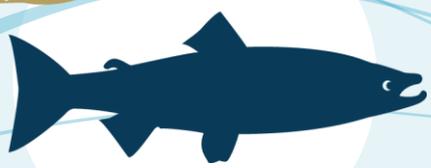
L'axe Creuse Gartempe représente 4 % des effectifs de saumons de l'année 2021. 13 individus ont ainsi été comptés à Descartes. Le nombre de saumons chute depuis 2015 reflétant l'absence d'amélioration de la continuité sur l'axe Gartempe. Il devrait continuer de baisser dans les années à venir, les opérations de déversement sur la Gartempe ayant été stoppées en 2020. A partir de 2025, seuls quelques individus erratiques et/ou issus d'une potentielle reproduction naturelle reviendront sur ce bassin.

Chaque année, des ravalés sont observés en dévalaison sur les stations de comptage du bassin de l'Allier faute de trouver d'autres alternatives pour leur dévalaison. Les données montrent que ce sont généralement des femelles et représentent entre 0,4 % et 49 % des saumons en montaison et entre 19 et 57 % des individus reproducteurs. La fécondité des femelles étant liée 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 sur le bassin. En 2021, aucune truite de mer n'a été comptabilisée sur l'ensemble du réseau de comptage. Ces résultats confirment l'absence de population installée sur le bassin de la Loire et plus particulièrement sur les axes suivis.

Chaque année, des anguilles jaunes et argentées sont visualisées aux stations de comptage. Cependant, les comptages d'anguilles ne doivent pas être considérés comme exhaustifs en raison d'une sous-détection par les systèmes de comptage des petits individus, de l'existence de passes spécifiques non suivies sur certains sites et de la possibilité de passage par surverse pour les anguilles dévalantes. Cette espèce est présente sur toutes les stations de comptage y compris les plus amont à 879 km de la mer sur l'axe Allier (Poutès) et 720 km sur l'axe Loire (Roanne). En 2021, un effectif record est à noter sur la Vienne, 17 497 anguilles ont ainsi été dénombrées à la station de Châtellerault. Ce nombre est environ 10 fois supérieur à la médiane des années antérieures (1 775 anguilles). Les effectifs d'anguilles sont très variables d'une année à l'autre mais tendent à augmenter. Sur les six dernières années, les effectifs annuels ont dépassé à quatre reprises les 5 000 individus, ce qui n'était pas arrivé auparavant, entre 2004 et 2015.

Enfin, des mulets porc sont contrôlés aux stations de comptage du bassin de la Vienne, plus proches de l'océan. Des individus isolés, parfois observés aux stations de Vichy et Decize, montrent l'augmentation de l'aire de répartition de ce migrateur. En 2021, la totalité des mulets porcs a été comptée sur le bassin de la Vienne. Avec seulement 148 mulets dénombrés, l'effectif est l'un des plus faibles constatés ces dernières années et est largement inférieur à la moyenne des années antérieures. Des observations ponctuelles, à l'aval des stations du bassin de la Vienne, montrent que les effectifs sont beaucoup plus importants et que les comptages pour cette espèce ne peuvent pas être considérés comme un indicateur quantitatif.



Suivi de la reproduction des aloses en aval des stations de comptages

En 2021, le suivi de la reproduction des aloses sur le bassin versant de la Loire s'est concentré sur 41 frayères potentielles réparties sur une grande partie du bassin de la Loire. Ce nombre de frayères plus important que les années précédentes découle d'un effort de suivi inédit sur le secteur de la Loire moyenne (entre le Bec d'Allier et Blois). Ce suivi fait suite au constat de raréfaction des effectifs aux stations de comptage sur la Loire amont et l'axe Allier ainsi qu'une nette baisse d'activité de reproduction sur les frayères historiquement fréquentées chaque année par les aloses.

Des bulls ont pu être constatés sur 4 des 22 frayères suivies sur ce secteur. Malheureusement, leurs niveaux d'activité ne font pas de la Loire moyenne le haut lieu de la reproduction des aloses du bassin de la Loire en 2021 que l'absence de suivi historique aurait pu laisser envisager. En effet, ce secteur ne représente qu'un tiers de l'activité constatée sur le bassin de la Loire en amont de la confluence avec la Vienne en 2021. Le secteur de la Vienne en aval de Châtellerault est encore le plus actif en 2021 mais le très faible niveau d'activité global constaté est très alarmant sur la situation de la population ligérienne d'alooses. Le sursaut de 2020 induit notamment par des conditions hydrologiques favorables et par une pression de pêche professionnelle fortement réduite en raison de la situation sanitaire liée à la COVID-19 ne s'est pas poursuivi.

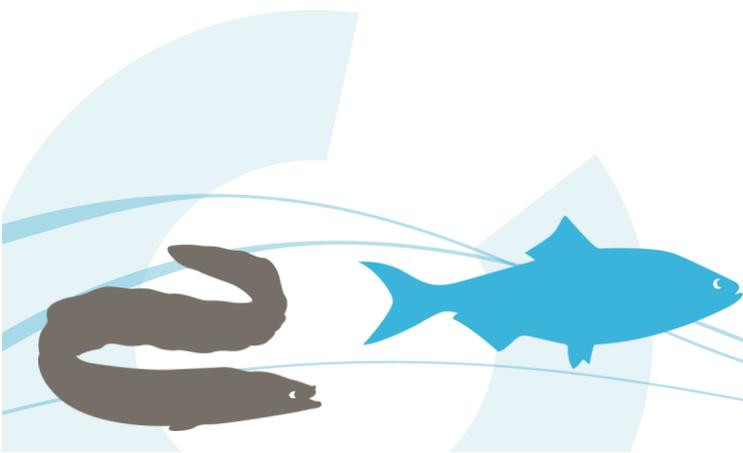
Relation géniteurs-nids de saumons

Avec une valeur de 0,74 contre 0,51 +/- 0,12 en moyenne depuis 2000, le ratio nids/géniteurs potentiels en amont de Vichy de 2021 est le meilleur des 11 années de la comparaison. Il révèle une mortalité estivale 2021 plutôt « très faible ». Ce résultat concorde avec le caractère plutôt favorable des températures de l'eau durant l'étiage 2021. Par ailleurs, il existe une relation plutôt linéaire entre le nombre de nids et de géniteurs en amont de Poutès. À ce niveau de l'Allier, chaque saumon compté à Poutès est quasiment un reproducteur certain, contrairement à Vichy où les saumons peuvent mourir durant l'été (arrêt estival).

Abondance des juvéniles de saumons

Tout comme en 2020, en lien avec l'arrêt des déversements d'alevins, la production de tacons 0+ a été nulle sur la Gartempe en 2021.

Les 108 stations échantillonnées durant la campagne « Indice d'Abondance tacons » 2021 réparties sur 12 cours d'eau du bassin de l'Allier ont permis d'estimer une production totale de 195 202 tacons 0+ toutes origines confondues. Représentant 75,9 %, l'Allier accueille la part la plus importante de cette production. Elle constitue la 3^{ème} plus basse production jamais observée. Elle correspond à 27,1 % de la production maximale observée en 2014 (719 941 tacons 0+ ; survie exceptionnelle) qui, elle-même, ne correspondait qu'à 27,3 % de la production maximale théorique (2 634 380 tacons 0+ pour 1 ind. 0+/m² ERR). Cette baisse des effectifs semble liée à la diminution importante des déversements d'alevins de pisciculture d'autant que les conditions de développement des juvéniles natifs de l'année 2021 se sont avérées très favorables comme le témoignent les très fortes productivités de nids de l'Allier et l'Alagnon. Ainsi sur le bassin de l'Allier en 2021, au minimum 46,4 % des tacons 0+ d'automne produits (92 960) seraient des natifs. Cette proportion est l'une des plus importantes observées depuis 2009, derrière celle de 2017 (51,4 %) et 2012 (48,8 %).



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.

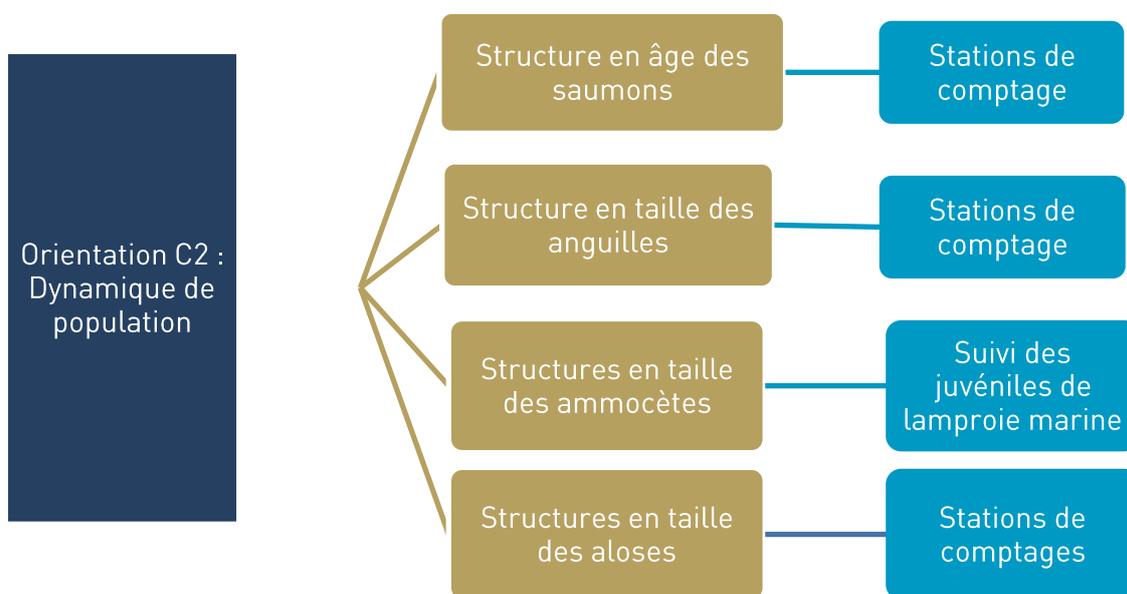


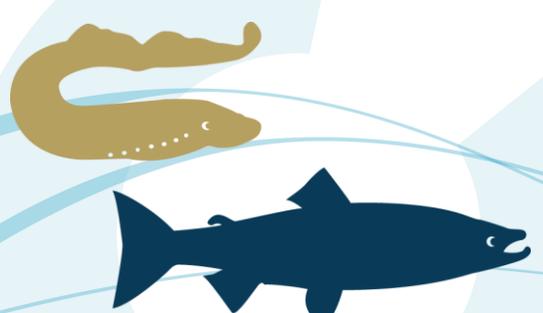
Figure 351 : Dendrogramme des actions menées dans le cadre de l'orientation C2 : Dynamique de population, traits de vie (Source LOGRAMI)

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. Évolution et comparaison de la répartition des classes d'âges

L'évolution de la répartition des classes d'âges des saumons aux stations de comptages d'entrée d'axe en 2021 et la moyenne interannuelle est présentée sur la Figure 352.



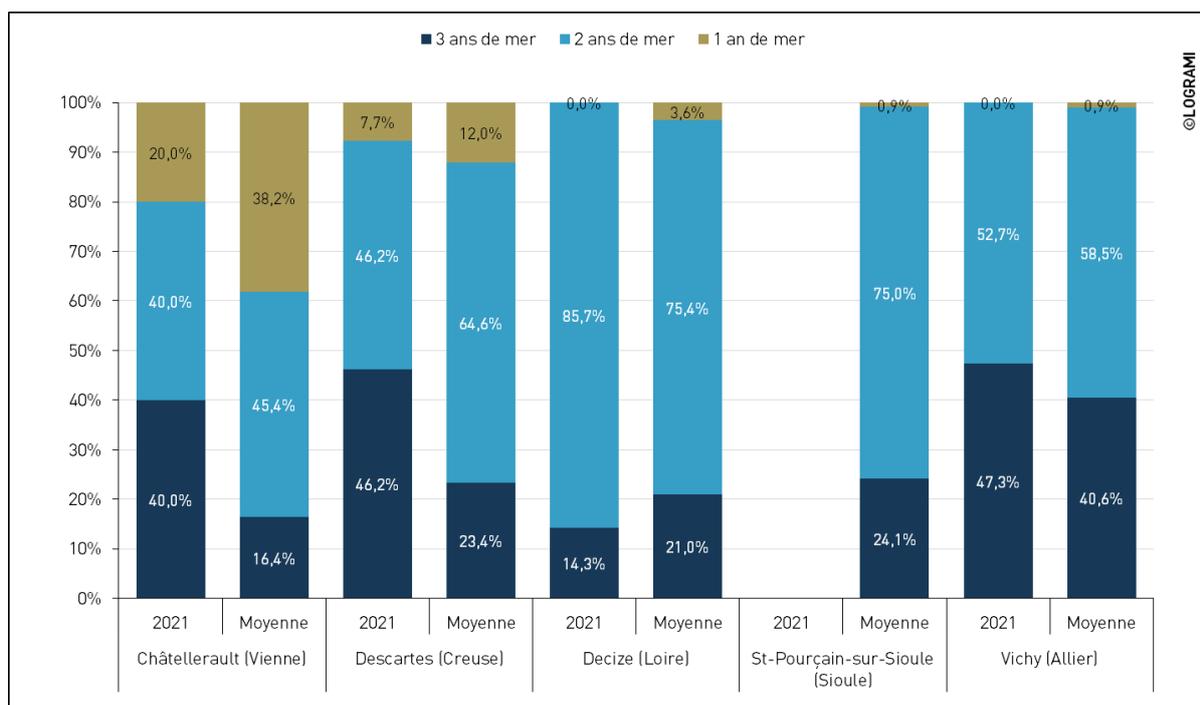


Figure 352 : Évolution de la répartition des classes d'âges de saumons aux stations de comptages d'entrée d'axe du bassin de la Loire en 2021 et en moyenne interannuelle (Sources : LOGRAMI)

Sur la Vienne à Châtelleraut, la répartition des classes d'âges en 2021 est différente de la moyenne observée depuis 2004. La proportion d'un an de mer en 2021 représente 20 % (1 saumon) et les 2 ans de mer et 3 ans de mer 40 % des individus (2 saumons). Habituellement, ce sont les saumons de 2 ans de mer qui représentent la classe majoritaire avec 45,4 % +/- 31,5. Les saumons de 3 ans de mer sont toujours minoritaires sur cette station de comptage (16,4 % +/- 28,8).

Sur la Creuse à Descartes, la proportion des 2 ans de mer en 2021 (46,2 % avec 6 individus) est inférieure à la moyenne observée depuis 2007 avec 64,6 % +/- 44,7. Depuis le début des comptages, la proportion des 3 ans de mer (23,4 % +/- 20,7) est mieux représentée que celle des un an de mer (7,7 % +/- 11,9). En 2021, 6 saumons de 3 étés de mer (46,2 %) ont franchi l'ouvrage et 1 seul de 1 été de mer (7,7 %).

Sur la Loire à Decize, les proportions observées en 2021 sont quasiment les mêmes que depuis le début des comptages en 2009. Même si la classe d' 1 an de mer est généralement minoritaire sur cette station, 2021 se particularise par l'absence de ces individus.

Les effectifs de la station de Saint-Pourçain-sur-Sioule sont majoritairement représentés par des 2 ans de mer (75 % +/- 65,9). Les saumons de 3 ans représentent 24,1 % +/- 11,8 et peu de saumons d'un été de mer sont observés. Cette station étant en service depuis le 15 mars 2017, les premiers saumons de la saison 2017 n'ont pas fait l'objet d'un enregistrement vidéo. La proportion moyenne de 3 ans de mer est donc probablement légèrement sous-estimée. **En 2021, aucun saumon n'a été compté à la station de comptage.**

Sur l'Allier à Vichy, en 2021, le contingent de migration est composé de 47,3 % de saumons de 3 ans de mer et 52,7 % de saumons de 2 ans de mer. Aucun individu d'un an de mer n'a été comptabilisé. Depuis 1997, la proportion d'individus de 2 étés représente la classe majoritaire avec 58,5 % +/- 39,7 des individus. L'année 2021 est donc représentative de ce qui est observé habituellement à la station de Vichy.



A Langeac, depuis 2003, la proportion de saumons de 3 étés de mer est plus faible qu'à Vichy (Figure 353). En moyenne, 40,6 % +/- 18,6 des saumons à Vichy sont des individus de 3 ans de mer, alors qu'à Langeac, cette proportion est moindre avec 30,7 % +/- 28,1. En 2021, la proportion de saumons de 3 ans de mer à Langeac (35,1 %) est plus faible qu'à Vichy (47,3 %) alors que ces saumons passent plus précocement à Vichy que les saumons de 2 étés (mortalité estivale et /ou difficultés de progression liée aux faibles débits). Depuis 2003, la proportion d'individus de 2 étés représente la classe majoritaire à Langeac avec 68,9 % des individus +/- 24,9. La proportion de 2021, 64,9 % des passages, est dans les mêmes proportions.

Concernant la station de Poutès, les proportions des classes d'âges sont similaires à celle de Langeac. Les 2,7 % ± 6,9 de saumons d'1 an de mer à Poutès, non retrouvés à Langeac (0,8 % ± 1), s'expliquent par l'antériorité de la station de Poutès créée en 1986. Les 48 saumons d'1 an de mer comptés à Poutès ont été recensés entre 1987 et 2008.

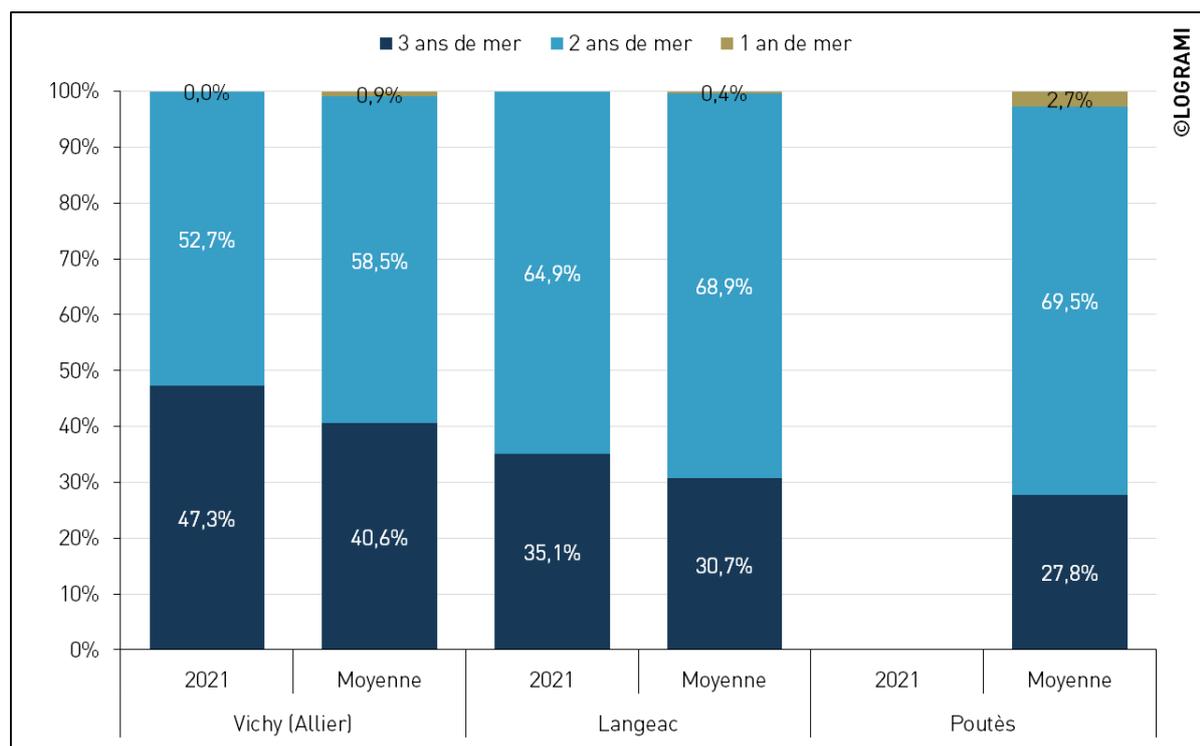


Figure 353 : Évolution de la répartition des classes d'âges de saumons aux stations de comptages sur l'Allier en 2021 et en moyenne interannuelle (Sources : LOGRAMI)

6.1.2. Effectifs des saumons d'un an de mer

Les effectifs de castillons (1 an de mer) sont 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.

En 2021, sur l'ensemble du bassin de la Loire, 2 saumons d'un an de mer ont été observés aux stations de comptage.

Sur le bassin de la Vienne, un saumon de 1 été (sur les 5 saumons comptés) a été comptabilisé à Châtelleraut (moyenne de 3 ± 2) et un (sur les 13) à Descartes. Ce dernier effectif est inférieur à la moyenne enregistrée depuis le début du suivi en 2007 (moyenne de 10 ± 10). Depuis quatre ans, le nombre de saumons d'un an de mer est très réduit. Les fortes températures et/ou les faibles débits rencontrés ces dernières années dès le mois de juin ont pu inhiber leur migration.

Sur l'Allier à Vichy, aucun saumon d'un an de mer n'a été observé en 2021 (moyenne 1997-2020 de 5 ± 5).

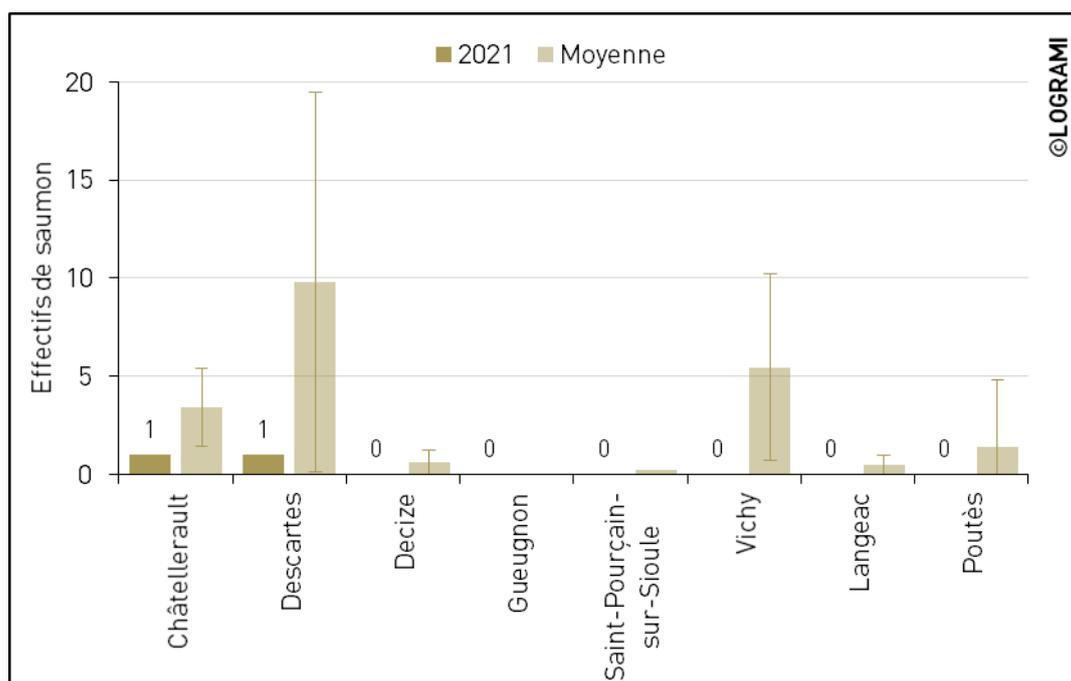


Figure 354 : Comparaison des effectifs de saumon d'un an de mer entre 2021 et les données antérieures sur les différentes stations de comptage du bassin de la Loire (Sources : LOGRAMI)

6.1.3. Effectifs des saumons de deux ans de mer

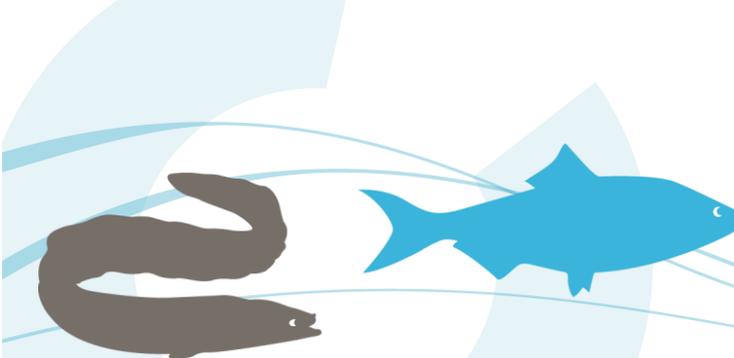
En 2021, sur le bassin de la Vienne, 2 saumons de 2 ans de mer ont été observés à Châtellerault (sur les 5) et 6 à Descartes (sur les 13). À Châtellerault, l'effectif est proche de la moyenne calculée depuis 2004 (4 saumons ± 3). À Descartes, l'effectif de 2021 est quasiment divisé par 10 (moyenne 53 saumons ± 36).

Sur la Loire, 6 saumons de 2 ans de mer (sur les 7) ont été observés à Decize (moyenne 12 ± 10 depuis 2010). Parmi eux, aucun n'a été retrouvé à Roanne ni sur l'Arroux à Gueugnon. Chaque année sur ces 2 stations en amont de Decize, très peu de saumons sont observés.

Sur le bassin de la Sioule, aucun saumon de 2 ans de mer n'a été observé à la station de comptage de Saint-Pourçain-sur-Sioule sur la Sioule en 2021. Depuis 2017, en moyenne, 21 saumons ± 18 de 2 ans de mer sont recensés sur cette station. À Jenzat, pour la première année de fonctionnement en 2022 (27 mai), 10 saumons de 2 étés de mer (sur les 19) ont été observés.

Sur l'Allier, 139 saumons de 2 ans de mer ont été observés à Vichy (sur les 264) et 37 (sur les 57) à Langeac. En moyenne depuis 1997 à Vichy, **344 ± 233 saumons de 2 ans de mer sont dénombrés, l'effectif de 2021 est 2,5 fois plus faible.** À Langeac, depuis l'automne 2003, la moyenne est de 89 ± 32 , quasiment plus du double de l'effectif de 2021 (32 saumons de 2 étés de mer).

Pour rappel, la station de comptage de Poutès n'a pas été effective en 2021. Depuis 1986, 35 ± 37 saumons de 2 ans de mer sont comptés.



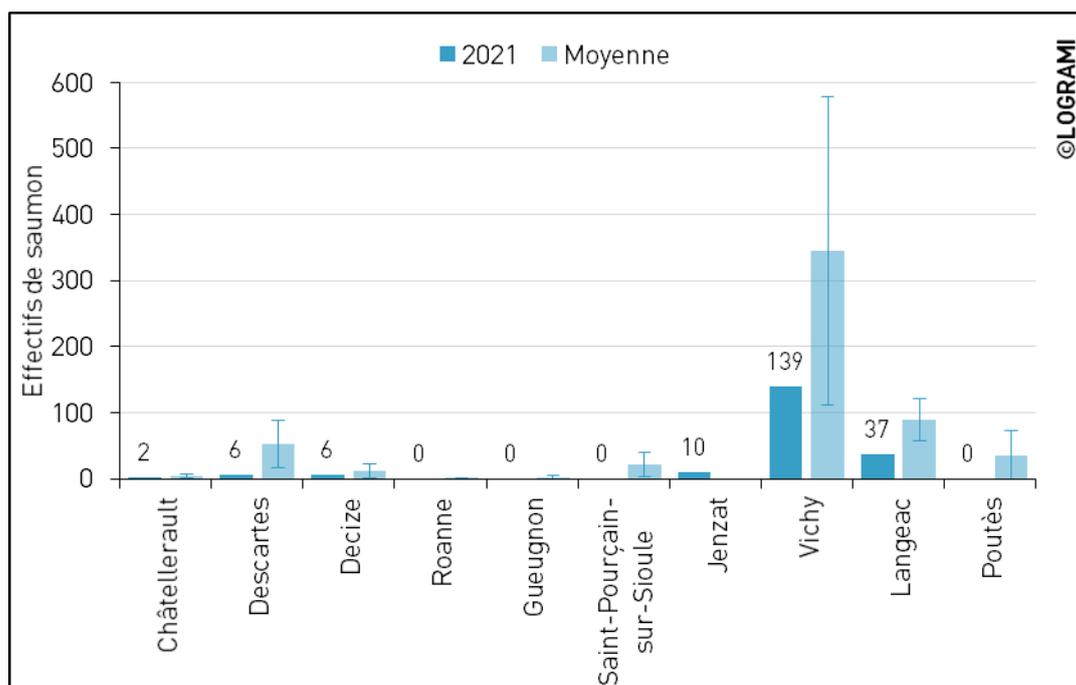


Figure 355 : Comparaison des effectifs de saumon de deux ans de mer entre 2021 et les données antérieures sur les différentes stations de comptage du bassin de la Loire (Sources : LOGRAMI)

6.1.4. Effectifs des saumons de trois ans de mer

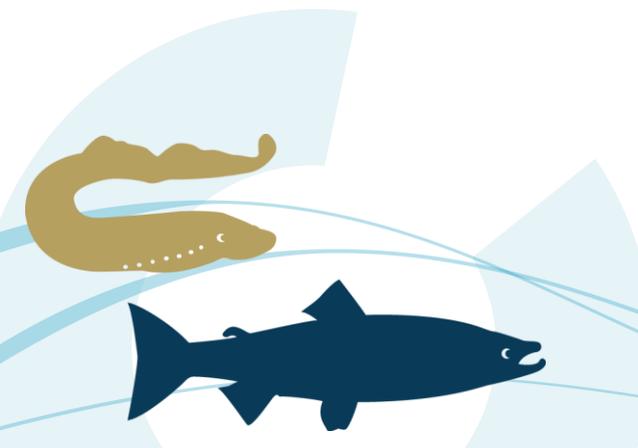
Les effectifs de 3 ans de mer sont une spécificité du bassin de l’Allier par rapport aux autres axes migratoires. Sur le bassin de la Vienne, seulement 8 individus de 3 ans de mer ont été dénombrés aux stations de comptage. À Châtelleraut, 2 individus sur les 5 dénombrés étaient des 3 ans de mer (moyenne de 1 ± 3) et 6 sur les 13 à Descartes pour une moyenne interannuelle de 19 ± 17 saumons de 3 ans de mer.

Depuis 2010, peu de saumons de 3 ans de mer sont comptés à la station de Decize (moyenne de 3 ± 3 saumons). En 2021, un seul individu sur les 7 comptés a franchi l’ouvrage.

Sur le bassin de la Sioule, aucun saumon de 3 ans de mer n’a été observé à la station de comptage de Saint-Pourçain-sur-Sioule en 2021. Depuis 2017, en moyenne, 7 ± 3 saumons de 3 ans de mer sont recensés sur cette station. À Jenzat, pour la première année de fonctionnement en 2022 (27 mai), 9 saumons de 3 étés de mer sur les 19 ont été observés.

L’éloignement de l’Allier avec l’océan sélectionne les individus au profit des grands saumons. En 2021, à Vichy, 125 saumons de 3 ans de mer ont été observés (sur les 264) contre 239 ± 110 en moyenne depuis 1997. À Langeac, depuis l’automne 2003, la moyenne est de 40 ± 35 saumons de 3 ans de mer. **En 2021, 20 individus (sur les 57) ont franchi le seuil soit un taux de transfert de 16 % entre Vichy et Langeac. Ce taux de transfert est similaire à la moyenne calculée depuis 2003 de $16 \% \pm 9$.**

Depuis 1986, 14 ± 15 saumons de 3 ans de mer sont comptés au barrage de Poutès.



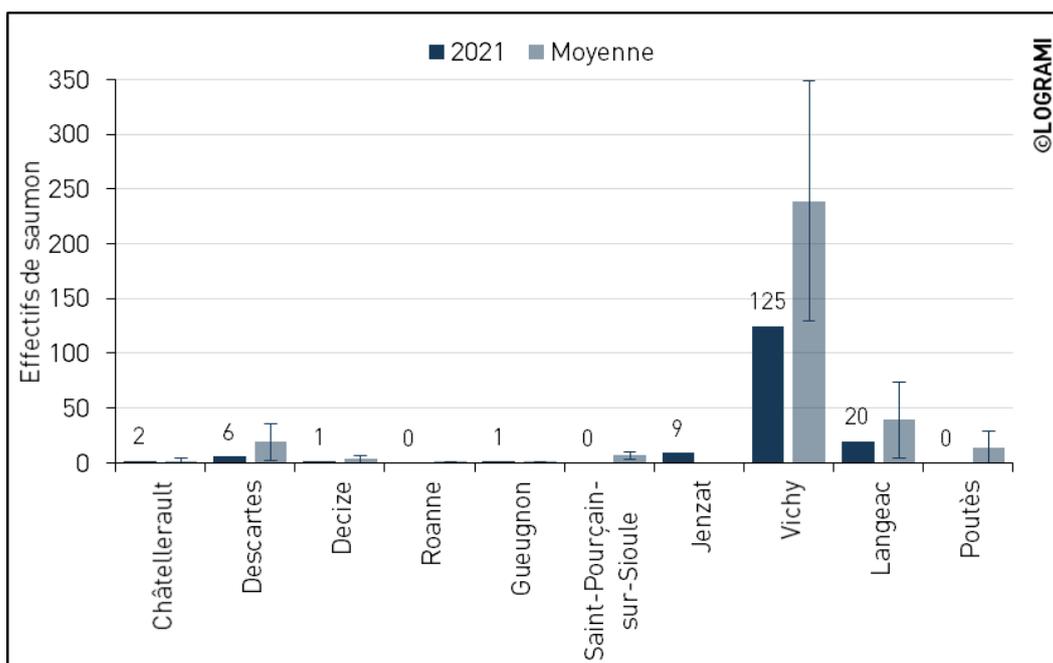


Figure 356 : Comparaison des effectifs de saumon de trois ans de mer entre 2021 et les données antérieures sur les différentes stations de comptage du bassin de la Loire (Sources : LOGRAMI)

6.1.5. Taux de transfert différentiel par âge

Concernant le taux de transfert en 2021 des 2 étés de mer entre Vichy et Langeac (27 %), il est inférieur à la moyenne interannuelle observée de 32 % ± 15. Entre 2004 et 2008, les deux taux de transfert suivaient la même tendance. Entre 2016 et 2021, la tendance par âge de mer n'est pas la même pour toutes les années. En 2018, le taux de transfert des 2 étés de mer a augmenté à l'inverse de celui des 3 étés de mer. En 2021, cette tendance s'est inversée au profit des 3 étés de mer.

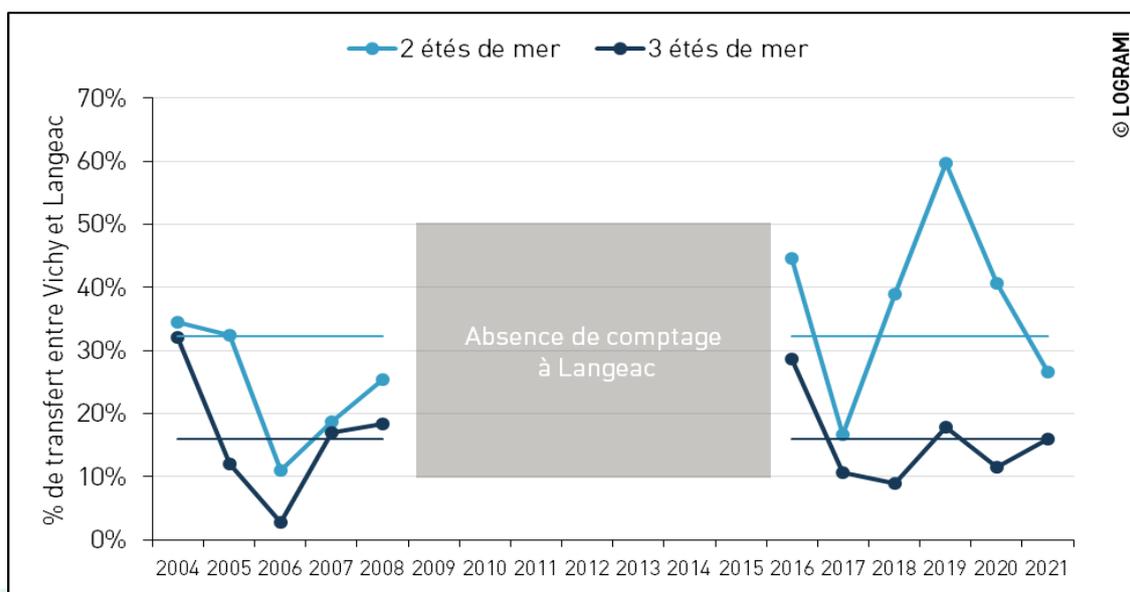
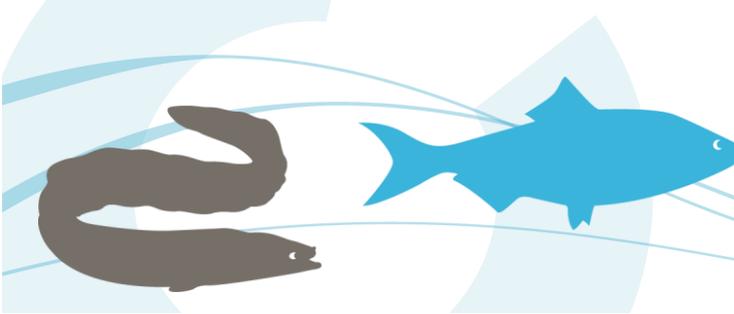


Figure 357 : Taux de transfert des saumons de 2 et 3 étés de mer entre Vichy et Langeac sur l'Allier depuis 2004 avec moyennes interannuelles



Depuis le début des comptages à Langeac (2004), la proportion de saumons de 3 étés de mer est systématiquement inférieure à celle de Vichy (Tableau 42). Entre 2018 et 2020, l'écart des pourcentages entre Vichy et Langeac a augmenté et était de l'ordre de 30 %. En 2021, cet écart (12 %) est plus proche de la moyenne interannuelle (14 % ± 10).

Le suivi par radiopistage mené sur l'Allier en 2019 a montré que les saumons de 3 étés de mer marquent leur arrêt estival plus tôt et plus en aval que les saumons de 2 étés de mer et migrent donc moins haut au printemps. Ils seraient alors plus sujets aux mortalités estivales en aval du bassin de l'Allier. Depuis plusieurs années, les températures printanières précocement élevées accentueraient ce processus.

Tableau 42 : Proportion de saumons de 3 étés entre Vichy et Langeac sur l'Allier et delta de différence (Sources : LOGRAMI)

	2004	2005	2006	2007	2008	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Proportion 3 étés de mer à Vichy	61 %	25 %	19 %	45 %	38 %	51 %	51 %	43 %	64 %	56 %	47 %
Proportion 3 étés de mer à Langeac	60 %	11 %	5 %	43 %	31 %	41 %	40 %	15 %	35 %	27 %	35 %
Différence	1 %	14 %	14 %	3 %	7 %	10 %	11 %	28 %	29 %	29 %	12 %

Le suivi 2019 s'est déroulé dans des conditions hydroclimatiques particulières, avec notamment le printemps le plus sec enregistré depuis 1997 (Marcon et al., 2020). La Figure 358 montre que pour des conditions de débits pénalisantes au printemps à Saint-Yorre, il existe un delta (écart entre Vichy et Langeac) plus important. Toutefois, des faibles débits au printemps n'expliquent pas entièrement l'écart qu'il peut y avoir entre la proportion de 3 étés de mer entre ces 2 stations.

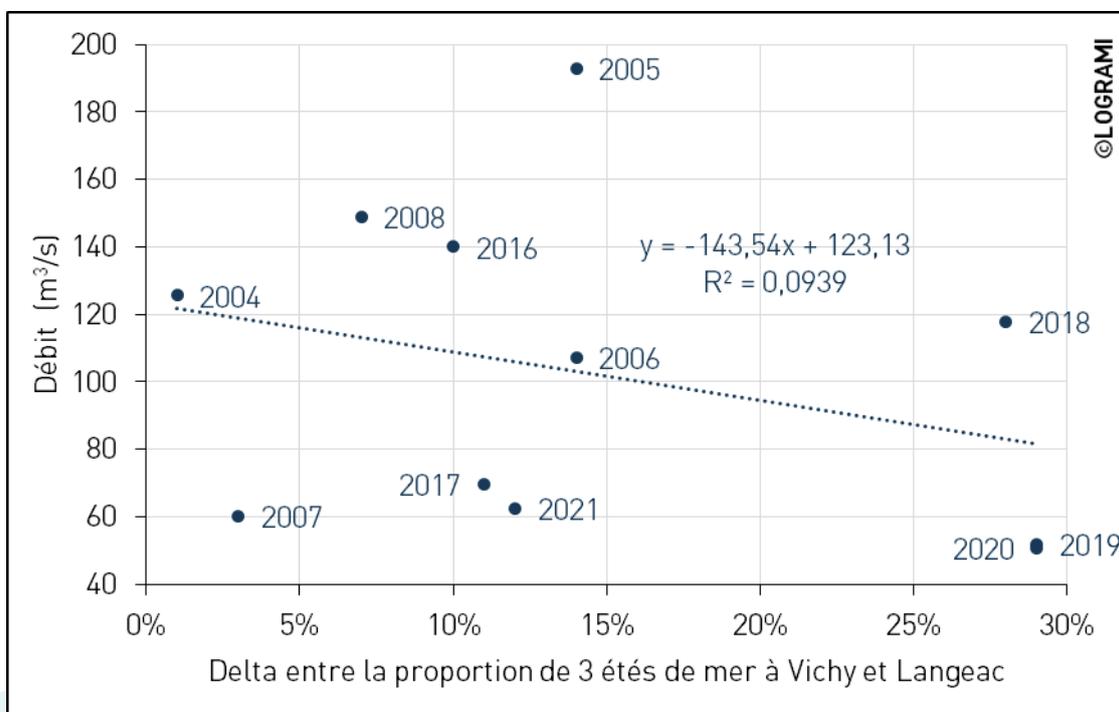


Figure 358 : Relation entre l'écart de la proportion de saumons de 3 étés de mer entre Vichy et Langeac et le débit moyen journalier sur la période Avril-Mai (migration printanière) à Saint-Yorre



Des conditions de débits pénalisantes au printemps forcent certainement les saumons à stopper leurs migrations printanières afin de passer l'été. Les saumons de grandes tailles comme ceux de 3 étés de mer sont plus sujets à s'arrêter tôt et passer l'été plus en aval que leurs congénères. Ils sont donc plus exposés aux températures élevées et risquent de mourir durant l'été.

Le rapport entre la température moyenne journalière durant l'été (juillet et août) et le delta entre la proportion des 3 étés de mer à Vichy et Langeac montre une corrélation quasiment linéaire entre la température et la proportion de saumons de 3 étés de mer (Figure 359). En 2019 et 2020, une différence entre Vichy et Langeac de l'ordre de 29 % pour des températures moyennes journalières les plus élevées à Saint-Yorre, 24,4 °C et 23,4 °C est également constatée.

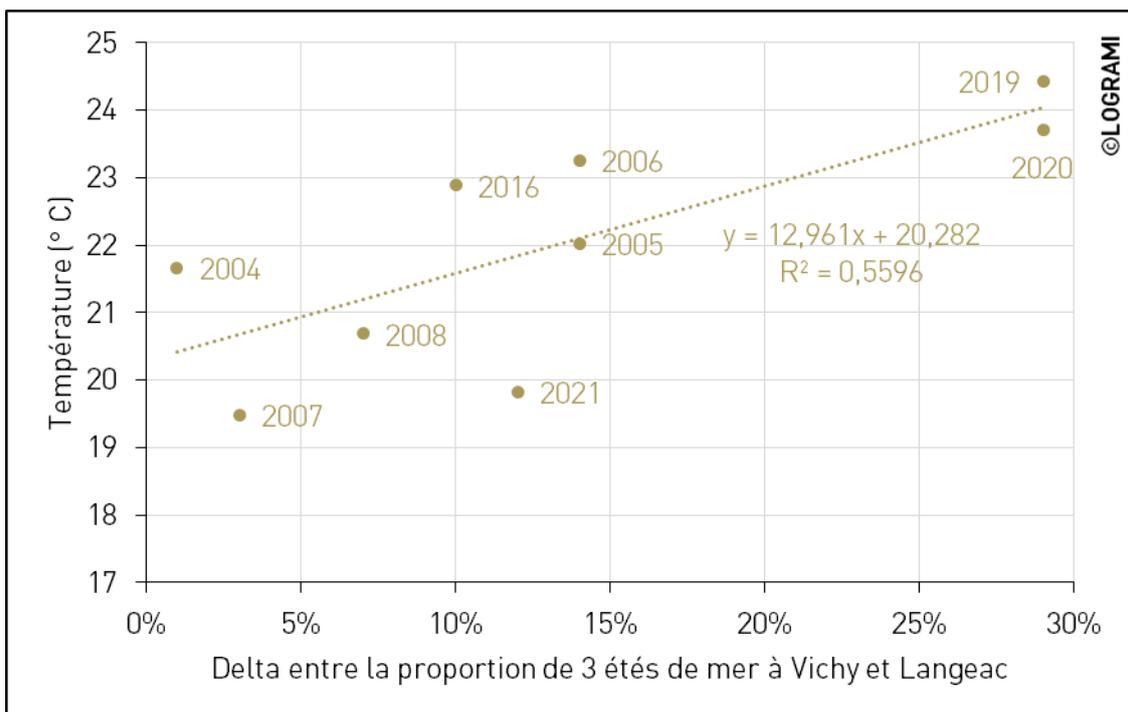
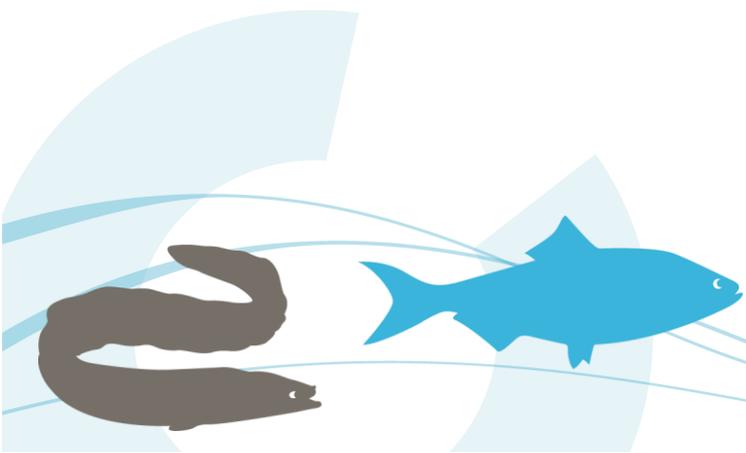


Figure 359 : Relation entre l'écart de la proportion de saumons de 3 étés de mer entre Vichy et Langeac et la température moyenne journalière pendant l'été (Juillet et Août) à Vichy (sans 2017 et 2018)

La différence de proportion des 3 étés de mers entre Vichy et Langeac semble être liée aux conditions de migrations printanières et aux températures estivales. **Le cumul de ces deux paramètres environnementaux, débit bas au printemps et température élevée à l'été accentuent l'écart entre la proportion de saumons de 3 étés comptés à Vichy et à Langeac.** En s'arrêtant sur le secteur Vichy-Langeac sur l'Allier à cause du manque d'eau au printemps, les saumons de 3 étés de mer se retrouvent exposés à des températures estivales trop importantes et finissent par mourir.

En 2021, malgré le manque d'eau sur la période avril-mai-juin à Saint-Yorre (Figure 358), l'écart entre la proportion de 3 étés de mer à Vichy et Langeac n'est que de 12 % (Tableau 42). Cette différence plus faible que les années précédentes est due à une température de l'eau relativement fraîche pendant la période estivale (19,8 °C) (Figure 359).



6.1.6. Effectifs de retour de saumons par classe d'âge suivant leurs années de dévalaison

Les classes d'âge permettent de reconstituer les années de dévalaison. La croissance en mer peut être effectuée durant un à trois ans. Ainsi, les retours des poissons issus de la dévalaison de 2019 sont incomplets en 2021. En effet, les trois ans de mer ne reviendront qu'en 2022.

Pour caractériser les conditions hydrologiques rencontrées par les smolts pendant la dévalaison, des indices hydrologiques annuels (débit moyen de la période / débits moyens de référence) ont été calculés pour chaque station de référence.

En fonction des rapports obtenus, deux classes sont distinguées :

- Indice hydrologique compris entre 0 et 1. Il correspond à des conditions de débits « déficitaires » défavorables à la dévalaison ;
- Indice hydrologique compris entre 1 et 2. Il correspond à des conditions de débits « excédentaires » favorables à la dévalaison.

6.1.6.1 Sur le bassin de la Creuse-Gartempe

Les effectifs de retour par année de dévalaison sont très variables oscillant entre une dizaine d'individus à plus de 200 (Figure 360). Les retours de l'année de dévalaison 2013 sont de loin les plus importants avec 211 saumons passés à Descartes, une à trois années après leur dévalaison. Les faibles retours de la dévalaison 2008, malgré un indice hydrologique de 1,8, 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 de dévalaison 2011 peuvent être expliqués par les conditions hydrologiques et thermiques très défavorables rencontrées lors de la dévalaison.

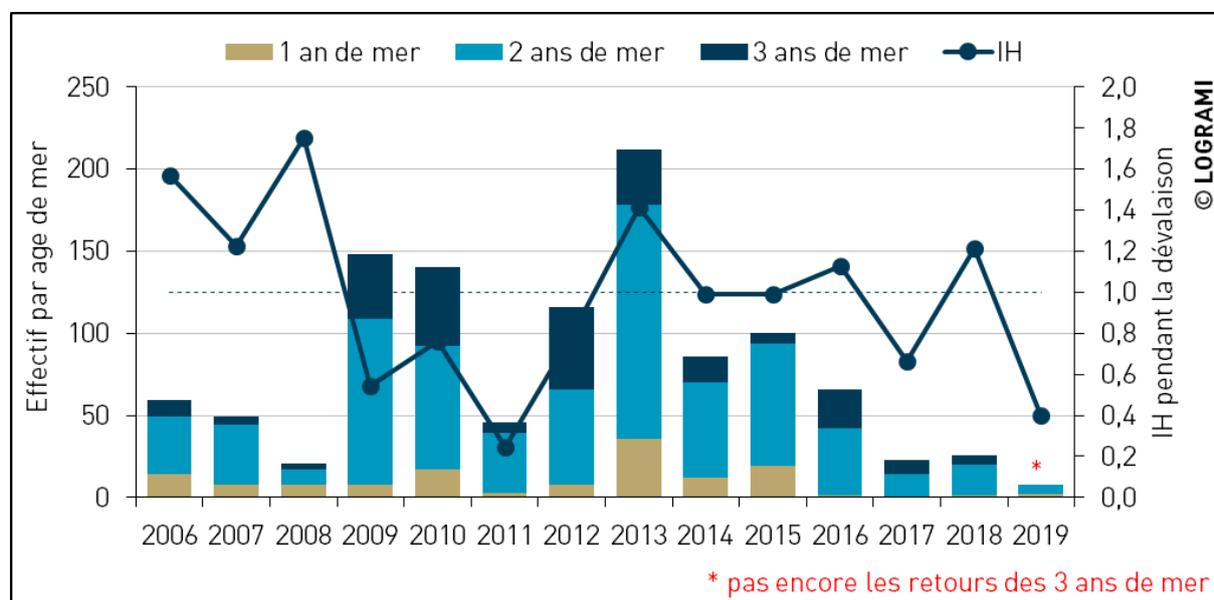


Figure 360 : Effectifs des retours de saumons par classe d'âge suivant leur année de dévalaison à Descartes sur la Creuse depuis 2006 et indice hydrologique calculé à Montmorillon pendant la dévalaison des smolts (Sources : LOGRAMI)

Les retours de la dévalaison de 2017 sont faibles, ceci peut s'expliquer en partie par des mauvaises conditions hydrologiques rencontrées lors de la dévalaison des smolts (indice hydrologique de 0,7, sur

les mois de mars à mai, à Montmorillon sur la Gartempe) mais aussi par la diminution du nombre de smolts déversés lors des opérations de repeuplement (environ 3 fois moins que les années antérieures). Conséquence directe de la diminution des déversements, en 2018, malgré un indice hydrologique de 1,2, peu de géniteurs ont été vus en retour. Bien qu'incomplets, les retours de la dévalaison 2019 devraient être faibles voire très faibles au regard des mauvaises conditions de dévalaison des smolts (indice hydrologique de 0,4).

Logiquement, la diminution de la quantité d'alevins et de smolts déversés sur la Gartempe jusqu'en 2019 puis l'arrêt complet des déversements en 2020 a des conséquences directes sur le nombre de retours.

6.1.6.2 Sur le bassin Loire-Amont

La moyenne interannuelle des retours de saumons par année de dévalaison à la station de comptage de Decize entre en 2008 et 2018 est très variable avec des proportions d'effectifs entre les années variant de 1 à 4 fois.

Depuis 2009, la classe de saumons de 2 étés est majoritaire avec en moyenne 70 % ± 25 des passages.

En 2021, il est estimé que 6 individus de 2 étés de mer sont revenus de la dévalaison de 2019 (Figure 361). Les saumons de 3 ans de mer issus de la dévalaison 2019 ne sont pas encore revenus et seront comptés au printemps 2022. Au regard de l'indice hydrologique de 0,4 pour la dévalaison 2019, peu de géniteurs de 3 étés devraient être observés à Decize (< 5 individus).

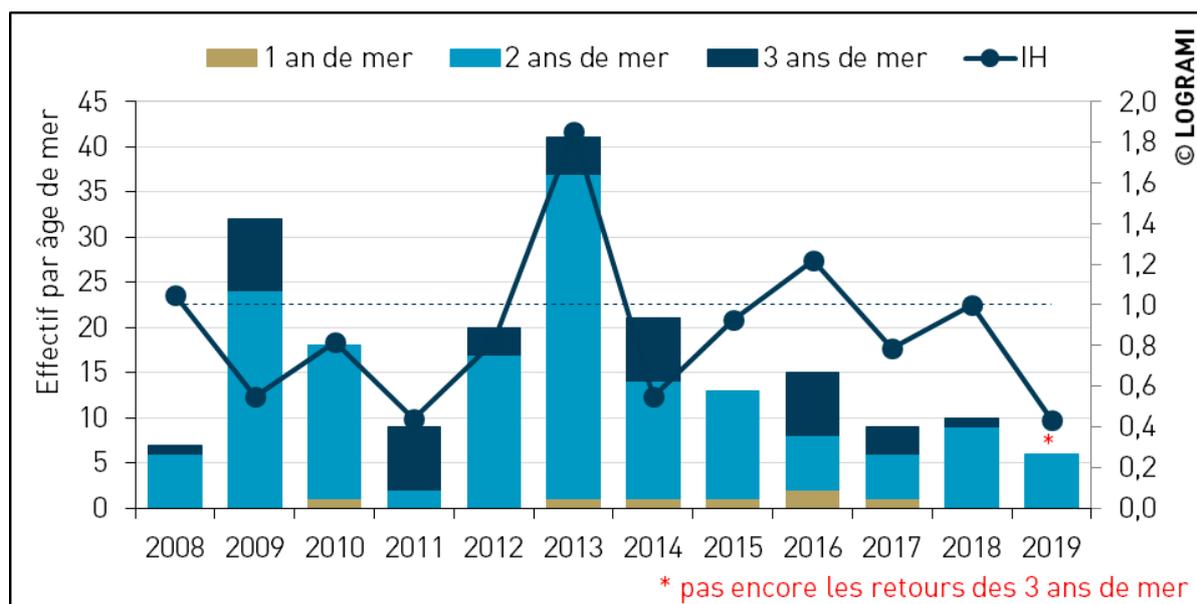
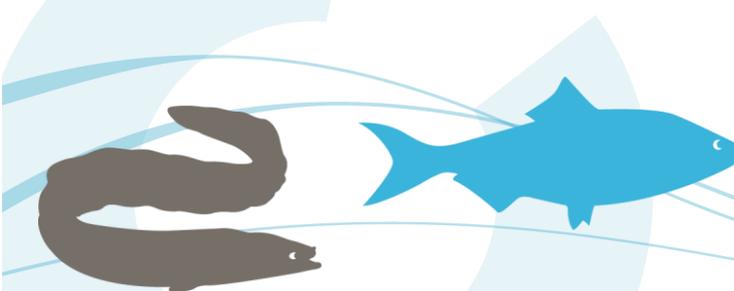


Figure 361 : Effectifs des retours de saumons par classe d'âge suivant leur année de dévalaison à Decize sur la Loire depuis 2008 et indice hydrologique calculé à Nevers pendant la dévalaison des smolts (Sources : LOGRAMI)

Comme pour la Creuse, les retours de la dévalaison de l'année 2013 sont également les plus importants de l'historique avec 41 individus comptabilisés à Decize. Les années 2009 et 2012 semblent également suivre les mêmes tendances. Les tendances basses des années 2008 et 2011 sont également confirmées probablement en raison d'événements communs aux deux bassins. A contrario, les années 2010 et 2015 ne semblent pas montrer les retours aux niveaux attendus notamment avec l'absence des 3 ans de mer alors que les indices hydrologiques étaient du même ordre sur ces deux axes (autour de 0,8).



6.1.6.3 Sur le bassin de l'Allier

Vichy

La moyenne interannuelle des retours de saumons par année de dévalaison à la station de comptage de Vichy entre en 1995 et 2018 s'élève à 587 individus (+/- 303) (Figure 362). Sur la période 1995-2018, 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 % (± 4) ; moyenne 2 étés : 56 % (± 12) ; moyenne 3 étés : 42 % (± 12).

L'historique sur ce site permet de visualiser les retours les plus importants issus de la dévalaison des juvéniles, notamment en 2001 avec 1 398 individus. Depuis le début des comptages, c'est l'année avec l'indice hydrologique le plus élevé (IH = 1,7). D'autres années se dégagent avec des indices hydrologiques supérieurs à 1,2, en 2005 (IH = 1,4) et 2013 (IH = 1,4), pour autant peu de saumons issus de la dévalaison de 2005 ont été observés à la station de comptage de Vichy. Ce mauvais retour s'explique par une crue majeure durant la fin de la reproduction en 2003. Le 3 décembre 2003, un pic de débit de 795 m³/s a été enregistré à Prades.

Comme les deux autres axes, l'année de dévalaison 2013 montre de très bons retours, notamment le retour des géniteurs de 2 étés de mer qui s'élève à 840 géniteurs et représente le deuxième meilleur retour après 2001 pour cette classe d'âge.

Concernant l'année 2019, avec un indice hydrologique de 0,4 durant la dévalaison des smolts, peu de géniteurs sont attendus en retour. Concernant les 2 étés de mer, 139 ont été comptabilisés soit le 3^{ème} plus mauvais effectif depuis 1995. Les 3 étés de mer qui seront observés au printemps 2022 à Vichy devraient suivre la tendance en baisse des dernières années.

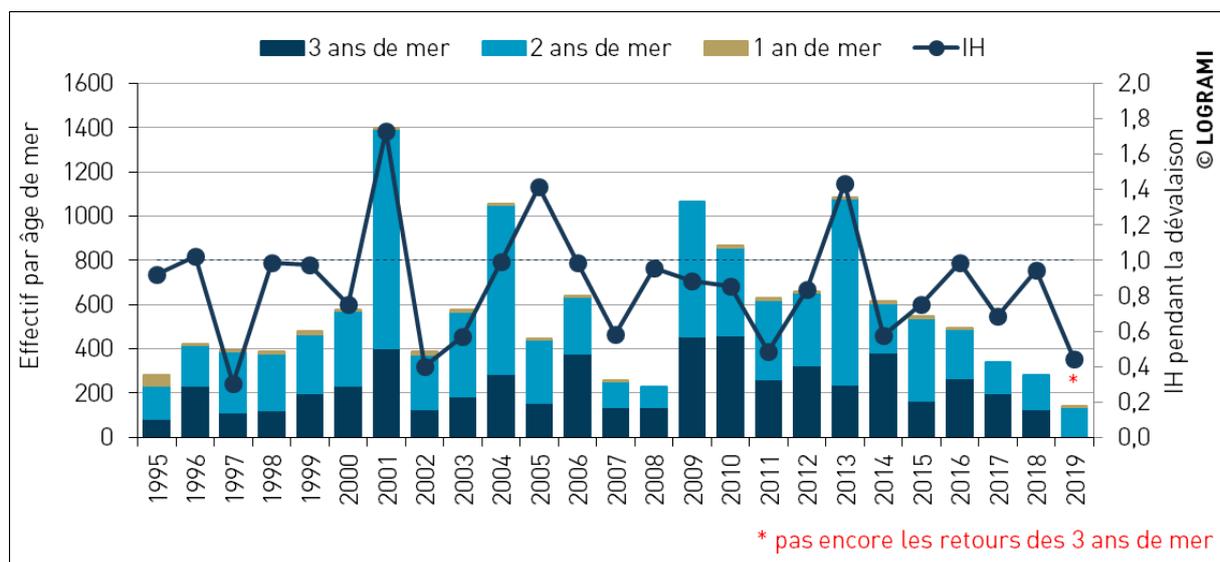


Figure 362 : Effectifs des retours de saumons par classe d'âge suivant leur année de dévalaison à Vichy sur l'Allier depuis 1995 et indice hydrologique calculé à Saint-Yorre pendant la dévalaison des smolts (Sources : LOGRAMI)

Langeac

La moyenne interannuelle des retours de saumons par année de dévalaison à la station de comptage de Langeac pour les années complètes (2002 à 2005 et 2015 à 2018 s'élève à 105 (+/- 22)) (Figure 363). Le meilleur retour est enregistré également pour l'année 2001. La dévalaison de l'année 2013 est incomplète mais la présence de poissons de 3 ans de mer en quantité dans les retours laisse supposer que les 2 ans de mer devaient également être plus nombreux en retour de cette année de dévalaison.

Les conditions de dévalaison de smolts en 2019 ont été défavorables avec un indice hydrologique à Saint-Yorre de 0,4. En conséquence, seulement 37 saumons de 2 étés de mer sont revenus. Même si les saumons de 3 étés de mer ne sont pas encore de retours, peu d'individus devraient être observés aux stations de comptages de l'Allier.

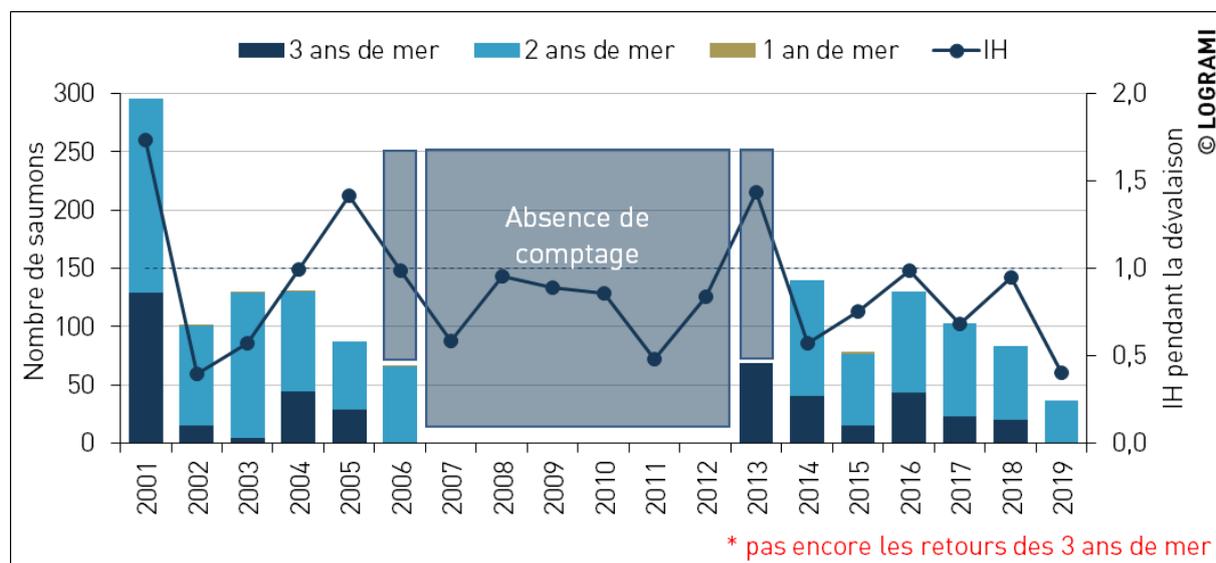


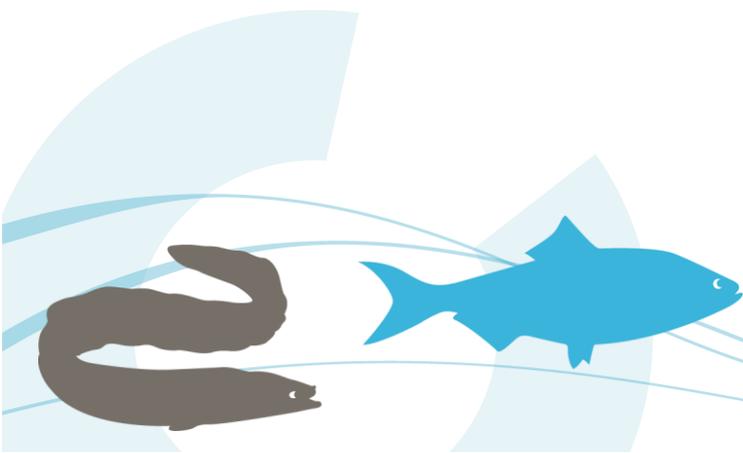
Figure 363 : Effectifs des retours de saumons par classe d'âge suivant leur année de dévalaison à Langeac sur l'Allier depuis 2001 et indice hydrologique calculé à Saint-Yorre pendant la dévalaison des smolts (Sources : LOGRAMI)

Poutès

Depuis 2019, les comptages à Poutès ne sont plus exhaustifs. Durant les phases de travaux, les saumons pouvaient franchir l'ouvrage par la vanne de fond du barrage. A l'automne 2019 et au printemps 2020, certains d'entre eux sont passés par le dispositif de montaison (ascenseur). En 2020 et 2021, les saumons ont pu bénéficier de l'ouverture du barrage durant une partie de la migration automnale. A partir de 2022, les saumons pourront franchir l'ouvrage soit par l'ascenseur soit pendant les 91 jours de transparence de l'ouvrage.

La moyenne interannuelle des retours de saumons par année de dévalaison à la station de comptage de Poutès de 1985 à 2015 s'élève à 55 +/- 44 (Figure 364). 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 comme à Vichy.

Les retours des 1 an de mer ne sont majoritairement constatés que lors des dévalaisons antérieures aux années 1990.



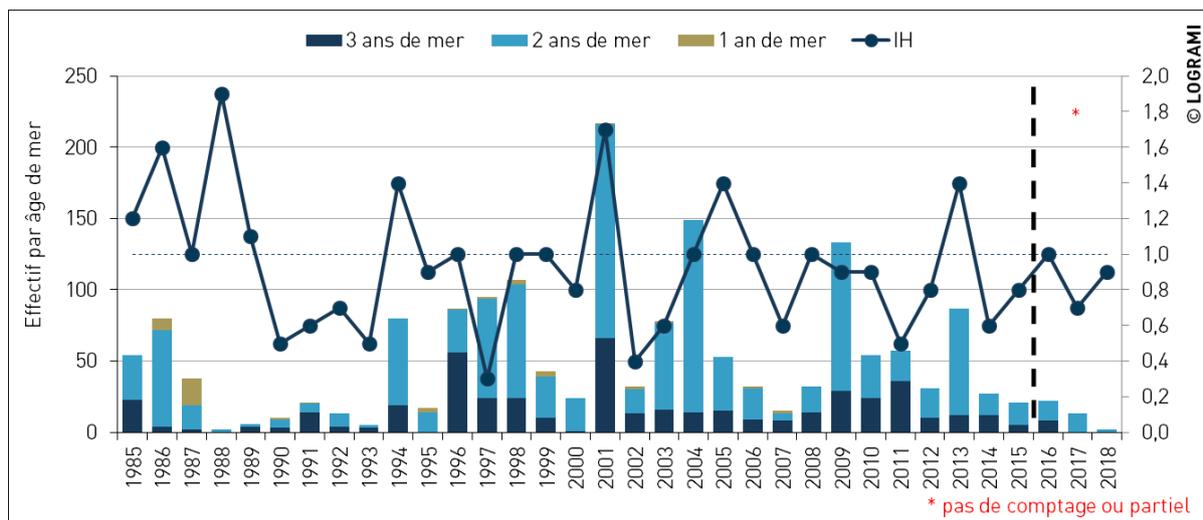


Figure 364 : Effectifs des retours de saumons par classe d'âge suivant leur année de dévalaison à Poutès sur l'Allier depuis 1985 et indice hydrologique calculé à Saint-Yorre pendant la dévalaison des smolts (Sources : LOGRAMI)

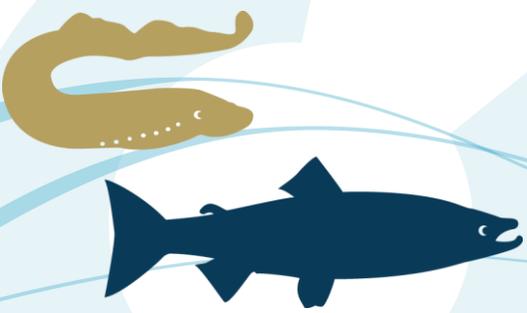
6.1.7. Sex-ratio des saumons à Langeac

Depuis 2016, date à laquelle LOGRAMI a repris le suivi de la station de comptage de Langeac, les passages des saumons devant les vitres de comptage sont conservés et peuvent être visionnés. Lors de la migration automnale, un dimorphisme sexuel est alors visible (Prévost et al., 1991). Chez le mâle, un prolongement de la mâchoire inférieure fait apparaître une sorte de « bec ». La femelle est quant à elle dépourvue de ce caractère sexuel (Figure 365).



Figure 365 : Dimorphisme sexuel à l'automne entre une femelle de saumon atlantique (à gauche) et un mâle (à droite)

Il est donc possible de sexer certains poissons lors de leurs passages à la station de comptage de Langeac (Figure 366). En moyenne depuis 2016, le premier saumon à l'automne est observé le 17 septembre et le dernier le 3 décembre. Au début de la migration, il est possible que le dimorphisme ne soit pas assez marqué pour être correctement visible à la station de comptage. En fonction de la précocité des passages des saumons à Langeac, il est possible que le nombre de mâles soit sous-estimé.



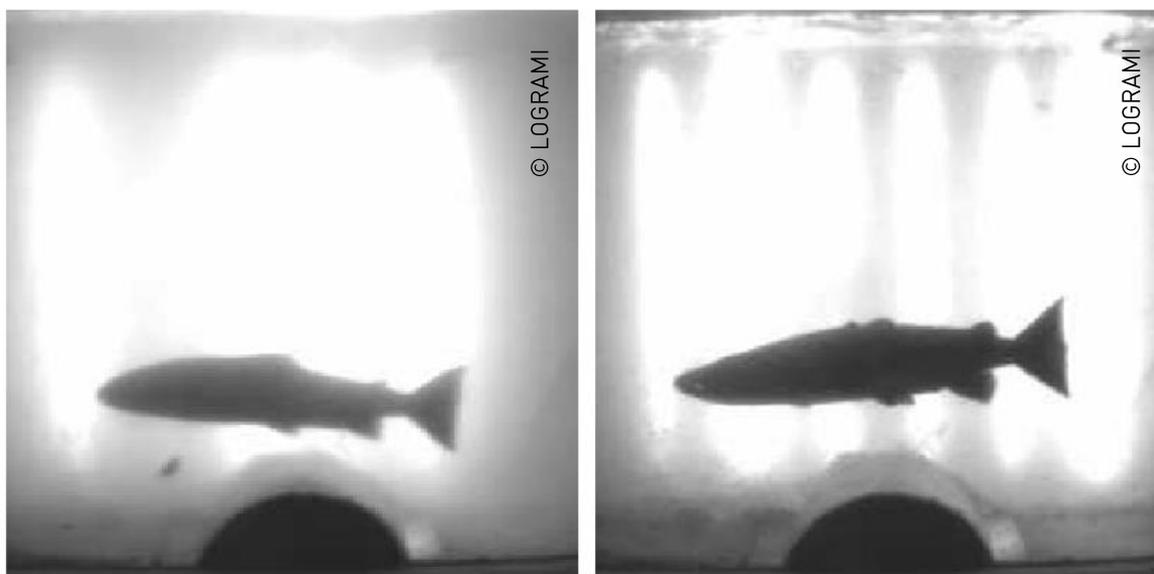


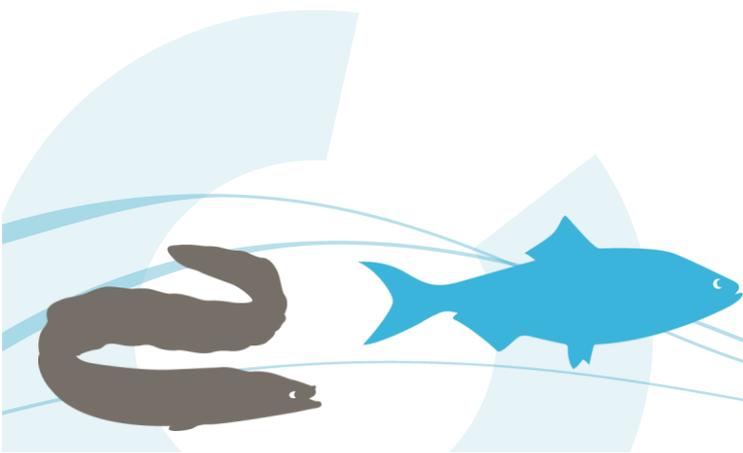
Figure 366 : Dymorphisme sexuel chez le saumon atlantique observable à la station de comptage de Langeac sur l'Allier (femelle à gauche et mâle à droite)

En 2016 et 2018, des problèmes informatiques n'ont pas permis de conserver toutes les vidéos de passages des saumons à Langeac mais une partie d'entre elles seulement (Tableau 43).

Tableau 43 : Récapitulatif des vidéos de passages de saumon atlantique conservées à Langeac sur l'Allier entre 2016 et 2021

	Nombre de saumons passés à l'automne	Nombre de passages non conservés	Pourcentage de données conservées
2016	81	39	52 %
2017	82	1	99 %
2018	57	0	0 %
2019	83	83	100 %
2020	55	86	100 %
2021	31	31	100 %

En 2016 (48 % de données non conservées) et 2017, lors de la migration automnale, la majorité des saumons étaient des mâles (Figure 367). À partir de 2019, cette proportion est inversée. En 2021, la proportion à l'automne est de 1 mâle pour 1,6 femelle.



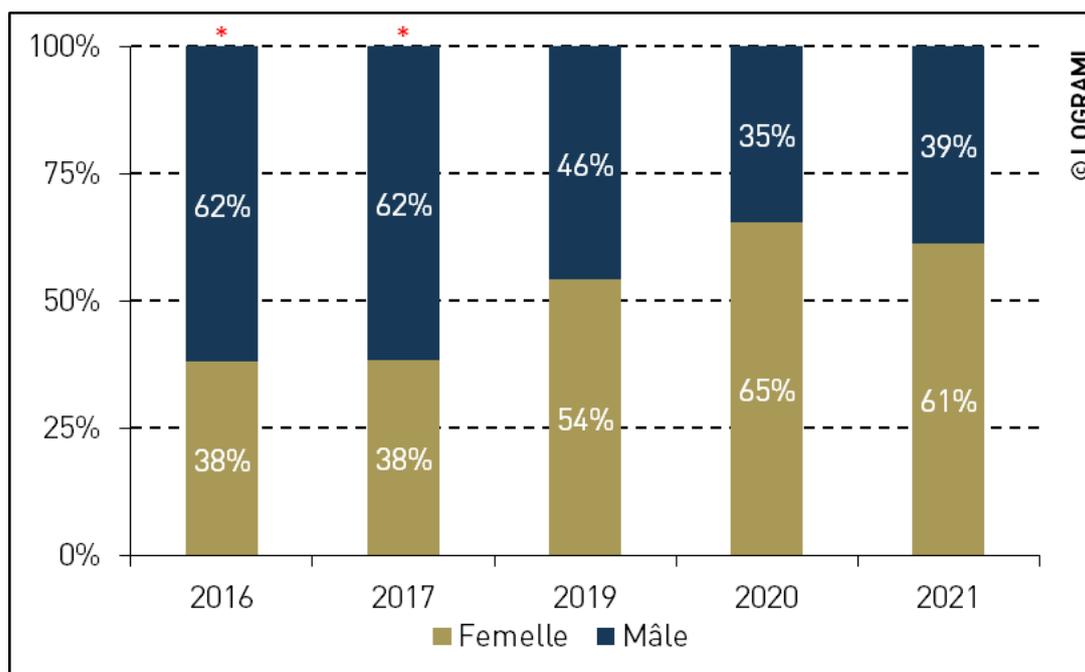


Figure 367 : Proportions de mâles et de femelles de saumon atlantique lors de la migration automnale à la station de comptage de Langeac sur l'Allier de 2016 à 2021

Le sexage des poissons à Langeac et le comptage des nids par hélicoptère ont pu être réalisés en 2017, 2020 et 2021 (Figure 367).

Pour ces années, la période automnale représente respectivement 79 % (2017), 64 % (2020) et 54 % (2021) des passages. En posant l'hypothèse que le sex-ratio des saumons qui franchissent Langeac au printemps est identique à celui des poissons qui passent à l'automne, cela peut donner une tendance sur le sex-ratio de l'ensemble des saumons en amont de Langeac.

En 2017, seulement 58 nids ont été comptés en amont de Langeac alors que 103 géniteurs se trouvaient en amont de ce seuil, soit un ratio de 0,56 nid par saumon. En 2020, pour 86 géniteurs, 85 nids ont été dénombrés, soit un ratio de 0,99 nid par saumon. En 2021, le ratio est de 0,93 nid par saumon.

La différence de ratio nid par saumon entre 2017 et les années 2020 et 2021 peut s'expliquer par le ratio mâle/femelle en faveur des mâles en amont de Langeac (Figure 367).

Partant du postulat que le sex-ratio est estimé valablement rapporté à la population totale comptée, cela donne 39 femelles en 2017, 56 en 2020 et 35 en 2021. Le nombre de frais comptés rapportés au nombre de femelles donne 1,47, 1,53 et 1,51 par femelle respectivement en 2017, 2020 et 2021. Les résultats semblent bien démontrer que le sex-ratio conditionne le nombre de frais observés.

Dorénavant, le sexage des poissons à l'automne à Langeac permettra en partie de relativiser le comptage des nids de saumons de ce secteur.

6.2. Structure en âge des aloses

En 2021, 1 183 aloses ont été mesurées aux stations de comptage du bassin de la Loire (soit 98 % de l'effectif annuel). Les tailles médianes sont de 55 cm à Descartes, 55 cm à Châtellerault et 54 cm à Decize.

Le programme ALOSA, issu d'un partenariat Université de Tours (CITERES IPAPE) – Association des pêcheurs professionnels (AAPPBLB) a permis entre 1985 et 2019 d'âge par scalimétrie 5 121 aloses

(C. Boisneau, 2020). A partir des données de ce programme, une distribution des tailles par classes d'âges des aloses peut-être réalisée. Il en ressort une forte dominance d'aloses de 4 et 5 ans (85 % de l'effectif) et un chevauchement des classes d'âges entre elles (Figure 368).

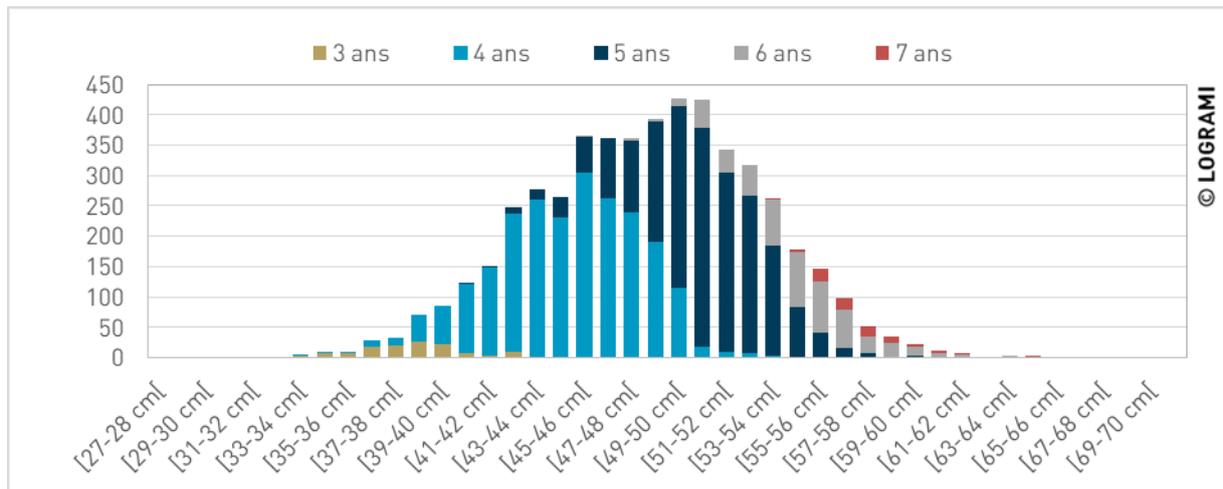


Figure 368 : Distribution en taille par classes d'âges des aloses (n = 5 121) en Loire moyenne (Données issues du programme ALOSA produites par l'Université de Tours (CITERES IPAPE) et l'AAPPBLB)

Cette distribution des classes d'âges peut être appliquée aux distributions de taille des aloses observées aux stations de comptage. Cette analyse est critiquable en plusieurs points. Elle ne prend pas en compte les variabilités de croissance interannuelle, les différences de taille mâles / femelles ainsi que la présence d'aloses feintes ou d'hybrides. Elle permet malgré tout de caractériser à minima les populations d'aloses migrantes aux stations de comptage.

A noter qu'aux stations, seule la longueur totale des aloses est mesurée alors que dans le programme ALOSA les longueurs fourches ont été notées. De manière à homogénéiser les données et pouvoir attribuer un âge aux individus comptabilisés, les tailles des aloses mesurées aux stations ont été transformées en longueur fourche à l'aide de la relation linéaire suivante : $L_f = 7,787 + 0,8772 L_t$ ($r = 0,963$) avec L_f = longueur fourche et L_t = longueur totale (Menesson-Boisneau et al., 1986).

Ainsi, en croisant les données du programme ALOSA et celles des stations de comptage, la répartition en classes d'âges des aloses comptées en 2021 peut être établie (Figure 369).

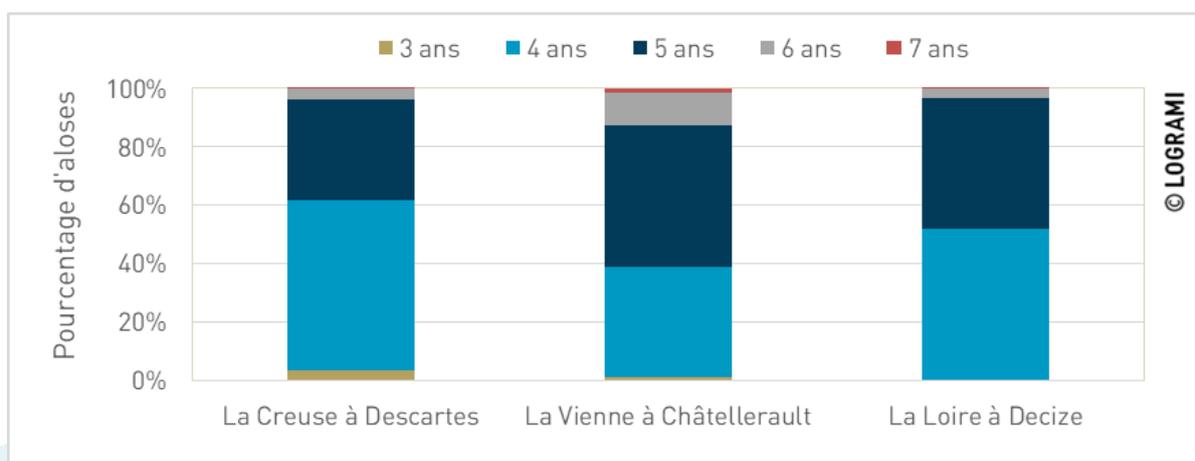
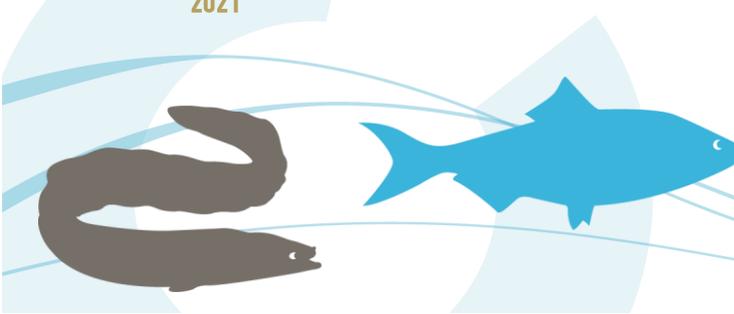


Figure 369 : Répartition par classes d'âges des aloses aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire en 2021



Aux différentes stations du bassin de la Loire, les aloses auraient donc majoritairement entre 4 et 5 ans (93 % de l'effectif à Descartes, 86 % à Châtelleraut et 97 % à Decize). Elles seraient donc issues des reproductions de 2016 et 2017, année durant lesquelles 2 117 et 1 035 aloses ont été comptées sur l'ensemble du bassin de la Loire. La part d'aloses de 4 ans est moins importante sur la Vienne à Châtelleraut qu'aux autres stations (38 % contre 59 % sur la Creuse et 52 % sur la Loire). Un sex-ratio en faveur des femelles sur cet axe pourrait expliquer cette différence. En effet, les classes d'âges varient classiquement de 3 à 6 ans pour les mâles avec une majorité d'individus de 4 ans et de 4 à 7 ans pour les femelles avec une majorité d'individus de 5 ans (C. Boisneau, 2020).

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. Cette station, avec celle de Jenzat, sont les seules 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 rend parfois ces mesures encore plus imprécises. Leur analyse par classes de tailles permet toutefois de caractériser la population en migration.

Face à un nombre très important d'anguilles, une stratégie d'échantillonnage a été définie afin de limiter le temps passé à la prise de mesure qui peut rapidement être fastidieuse. En 2021, un échantillon de 1 812 anguilles a été mesuré sur 17 496, soit 10 % de l'effectif annuel. Afin d'avoir un échantillonnage significatif, le créneau de temps de [2h-3h[(UTC) a été ciblé. Ce créneau est celui où le pourcentage de passages est le plus élevé de la journée avec 7,7 % (données 2004-2020).

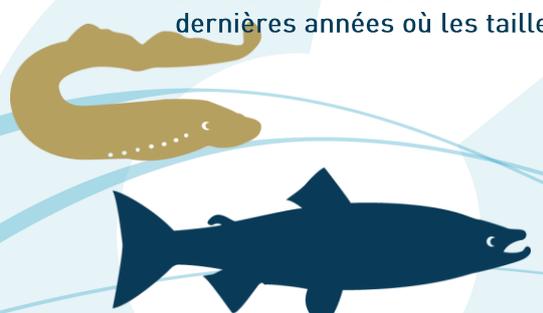
Afin que l'échantillon soit représentatif de la population, les données des années antérieures ont été utilisées (41 282 anguilles mesurées de 2004 à 2020) pour s'assurer que la distribution des fréquences mesurées entre 2h et 3h est la même que celle observée les vingt-trois autres heures de la journée. Les distributions ne suivant pas une loi normale, un test non paramétrique pour échantillons indépendants de Kolmogorov-Smirnov a été effectué pour comparer les tailles réparties en 6 classes de 15 cm (Tableau 44)

Tableau 44 : Distributions des fréquences d'anguilles en pourcentage par classes de tailles en fonction des horaires de mesures à la station de Châtelleraut sur la Vienne (2004-2020) (n=41 282)

Classe de taille (cm)		Fréquence en % [2h-3h[Fréquence en % [3-2h[
Borne inférieure	Borne supérieure		
0	15	0,2	0,4
15	30	44,1	56,1
30	45	51,5	40,1
45	60	3,4	2,9
60	75	0,6	0,3
75	90	0,1	0,1

Avec une p-value de $1,00 > \alpha=0,05$ les deux distributions suivent une même loi. L'hypothèse que les fréquences de tailles mesurées sont les mêmes entre [2h-3h[et [3-2h[est vérifiée. L'échantillonnage des mesures entre 2h et 3h du matin est donc statistiquement significatif.

La taille médiane de l'effectif de l'année 2021 est de 27 cm. Malgré une légère hausse par rapport aux tailles mesurées en 2019 et 2020, ces mesures confirment la tendance observée ces 4 dernières années où les tailles médianes mesurées sont les plus faibles depuis le début du suivi



en 2004 (Figure 370). Elles sont habituellement comprises entre 26 et 37 cm (moyenne des médianes annuelles de 32 cm +/- 2).

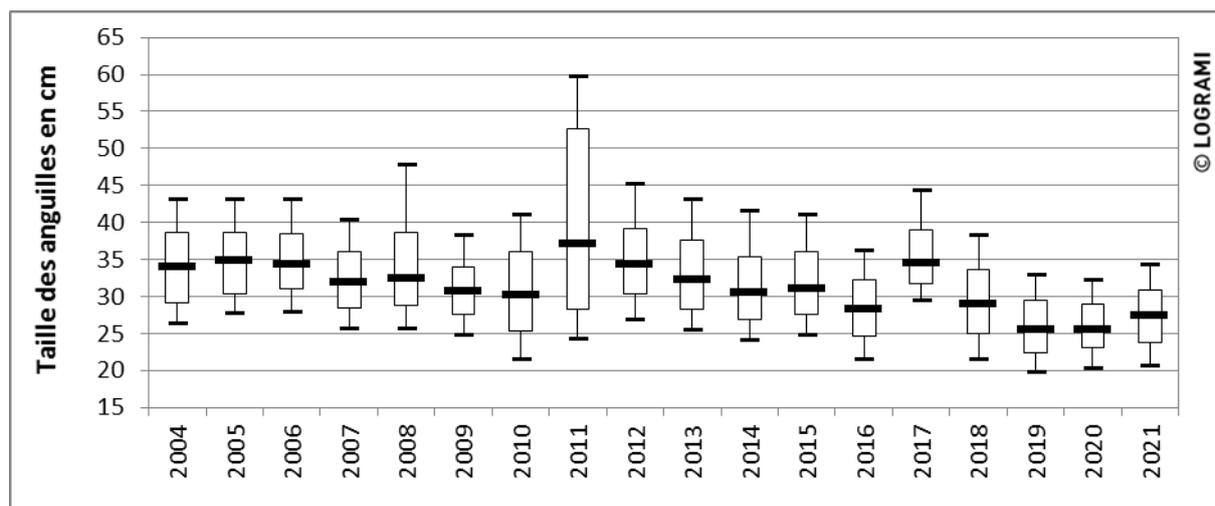


Figure 370 : Répartition des tailles moyennes (en cm) des anguilles mesurées à la station de comptage de Châtelleraut sur la Vienne depuis 2004 (n=43 094)

La classe de tailles [15-30 cm] comprend la majorité de l'effectif, avec 68 % des anguilles mesurées (Figure 371). Cette classe correspond aux anguilles en phase de croissance (2 à 5 étés continentaux suivant les individus) (Laffaille et al., 2003).

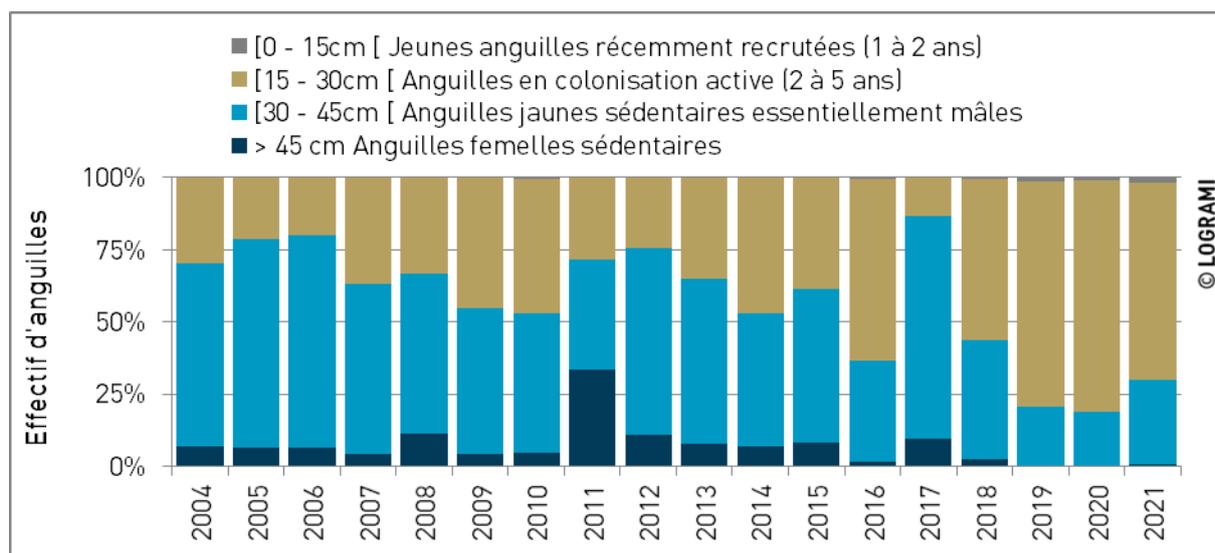


Figure 371 : Distribution en classes de taille (en cm) des anguilles comptées à la station de comptage de Châtelleraut sur la Vienne depuis 2004 (n=43 094)

Par rapport aux années précédentes, la proportion d'anguilles comprises entre 15 et 30 cm est bien plus importante. En moyenne de 2004 à 2018, cette classe de taille comprend 36 % (+/- 14) de l'effectif annuel contre 75 % (+/- 6) de 2019 à 2021. Au fil des années, la proportion d'anguilles inférieures à 30 cm est de plus en plus importante. Seules les proportions de l'année 2017 ne suivent pas cette tendance. En raison des très faibles débits printaniers, la migration des anguilles était très faible cette année-là (seulement 53 individus ont été comptés à la station).

Ces résultats sont encourageants et peuvent s'expliquer par un bon recrutement les années antérieures sur la Loire. A noter que deux opérations de transfert ont eu lieu sur la Creuse aval et la Vienne en 2013 et 2019. En 2021, ces anguilles devraient avoir une taille supérieure à 40 cm (pour celles déversées en 2013) ou entre 15 et 20 cm (pour celles déversées en 2019). Même si la majorité des anguilles observées, en 2021, à la station de comptage ne semble pas être directement le fruit des campagnes de transfert, il est probable qu'une partie de la population en soit issue notamment pour les plus jeunes stades (seulement 8 % des anguilles mesurées sont comprises entre 15 et 20 cm et 2 % ont une taille supérieure à 40 cm).

6.4. Structure en âge des juvéniles de lamproie marine sur le bassin de la Vienne

Après une phase embryonnaire de 40 jours au sein de la frayère, les larves de lamproies 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 peu connue. Elle peut varier au sein d'un bassin versant (Ducasse & 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 & 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 sur le bassin de la Vienne. Cette action a débuté en 2014 et 2015 dans le cadre d'un appel à projet soutenu par la Fondation LISEA Biodiversité. Les suivis 2016 à 2021 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

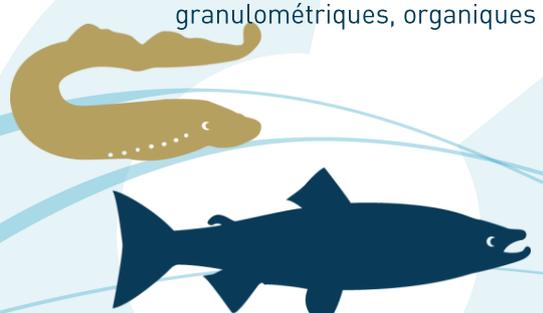
Les sites sont choisis le jour de l'échantillonnage. Ils correspondent à des habitats optimaux (type I) à sub-optimaux (type II) pour les larves de lamproies (Figure 372). La localisation des sites a été choisie en fonction de trois paramètres : la proximité d'une zone potentielle de reproduction de lamproies, 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 372 : Classification des habitats larvaires chez les lamproies (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 d'une clef de détermination (Urdaci et al., 2014).

L'ambiance générale est elle aussi notifiée à partir d'une classification basée sur des critères granulométriques, organiques et morphodynamiques (Figure 373).



D'autres critères tels que la vitesse du courant, la profondeur moyenne, la nature et l'épaisseur du substrat sont renseignés. La surface de la zone échantillonnée est par ailleurs précisément mesurée de manière à pouvoir calculer une densité d'individus.

Code	Définition synthétique	Observations complémentaires
SS	Sables stables	sables fins en surface, mélangé parfois avec des débris de bois grossiers en surface ou en profondeur
SC	Sables changeant	sables grossiers, sables dominants en surface et graviers dessous
LO	Litière organique	tapis de feuilles mortes plus ou moins décomposées, de petits débris de bois, d'algues en aval d'obstacles tels que les embâcles et dans les zones de contre-courant (bordures, anses)
SVA	sables et végétaux aquatiques	végétaux aquatiques poussant sur fond sablonneux de manière assez clairsemée pour que la nature du fond se voit
BVA	boue et végétaux aquatiques	en zone lenticque Exemples avec les zones à nénuphars en bordure de lit et dans les zones d'étalement
ESM	embâcles et sédiments meubles	Débris de bois grossiers avec du limon, de la vase
MVA	substrat grossier colonisé par des massifs de végétaux aquatiques compacts	en zone ± lenticque substrat graveleux à caillouteux *
GVA	substrat grossier colonisé par des pieds disséminés de végétaux aquatiques	en zone ± lotique substrat graveleux à caillouteux
SD	Substrat grossier pur	substrat graveleux, caillouteux, roche mère

* : non visible depuis la surface au dessus du massif lui-même

Figure 373 : Classification des méso-habitats des larves de lamproies (Taverny et al., 2005)

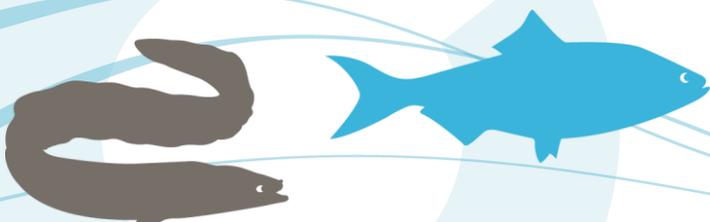
6.4.1.2 Échantillonnage

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 échantillonnages électriques sont réalisés 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 374). Sur le bassin de la Vienne, les déplacements sont effectués en bateau dans le but de faciliter l'accès aux habitats.



Figure 374 : 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 & 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.

Les ammocètes sont ensuite identifiées à l'aide de la caractérisation de la répartition des pigmentations sombres (mélanoformes) situées au niveau du capuchon oral et de la nageoire caudale (Figure 375). 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 mélanoformes 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 mélanoformes descendent peu latéralement et n'atteignent pas la bordure du capuchon oral. La pigmentation de la caudale n'est pas marquée (Gardinier, 2003).

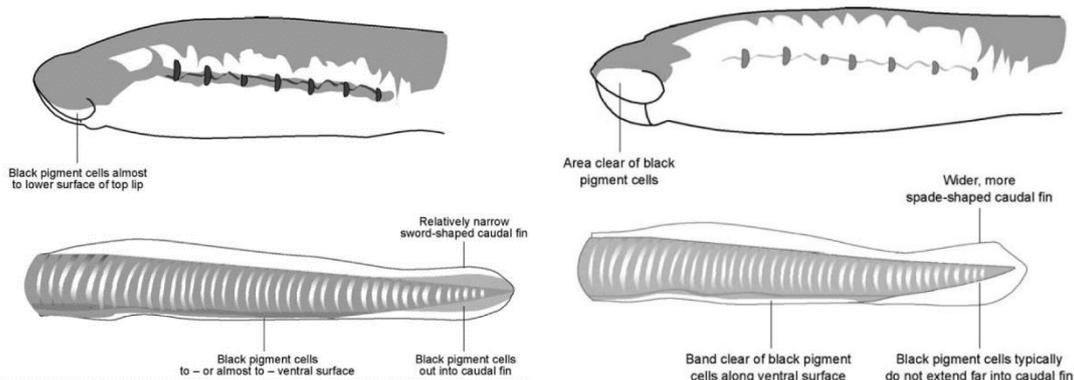


Figure 375 : Critères d'identification des genres *Petromyzon* (à Gauche) et *Lampetra* (à Droite) (illustration : Keith Mutch ; Gardinier, 2003)

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 & Elie, 2010). Un test génotypique pourrait confirmer l'appartenance à l'un des deux groupes (Urdaci et al., 2014). 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 également notées (apparition de l'œil, développement du disque buccal...).

6.4.2. Résultats

6.4.2.1 Effort de prospection

En 2021, 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. 46 habitats ont été échantillonnés répartis sur un linéaire total de 75 km. Sur l'ensemble de ce linéaire, deux tronçons n'ont pas été prospectés. Le premier long de 14 km se situe entre Nouâtre et l'Île bouchard, le second de 17 km entre l'Île bouchard et Chinon. Ces parties de la Vienne possèdent peu d'habitats favorables à la reproduction des lamproies marines et accueillent donc potentiellement moins d'ammocètes. Ainsi, 10 stations ont été échantillonnées sur la Creuse (10 km) et 36 stations sur la Vienne (dont 14 en aval de la confluence avec la Creuse) sur 34 km.

Les secteurs échantillonnés ont été choisis parmi les 69 frayères potentielles recensées sur ces tronçons (Figure 387) et répartis de la façon suivante : 27 depuis Descartes jusqu'à la confluence avec la creuse, 31 depuis Châtelleraut jusqu'au Bec des deux eaux et 11 en aval de la confluence Vienne-Creuse. La surface des zones échantillonnées représente un total de 60,5 m², soit en moyenne 1,1 m² (+/- 0,3) par habitat.

La majorité des sites échantillonnés se situe à proximité de frayères potentielles de lamproies marines. 74 % sont en effet à moins de 500 mètres à l'aval d'une zone de frai (Figure 376).

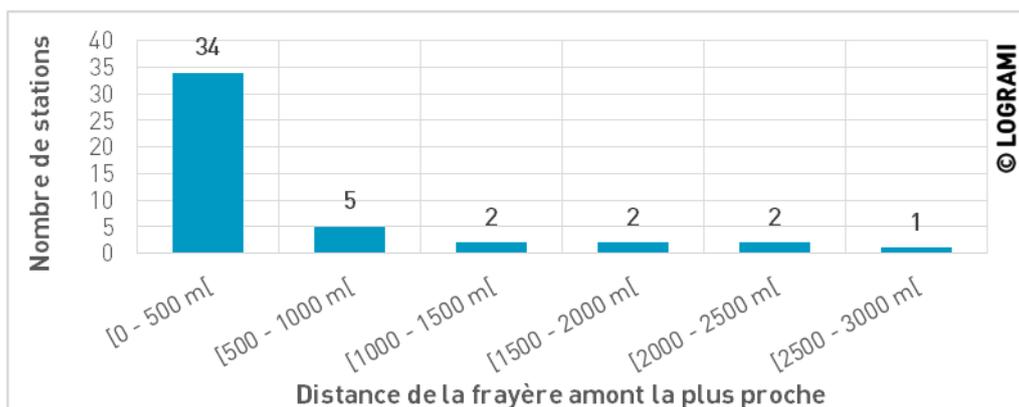
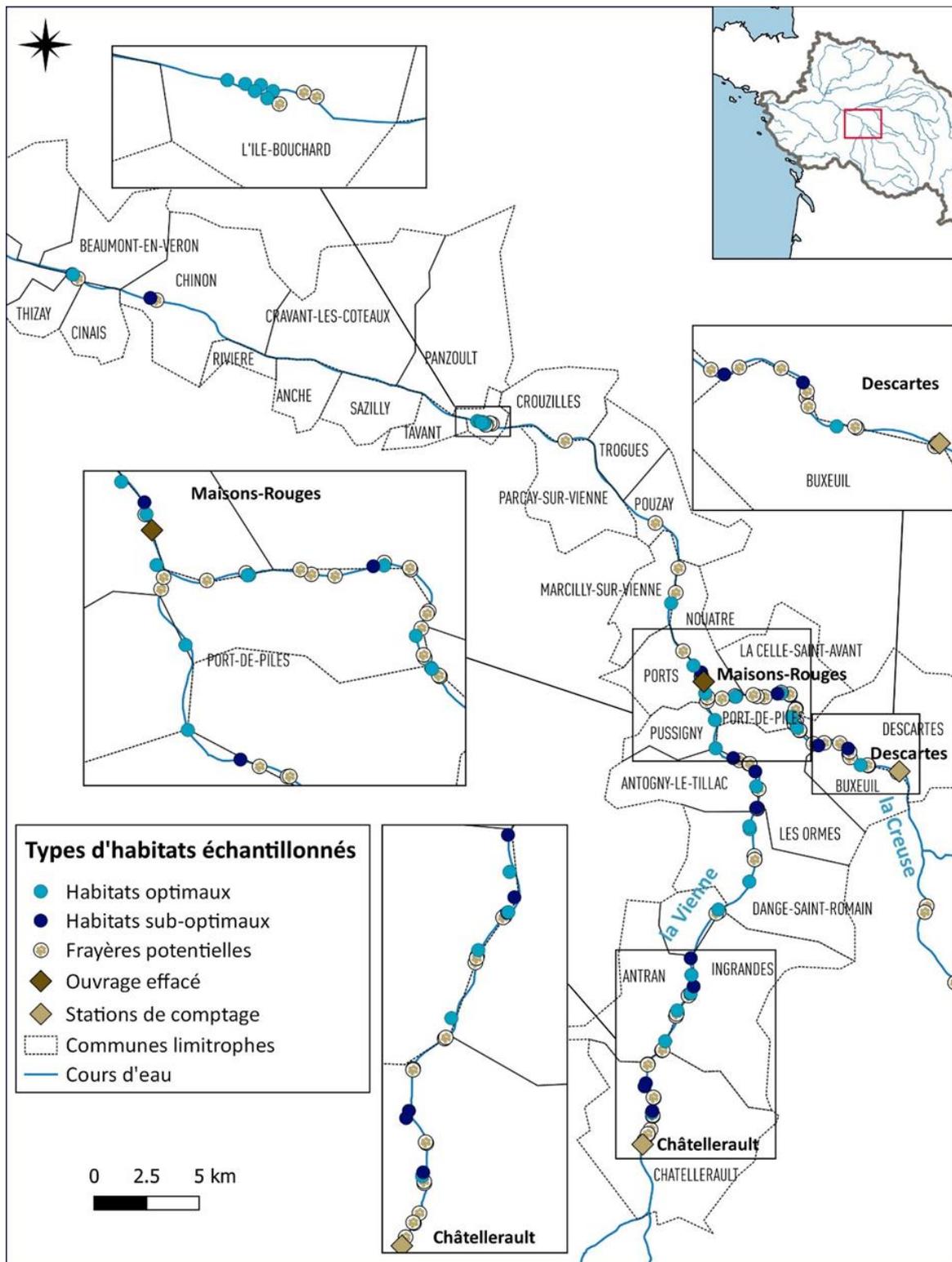


Figure 376 : Répartition des habitats à juvéniles de lamproie marine échantillonnés en 2021 par rapport aux zones potentielles de frai du bassin de la Vienne

Les habitats échantillonnés présentent des caractéristiques de faciès et d'ambiances différentes. Ces critères ont permis de déterminer si ces habitats sont optimaux pour les ammocètes : 30 sites échantillonnés correspondent à des habitats de type I (optimaux) et 16 à des habitats de type II (sub-optimaux). Ces habitats sont répartis de la manière suivante sur les axes Creuse et Vienne : 7 optimaux et 3 sub-optimaux sur la Creuse, 23 optimaux et 13 sub-optimaux sur la Vienne (Figure 377).



BDCarthage® - ©IGN- Ministère en charge de l'environnement – AELB
Cartographie : LOGRAMI, 2021



Figure 377 : Répartition des habitats à juvéniles de lamproies échantillonnés en 2021 sur le bassin de la Vienne

Comme en 2020, le linéaire de prospections a été étendu puisque 4 stations ont été échantillonnées sur les communes de Chinon et de Beaumont-en-Véron. Ces stations sont situées 10 km en amont de la confluence avec la Loire et 17 km en aval de L'Île-Bouchard. Initialement cet échantillonnage faisait

suite à un questionnement sur la présence de reproduction sur des habitats plus restreints et présentant une granulométrie plus fine sur la Vienne aval. Les résultats de cette prospection sont présentés dans le paragraphe 6.4.2.4 (Indication sur la fréquentation des frayères) mais ne sont pas inclus dans les autres analyses.

La campagne d'échantillonnage par pêche électrique s'est déroulée sur 8 jours répartis du 7 au 27 septembre 2021 (du 7 au 9, du 14 au 16 et les 24 et 27). Les débits de la Creuse ont permis de réaliser les inventaires dans les conditions adéquates. En revanche, plusieurs épisodes de crues sur la Vienne ont forcé à reporter certains échantillonnages car les hauteurs d'eau ne permettaient pas de prospecter correctement. De plus, lorsque le niveau monte, il devient plus difficile de trouver les zones d'habitat préférentiel des ammocètes. Le risque principal étant d'échantillonner un secteur qui était exondé quelques heures à peine avant la hausse des débits.

Les stations de débit de référence ont été déterminées ainsi :

- 🌀 Leugny : secteur Descartes – confluence Vienne-Creuse (échantillonné du 7 au 8 septembre) ;
- 🌀 Ingrandes-sur-Vienne : secteur Châtelleraut- confluence Vienne-Creuse (échantillonné les 9, 14, 15 et 24 septembre) ;
- 🌀 Nouâtre : secteurs aval confluence Vienne-Creuse (échantillonné les 16 et 27 septembre).

Les débits lors des échantillonnages de la Creuse ont été de $15 \pm 1 \text{ m}^3/\text{s}$. Sur la Vienne, deux épisodes de crue du 12/09 et du 22/09, respectivement de 59 et $97 \text{ m}^3/\text{s}$ à la station d'Ingrandes-sur-Vienne, ont perturbé le planning initial des échantillonnages. Ainsi trois journées ont dû être reportées afin de réaliser les inventaires dans les conditions optimales d'échantillonnages (maximum d'environ $40 \text{ m}^3/\text{s}$ pour cette même station) (Source : DREAL LIMOUSIN/HYDRO-MEDD/DE). Finalement, l'ensemble des secteurs prévus a pu être parcouru et échantillonné.

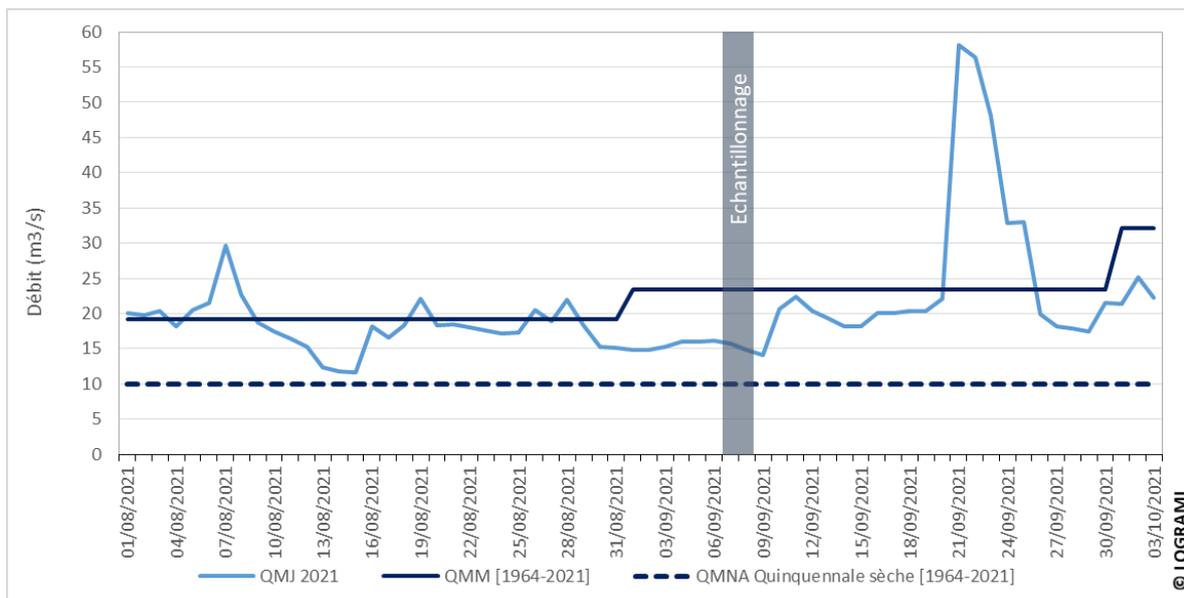
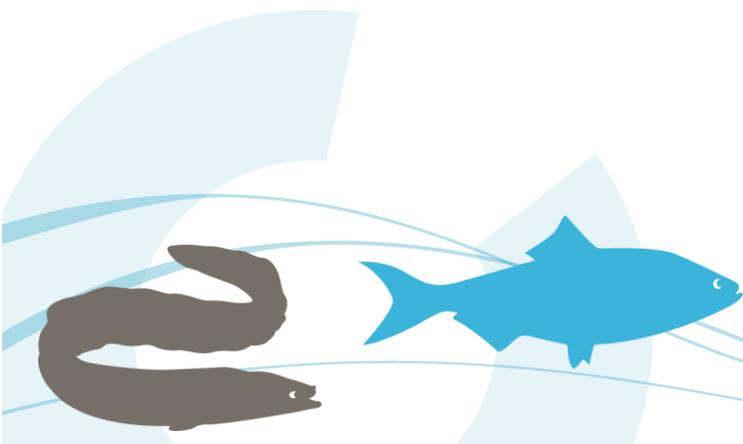


Figure 378 : Débits moyens journaliers 2021 et débits de référence de la Creuse à la station de Leugny lors des échantillonnages de juvéniles de lamproies (en gris) (Source : DREAL LIMOUSIN/HYDRO-MEDD/DE)



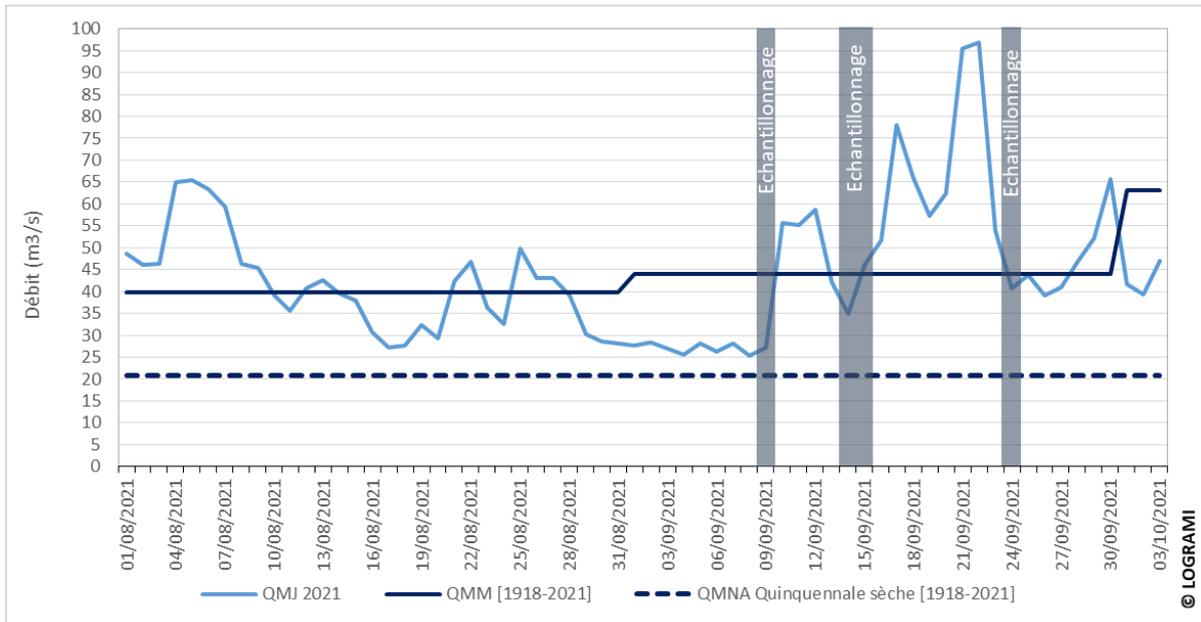


Figure 379 : Débits moyens journaliers 2021 et débits de référence de la Vienne à la station d'Ingrandes-sur-Vienne lors des échantillonnages de juvéniles de lamproies (en gris) (Source : DREAL LIMOUSIN/HYDRO-MEDD/DE)

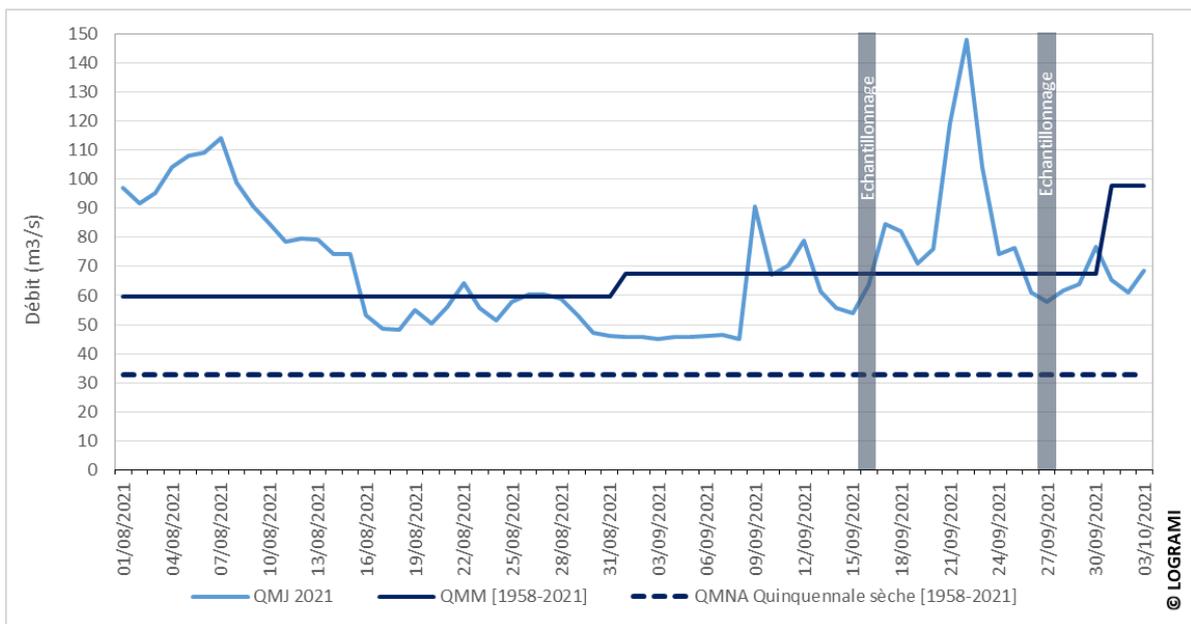
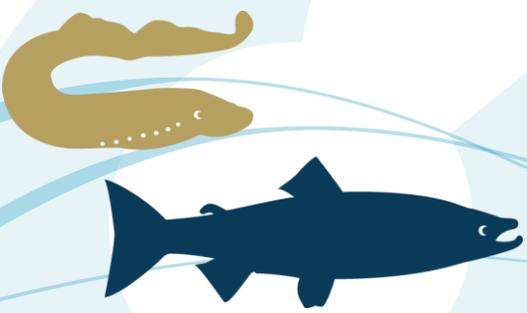


Figure 380 : Débits moyens journaliers 2021 et débits de référence de la Vienne à la station de Nouâtre lors des échantillonnages de juvéniles de lamproies (en gris) (Source : DREAL LIMOUSIN/HYDRO-MEDD/DE)

6.4.2.2 Biométrie des ammocètes

Identification

Un total de 447 lamproies a été échantillonné, dont 383 *Petromyzon marinus* et 64 *Lampetra sp.* Les individus inférieurs à 45 mm ont tous été considérés comme des *Petromyzon marinus*, sauf identification formelle du genre *Lampetra*.

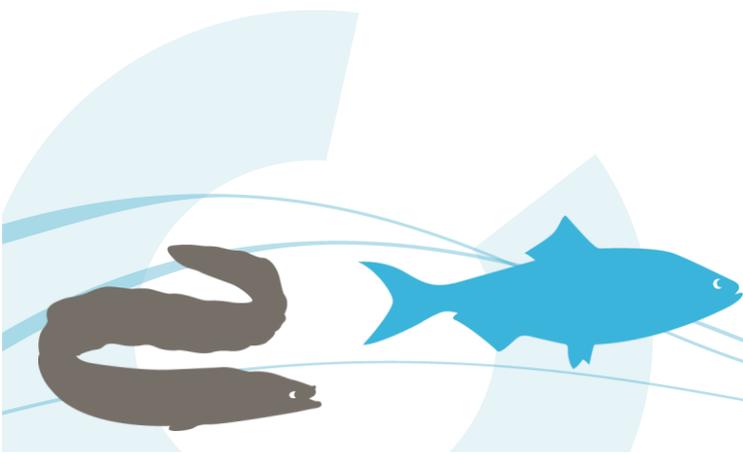


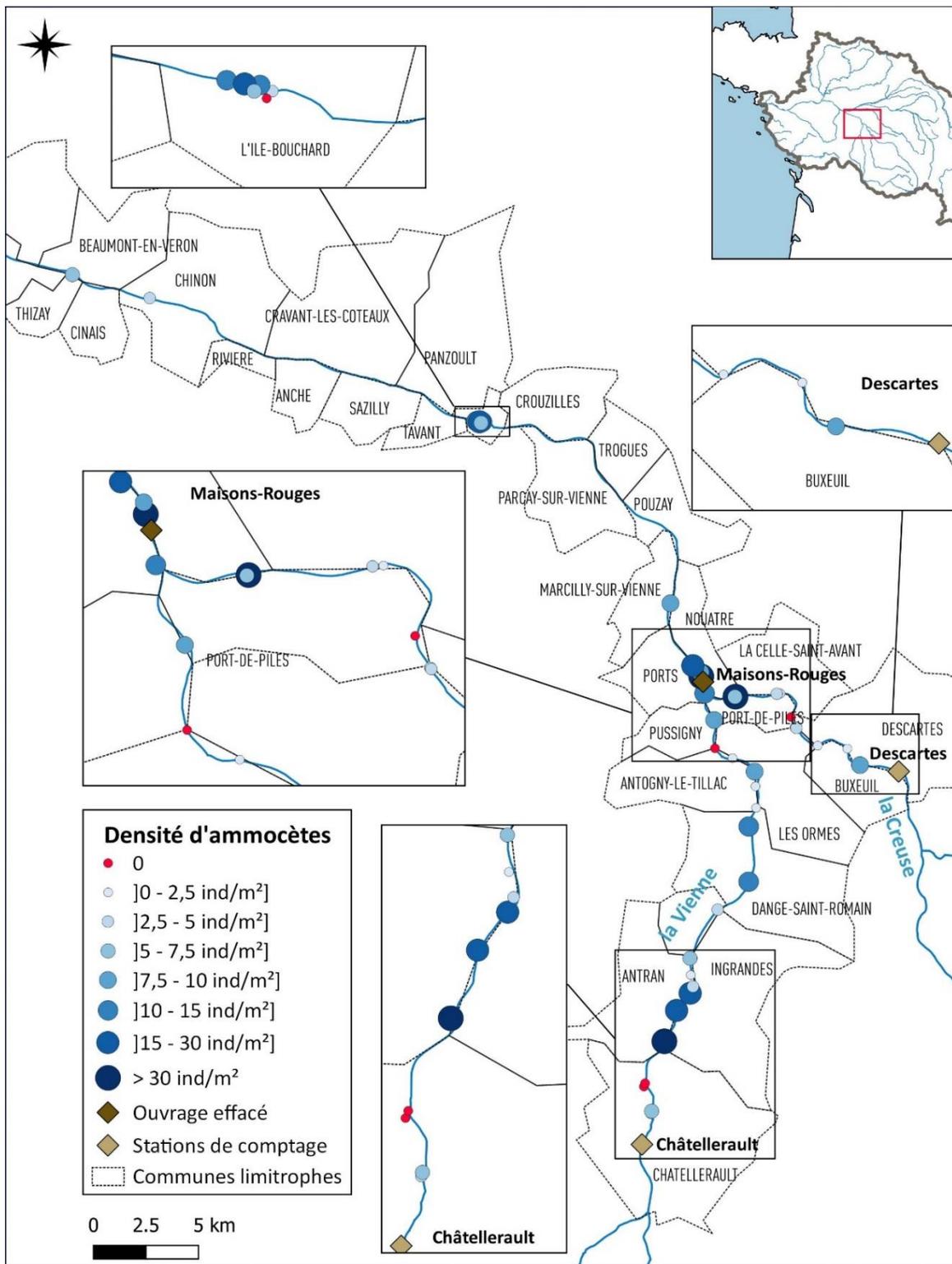
L'étude portant sur les lamproies marines, les individus du genre *Lampetra* n'ont pas été pris en compte dans les résultats suivants. Néanmoins, les données de présence portant sur le genre *Lampetra* sont présentées dans le paragraphe 6.4.2.5 Ammocètes de lamproies .

Parmi les 447 ammocètes de lamproies échantillonnées, 18 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. En 2021, les résultats de densité sont compris entre 0 et 41 ind./m². La variabilité est forte entre stations et un grand nombre d'entre elles possède peu d'individus (médiane de 5 ind./m²). Sur l'ensemble de l'échantillonnage, 15% des stations échantillonnées ne possèdent pas de lamproie marine, soit sept stations au total dont six d'entre elles sont sur la Vienne et la moitié présentent un habitat de type II donc moins favorable à la croissance des ammocètes. La répartition des sites où aucun individu n'a été échantillonné reste plutôt aléatoire et aucun paramètre ne permet de qualifier une zone inhospitalière à l'accueil des juvéniles de lamproie marine. En revanche, les densités observées montrent une variabilité de production de juvéniles selon les sites. Il semble que la production soit plus intense sur la Vienne en aval de Châtelleraut et particulièrement au niveau d'Ingrandes-Sur-Vienne. De même, le secteur de la confluence (Bec des deux eaux) ainsi que celui de l'île bouchard sont en moyenne plus productifs que la Creuse. La proximité de l'ouvrage de Descartes pourrait influencer la qualité des habitats disponibles à l'aval immédiat de l'ouvrage en limitant le transport sédimentaire, élément essentiel pour la constitution de l'habitat des lamproies marines.





BDCarthage® - ©IGN- Ministère en charge de l'environnement - AELB
Cartographie : LOGRAMI, 2021



Figure 381 : Localisation des densités d'ammocètes échantillonnées en 2021 sur le bassin de la Vienne

La densité moyenne sur les habitats de type I, dits optimaux, est nettement supérieure (11,6 ind./m² sur la Vienne et 8,3 ind./m² sur la Creuse) à celle observée sur les habitats de type II, dits sub-optimaux (3,5 ind./m² sur la Vienne et 1,6 ind./m² sur la Creuse). Ce constat est similaire aux résultats rencontrés dans la bibliographie (Harvey & Cowx, 2003) qui montre en général un préférendum des ammocètes

pour les habitats optimaux (Tableau 45). L'analyse de la densité médiane permet également de mettre en évidence une présence plus importante d'ammocètes sur les habitats optimaux (Mann Whitney : p-value 0,008 ; alpha 0,05). Les densités moyennes sont donc significativement différentes entre habitats optimaux et sub-optimaux. Même s'il faut relativiser les chiffres puisqu'ils sont issus d'un nombre faible de stations échantillonnées que ce soit par type d'habitat ou par rivière.

Tableau 45 : Récapitulatif des résultats d'échantillonnage de juvéniles de lamproie marine par rivière et type d'habitats en 2021 sur le bassin de la Vienne (Sources : LOGRAMI)

Rivière	Vienne		Creuse	
Type d'habitat	Optimaux	Sub-Optimaux	Optimaux	Sub-Optimaux
Nombre de stations	23	13	7	3
Nombre moyen d'ammocètes	11,4 +/- 10,1	3,3 +/- 12	10,3 +/- 8,7	1,7 +/- 1,5
Densité moyenne CS (ind./m ²)	11,6 +/- 10,9	3,5 +/- 3,4	8,3 +/- 10,2	1,6 +/- 1
Densité médiane CS (ind./m ²)	9,1	3,3	4,5	1

Structure démographique

Les tailles des ammocètes échantillonnées varient de 19 à 164 mm. La taille moyenne des individus est de 65 mm (+/- 35). Les lamproies présentant des caractéristiques de métamorphose ont une taille moyenne de 149 mm (+/- 9). Plusieurs classes d'âge ayant été capturées, la distribution ne suit pas une loi normale (Figure 382).

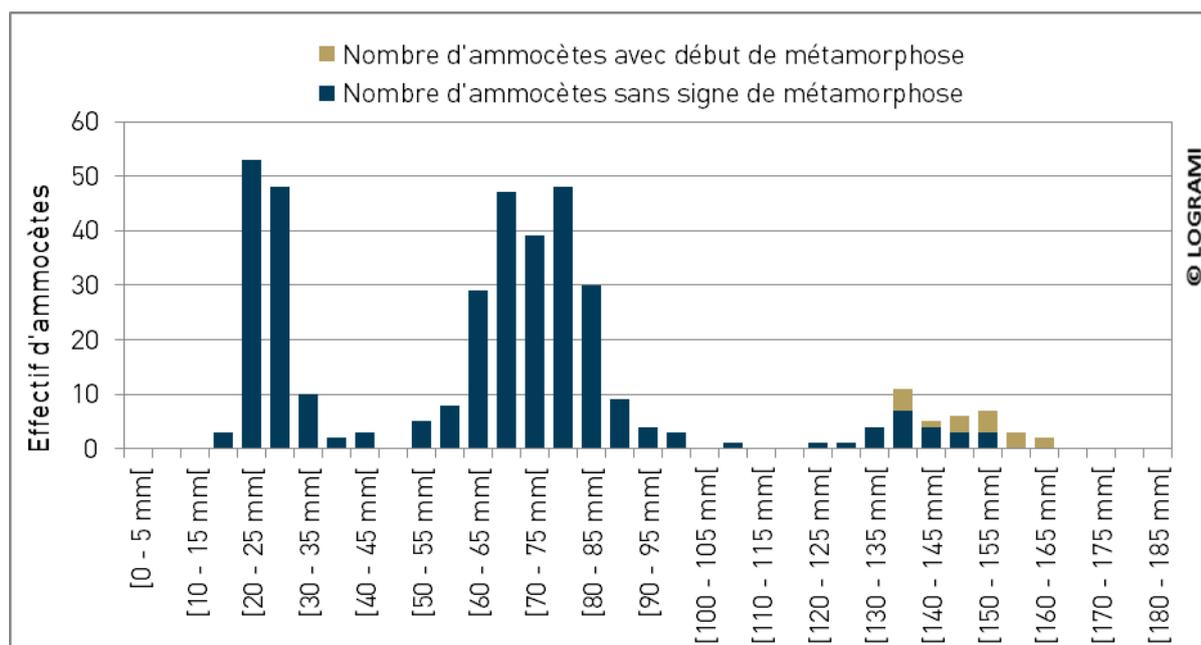


Figure 382 : Distribution par classes de taille des larves de lamproies marines échantillonnées en 2021 sur le bassin de la Vienne (n=383)

Pour cette campagne d'inventaire, les individus de moins de 45 mm, c'est-à-dire les juvéniles de l'année (0+) représentent presque un tiers de l'échantillon (31%). Plus de la moitié de l'effectif est compris entre 50 et 95 mm (57%). Il n'y a qu'une seule ammocète retrouvée entre 100 et 120 mm. Au-delà de 45 mm, il est difficile de faire ressortir des pics correspondant aux classes d'âge. Une estimation peut cependant être réalisée à partir d'une méthode statistique (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 des ammocètes, peut ainsi être découpée (Figure 383).

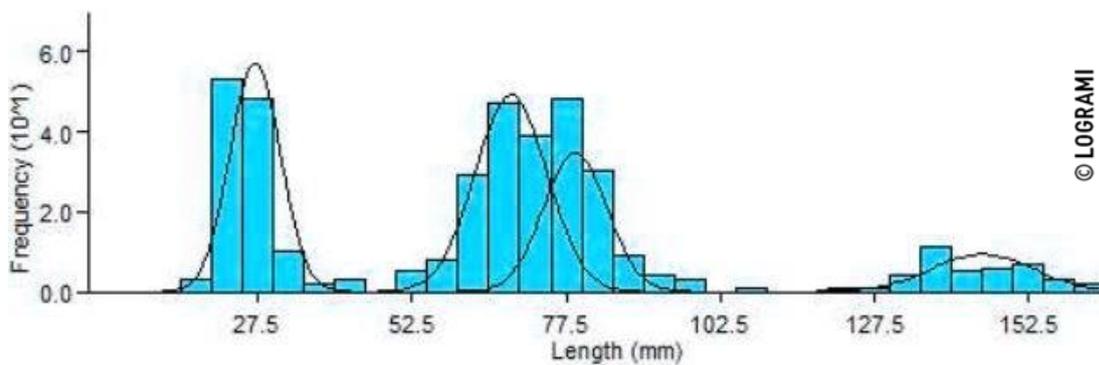
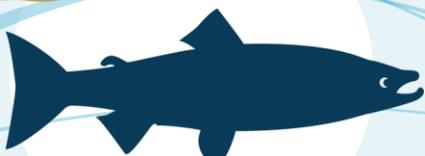


Figure 383 : Décomposition de la distribution de classes de tailles des ammocètes échantillonnées en 2021 sur le bassin de la Vienne selon la méthode de Bhattacharya (1967) (n=383) (Sources : LOGRAMI et FiSATII)

En plus des individus de l'année (0+), précédemment identifiés, la méthode Bhattacharya fait ressortir 3 autres courbes. La première d'entre elles identifie un groupe d'ammocètes relativement important, d'une taille comprise entre 50 et 90 mm. Cette cohorte correspondrait aux individus 1+. Le nombre important de lamproies marines de ce groupe pourrait s'expliquer grâce au très bon recrutement de 2020 (467 *Petromyzon marinus* 0+). Cependant, il serait hasardeux de conclure que l'entièreté de ce groupe correspond aux individus 1+. En effet, d'après une étude qui a consisté à mesurer les statolithes de *Petromyzon marinus* et à les associer aux tailles des larves (Potts et al., 2015), il est fortement probable que des 2+ et même des 3+ soient pris en compte dans la seconde courbe (50-90 mm) (Figure 384). L'estimation selon la méthode BHATTACHARYA confirme d'ailleurs les superpositions probables qu'il existe entre les cohortes. Ainsi le logiciel FISAT II a identifié un troisième groupe d'ammocètes de tailles comprises entre 60 et 95 mm. Ce dernier correspondrait aux individus 2+. La quasi absence d'individus d'une taille comprise entre 100 et 125 mm rend compte d'un mauvais recrutement antérieur. Ainsi la cohorte des 3+ semble absente de l'échantillonnage 2021. Historiquement, c'est l'année 2019 qui a été particulièrement faible en termes de recrutement avec seulement 12 individus 0+, soit moins de 6 % des effectifs de l'année. Mais les individus 3+ devraient correspondre à la reproduction de 2018. Bien que cette dernière n'ait pas été particulièrement prolifique (56 individus soit 12% de la population de l'année), il semblerait que l'approximation par la méthode de BHATTACHARYA ne soit pas très juste pour les classes d'âges plus anciennes. La dernière distribution normale (125-160 mm) pourrait correspondre en majorité aux individus 4+ même si, encore une fois, la superposition d'autres cohortes est fortement probable, la variabilité en termes de tailles augmentant proportionnellement avec l'âge (Potts et al., 2015) (Figure 384).

En somme, la détermination de l'âge en fonction des distributions longueur-fréquence par la méthode Bhattacharya 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-Muncoz 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.



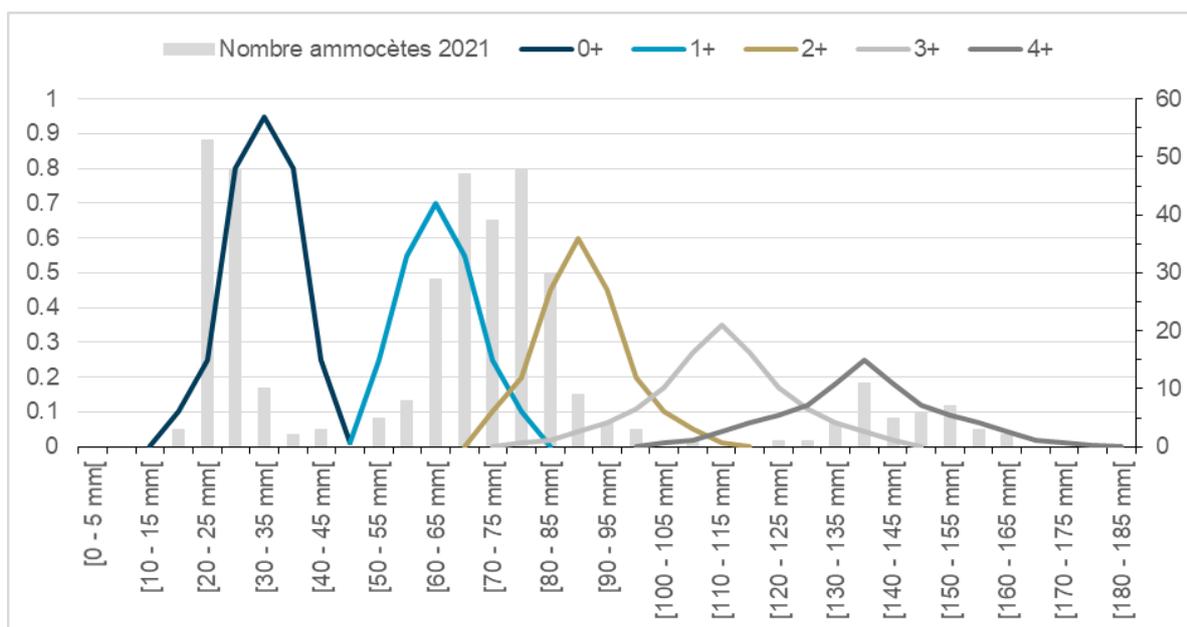


Figure 384 : Répartition des cohortes de *Petromyzon marinus* en fonction de leur taille d'après l'étude « Validation of a relationship between statolith size and age of larval Great Lakes sea lamprey (*Petromyzon marinus*) » (Sources : Potts et al., 2015 et LOGRAMI)

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 2 944 lamproies marines a été échantillonné. L'effort d'échantillonnage de 2021 est proche de celui réalisé de 2016 à 2020 et supérieur aux années 2014 et 2015 (respectivement seulement 9 et 15 sites sur le même secteur d'étude) (Figure 385). La densité moyenne toutes classes d'âge confondues des années précédentes est de 4,6 ind./m² (+/- 3,2). En 2021, cette densité est 2 fois supérieure à celles des années précédentes, même si elle reste en deçà de 2020 avec respectivement 8,2 et 10,3 ind./m². En ce qui concerne les ammocètes de l'année, la densité est supérieure à celles des années passées (2,5 ind./m² en 2021 contre en moyenne 0,3 ind./m² (+/- 0,3) de 2014 à 2019). Seule l'année 2020 possède une densité de 0+ nettement plus importante avec 7,1 ind./m².

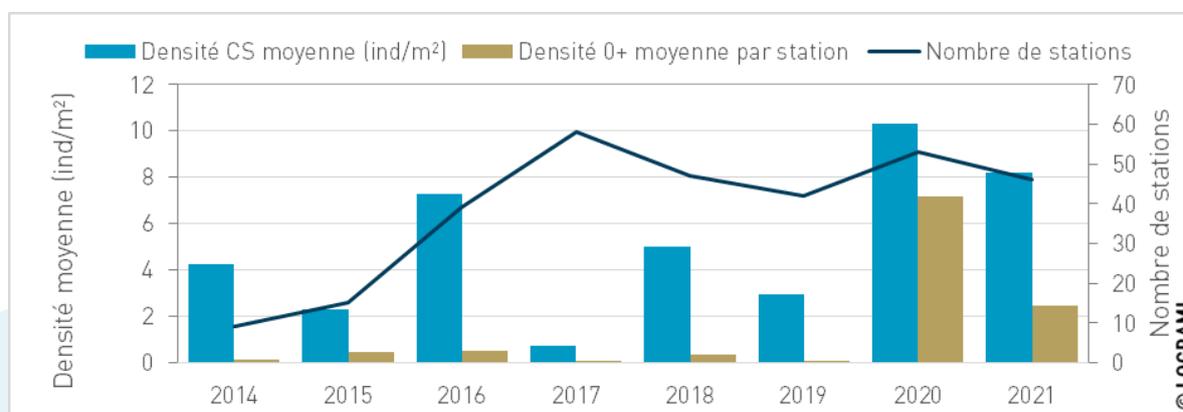


Figure 385 : Evolution de l'effort d'échantillonnage et de la densité d'ammocètes sur le bassin de la Vienne depuis 2014

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 386).

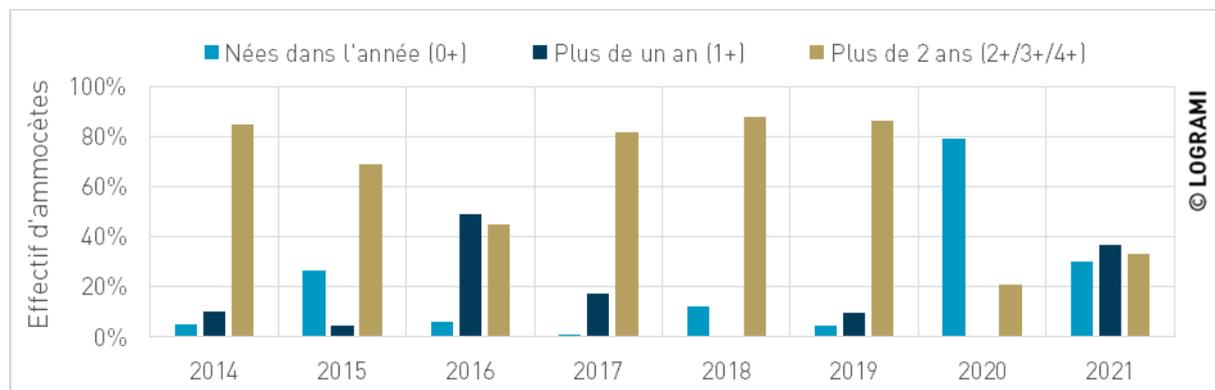


Figure 386 : Effectifs d'ammocètes de 2014 à 2021 par année d'échantillonnage sur le bassin de la Vienne (estimation par la méthode de Bhattacharya(1967))

Lorsque le recrutement d'une année est fort et qu'un nombre important d'ammocètes appartenant à la même cohorte se retrouve à devoir croître ensemble, la concurrence pour l'habitat et l'accès à la nourriture peuvent engendrer une croissance différenciée. D'après l'étude « Growth of Larval Lampreys » (Hardisty, 1961), des individus appartenant à une même cohorte vont avoir une amplitude de taille plus importante que d'autres années. C'est probablement ce qui est observé en 2021. Après un recrutement de 2020 singulier (79 % d'individus 0+) en lien avec un nombre important de géniteurs révélé notamment par les comptages aux stations (34 487 lamproies marines comptées aux stations de Descartes et de Châtellerault), le nombre de 1+ ne ressort pas significativement (36%), il est probable que par cette croissance différenciée certaines ammocètes aient été classées comme appartenant aux individus de plus de 2 ans.

L'année 2021 se distingue des autres années par la structure de ses effectifs qui présente une répartition d'un tiers des individus pour chacune des classes retenues dans le graphique (Figure 386).

D'autre part, l'inversion d'une tendance au vieillissement de la population a été vérifiée par les inventaires en 2021. Entre 2016 et 2019, la taille médiane des individus était passée de 68 mm à 113 mm. Un rajeunissement de la population est observé depuis deux ans. En 2021, la taille médiane est de 68 mm et elle était de 28 mm en 2020.

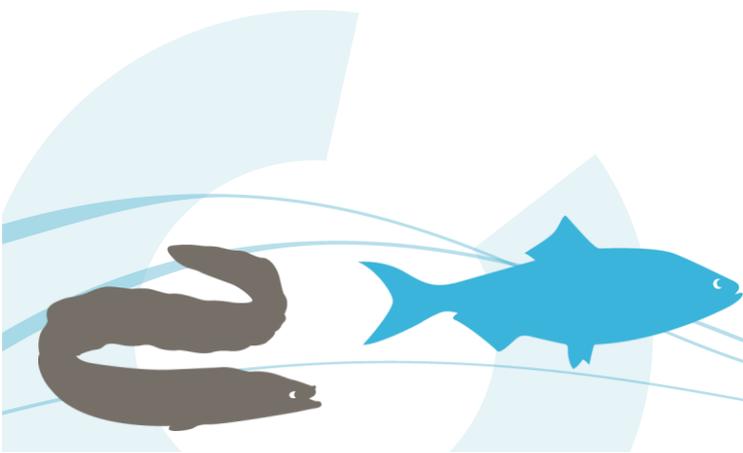
La concordance entre le nombre de géniteurs comptabilisés aux stations de comptage et le renouvellement de la population n'est pas retrouvée en 2021. En effet, jusque-là les années de faibles effectifs aux stations ont montré un déficit de juvéniles de l'année, y compris 50 km en aval des stations. Comme en 2017, où seulement 1 227 lamproies marines ont été observées aux stations de comptage (Descartes-Châtellerault) et seulement une ammocète (0+) a été échantillonnée. Cependant les 4 000 lamproies observées aux stations en 2021 sont des effectifs nettement plus faibles qu'en 2016 où 24 000 individus adultes avaient été comptabilisés. Pour autant, la densité de juvéniles 0+ était de 2,44 0+/m² en 2021 contre 0,61 0+/m² en 2016. Cette analyse est similaire pour l'année 2018. En somme, le recrutement en *Petromyzon* (0+) de 2021, en aval des stations de comptage, est important au vu du nombre de géniteurs théorique et en comparaison aux autres années. Ce recrutement peut s'expliquer par le déficit hydrologique et les températures de l'eau supérieures à la normale durant le mois d'avril, poussant une grande partie des géniteurs à se reproduire à l'aval des stations de comptage.

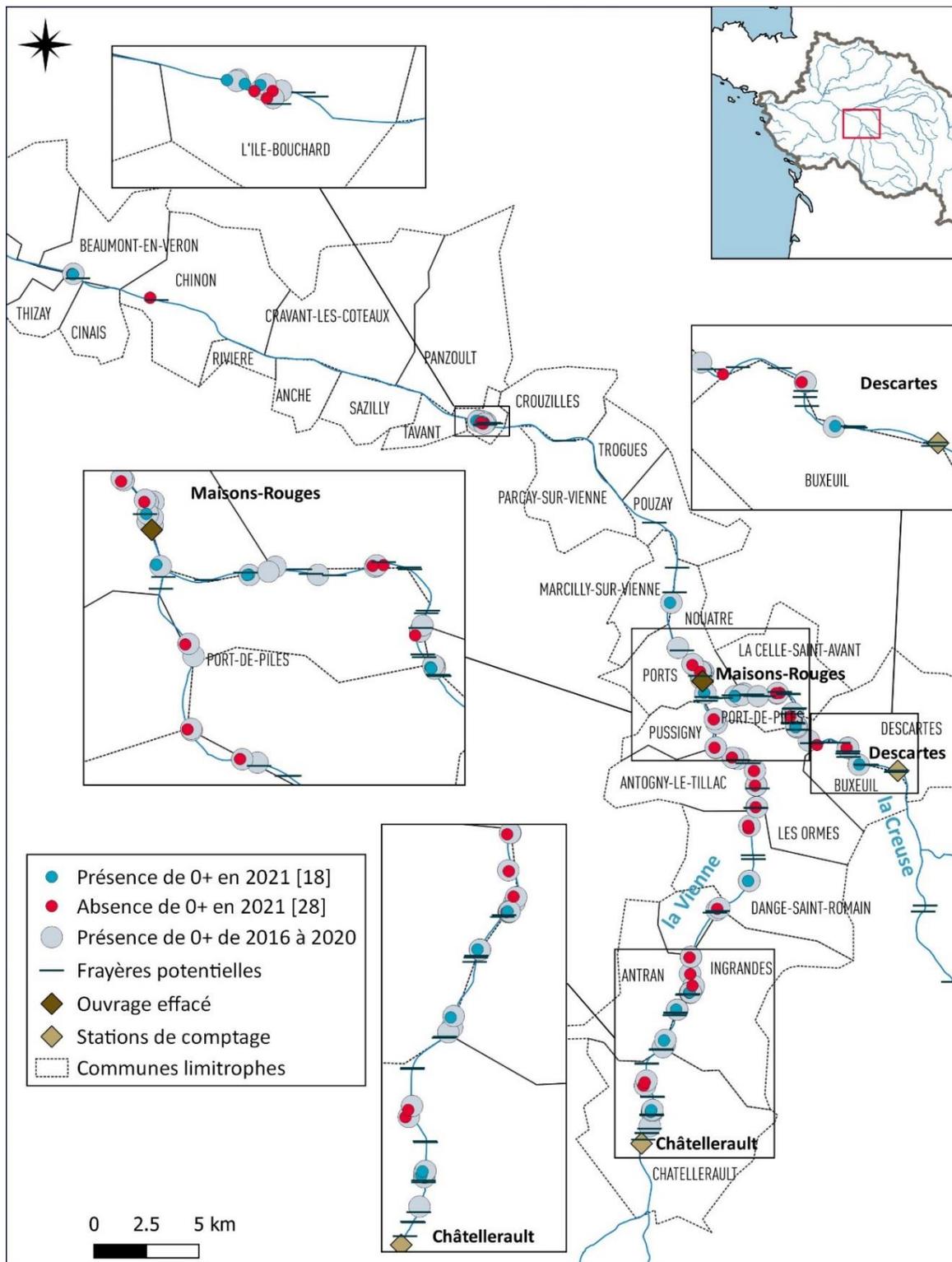
Le bon recrutement constaté en 2021 conforte le nouveau souffle de la population initié en 2020. Il demande cependant à être confirmé les années suivantes pour compenser les déficits de recrutements des années 2016 à 2019 dont les retours seront faibles à partir de 2022.

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. 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.

En 2021, des ammocètes 0+ ont été retrouvées sur la majorité des tronçons suivis. De la reproduction active a donc eu lieu à l'aval des stations de comptage sur une grande majorité des frayères connues (Figure 387). Il faut cependant noter qu'un tronçon sur la Vienne d'environ 15 km entre la commune d'Ingrandes-sur-Vienne et Pussigny a vu une quasi absence des ammocètes de l'année en 2021. Les prochains suivis devraient permettre de lever les hypothèses notamment le lien entre ces résultats et une problématique liée à la qualité des habitats et des frayères disponibles.

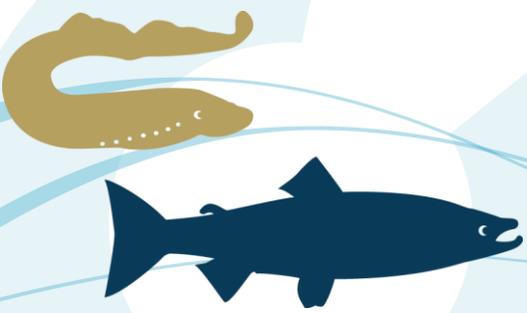




BDCarthage® - ©IGN- Ministère en charge de l'environnement - AELB
Cartographie : LOGRAMI, 2021



Figure 387 : Localisation des ammocètes 0+ échantillonnées en 2021 et de 2016 à 2020 sur le bassin de la Vienne



6.4.2.5 Ammocètes de lamproies du genre *Lampetra sp*

Identification

Depuis le début du suivi en 2014, 119 individus du genre *Lampetra* au total ont été échantillonnés dont 95 au cours de ces deux dernières années. C'est une augmentation importante et ce d'autant plus que l'effort d'échantillonnage est depuis 2016 relativement constant (48 stations par an (+/-3) (Figure 388). En 2021, 64 *Lampetra* ont été échantillonnées. Cet échantillon représente 14,3 % du total des ammocètes tous genres confondus de l'année. Ce chiffre est probablement sous-estimé car en deçà d'une certaine taille (< 60 mm) et sans avoir observé très nettement une absence de mélanophores, les ammocètes ont été considérées comme *Petromyzon* (cf. § 6.4.1.3 Biométrie). Les ammocètes du genre *Lampetra* sont potentiellement des juvéniles de lamproie fluviatile, une espèce relativement méconnue dans le bassin de la Vienne et de la Loire. Ce déficit de connaissance provient de la difficulté à suivre et à observer cette espèce. Il est intéressant de suivre le stade juvénile puisqu'il permet d'attester la présence de géniteurs actifs sur les frayères et de compléter les données erratiques d'observations aux stations de comptage de Descartes et Châtellerault.

Afin d'acquérir ces données, il faut dans un premier temps distinguer la proportion entre les espèces *L. Planeri* et *L. Fluviatilis* présentes dans les échantillons. A partir de 2022, cette distinction sera établie à partir d'un prélèvement ADN pour les individus de taille supérieure à 100 mm.

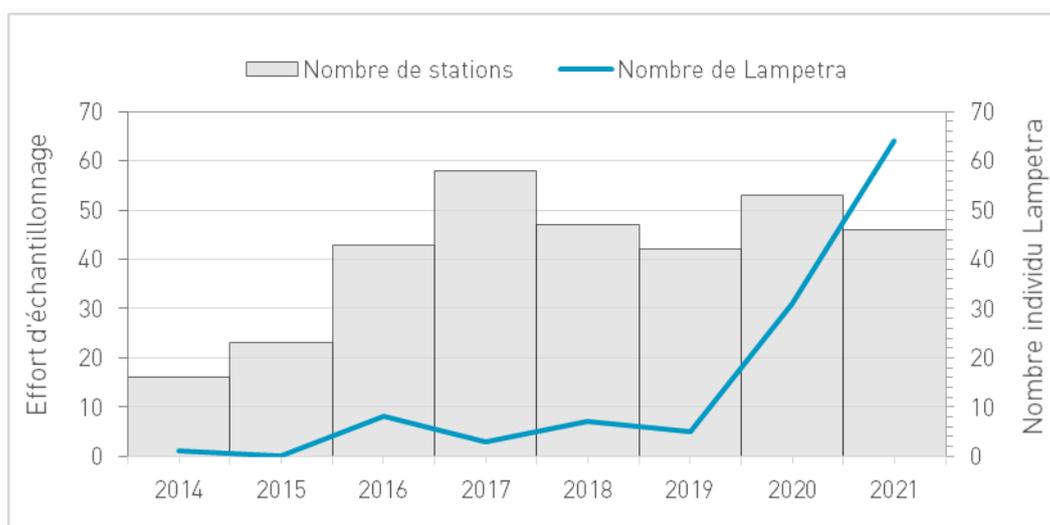


Figure 388 : Nombre d'individus du genre *Lampetra* échantillonnés de 2014 à 2021 et nombre de stations échantillonnées sur le bassin de la Vienne

Répartition spatiale

Bien que le linéaire prospecté soit inégal entre les deux cours d'eau (34 km sur la Vienne et 10 km sur la Creuse), la Vienne paraît être le milieu le plus attractif puisqu'une seule ammocète *Lampetra* a été trouvée dans la Creuse (2016) à quelques centaines de mètres de la confluence (Figure 389).

Bien qu'il puisse y avoir des juvéniles de lamproie de Planer dans l'ensemble des échantillons et que le front de colonisation pour cette espèce n'a pas de sens biologique, une progressive remontée des *Lampetra* vers l'amont depuis 2014 est tout de même constatée (Figure 389). En 2021, les densités les plus fortes sont observées en aval de la confluence et au niveau de l'Ile-Bouchard. Des densités plus faibles de *Lampetra* sont constatées dès l'aval de Châtellerault et sur tout le cours de la Vienne pour une majorité des stations échantillonnées (20/36).

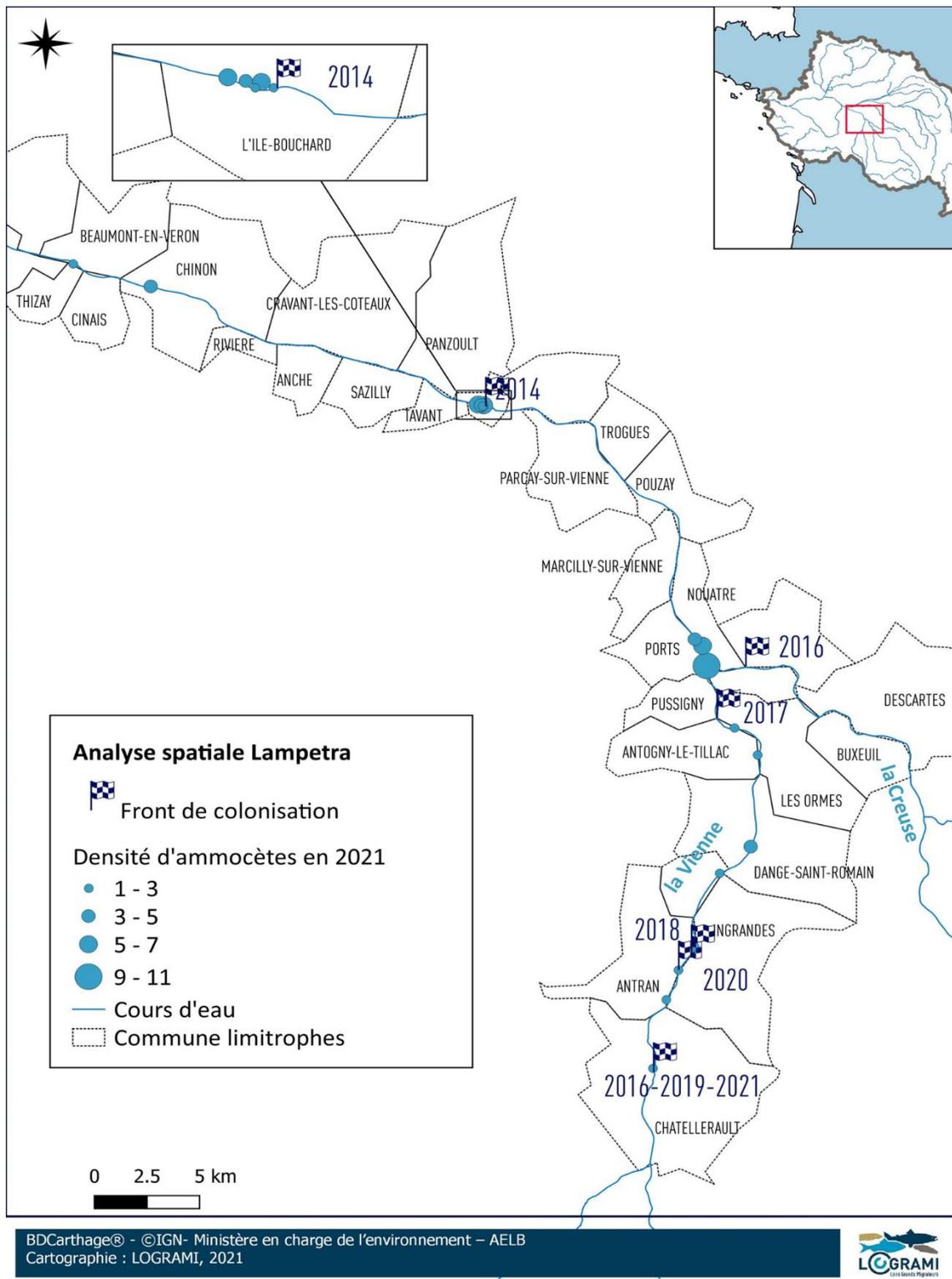
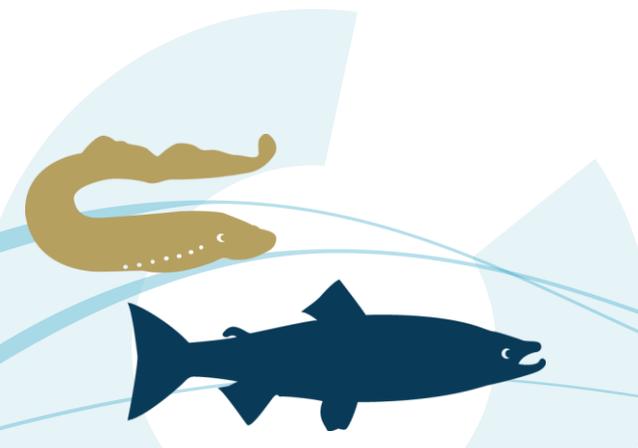


Figure 389 : Localisation des densités d'ammocètes du genre *Lampetra* en 2021 et front de colonisation de 2014 à 2021 sur le bassin de la Vienne (limite d'étude à Châtellerault sur la Vienne)



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, 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 cinq ans, le nombre de saumons d'un an de mer est très réduit (deux individus en 2021). Auparavant, de 2007 à 2016, en moyenne 13 (+/- 9) saumons d'un an de mer remontaient la Creuse chaque année. Les fortes températures rencontrées ces dernières années dès le mois de juin ont pu inhiber leur migration.

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 majoritaires aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire (en moyenne, ils représentent 65 % de l'effectif à Descartes, 75 % à Decize et 59 % à Vichy). En 2021, les 2 ans de mer sont aussi majoritaires à Decize (86 %) et à Vichy (53 %), alors qu'à Descartes, leur nombre est équivalent à celui des trois ans de mer. A la station de Langeac, sur le haut Allier, la répartition est similaire aux autres années avec 35 % de saumons de trois ans de mer et 65 % de saumons de deux ans de mer. La répartition est différente de celle constatée plus en aval à Vichy, avec une proportion de trois ans de mer plus faible. Ce déficit de 3 ans de mer entre Vichy et Langeac est un constat régulier. Cette différence pourrait s'expliquer, en lien avec les conditions environnementales, par un arrêt estival plus précoce des trois ans de mer et donc une mortalité d'autant plus importante que la température est élevée à l'été. En 2021, ce déficit est plus faible que les années précédentes. Les températures relativement fraîches de l'eau durant la période estivale semblent avoir réduit la mortalité des 3 ans de mer.

Considérant l'année de dévalaison quelques soient les sites (Descartes ou Vichy), il apparaît nettement que les années 2001, 2009 et 2013 sont les plus productives en retour de géniteurs. Ces années se particularisent par des indices hydrologiques très élevés révélant une forte hydrologie durant la période de dévalaison des smolts et favorable à leur survie. 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.

En 2021, les retours de la dévalaison de 2018 sont très faibles aux différentes stations et ce malgré un indice hydrologique plutôt favorable sur la Gartempe et sur l'Allier. Sur l'axe Creuse-Gartempe les faibles retours peuvent s'expliquer par la diminution du nombre de smolts et d'alevins déversés lors des opérations de repeuplement. Logiquement, en l'absence de population stabilisée et de reproduction



naturelle, la diminution des déversements sur la Gartempe a des conséquences directes sur le nombre de retour à Descartes.

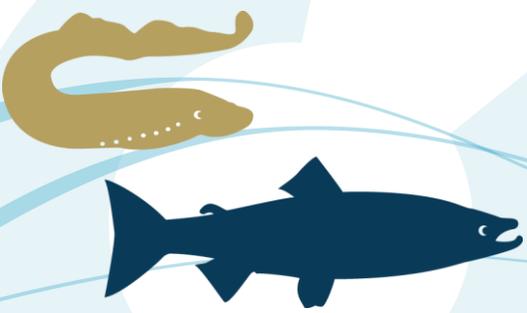
Le sexage des poissons à l'automne à la station de comptage de Langeac et le comptage des nids par hélicoptère ont pu être réalisés en 2017, 2020 et 2021. Grâce à ces deux informations, le nombre de frais par femelle a pu être estimé. Basés sur les années 2017, 2020 et 2021, les résultats semblent démontrer que le sex-ratio conditionne le nombre de frais observés en amont de Langeac, ce qui n'est pas forcément le cas en aval (mortalité estivale, etc.). Dorénavant, le sexage des poissons à l'automne à Langeac permettra en partie de relativiser le comptage des nids de ce secteur.

Le croisement des données scalimétriques du programme ALOSA, mené par Université de Tours (CITERES IPAPE) et l'Association des pêcheurs professionnels (AAPPBLB) avec les tailles des aloses mesurées aux stations de comptage permet de définir la structure en âge de la population des aloses migrantes. Ainsi en 2021, la grande majorité des géniteurs d'aloses a entre 4 et 5 ans et est donc issue des reproductions de 2016 et 2017.

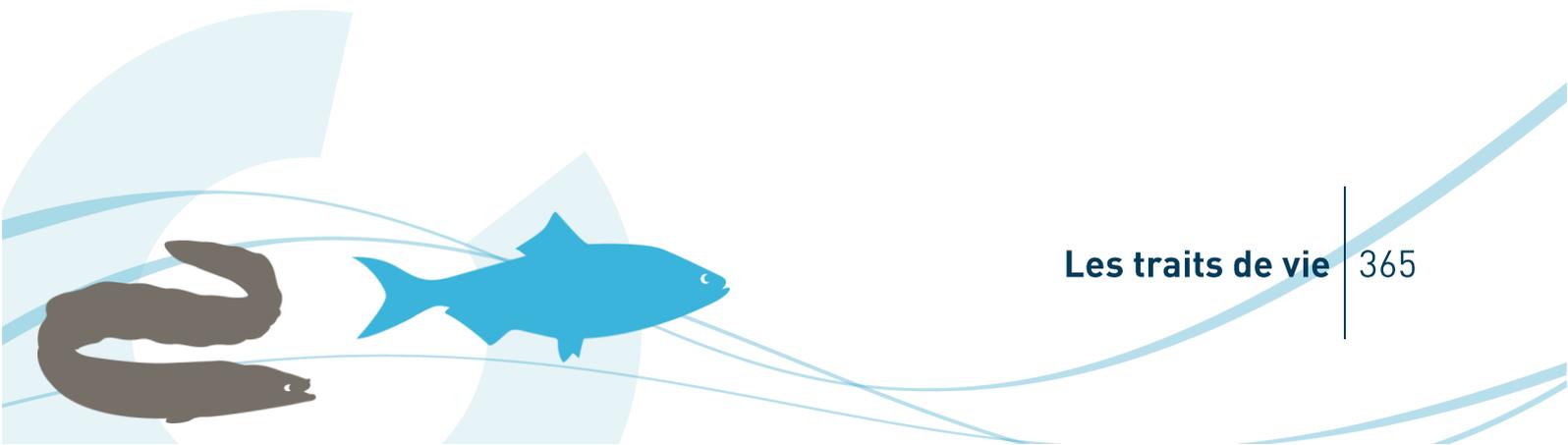
L'étude de la structure démographique de l'anguille sur la Vienne à Châtelleraut montre que la majorité des anguilles en phase de croissance sont âgées de 2 à 6 étés continentaux. La taille médiane de l'effectif échantillonné en 2021 est dans la continuité des deux précédentes années puisqu'elle reste relativement faible (27 cm) correspondant globalement à des individus de 4 ans. En effet, l'évaluation des opérations de transfert sur le bassin de la Vienne à trois ans a permis de montrer que les anguilles de 36 mois avaient une taille moyenne de 22,3 cm soit une croissance de 5,1 cm sur les trois premières années (Mazel et al., 2016). Ces résultats confirment la dynamique observée de rajeunissement de la population 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 2021, d'échantillonner 383 lamproies marines. Les densités sont comprises entre 0 et 41 ind./m². La densité moyenne est, dans la continuité de 2020, nettement supérieure à la moyenne interannuelle (densité moyenne de 9 +/- 9 ind./m² en 2021 contre 4,6 +/- 3,3 ind./m² de 2014 à 2020). 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 quatre ou cinq classes d'âges et de discriminer les individus nés dans l'année (0+). En 2021, la part relative du nombre d'individus 0+ est plus faible qu'en 2020 (31 % de l'effectif échantillonné contre 79 %). La majorité de l'effectif (57 %) a une taille comprise entre 50 et 95 mm. Ces derniers correspondent pour la plupart aux individus 1+ et sont probablement issus du très bon recrutement observé en 2020. La densité d'individus 0+ est supérieure à celle constatée depuis le début du suivi (2,5 ind./m² en 2021 contre en moyenne 0,3 ind./m² +/- 0,3 de 2014 à 2019) mais reste nettement en retrait comparée à 2020 (8 ind./m² +/- 16). Le recrutement en *Petromyzon* (0+) de 2021 est important au vu du nombre théorique de géniteurs et en comparaison aux autres années (120 individus 0+ pour 4 000 géniteurs aux stations de comptage).

Le nombre de juvéniles de *Lampetra* échantillonnés est en forte augmentation depuis le début des suivis en 2014 (record de 64 individus en 2021, soit 15% de l'effectif global échantillonné). Une étude génétique permettrait une quantification de la proportion entre *Lampetra Planeri* et *Lampetra fluviatilis*.



La durée du cycle de la lamproie pouvant atteindre huit ans (entre 4 et 6 ans en rivière et 1 à 3 ans en mer), 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 par le silure

Disposition C1E: L'évolution de la colonisation des bassins par les espèces envahissantes "prédatrices"

Action 15 : Evolution des effectifs et des périodes migratoires du silure

Stations de comptage

Figure 390 : Dendrogramme des actions menées dans le cadre de l'orientation C1E du PLAGEPOMI : L'évolution de la colonisation des bassins par les espèces « envahissantes prédatrices » (Source LOGRAMI)

Le suivi 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 de présence interannuelle au niveau des passes à poissons du silure glane (*Silurus glanis*), les données collectées de comptage au niveau de 7 ouvrages (Descartes, Châtellerault, Decize, Vichy, Saint-Pourçain-sur-Sioule, Gueugnon et Roanne) ont été analysées (Figure 391). Ces ouvrages, munis d'un dispositif de comptage présentent des passages de silures à la différence des autres stations du bassin (Châteaupsac, Jenzat, Langeac et Poutès) au niveau desquelles l'espèce n'est pour le moment pas répertoriée.

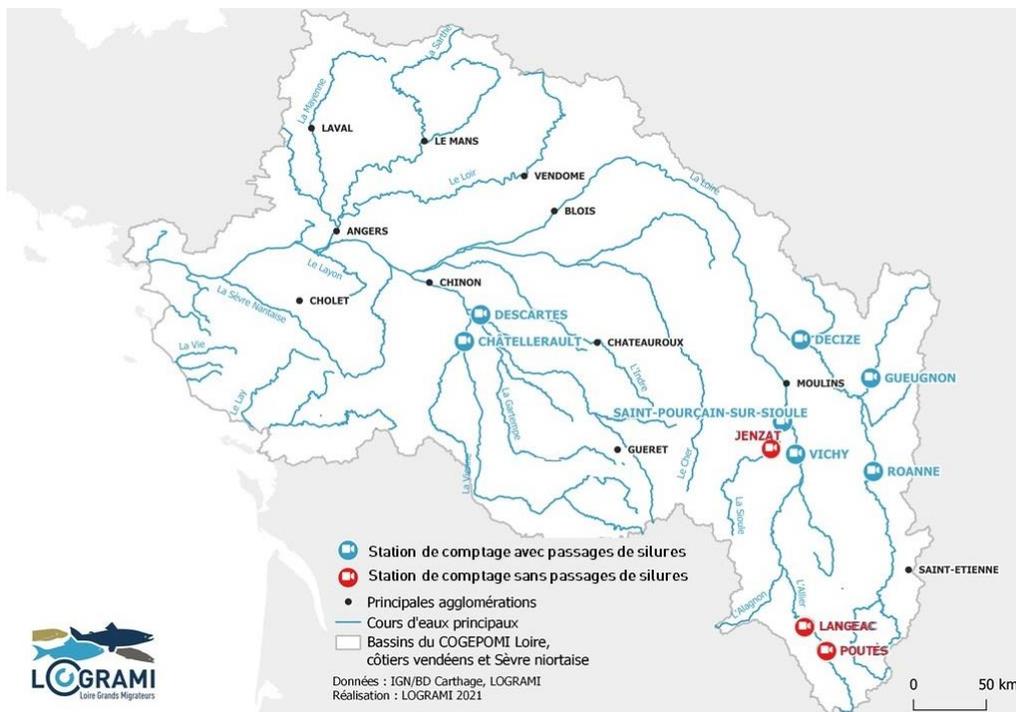
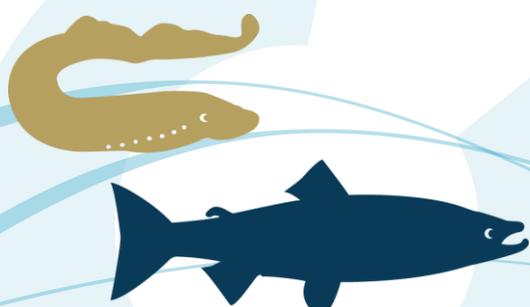


Figure 391 : Stations de comptage du bassin de la Loire permettant le comptage des passages de silures (Sources : LOGRAMI)



7.1. Bilan des effectifs de silures à l'échelle du bassin

En 2021, les effectifs de silures comptabilisés sur l'ensemble des stations de comptage totalisent 1 214 individus. La moyenne interannuelle des passages de silures sur l'ensemble des stations de comptage du bassin de la Loire entre 2012 et 2020 est de 771 individus (+/- 232). 2021 enregistre le deuxième plus grand nombre de passages de silures depuis 2012 (mise en service de la station de Roanne).

Sur la Creuse, 131 silures ont été comptabilisés à Descartes en 2021. Cet effectif est supérieur à la moyenne des quatorze dernières années (106 individus +/- 95). Pour rappel, suite à une crue de la Creuse survenue le 14 juillet, un clapet du seuil de Descartes s'est décroché. La baisse du niveau d'eau de la retenue provoque la non alimentation des passes à poissons. En conséquence, la station de comptage de Descartes n'a pas été plus fonctionnelle du 23 juillet au 31 décembre (cf. § (1)). A cette date, en moyenne 98 % des individus ont franchi l'ouvrage (2007-2020).

Sur la Vienne, 231 silures ont franchi l'ouvrage de Châtellerault en 2021. C'est le deuxième plus fort effectif enregistré depuis le début du suivi de la station de comptage en 2004.

Sur l'Allier, 355 silures ont été comptabilisés en 2021. Comme en 2020, cet effectif est près de 3 fois supérieur à la moyenne interannuelle calculée depuis l'ouverture de la station de comptage en 1997 (138 individus +/- 171).

Sur l'Arroux, 18 silures ont été comptabilisés à Gueugnon en 2021. Les faibles effectifs obtenus chaque année mettent en évidence une moindre colonisation des silures à ce niveau du bassin.

Sur la Loire amont, 199 silures ont été comptabilisés au seuil de Decize en 2021. C'est le plus grand nombre de silures observé annuellement sur cette station depuis 1998. Cet effectif est plus de quatre fois supérieur à la moyenne des douze dernières années (48 individus +/- 38). A Roanne, 279 silures ont été comptabilisés en 2021. La moyenne interannuelle des effectifs comptabilisés est de 199 individus (+/- 124). En moyenne, sur la série de données depuis son ouverture en 2012, cette station enregistre le plus grand nombre de passages de silures des stations du bassin de la Loire.

Sur la Sioule, pour la première fois depuis le début du suivi de la station de comptage de Saint-Pourçain-sur-Sioule en 2017, un silure de 124 cm a été observé en montaison le 18 juillet 2021. Pour rappel, un individu de 58 cm avait été observé en dévalaison en 2020. Des individus ont été capturés par des pêcheurs à la ligne dans la retenue de cet ouvrage. Cette nouvelle observation révèle une fois de plus l'attrait de la Sioule et une colonisation avérée sur la partie aval.

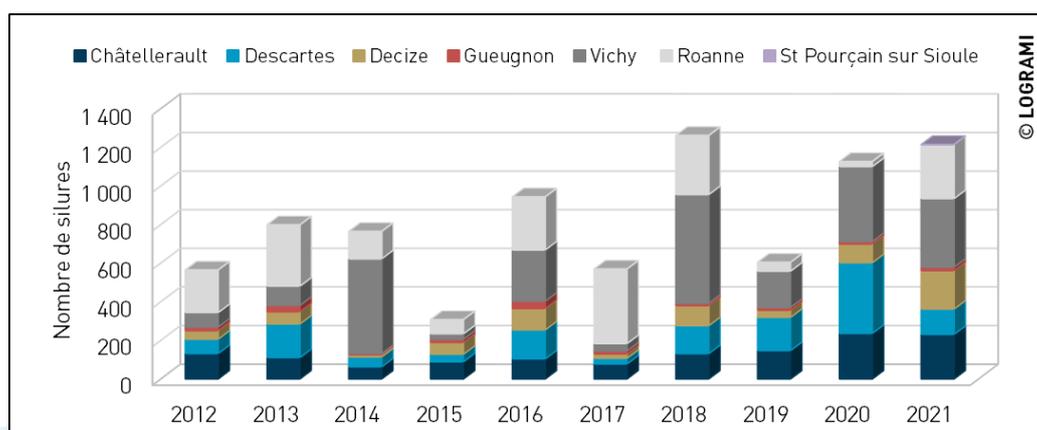


Figure 392 : Effectifs de silures cumulés sur l'ensemble des stations de comptage du bassin de la Loire depuis 2012 (Saint-Pourçain-sur-Sioule depuis 2017) (Sources : LOGRAMI)

Depuis 2012, les passages de silures observés sur le bassin de la Loire sont en majorité comptabilisés aux stations de Vichy sur l'Allier (31 %) et de Roanne sur la Loire amont (25 %) (Figure 393). Sur le bassin de la Vienne, une répartition équivalente entre les deux axes est observée : 16 % sur la Creuse et 16 % sur la Vienne. Quelques passages moins importants sont contrôlés sur la Loire à Decize (9 %) et sur l'Arroux à Gueugnon (2 %). Aucun passage n'est visualisé à Langeac ou Poutès sur l'amont de l'Allier ainsi qu'à Saint-Pourçain-sur-Sioule et Jenzat sur la Sioule.

L'année 2021 est globalement similaire en termes de répartition des effectifs. Toutefois, un peu moins d'individus ont été comptabilisés à la station de Descartes avec 11 % contre 16 % +/- 7 les années précédentes. Les effectifs de silure glane nettement supérieurs aux années précédentes entraînent une augmentation des silures comptabilisés à Decize (16 %) et Châtellerauld (19 %). Les autres sites montrent des proportions dans la moyenne des années précédentes. Pour la première fois, un silure a été observé en montaison à la station de Saint-Pourçain-sur-Sioule.

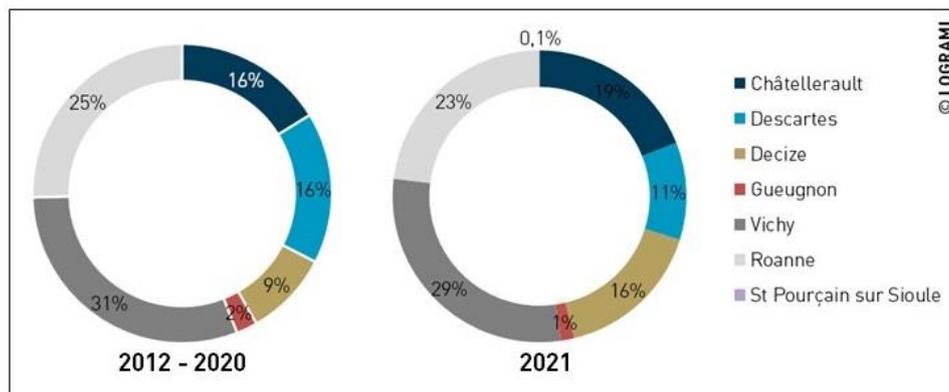


Figure 393 : Répartition des effectifs moyens de silures aux stations de comptage du bassin de la Loire entre la période 2012-2020 et 2021 (Sources : LOGRAMI)

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 Châtellerauld et Roanne avec respectivement 103 jours (+/-29) et 100 jours (+/- 26) pour 90 % des passages (Figure 394). A contrario, les amplitudes de migration sont plus courtes sur les stations de Descartes et Decize avec respectivement 68 jours (+/- 32) et 68 jours (+/- 16) pour 90 % des passages.

Annuellement, les premiers silures sont comptabilisés sur le bassin de la Vienne (Descartes et Châtellerauld) et sur la Loire amont à Decize début mai. La période de migration est très proche sur ces trois stations de comptage. 50 % de la migration a lieu en moyenne le 26 mai (+/- 12 jours) à Descartes, le 21 mai (+/- 12 jours) à Châtellerauld et le 1^{er} juin (+/- 12 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 14 juin (+/- 21 jours) à Vichy sur l'Allier, du 25 juin (+/- 4 jours) à Gueugnon sur l'Arroux et du 3 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 17 % (+/- 10) de l'effectif annuel.

En 2021, les rythmes migratoires, observés aux différentes stations de comptage suivent la même logique que les années précédentes hormis pour la station de Descartes (Figure 395). Pour cette dernière, la migration est bien plus tardive avec 50 % des passages observés le 13 juin contre le 26 mai +/- 12 jours en moyenne. Dans une moindre mesure, le rythme migratoire est également plus tardif sur la Loire amont à Roanne. A 50 % de migration, le décalage temporel entre 2021 et les données

antécédentes représente 10 jours. A contrario, la migration est plus précoce de 17 jours à la station de comptage de Vichy.

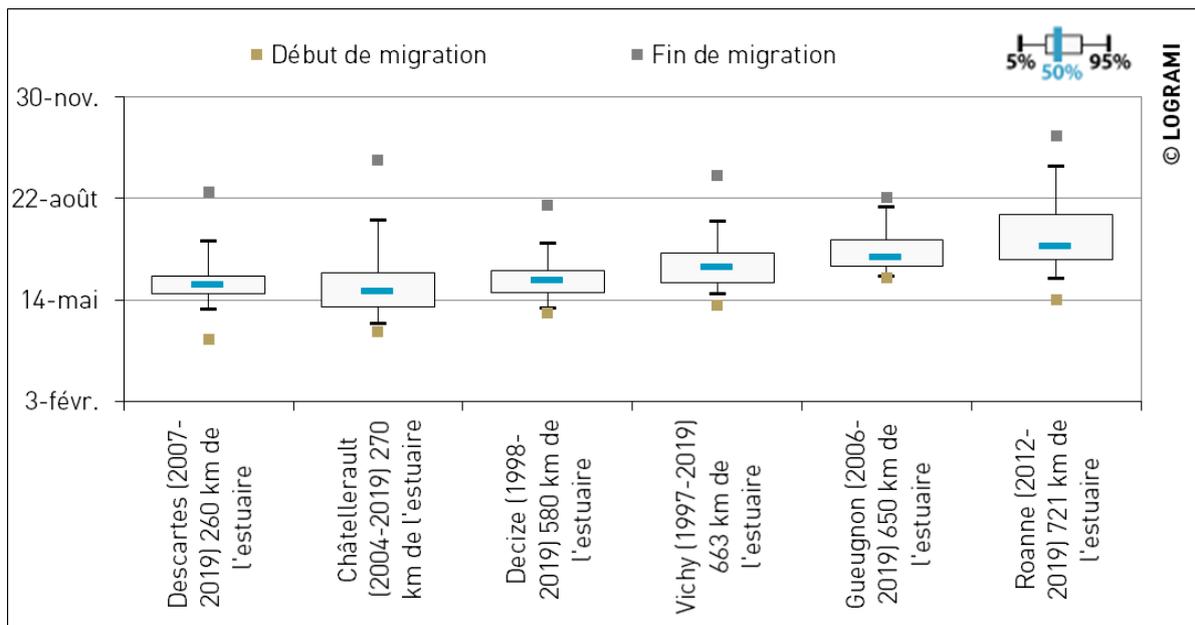


Figure 394 : Comparaison des périodes de passages des silures aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire en moyenne sur chaque site depuis la mise en place des stations (Sources : LOGRAMI)

Contrairement aux autres stations, la station de Descartes présente des passages précoces dès le début du mois de février. Pour la première fois depuis le début du suivi de cette station, des dévalaisons ont été également constatées au mois de juin (5 individus). L'amplitude de migration pour 90 % des passages en 2021 est moins importante que celle des années antécédentes pour Châtellerault (71 jours). A contrario, cette amplitude de migration est plus importante en 2021 pour les stations de Decize (139 jours) et Vichy (109 jours). La migration automnale à Roanne représente 10 % du flux de migration de 2021 (soit 27 individus sur 279 comptabilisés).

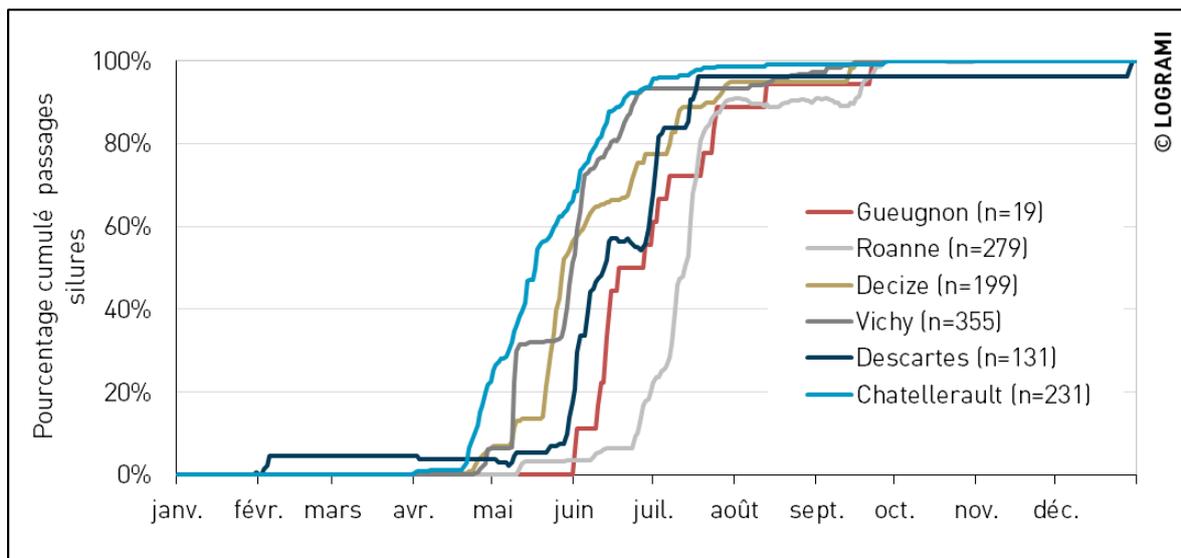
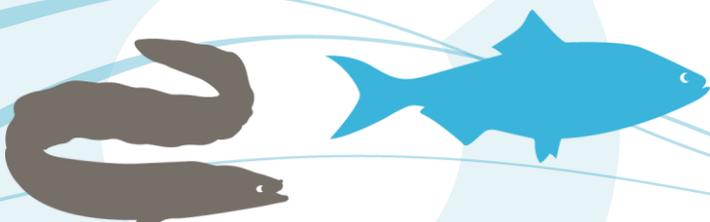


Figure 395 : Comparaison des rythmes de migration des silures aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire en 2021 (Sources : LOGRAMI)



7.3. 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., 2011b). Mais depuis le début des suivis, seuls 79 % des passages ont lieu entre 20h et 5h UTC. Ces tendances sont confirmées en 2021 avec 78 % des passages pour cette même fenêtre horaire. 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 11,2 % par heure. Un pic d'activité est observé pour la tranche horaire 0-1 h UTC durant laquelle 11,4 % de l'effectif total a franchi l'ouvrage. Le pic horaire est constaté en 2021 entre 1h et 2h avec 11 % des passages. L'activité diminue par la suite progressivement jusqu'en milieu de matinée (Figure 396).

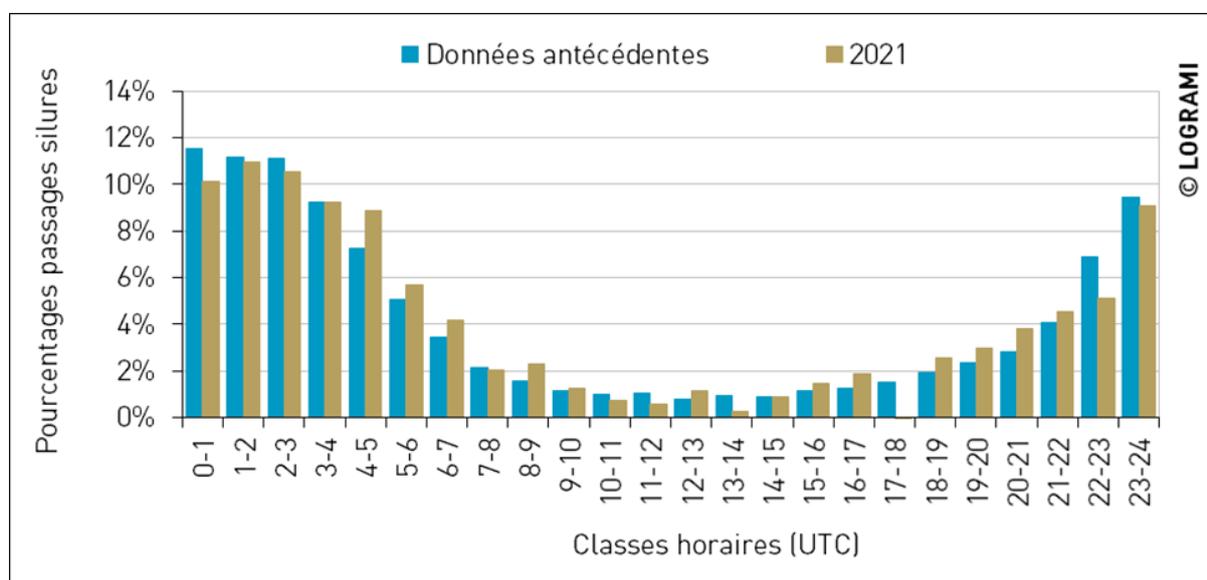


Figure 396 : Passages horaires des silures aux stations de comptage du bassin de la Loire depuis le début des suivis (n=9 103) et en 2021 (n=1 214) (Sources : LOGRAMI)

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 du silure glane. Les stations de comptage étant localisées au niveau du dernier bassin des passes à poissons, les silures situés en aval de l'ouvrage ou dans les bassins en aval restent exempts de tout comptage. Les mouvements des silures sont donc caractérisés au droit de la vitre de comptage et ne traduisent en rien le comportement des poissons au droit de l'ouvrage ou même encore à l'entrée 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 Châtellerault. Les données semblent montrer une variabilité annuelle des effectifs sur l'ensemble des stations mais également une augmentation des effectifs à compter de 2012 sur certaines d'entre elles (Châtellerault, Decize, Gueugnon). Les plus forts effectifs annuels sont enregistrés à la station de Vichy avec 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 (Guillerault et al., 2015).

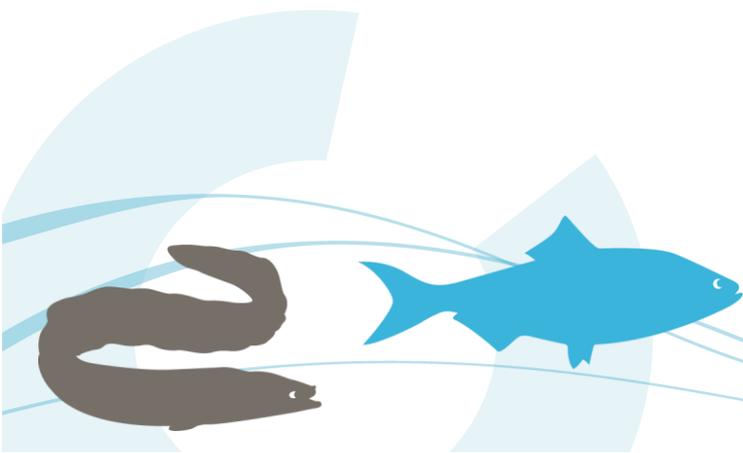
En 2021, les effectifs de silures comptabilisés sur l'ensemble des stations de comptage totalisent 1 214 individus (contre une moyenne 2012-2020 de 771 +/- 232). Des forts passages sont enregistrés sur la Vienne à Châtelleraut, sur l'Allier à Vichy et sur la Loire amont à Decize. A Decize, les comptages sont quatre fois supérieurs à la moyenne interannuelle. A noter également, la première observation d'un silure en montaison à la station de comptage de Saint-Pourçain-sur-Sioule qui témoigne de la présence de cette espèce sur la partie aval du bassin de la Sioule.

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 tardive sur l'amont du bassin avec notamment une migration centrée sur début juillet pour les silures comptabilisés à Roanne. 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 15 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. L'optimum de température de migration du silure arrive plus tardivement dans la saison sur l'amont du bassin (température plus « froide » car plus proche de la source).

En 2021, les rythmes migratoires, observés aux différentes stations de comptage, suivent la même logique que les années précédentes hormis Descartes où il est plus tardif avec 50 % des passages constatés en moyenne 19 jours plus tard. Ce retard des passages est liée au faible nombre de silures ayant migré en début de saison avec des températures comprises entre 15 et 19 °C (24 % des passages) comparativement aux autres stations du bassin (moyenne = 57 % +/- 13 des passages).

Depuis le début des suivis aux stations, 18 % des passages ont lieu entre 7 h et 19 h UTC. Contrairement à la ce qui est souvent décrit dans la bibliographie, la migration des silures en sur le bassin de la Loire n'est pas strictement nocturne.

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 télémétrique au niveau des passes à poissons 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

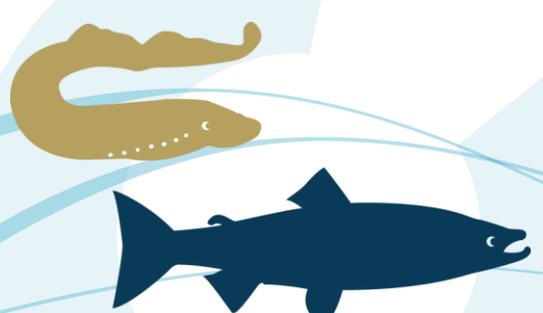
L'objectif central du PLAGEPOMI pour le saumon est de garantir la pérennité de la population, et d'aboutir à terme à une population sauvage autonome, autrement dit, d'améliorer son statut de conservation. Le recours au déversement est parfois nécessaire, quand le saumon a complètement disparu d'un cours d'eau (repeuplement) ou si son niveau est faible (déversement ou soutien d'effectifs). La population du bassin Loire réduite numériquement a fait l'objet depuis de nombreuses années d'opérations de soutien d'effectifs. Ainsi, des déversements sont effectués sur le bassin de l'Allier afin de renforcer la population. Des repeuplements étaient 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) montre 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 portaient 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 aux stades pré-smolts et alevins,
- 🌀 la dynamique migratoire génésique selon l'origine des saumons.

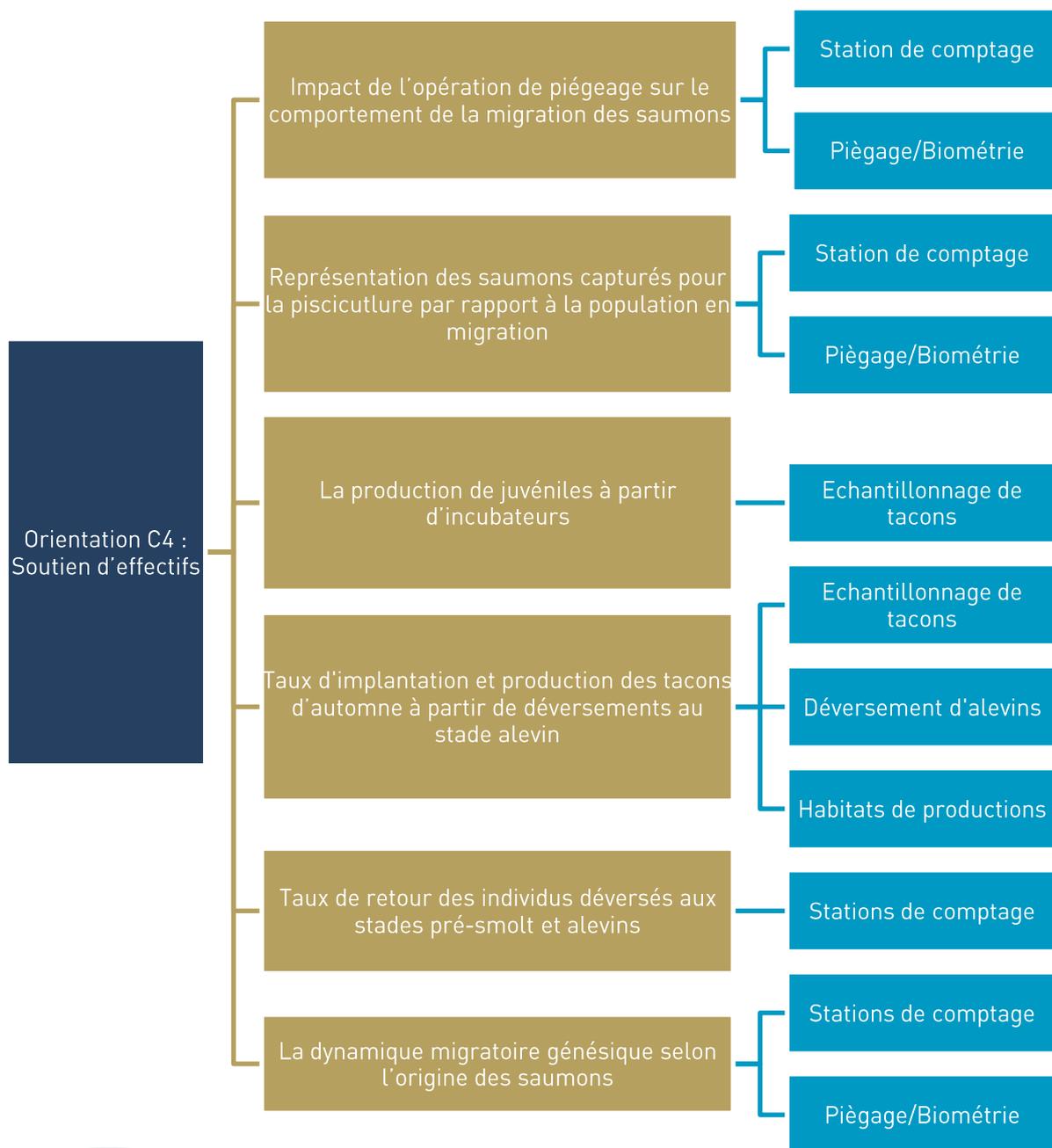
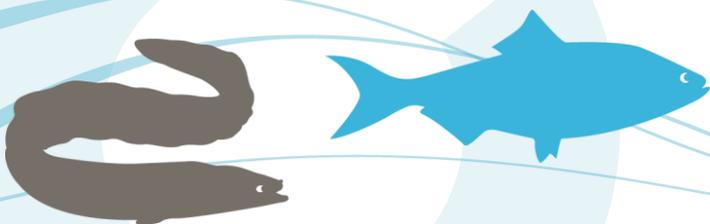


Figure 397 : Dendrogramme des actions menées dans le cadre de l'orientation C4 du PLAGEPOMI : Soutien d'effectifs (Source LOGRAMI)



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.

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 (UTC), 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., 2015a].

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 % (+/-7) pour les journées sans piégeage. Depuis 2014, la différence des passages en fin de journée après le piégeage est moins marquée avec 17 % des passages entre 17h et 19h contre 11 % pour les journées sans piégeage. 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 398 et Figure 399).

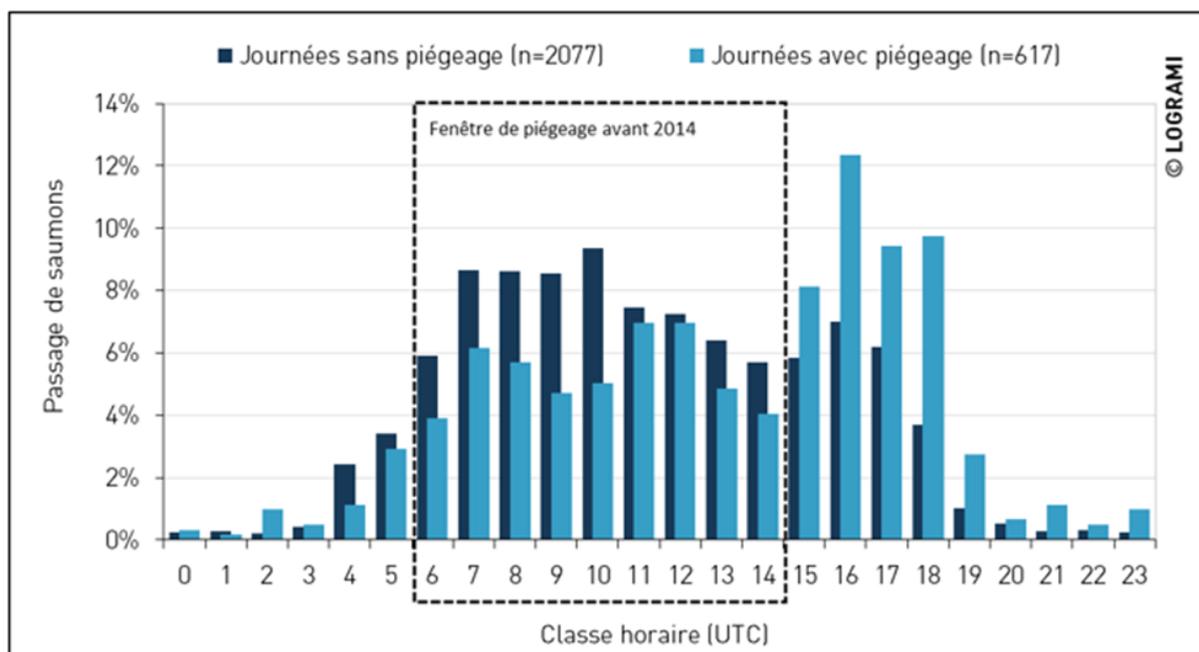


Figure 398 : Répartition des passages de saumons en rive droite par classes horaires devant la vitre de comptage de Vichy (Allier) les jours avec et sans piégeage sur la période 2009-2013 (Sources : LOGRAMI)

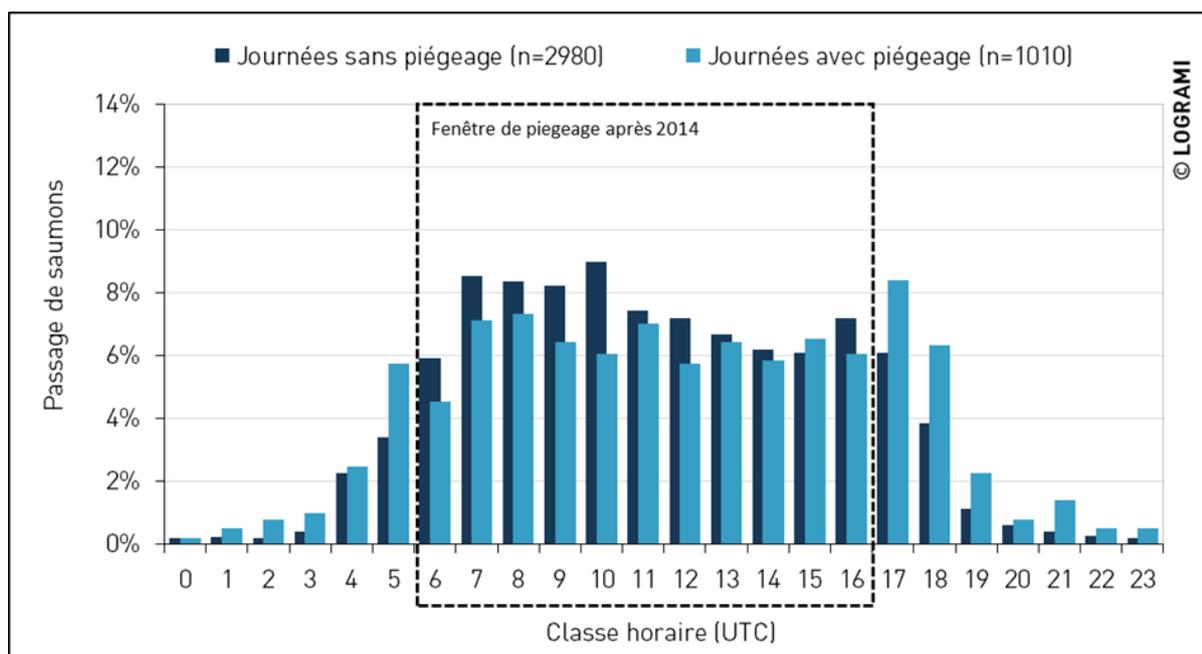


Figure 399 : Répartition des passages de saumons en rive droite par classes horaires devant la vitre de comptage de Vichy (Allier) les jours avec et sans piégeage sur la période 2014-2021 (Sources : LOGRAMI)

En 2021, les passages matinaux entre 6 h et 7 h sont réduits (2,9 %) probablement par l’effarouchement causé par la mise en place du piège.

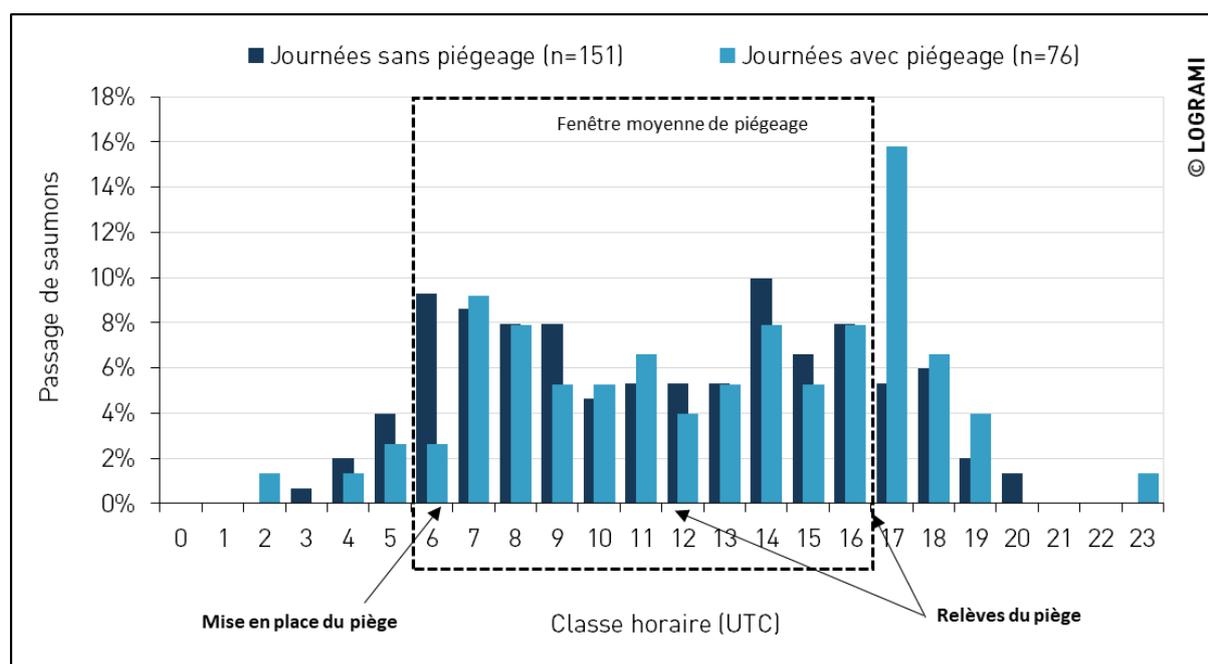
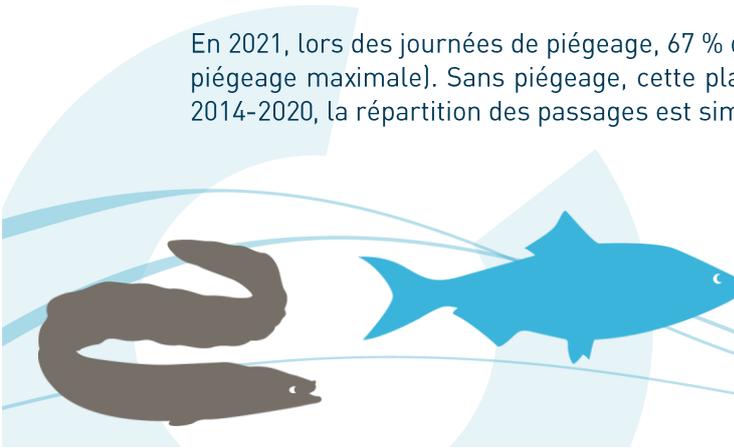


Figure 400 : Répartition des passages de saumons en rive droite par classes horaires de leur passage devant la vitre de comptage de Vichy (Allier) les jours avec et sans piégeage en 2021 (Sources : LOGRAMI)

En 2021, lors des journées de piégeage, 67 % des passages sont réalisés entre 6h et 16h (amplitude de piégeage maximale). Sans piégeage, cette plage horaire présente 79 % des passages. Sur la période 2014-2020, la répartition des passages est similaire avec 81 % sans piégeage et 69 % avec piégeage.



Il semblerait que l'opération de piégeage, telle qu'elle a été menée en 2021, ait perturbé la répartition horaire des passages de saumons les jours avec piégeage de façon similaire à la période 2014-2020. Un passage plus important est observé après la relève du piège entre 17h et 18h lors des jours de piégeage (15,8 %). Les passages les jours de piégeage semblent plus étalés dans la journée avec des passages plus abondants en fin d'après-midi. La part de saumons passant entre 17h et 19h augmente de 13 % par rapport aux journées sans piégeage (13 % des passages sans piégeage contre 26 % avec 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 seuil 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 comptage de Vichy. En effet, les individus capturés à la Bageasse sont des géniteurs arrivés sur zone de reproduction et leur capture est une aberration en termes de restauration de l'espèce.

En moyenne, depuis 2009, 40 individus +/- 14 par an sont capturés à Vichy pour participer au programme de soutien d'effectifs (soit 6,9 % +/- 2 du flux annuel de saumons).

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 autorisées 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 était autorisé 3 jours maximum par semaine jusqu'en 2019.

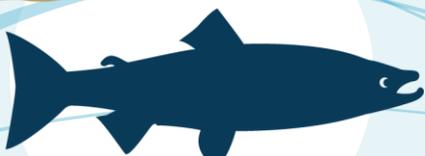
Depuis 2020, afin de continuer à réduire l'impact du piégeage sur la population de saumons, le nombre de jours de capture est passé à 2 journées maximum.

En 2021, les opérations de piégeage ont eu lieu deux jours par semaine les mardis, mercredis ou jeudis du 7h à 16h UTC. Après validation au préalable par la DDT 03, le piégeage a pu être augmenté à 3 jours par semaine exceptionnellement en fonction de la fréquence de passage des saumons, des conditions hydrologiques. Toutefois, le nombre total de jours de piégeage autorisés s'élève à 26 jours maximum.

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., 2015a). Depuis 2017, en moyenne 30 jours (+/- 7) de piégeage sont autorisés pour prélever des géniteurs à Vichy.

Annexe 46 : Effort d'échantillonnage des campagnes de piégeage de saumons adultes à Vichy sur l'Allier pour la pisciculture du CNSS depuis 2009 (Sources : CNSS)



	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Nombre semaines de piégeage autorisées	5	8	8	8	8	7	7	8	13	13	11	13	12
Nombre de jours de piégeage autorisés	20	24	24	24	24	21	21	24	39	39	22	26	26
Nombre de jours piégés	18	24	23	22	24	21	12	23	39	28	22	26	26
Nombre d'heures de piégeage	140	202	192	210	*	187	77	162	386	290	228	246	266
Nombre de captures	35	14	50	50	50	24	50	31	81	47	27	26	30
Nombre de passages annuels	491	227	755	861	819	595	1177	472	754	389	406	356	264
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%	7,3%	11,4%

*Manque d'information pour 2013

Depuis 2009, le piégeage est effectué 92 % +/- 9 du temps autorisé. Les journées durant lesquelles 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 lors d'une crue supérieure à 300 m³/s pour éviter leur encombrement. Cette situation s'est présentée en 2016 et 2018 empêchant le piégeage respectivement pour 1 journée et 3 journées.

- des journées avec 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 tout risque de mortalité 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).

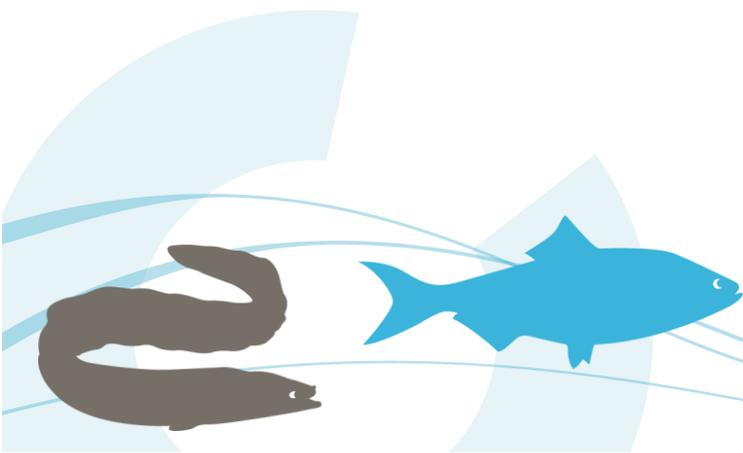
- l'atteinte du nombre de captures autorisées par semaine ;

L'arrêté de piégeage précise que les captures sur une semaine donnée ne doivent pas excéder un certain pourcentage des passages déjà dénombrés à Vichy la semaine précédente (10 % avant 2017 et 15 % depuis 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.

Depuis 2009, la part de la population piégée à Vichy s'élève à 6,9 % (+/- 2) de la population migrante. Cette proportion bien plus élevée en 2017 et 2018 (11 % et 12 %) est liée à l'augmentation du nombre d'heures de piégeage. En 2021, cette proportion est similaire avec 11,4 % de la population piégée. 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 401).



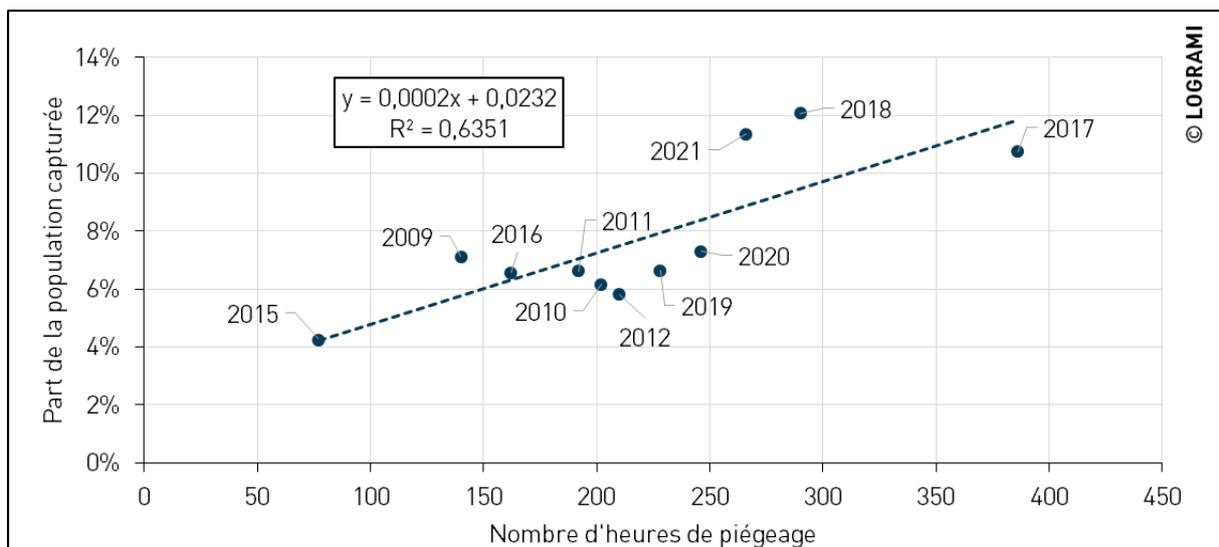


Figure 401 : Part de la population échantillonnée de saumon atlantique en fonction du nombre d'heures de piégeage annuel à Vichy sur l'Allier depuis 2009 (Sources : LOGRAMI)

Depuis 2009, le nombre de jours de piégeage représente en moyenne 15 % +/- 4 du temps de migration printanier. La migration des saumons s'étale en moyenne sur 148 jours +/- 19. 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 (Figure 402).

En 2021, le piégeage a été opéré 20 % du temps de la migration.

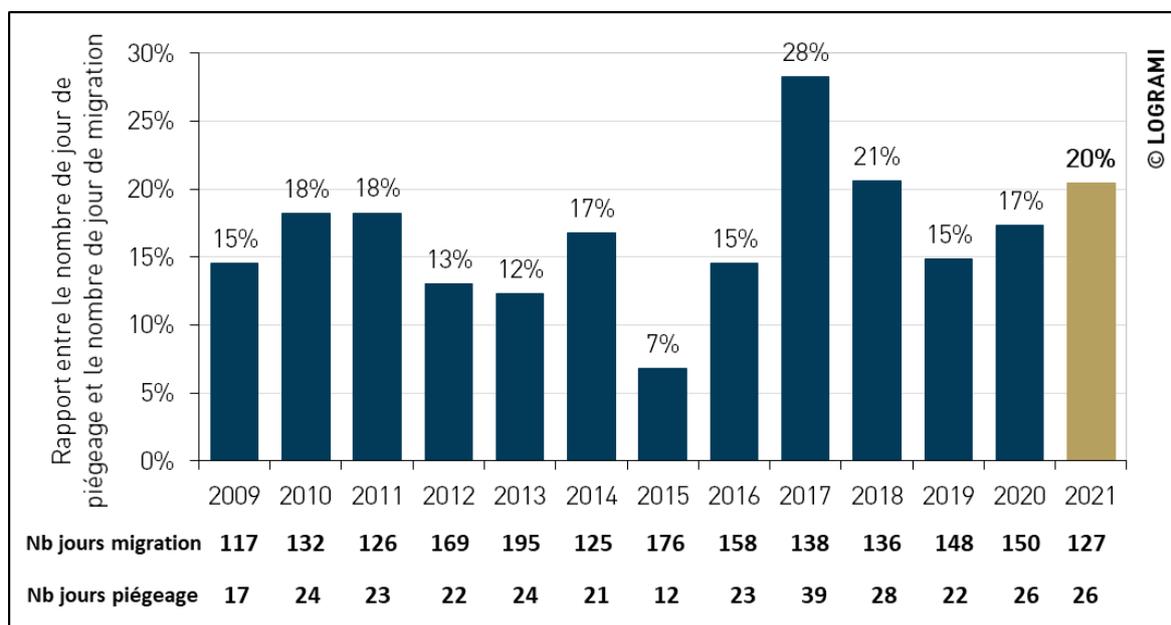


Figure 402 : Rapport entre le nombre de jours de piégeage de saumons et le nombre de jours de migration printanière à Vichy sur l'Allier depuis 2009 (Sources : LOGRAMI et CNSS)

8.3.2. Effort de piégeage 2021

Depuis 2009, la capture de saumons par unité d'effort (CPUE) de piégeage (heure) varie entre 0,07 et 0,65 pour une moyenne toutes les années confondues de 0,22 +/- 0,1. La CPUE très élevée en 2015 est

due aux forts passages de saumons enregistrés au cours de la saison (1 177 géniteurs). En 2021, le CNSS a capturé 30 saumons, soit une CPUE de 0,11 saumon par heure de piégeage.

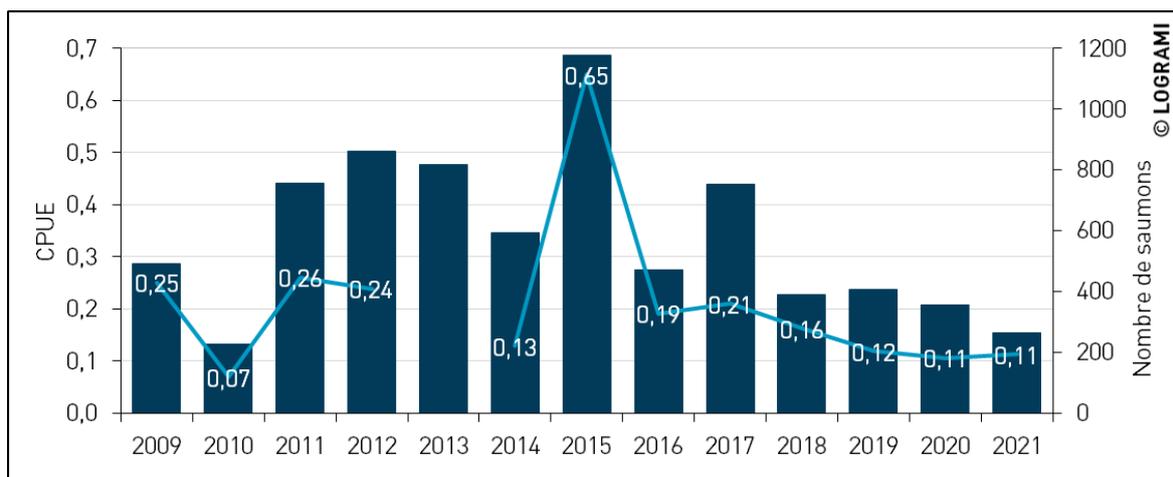


Figure 403 : CPUE pour chaque campagne de piégeage de saumons atlantiques du CNSS à Vichy sur l'Allier depuis 2009 (Sources : LOGRAMI et CNSS)

En 2021, le nombre de captures (30) ne dépasse pas les quantités prélevables par le CNSS en respect de la règle des 15 % et du quota maximum de 100 géniteurs. En effet, durant la période de piégeage, 244 saumons avaient franchi le barrage de Vichy, correspondant donc à un maximum de 37 saumons prélevables pour la pisciculture.

8.3.3. Captures hebdomadaires 2021

En 2021, aucune journée de piégeage n'a eu lieu la semaine 11, le nombre de passages de saumons n'étant pas suffisant pour autoriser l'opération (7 saumons au 14 mars 2021). Un maximum de 7 saumons a été capturé la semaine 17. A contrario, aucun individu n'a été piégé les semaines 12, 13 et 14.

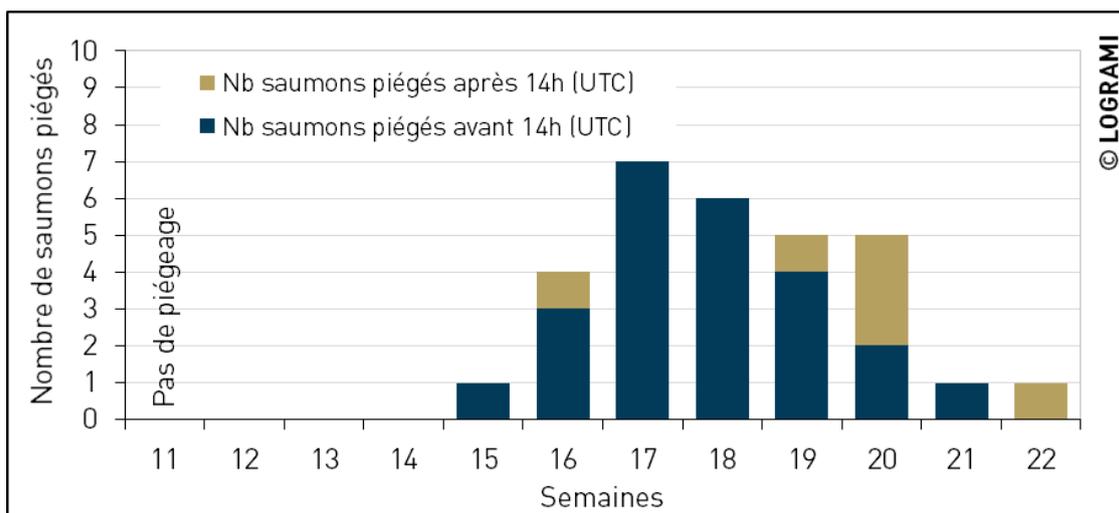
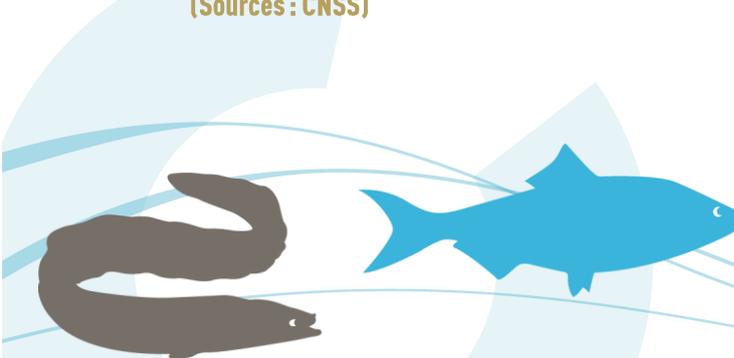


Figure 404 : Répartition par semaine des captures de saumons réalisées par le CNSS à Vichy sur l'Allier en 2021 (Sources : CNSS)



Suite à la recommandation de l'allongement de la journée de piégeage entre 14h et 16h (UTC) proposé par LOGRAMI en 2014, 6 saumons supplémentaires ont pu être capturés pour le CNSS lors de ces journées de piégeage (20 % de l'échantillon) (Figure 405).

En moyenne depuis 2017, le CNSS a augmenté ses captures de 31 % +/- 13 en allongeant le temps journalier de piégeage. 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.

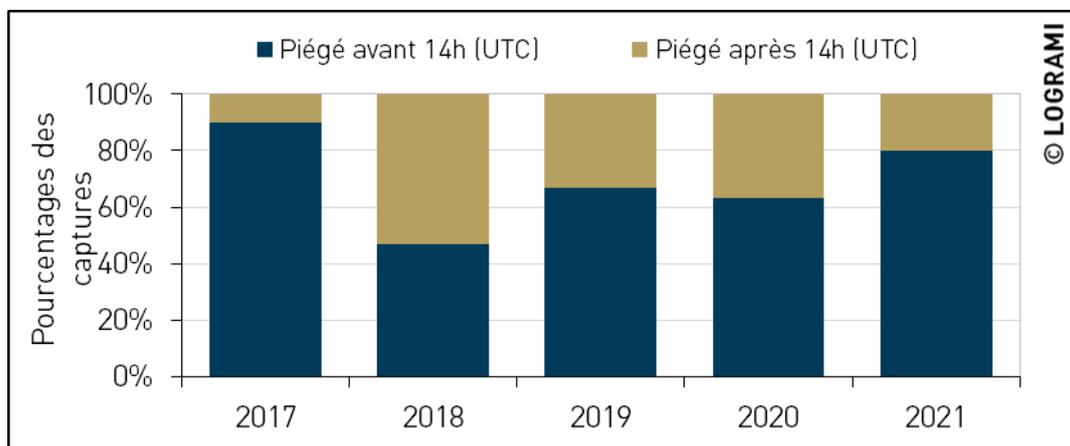


Figure 405 : Proportion de saumons capturés à Vichy (Allier) par le CNSS après 14h depuis 2017 (Sources : CNSS)

8.3.4. Représentativité des captures en 2021

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).

En 2021, le piégeage a commencé le 23 mars (semaine 12) et s'est terminé le 2 juin (semaine 22). Durant cette période, 88,6 % de l'effectif de saumons migrants est passé à Vichy.

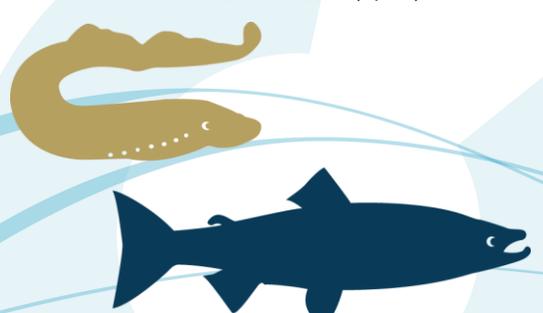
8.3.4.1 Répartition des saumons en migration et piégés sur l'ensemble de la période de migration 2021

Les résultats montrent qu'une partie des saumons en début et fin de période a échappé à l'échantillonnage. La campagne de piégeage s'étalant du 23 mars au 3 juin, les individus de début et de fin de cohorte n'ont pas été échantillonnés, soit 4,5 % de la population en migration avant le 10 mars (12/264) et 6,8 % de la population en migration après le 3 juin (18/264).

Les captures réalisées en mai (40 % des captures, soit 12/30) sont équilibrées au regard de la population en migration à Vichy (40 % des passages (105/264)).

Pour le mois d'avril, un déséquilibre est constaté entre les captures (57 % des captures (17/30)) et la population (46 % des passages (122/264)). Toutefois, cet écart observé entre l'échantillon capturé et la migration ne représente seulement que 3 saumons.

La semaine de piégeage la plus efficace est située entre le 25 avril et le 1^{er} mai (semaine 17) avec 7 saumons piégés. Les captures réalisées cette semaine représentent 14 % de la population en migration hebdomadaire (7/51).



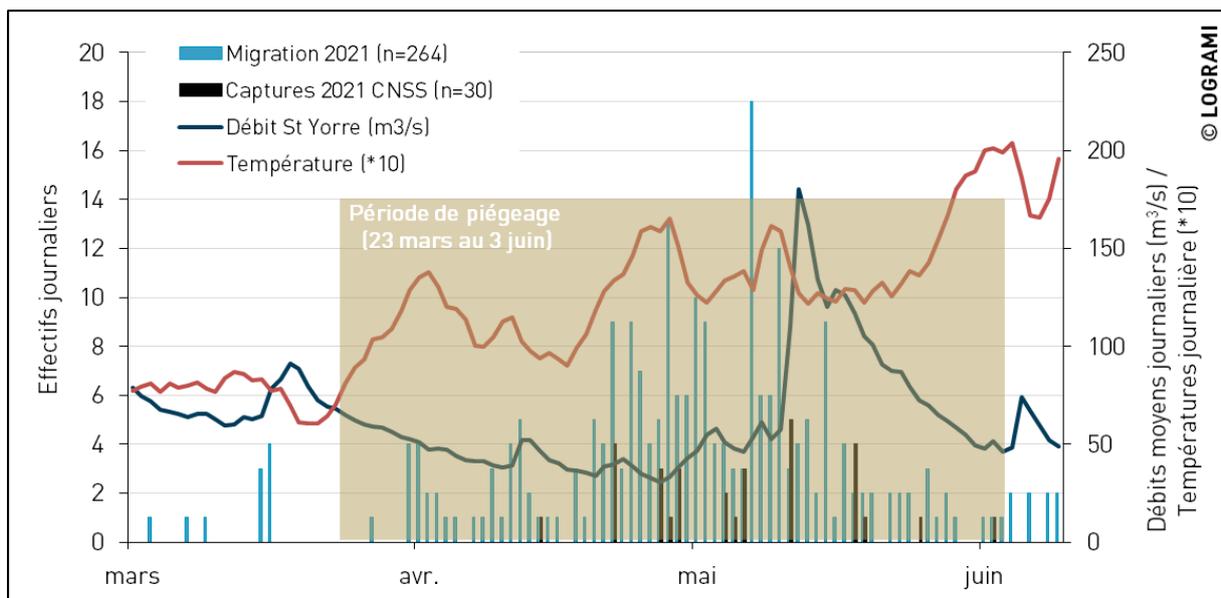


Figure 406 : Effectifs de saumons piégés et migrants sur la période de migration (début mars à fin juin) observés dans les passes à poissons de Vichy (Allier) en 2021 (Sources : LOGRAMI)

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 individus par semaine (+/- 1) avec une semaine particulière (semaine 17) où 7 saumons ont été piégés.

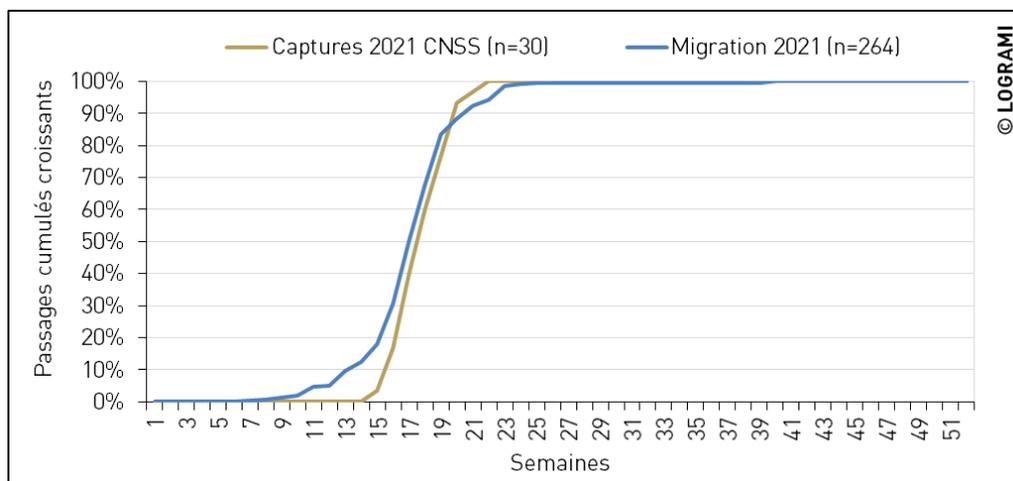


Figure 407 : Comparaison du rythme migratoire et des captures de saumons atlantiques à Vichy sur l'Allier en 2021 (Sources : LOGRAMI)

Une sous représentativité de l'échantillon est constatée au début de la saison. Elle est liée à l'absence de piégeage la semaine 11 et l'absence de capture lors des semaines 12,13 et 14.

Cependant, l'échantillonnage mené en 2021 suit significativement la tendance des passages ($R^2 = 0,98$) (Figure 408). 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 2021 la période d'échantillonnage des effectifs de la semaine 12 à 22 s'est révélée favorable à un échantillonnage représentatif.

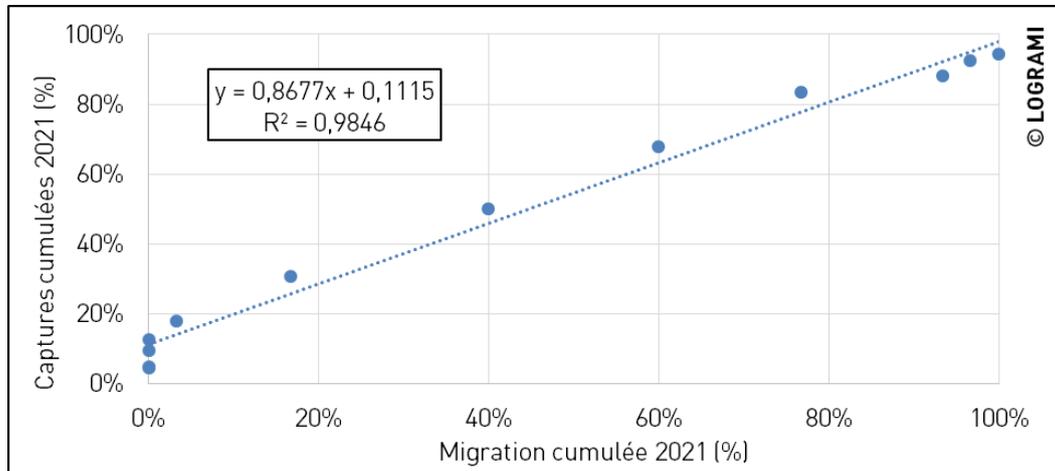


Figure 408 : Droite de régression captures /migration des saumons par semaine à Vichy sur l'Allier en 2021 (Sources : LOGRAMI)

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

La répartition des saumons capturés en 2021 par âge de mer est la suivante :

- 0 saumon de 1 an (1 été) de mer (0 %),
- 11 saumons de 2 ans (2 étés) de mer (37 %),
- 19 saumons de 3 ans (3 étés) de mer (63 %).

La comparaison de la répartition annuelle par classes d'âges de mer montre une sous-représentation des saumons de 2 étés de mer et une sur-représentation des saumons de 3 étés de mer dans l'échantillon des captures (Figure 409).

Les écarts observés (15 % pour les 2 étés et les 3 étés) entre l'échantillon capturé et la migration représentent 5 saumons. L'échantillon capturé en 2021 est donc non représentatif de la population en termes de classe d'âge.

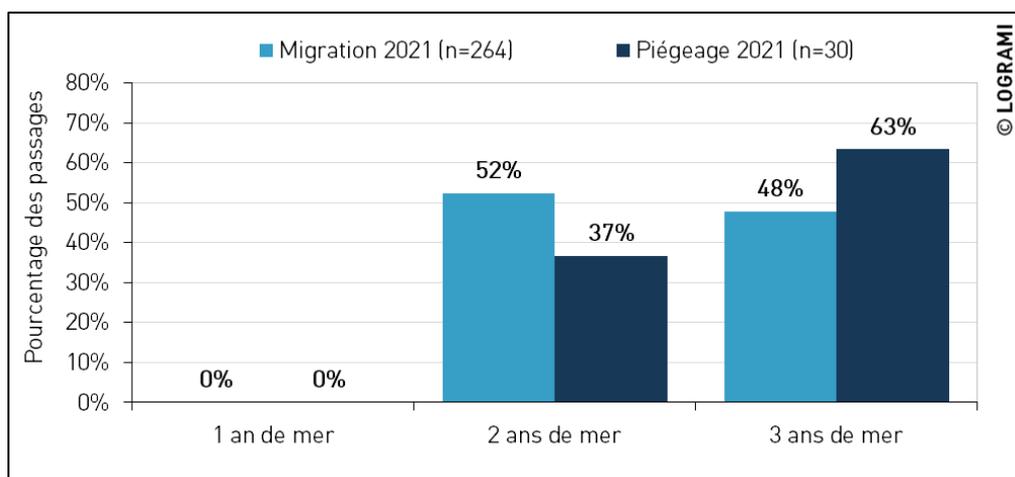


Figure 409 : Comparaison de la répartition des classes de tailles des saumons migrants observés à Vichy (Allier) en 2021 avec celles des individus piégés (Sources : LOGRAMI)

8.3.5. 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 2009-2020, durant les journées sans piégeage, en moyenne 56 % +/- 5 des saumons passent en amont de la vitre de comptage sans réaliser d'aller-retour contre seulement 28 % +/- 4 les jours de piégeage. Ainsi, l'opération de piégeage augmente de 28 % les allers-retours avant le passage des individus.

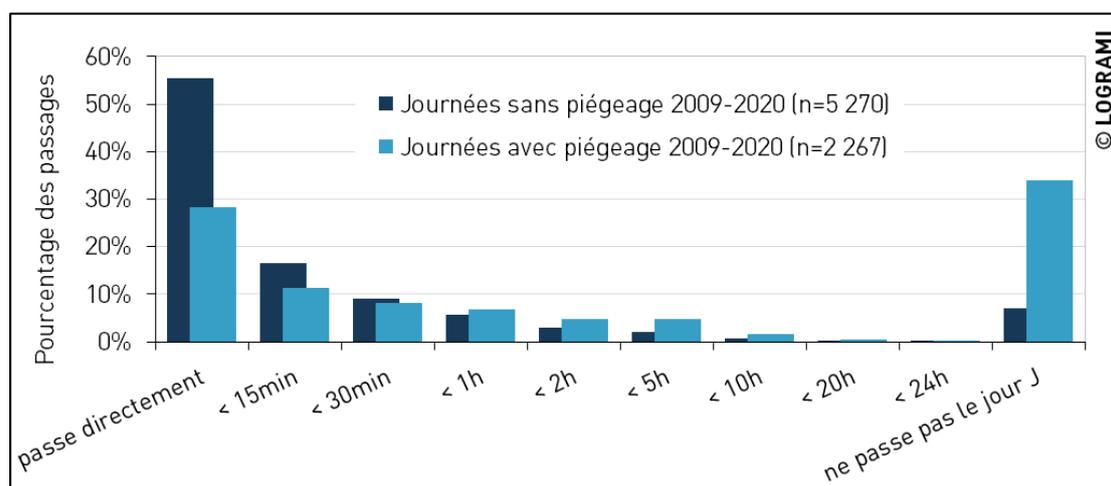


Figure 410 : Comportement des saumons après leur première visualisation à la station de comptage rive droite de Vichy sur l'Allier en fonction de la mise en œuvre ou non du piège sur la période 2009-2020 (Sources : LOGRAMI)

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 32 % +/- 5 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.

Depuis l'allongement du temps de piégeage en 2014, les passages directs de saumons pendant les journées de piégeage ont diminué de 2 % (35 % +/- 6) par rapport à la période 2009-2013 (37 % +/- 2).

En 2021, les journées sans piégeage, 61 % des saumons passent directement en amont de la vitre de comptage sans aller-retour contre seulement 30 % les jours de piégeage (Figure 411). Ainsi, l'opération de piégeage a augmenté de 31 % les comportements d'allers-retours avant le passage. Le piégeage mené en 2021 à Vichy est aussi impactant que sur la période 2009-2020 (28 %).

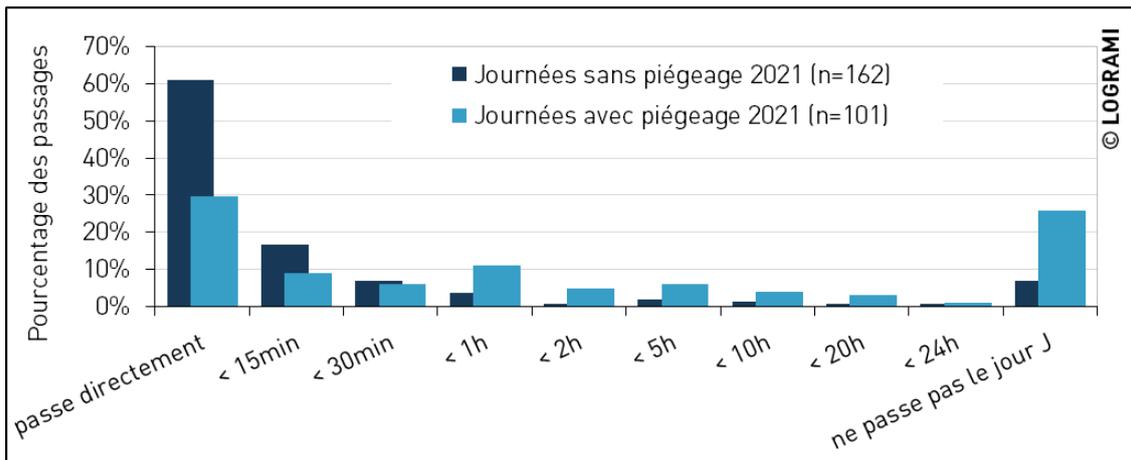


Figure 411 : Comportement des saumons après leur première visualisation à la station de comptage rive droite de Vichy sur l'Allier en 2021 en fonction du piégeage (Sources : LOGRAMI)

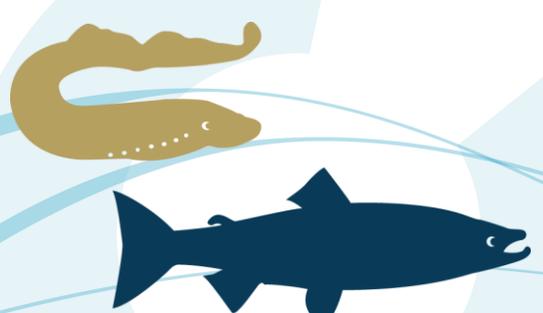
8.3.6. Impact du piégeage sur le retard de franchissement

Depuis 2009, le temps de passage moyen d'un saumon pendant les journées sans piégeage est d'environ 21 minutes +/-7. Pour les journées avec piégeage, le temps de passage est plus de deux fois plus important avec une durée avoisinant les 55 minutes +/-2.

De 2009 à 2020, les opérations de piégeage ont provoqué un retard moyen de franchissement de l'ouvrage de 31 minutes +/- 11. Le temps de franchissement le plus court est enregistré en 2013 avec 8 minutes.

Depuis l'allongement de l'amplitude horaire des journées de piégeage en 2014, la durée journalière de piégeage a été augmentée en moyenne de 2 heures et 11 minutes par rapport à la période 2009-2013. Cette modification de stratégie semble avoir engendré une légère augmentation du temps de franchissement des saumons de 16 minutes (24 minutes pour la période de 2009-2013 contre 40 minutes pour la période 2014-2021).

En 2021, un retard de franchissement d'une heure et dix minutes est constaté. Il représente plus du double du retard habituellement observé sur la période 2009-2020 (Figure 412).



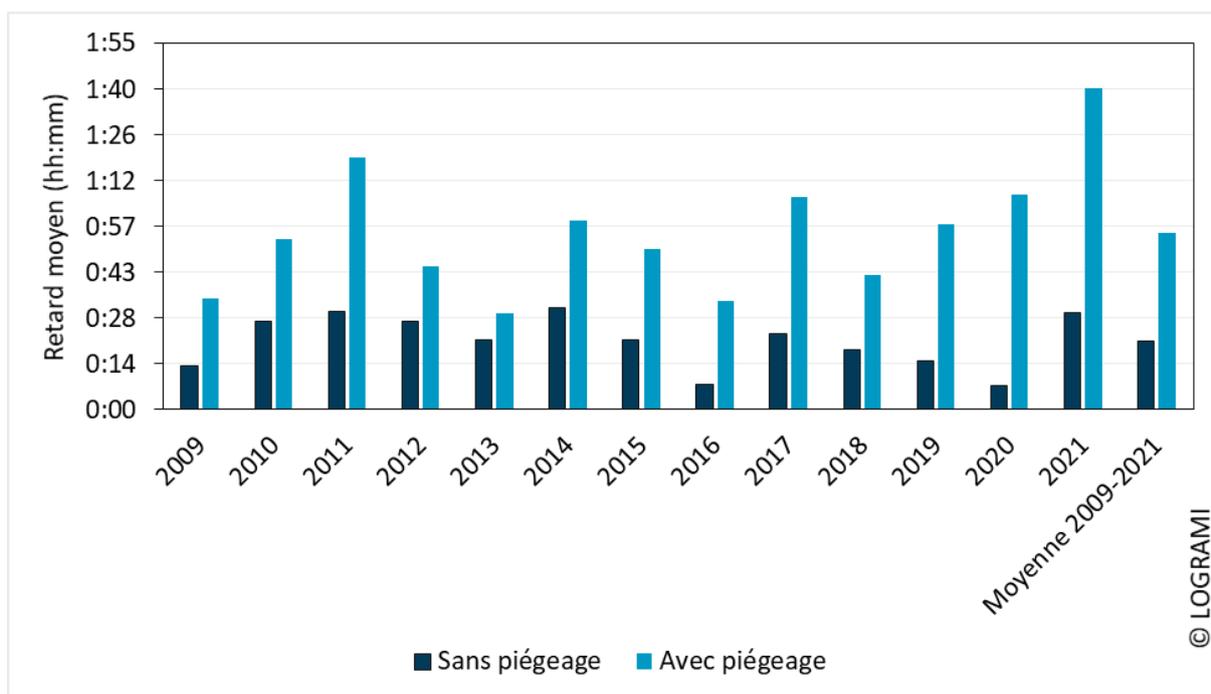


Figure 412 : Retard moyen des saumons au droit de la vitre de comptage rive droite de Vichy sur l'Allier depuis 2009 les jours avec et sans piégeage (Sources : LOGRAMI)

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 m² d'Equivalents Radiers-Rapides (ASCONIT, 2012).

Afin d'évaluer la production de juvéniles de ce type d'installation, LOGRAMI, en collaboration avec la FDAAPPMA 42, a mis en place, en 2015, un suivi par 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 413).

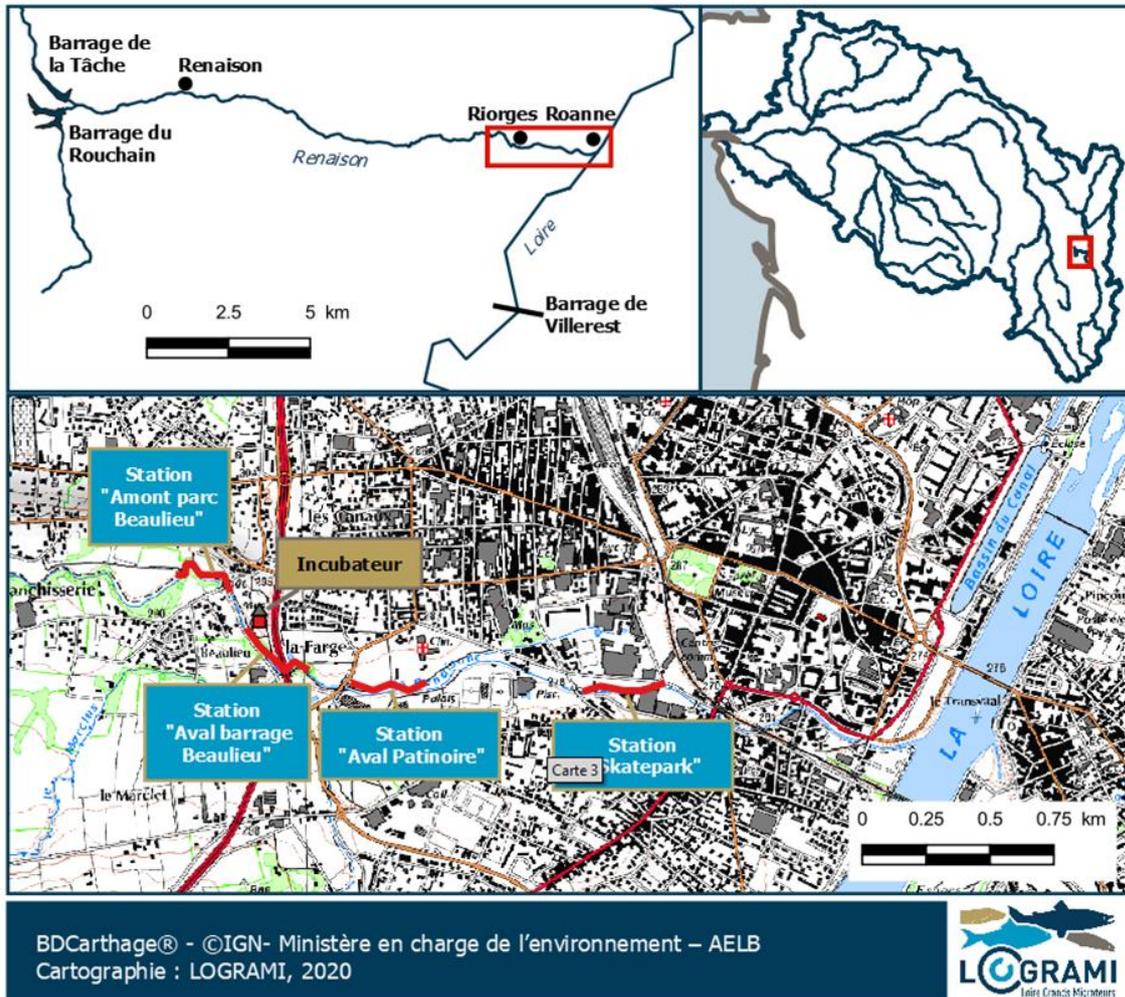


Figure 413 : Localisation des quatre stations de pêche d'échantillonnage de juvéniles de saumon sur le Renaison en 2021 (Sources : LOGRAMI)

Les surfaces favorables au développement des juvéniles de saumons étant connues (J. M. Bach et al., 2010), la production de l'incubateur peut être estimée grâce aux « Indice d'abondances » (individus 0+/5 minutes) convertis en densités (individus 0+/m²) avec le coefficient utilisé sur le bassin de l'Allier (Figure 414).

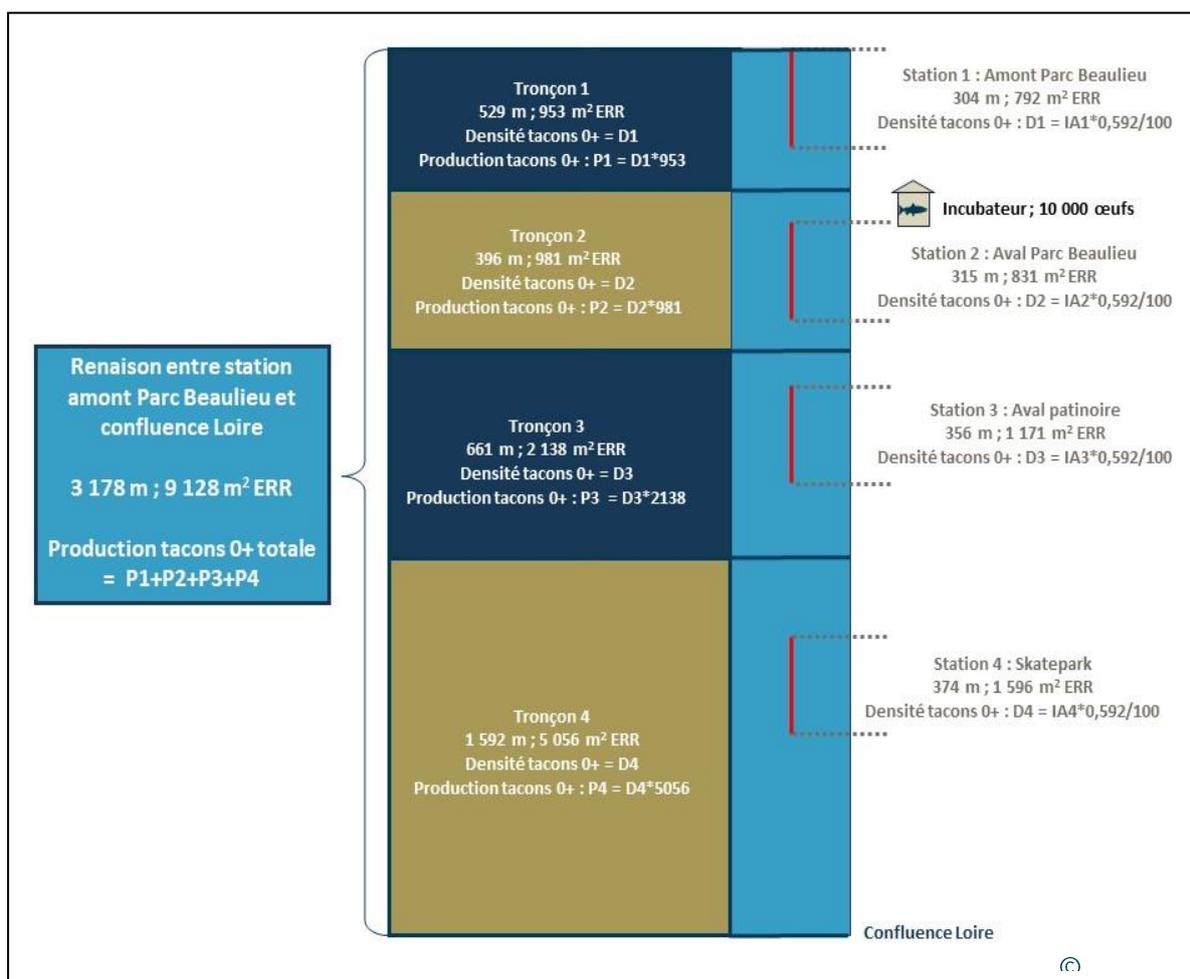


Figure 414 : Schéma de principe du calcul de la production automnale de tacons 0+ de l'incubateur implanté sur le Renaison à Riorges (42) (ERR : Equivalents Radiers-Rapides = surface favorable au développement des juvéniles de saumons ; IA : Indice d'abondance (tacons 0+ capturés en 5 minutes) ; 0,592/100 : coefficient conversion IA-densité du « bassin Allier ») (Données habitats : Roannais Agglomération – ASCONIT, 2012)

8.4.2. Résultats 2021

Durant 5 ans, les quatre stations étaient échantillonnées au printemps et à l'automne. A partir de 2020, face à la constance des résultats obtenus depuis 2015, afin d'alléger le suivi, seuls les échantillonnages automnaux ont été conservés. En 2021, ces derniers ont été réalisés le 14 octobre 2021.

Tableau 47 : Indices d'abondances en juvéniles de saumon printaniers et automnaux sur le Renaison depuis 2015 (Sources : LOGRAMI)

	Tacons 0+/5 minutes - AUTOMNE						
	09/10/2015	06/10/2016	05/10/2017	09/10/2018	03/10/2019	06/10/2020	14/10/2021
Amont parc Beaulieu	0	0	1	0	0	0	0
Aval barrage Beaulieu	82	0	36	51	41	25	15
Aval patinoire	46	5	46	42	28	17	13
Skate-park		6	14	4	12	6	11
moyenne	42,67	2,75	24,25	24,25	20,25	12	9,75

Tableau 48 : Production automnale de tacons 0+ de l'incubateur du Renaison depuis 2015 (Sources : LOGRAMI)

	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Moyenne 2015-2020	Ecart-type
Tronçon 1 Amont parc Beaulieu	0	0	6	0	0	0	0	1,0	2,27
Tronçon 2 Aval barrage Beaulieu	476	0	209	296	238	145	87	227,3	154,02
Tronçon 3 Aval patinoire	582	63	582	532	354	215	165	388,0	214,22
Tronçon 4 Skate-park		180	419	120	359	180	329	251,6	129,55
Production totale	1058	243	1216	948	952	540	581	826	344
Mise en charge (œufs)	10000	10000	10000	10000	12000	10027	10000		
Implantation = survie entre œuf fécondé et tacon d'automne (%)	10,6%	2,4%	12,2%	9,5%	7,9%	4,5%	5,8%	7,8%	3,5%

Le suivi de la production de l'incubateur sur le Renaison en 2021 met en évidence :

- Une abondance de tacons 0+ décroissante selon le gradient amont-aval de l'incubateur. Avec un indice d'abondance de classe « très faible » sur les deux stations situées en aval de l'incubateur alors qu'elles présentent habituellement un meilleur niveau d'abondance, cette décroissance est toutefois beaucoup plus nuancée que celle constatée lors des précédents suivis ;
- Une abondance moyenne de 9,75 +/- 5,80 tacons 0+/5 min qui peut être considérée comme très faible ;
- Une production automnale estimée à 581 tacons 0+, répartie entre l'aval du seuil du parc Beaulieu et la confluence avec la Loire, soit une implantation de 5,8 % des œufs mis en place dans l'incubateur (10 000 en 2021).

La production estimée en 2021 et l'implantation qui en découle sont moins importantes que celles constatées en 2015, 2017, 2018 et 2019, années aux conditions hydrologiques printanières non pénalisantes (à l'inverse de 2016). Elle correspond à celle observée en 2020 mais avec une répartition



légèrement différente (décroissance de l'abondance vers l'aval plus nuancée). Comme en 2020, l'implantation estimée en 2021 est inférieure à la moyenne 2015-2019 (7,8 % +/- 3,5).

Ne disposant pas de relevés hydrologiques pour ce cours d'eau en 2021 (arrêt du fonctionnement de la seule station hydrométrique en 2019), il est difficile d'incriminer un éventuel coup d'eau post-émergence, toutefois fort probable tout comme en 2020, pour expliquer cette faible production au regard de l'historique du suivi.

Hors évènement exceptionnel telle qu'une crue printanière pendant ou juste après l'émergence, le fonctionnement du système « Incubateur saumon-Renaion » présentait jusqu'en 2019 une relative constance en termes de production globale de tacons 0+ d'automne (1 000 ind.). En 2021 tout comme en 2020, il semblerait qu'un phénomène non identifié ait impacté la production de l'incubateur sans toutefois l'annihiler totalement.

8.5. Production des tacons d'automne à partir des déversements au stade alevin

Le taux d'implantation est obtenu grâce à l'échantillonnage par pêches électriques des juvéniles de saumon 0+. Il a pour objectifs de connaître la survie des juvéniles déversés au stade alevin et de vérifier la fonctionnalité des zones favorables à leur croissance.

Dans cette partie, et compte tenu de l'absence de marquage physique des alevins déversés, l'ensemble des juvéniles de saumon pêchés sur les stations déversées sont considérés comme étant des individus issus de déversement.

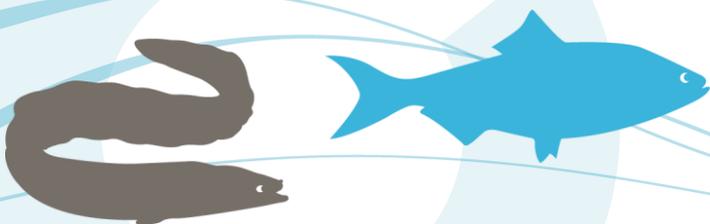
Les indices d'abondance sur les stations déversées ne tiennent pas compte des différences de densité au déversement entre les stations. Ainsi, l'évaluation de l'efficacité de l'alevinage repose sur une estimation du taux d'implantation des alevins déversés sur chaque station alevinée. Il est exprimé en pourcentage de la densité observée lors des pêches électriques par rapport à la densité alevinée (J. M. Bach et al., 2010) :

Taux d'implantation = « Densité tacons pêchée » / « Densité d'alevins déversés » * 100

Avec : La densité tacons pêchée est égale à : $a * IA$ (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,

² La relation de conversion de l'abondance en 5 min en densités de saumons pour 100m² révisée pour le bassin de la Gartempe est : $D=0,334*I$ avec D : densité (ind./100m²) et I : indice d'abondance (ind./5 mn), coefficient obtenu à partir de 11 couples de résultats de pêches sondage -inventaire réalisés sur la Gartempe sur la période 2003-2005.



La densité d'alevins déversés est le nombre d'alevins déversés/surface d'habitats favorables à proximité de la station.

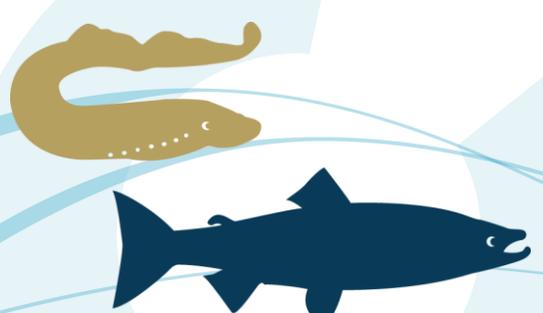
Le nombre d'alevins déversés est fourni par le Conservatoire National du Saumon Sauvage responsable des déversements (EPL, 2020). La densité d'alevins déversés préconisée par le cahier des charges du marché de repeuplement sur le bassin de la Loire est de 1 alevin/m² de surface de production. Néanmoins, cette densité théorique doit être recalculée post-déversements chaque année pour chaque radier.

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, s. d.). Un taux d'implantation de 20 % correspond à une bonne survie selon la même référence et pour les estivaux (alevins d'1 à 3 g) au tacon mêmes stades. En considérant la survie du stade d'ensemencement pré- de 1 été, un taux d'implantation de 20 % correspond à une bonne survie (Richard, s. d.). 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

Depuis 2020, aucun juvénile de saumon n'a été déversé dans la Gartempe. Cette décision d'arrêt temporaire des déversements a été prise par la DREAL Centre Val-de-Loire suite aux tensions budgétaires existant pour cette action d'une part et aux problèmes de continuité écologique observés sur ce cours d'eau.

Afin de préserver la série de données des échantillonnages par pêche sur les juvéniles de saumon et de recueillir des données sur les juvéniles de l'année précédente, les échantillonnages ont été maintenus. Cependant, les stations d'échantillonnage prévues ont été réduites de moitié, soit 8 stations contre 16 les années précédentes. Elles ont été choisies pour respecter la couverture géographique du tronçon concerné et en fonction de leur historique (nombre d'années d'échantillonnages). Parmi celles-ci, la station Pont Saint Sylvain à Saint-Sylvain-Montaigut n'a pas été échantillonnée du fait de la présence probable de moule perlière (*Margaritifera margaritifera*), espèce de moule d'eau douce protégée et sensible.



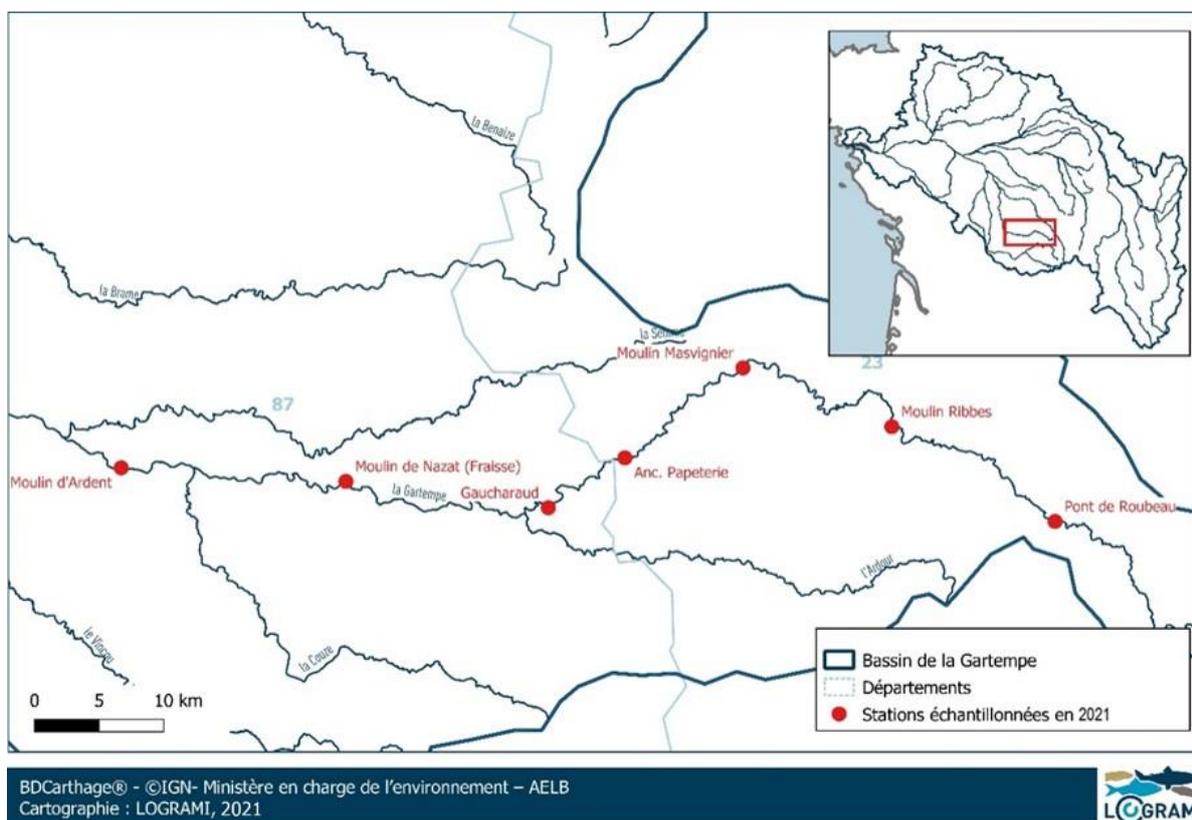


Figure 415 : Stations échantillonnées pour le suivi de l'implantation des juvéniles de saumon en 2021 sur la Gartempe (Sources : LOGRAMI)

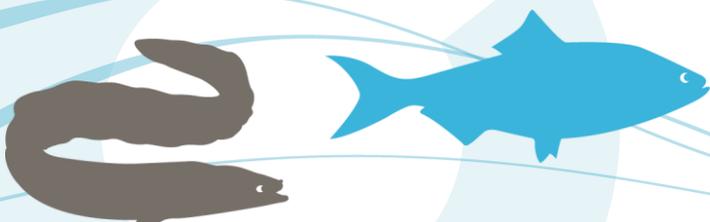
Les échantillonnages en 2021 ont pu être réalisés dans les périodes usuelles d'inventaire, communément du 24 août au 24 septembre, à la faveur de débits optimaux. (cf. § 5.4.1 Abondance de juvéniles de saumons sur la Gartempe). Les échantillonnages ont donc eu lieu le 31 août et le 1^{er} septembre.

De façon logique, étant donné une reproduction très faible voire nulle sur la Gartempe à l'hiver 2020 et l'absence de déversement, aucun juvénile de l'année n'a été capturé sur les 7 stations échantillonnées. Deux juvéniles âgés de 2 ans ont été capturés. Ces individus sont très probablement issus du repeuplement de 2019.

8.5.2. Implantation de juvéniles déversés sur le bassin de l'Allier

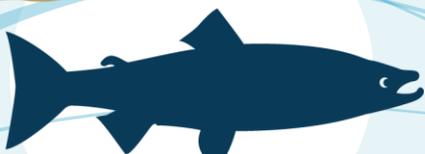
Sur le bassin de l'Allier, en 2021, 322 943 alevins ont été déversés dont 302 273 par le Conservatoire National du Saumon Sauvage et 20 670 par l'Association Protectrice du Saumon (produits par les incubateurs de l'Arçon et de la Prade) (Sauvadet, 2021). Ces déversements sont répartis sur l'Allier, la Sioule, la Crouce et sur la Couze Chambon, la Couze Pavin et la Couze d'Ardes (non alevinées en 2020). La grande majorité des alevins sont déversés sur l'Allier (61,3 %) et sur la Sioule (21,5%). En 2021, aucun déversement n'a été réalisé sur la Dore, sur la Senouire et sur l'Alagnon.

En termes de répartition des alevins déversés, les particularités ou adaptations singulières du plan d'alevinage mis en œuvre en 2021 par rapport aux dernières années, dans un contexte de réduction significative des quantités déversées (322 943 alevins déversés en 2021 contre 1 022 264 +/- 250 708



alevins déversés par an sur l'ensemble du bassin de l'Allier, hors année 2007, sur la période 2000-2019), sont les suivantes :

- Sur l'Allier, pour la troisième année consécutive, des alevins ont été déversés sur le secteur S2 (133 128 alevins répartis sur 92 points entre Saint-Etienne-du-Vigan et Alleyras, soit 65,4 % des déversements de l'Allier et 42,1 % du bassin). Pour rappel, suite à un avis émanant du Conseil Scientifique du Conservatoire du Saumon Sauvage réuni les 24 et 25 mai 2007 (Conservatoire National du Saumon Sauvage, 2007), depuis 2008 les déversements d'alevins sur l'Allier se cantonnaient aux 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 la reproduction et 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. Les géniteurs de retour de ces alevins seraient donc attendus pour 2022 ou 2023 lorsque l'ouvrage sera géré avec 91 jours de transparence minimum ;
- Les quantités déversées sur les secteurs S4 ainsi que le nombre d'œufs mis en incubateurs (évolution à partir de 2020 : 100% origine géniteurs sauvages) ont été revues à la baisse (70 466 alevins soit 34,6 % des déversements de l'Allier et 42,1 % du bassin). Par conséquent, la part du secteur S4 diminue à partir de 2020 ;
- Des déversements d'alevins produits par les incubateurs de l'Arçon et de la Prade ont été réalisés directement dans l'Allier (secteur S4) par l'APS (Sauvadet, 2021). Cette manipulation humaine, pratiquée sans réelle justification officielle, mais qui permet probablement d'augmenter les chances de survie de cette production, va à l'encontre de la philosophie de rusticité initiale des incubateurs. En effet, ces derniers sont pensés pour que les alevins colonisent le milieu (affluents de l'Allier considérés comme ruisseaux pépinières) via l'exutoire de l'incubateur de manière autonome ;
- Tout comme pratiqué sur l'Allier, la Cronce et plus marginalement l'Arçon et la Ramade., 3 affluents rive gauche de l'Allier situés dans le secteur S4 ont été déversés par l'APS avec des alevins produits par les incubateurs de l'Arçon et de la Prade : 4 points sur la Cronce pour 5 842 alevins, un point pour 139 alevins et un point sur la Ramade pour 426 alevins (Sauvadet, 2021). Compte tenu des très faibles quantités (quasiment négligeables), afin de simplifier notre synthèse, les 2 points déversés sur l'Arçon et la Ramade ont été regroupés dans les quantités déversées sur le secteur S4 de l'Allier ;
- Aucun déversement d'alevins n'a été réalisé sur le secteur S5 de l'Allier ;
- Les quantités déversées sur la Sioule en 2021 ont fortement diminué (66 226 alevins déversés en 2021 contre 158 572 +/- en moyenne sur la période 2000-2020) ;
- Les déversements d'alevins ont de nouveau été réalisés en 2021 sur la Couze Chambon, la Couze Pavin et la Couze d'Ardes (après avoir été pratiqués en 2018 et 2019 et abandonnés en 2020). Les quantités déversées et leur répartition sont sensiblement identiques à ce qui avait pu être observé en 2018 et 2019 ;
- Tout comme en 2020, la Dore n'a pas été alevinée en 2021 (alevinée depuis 1995 avec une période d'interruption 2005-2008) ;
- La Senouire n'a pas été alevinée en 2021 en raison d'une pollution survenue en janvier 2021 ayant impacté l'aval de Paulhaguet. Ceci est d'autant plus regrettable que cet affluent présentait de très bons taux d'implantation moyens en 2018, 2019 et 2020, les meilleurs du



bassin de l'Allier, qui permettaient de qualifier ce cours d'eau comme productif et de meilleure qualité que le secteur S5.

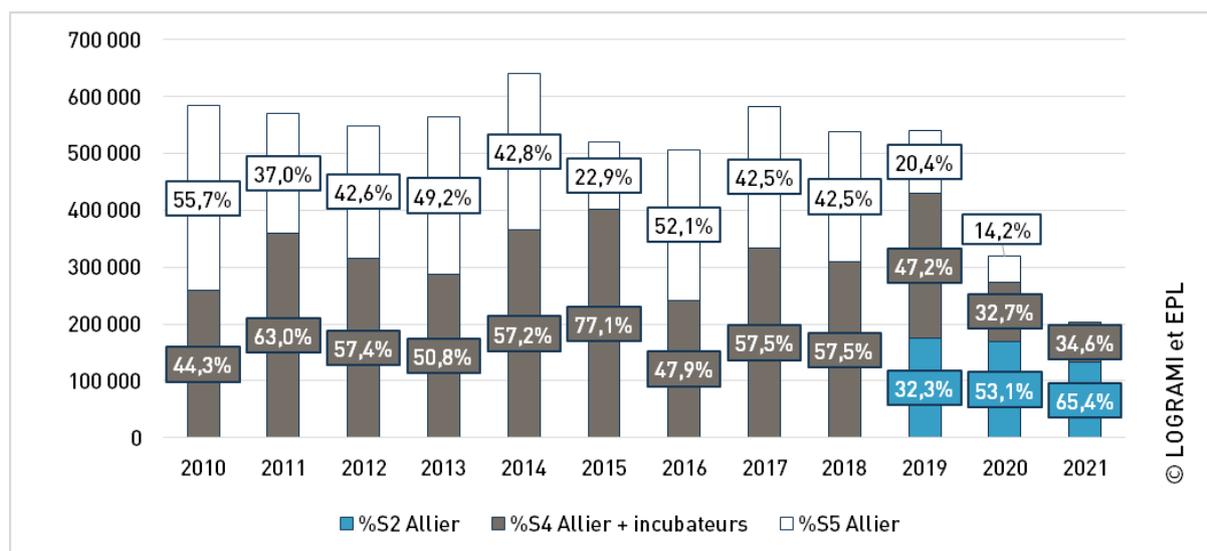


Figure 416 : Evolution des quantités d'alevins de pisciculture déversées sur les secteurs de l'Allier depuis 2010 (Sources : LOGRAMI et EPL)

Afin de calculer des densités moyennes déversées (alevins/m² 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 (Figure 417).

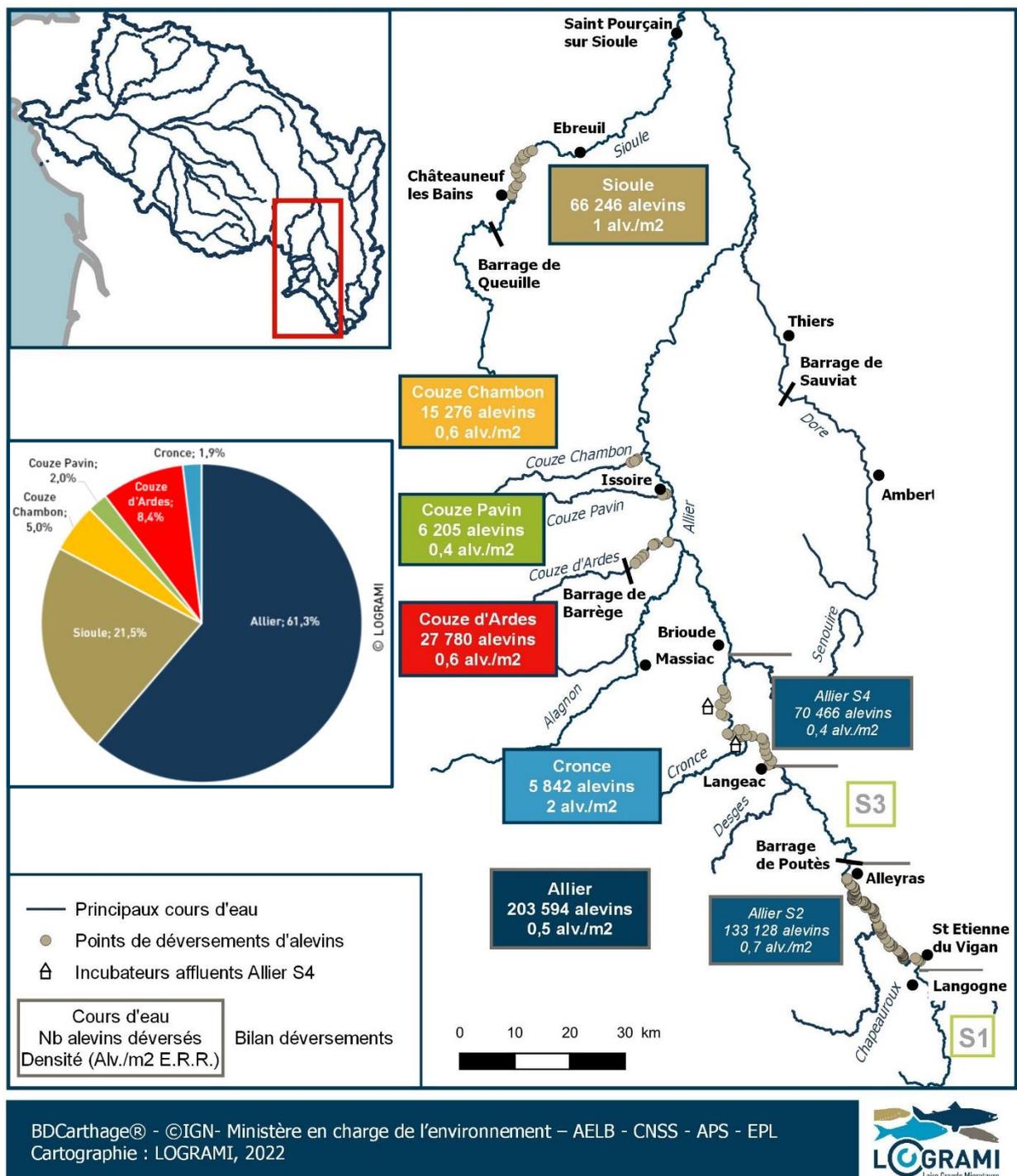


Figure 417 : Répartition des quantités et des densités d'alevins de saumon de pisciculture et d'incubateurs déversés sur les différents cours d'eau du bassin de l'Allier en 2021 (Sources : LOGRAMI)

Les densités moyennes déversées sont comprises entre 2 alevins déversés/m² d'ERR sur la Crouce et 0,4 alevins déversés/m² d'ERR sur la Couze Pavin (Figure 417). La densité résultante des déversements réalisés par l'APS sur la Crouce correspond au double des préconisations du marché qui encadre les déversements d'alevins de pisciculture sur le bassin de l'Allier (1 alevins déversés/m² d'ERR).

8.5.2.1 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 le bilan global du bassin de l'Allier sont surestimés par l'apport probable de tacons natifs sur les secteurs alevinés (en 2020 : 45 nids comptabilisés sur le secteur S2 de l'Allier, 57 sur S4 et 10 sur la Sioule). Ces valeurs doivent donc être considérées comme des valeurs maximales.

A l'échelle du bassin de l'Allier

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 89 312 tacons soit une implantation globale de 27,7%, ce qui peut être considéré comme une bonne survie (Richard, s. d.).

Cette production est principalement assurée par l'Allier (77,4 %), la Sioule (11,1 %) et dans une moindre mesure par la Couze Chambon, la Couze Pavin, la Couze d'Ardes et la Crouce (parts respectives comprises entre 1,1 et 4,4 %) (Figure 418). Avec des taux d'implantation respectifs de 34,3 %, 33,9 % et 25,8 %, la Couze Pavin, l'Allier et la Couze Chambon présentent, au regard des classes définies par (Richard, s. d.), de bonnes survies. La Couze d'Ardes, la Crouce et la Sioule présentent quant à elles des survies moyennes (taux d'implantation compris entre 12,3 % et 16,7 %).

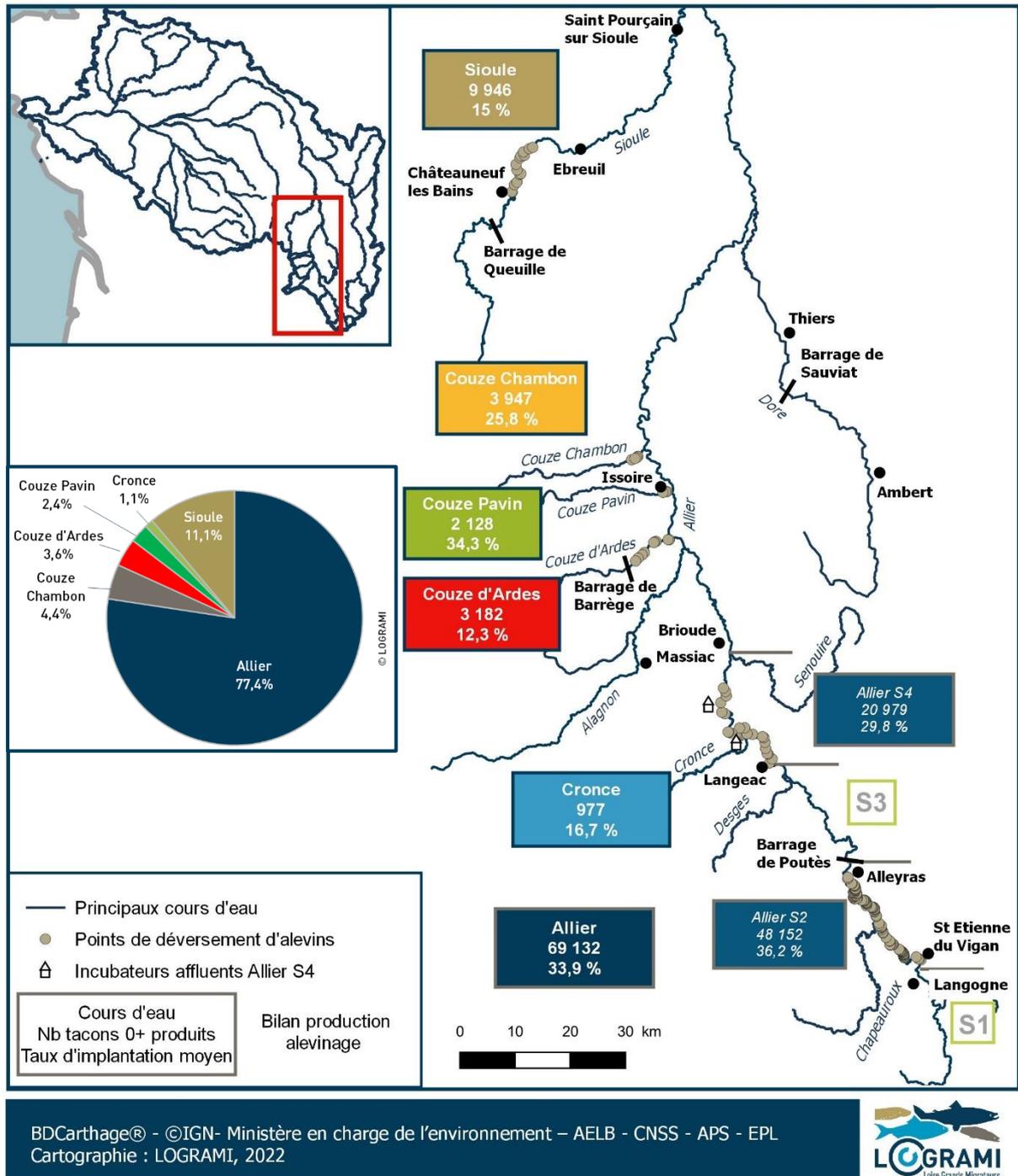


Figure 418 : Répartition des tacons 0+ issus de déversements d'alevins de pisciculture sur les différents cours d'eau du bassin de l'Allier en 2021 et taux d'implantation moyens correspondants (Sources : LOGRAMI)

Sur l'Allier

Les 15 échantillonnages réalisés sur les 2 secteurs alevinés de l'Allier ont permis d'estimer la production totale de l'Allier à 69 132 tacons 0+ issu d'alevins de pisciculture dont 48 152 sur S2 et 20 979 sur S4. Les taux d'implantation moyens décroissent selon le gradient amont-aval de la rivière (36,2 % sur S2, 29,8 % sur S4).

Secteur S2

Les 9 échantillonnages réalisés sur le secteur S2 ont permis d'estimer sa production à 48 152 tacons 0+ issus d'alevins de pisciculture (Figure 418 et Figure 419). Cette production correspond à 45,2 % de la production maximale observée depuis 2001 sur ce secteur (2006 : 106 479 tacons). Comme rappelé en introduction, la présence probable d'individus natifs dans les captures réalisées sur ce secteur peut engendrer une surestimation du taux d'implantation moyen.

Afin de caractériser le taux d'implantation moyen observé en 2021 sur le secteur S2, celui-ci a été comparé à ceux obtenus durant les 2 périodes « alevinées » : 2001-2007, période pendant laquelle des déversements d'alevins étaient réalisés avant d'être suspendus en 2008 (définition de la Zone Refuge en amont de Langeac) et 2019-2021. Avec une valeur de 36,2 %, le taux d'implantation moyen sur le secteur S2 de l'Allier en 2021 est quasiment équivalent à la moyenne observée depuis 2001 (36,9 % +/- 13,3) (Figure 419). Après une année 2020 marquée par l'impact d'une crue morphogène, le taux d'implantation du secteur S2 retrouve un niveau plus habituel.

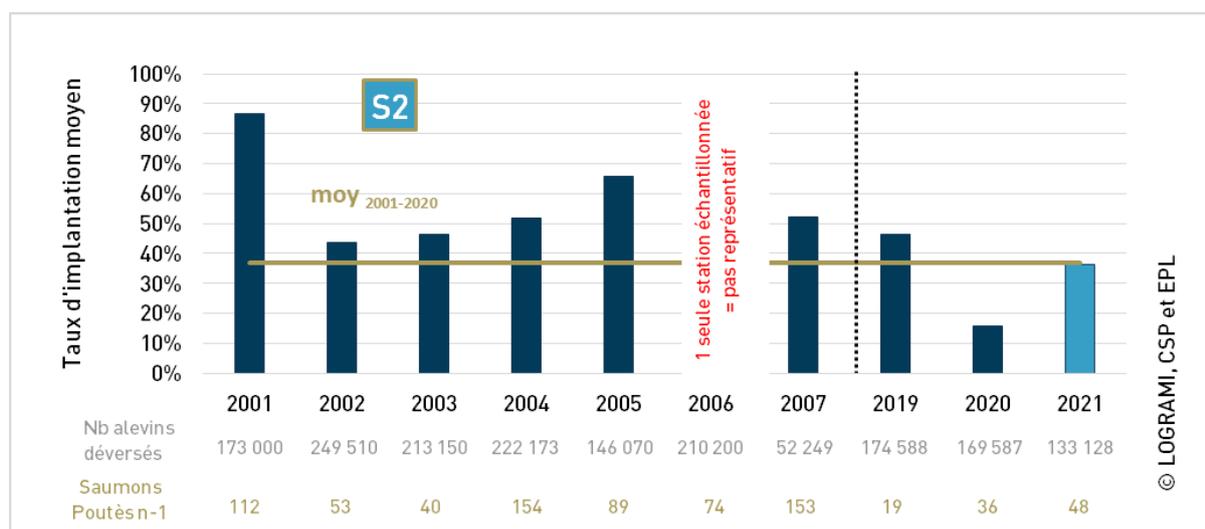
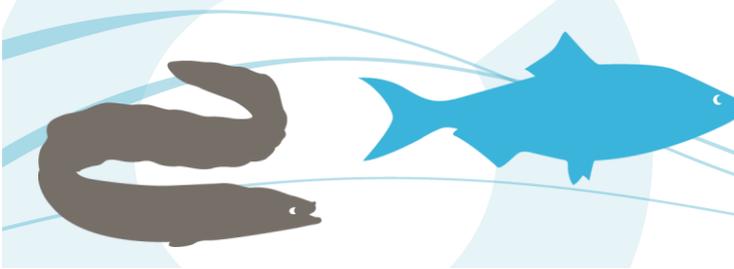


Figure 419 : Taux d'implantation moyens des juvéniles de saumon déversés sur le secteur S2 de l'Allier pendant les périodes 2001-2007 et 2019-2021 (Sources : LOGRAMI, Conseil Supérieur de la Pêche et Etablissement Public Loire)

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, a priori, avec le nombre de saumons comptabilisés à l'ascenseur de Poutès l'année précédente. Ainsi, avec 48 géniteurs estimés ayant franchi le barrage de Poutès en 2020 et 45 nids comptabilisés sur le secteur S2 en décembre 2020, l'estimation du taux d'implantation 2021 est probablement surestimée par la présence de tacons natifs dans la production. Ce risque de surestimation est d'autant plus important qu'il semblerait, en lien avec l'absence de crue supérieure à 5 fois le module durant les phases de vie sous graviers et post-émergence ainsi que le caractère « froid » de l'été 2021, que la productivité des nids de l'Allier (S1 et S3 non alevinés) soit nettement supérieure aux moyennes observées sur la période 2010-2018 (cf. Productivité des nids de saumons de l'Allier). Il n'en demeure pas moins que ces conditions ont également été clémentes pour le développement des alevins de pisciculture déversés, ce qui a pu favoriser leur implantation.

Secteur S4

Les 6 échantillonnages réalisés sur le secteur S4 ont permis d'estimer sa production à 20 979 tacons 0+ issus d'alevins de pisciculture. Cette production ne correspond qu'à 18,6 % de la production maximale observée depuis 2010 sur ce secteur (2014 : 112 555 tacons). Comme rappelé en introduction, la



présence probable d'individus natifs dans les captures réalisées sur ce secteur peut engendrer une surestimation du taux d'implantation moyen de ce secteur.

Avec une valeur de 29,8 %, le taux d'implantation moyen sur le secteur S4 de l'Allier en 2021 est nettement supérieur à la moyenne observée depuis 2010 (20,3 % +/- 8,8). Tout comme observé pour le secteur S2, les conditions environnementales de l'année 2021 ont été très favorables au développement des juvéniles des saumons de toutes origines (natifs ou de pisciculture). Ce taux d'implantation est quasiment équivalent à ceux observés lors des « bonnes » années aux conditions environnementales favorables (2013, 2014 et 2019). Avec 57 nids comptabilisés sur ce secteur en décembre 2020, l'estimation du taux d'implantation 2021 est probablement surestimée par la présence de tacons natifs dans la production.

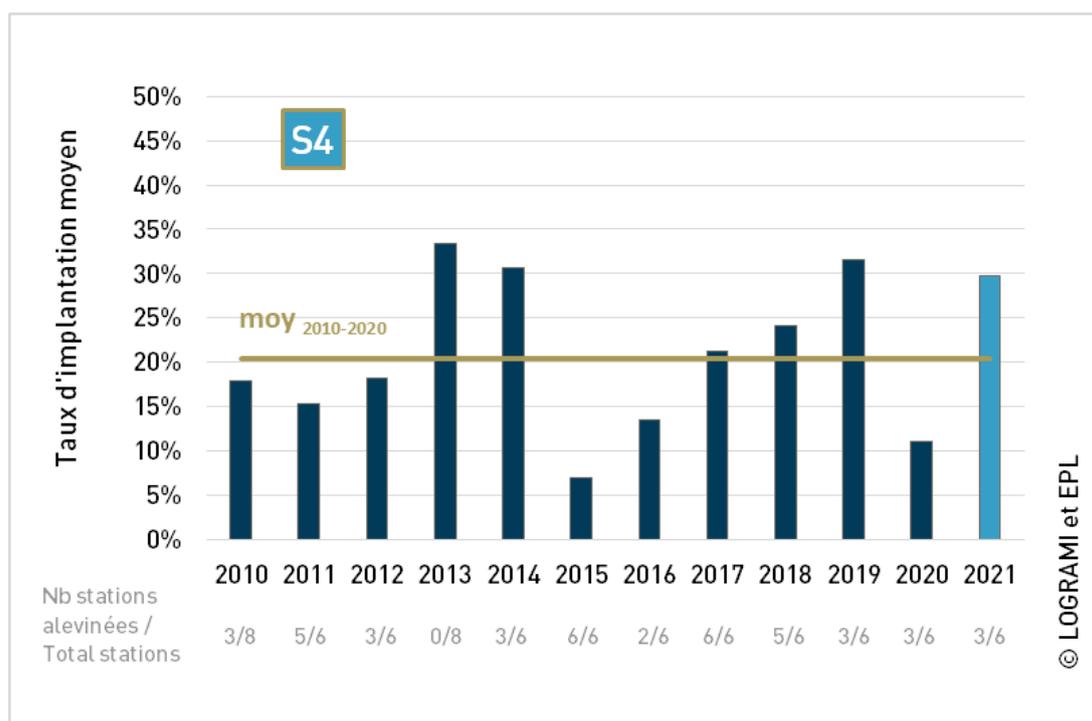


Figure 420 : Taux d'implantation moyens des juvéniles de saumon déversés sur le secteur S4 de l'Allier depuis 2010 (Sources : LOGRAMI et Etablissement Public Loire)

Sur la Sioule

Les 3 échantillonnages réalisés sur le secteur aleviné ont permis d'estimer la production totale de la Sioule à 9 946 tacons 0+ issus d'alevins de pisciculture.

Avec une valeur de 15,0 %, le taux d'implantation moyen sur la Sioule en 2021 est très nettement inférieur à la moyenne observée depuis 2010 (39,3 % +/- 17,8). Il constitue même le taux d'implantation le plus faible jamais observé. Par ailleurs, avec 10 nids comptabilisés sur ce secteur en décembre 2020 et bien que les frayères ne soient pas reconnues comme les plus productives, l'estimation du taux d'implantation 2021 est potentiellement surestimée par la présence de tacons natifs dans la production.

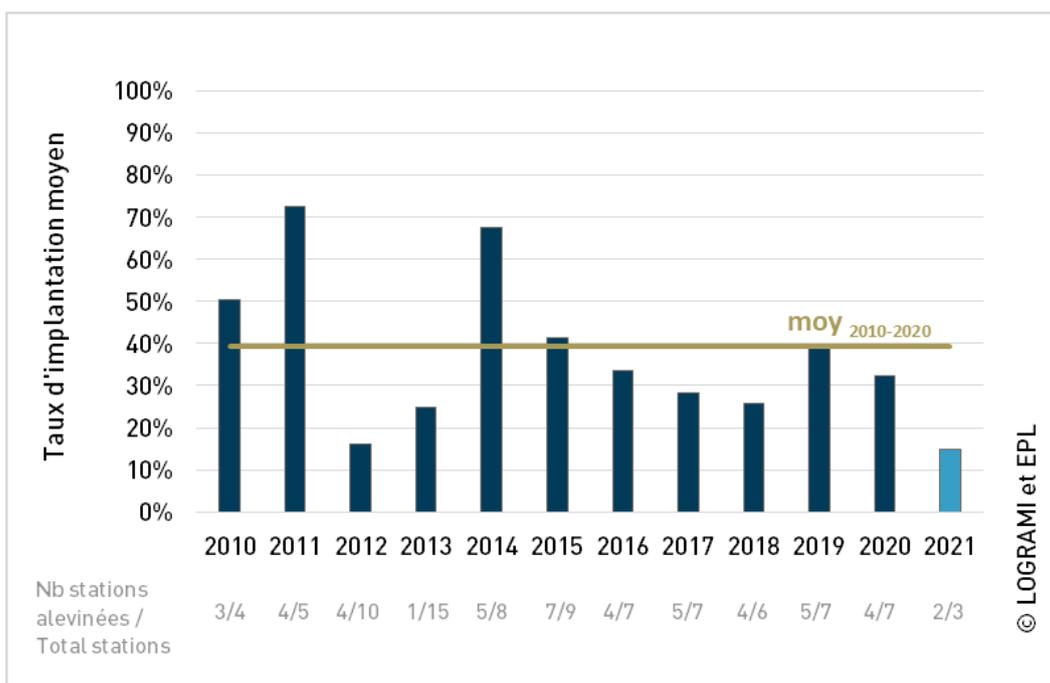


Figure 421 : Taux d'implantation moyens des juvéniles de saumon déversés sur la Sioule depuis 2010 (Sources : LOGRAMI)

Même si la relation entre le taux d'implantation des alevins déversés sur la Sioule et son débit moyen journalier maximum entre le déversement des alevins et l'échantillonnage automnal n'est pas systématiquement évidente (variabilité du taux multifactorielle), il est toutefois probable que le coup d'eau de 58,7 m³/s (3,5 fois le module) survenu le 29/6/2021, soit 25 jours après les déversements d'alevins, ait entraîné des pertes par mortalité ou dévalaison conduisant à la diminution du taux d'implantation. En effet, cet évènement revêt un caractère atypique au regard des données relevées durant les 12 années constituant la période d'analyse (Figure 422).

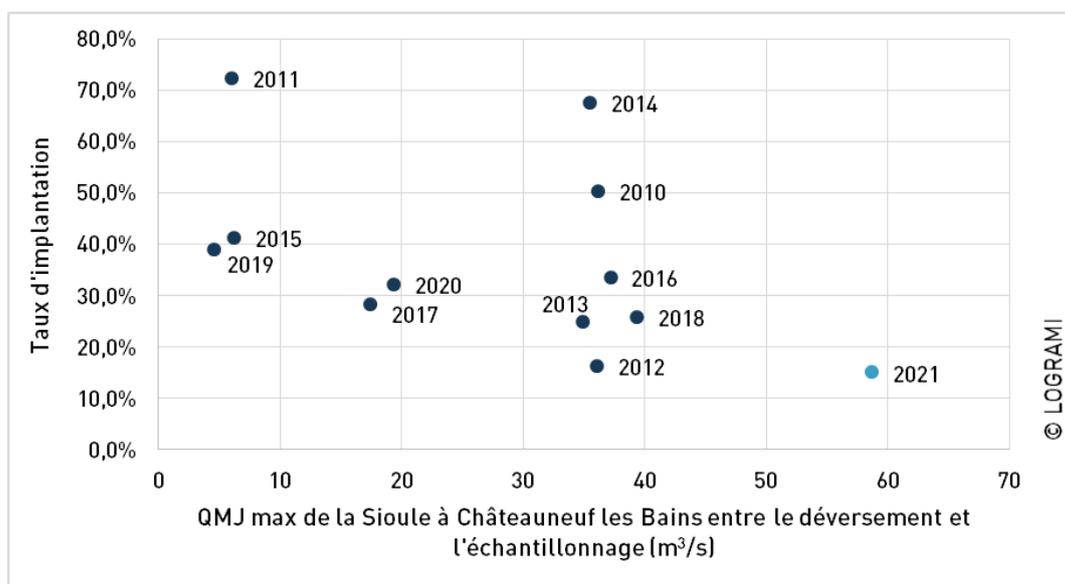
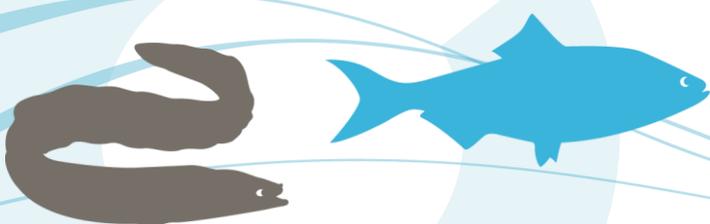


Figure 422 : Relation entre le taux d'implantation des alevins de saumon déversés sur la Sioule et le débit moyen journalier maximum de la Sioule mesuré à Châteauneuf les Bains entre le déversement des alevins de pisciculture et l'échantillonnage automnal (source : <http://www.hydro.eaufrance.fr>)



Sur la Couze Chambon

Les 3 échantillonnages réalisés sur le secteur aleviné ont permis d'estimer la production totale de la Couze Chambon à 3 947 tacons 0+ issus d'alevins de pisciculture.

Avec une valeur de 25,8 %, le taux d'implantation moyen des alevins déversés sur la Couze Chambon en 2021 est légèrement inférieur à celui obtenu en 2018 sur le même secteur (33,7 %). Il est toutefois considéré comme bon.

Sur la Couze Pavin

Les 2 échantillonnages réalisés sur le secteur aleviné ont permis d'estimer la production totale de la Couze Pavin à 2 128 tacons 0+ issus d'alevins de pisciculture.

Avec une valeur de 34,3 %, le taux d'implantation moyen des alevins déversés sur la Couze Pavin en 2021 est très nettement inférieur à ceux constatés en 2018 et 2019 (respectivement 79 % et 149 %). La valeur aberrante de 149 % en 2019 pouvait s'expliquer par la colonisation de la Couze Pavin par des tacons du secteur S5 de l'Allier issus de reproduction naturelle ou plus probablement de déversements à la recherche de températures plus fraîches, plus adéquates avec leur développement (refuge thermique lors d'une année particulièrement chaude). Cette possibilité avait pu être vérifiée en 2017 avec la capture de tacons 0+ en septembre alors qu'aucun déversement d'alevins n'avait été pratiqué. En 2021, contrairement à 2018 et 2019, le secteur S5 n'ayant pas été aleviné et n'ayant accueilli que peu de nids à proximité de la confluence avec la Couze Pavin, l'été ayant été plutôt « frais » et « humide », les tacons candidats à la colonisation ainsi que les besoins de refuge thermique étaient restreints. Le taux d'implantation de 2021 est donc potentiellement plus réaliste que ceux obtenus précédemment. Il peut être considéré comme bon.

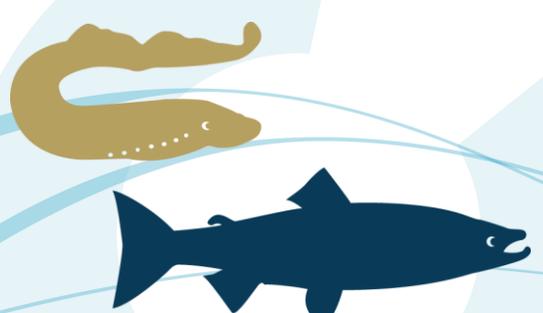
Sur la Couze d'Ardes

Les 4 échantillonnages réalisés sur le secteur aleviné ont permis d'estimer la production totale de la Couze d'Ardes à 3 182 tacons 0+ issus d'alevins de pisciculture (Figure 418).

Avec une valeur de 12,3 %, le taux d'implantation moyen sur la Couze d'Ardes en 2021 est très nettement inférieur à ceux constatés en 2018 et 2019 (respectivement 56,1 % et 42,3 %). Aucun évènement hydrologique majeur ne peut être mis en cause pour expliquer ce déclin du taux d'implantation hormis un léger coup d'eau de 2,62 m³/s à Madriat (2 fois le module) le 28/6 (21 jours après les déversements). Par ailleurs, en 2018, un pic à 3,27 m³/s 3 jours après les déversements n'avait pas empêché d'obtenir un bon taux d'implantation. Ce faible taux d'implantation sur la Couze d'Ardes reste donc inexpliqué.

Sur la Croniche

L'échantillonnage réalisé sur le secteur aleviné a permis d'estimer la production totale de la Croniche à 977 tacons 0+ issus d'alevins produits dans l'incubateur de la Prade et déversés par l'APS (Figure 418). Avec une valeur de 16,7 %, le taux d'implantation résultant est plutôt réduit. Il est probable que la diminution du débit de ce petit affluent à l'étiage couplée à la territorialité des individus a contraint les tacons à gagner l'Allier voisin pour trouver plus de surfaces favorables à leur développement. A l'avenir, peut-être faudrait-il diminuer la densité déversée car en 2021 celle-ci correspondait au double de la densité préconisée habituellement sur le bassin de l'Allier.



8.6. Taux de retours des saumons déversés

8.6.1. Taux de retour des individus déversés au stade pré-smolt

Des déversements de smolts ont eu lieu sur l'Allier, la Gartempe et l'Arroux. L'ensemble des individus déversés étaient marqués par ablation de la nageoire adipeuse. Le vidéo-comptage permet de déterminer si un saumon adulte possède une nageoire adipeuse ou non (Figure 423). 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.

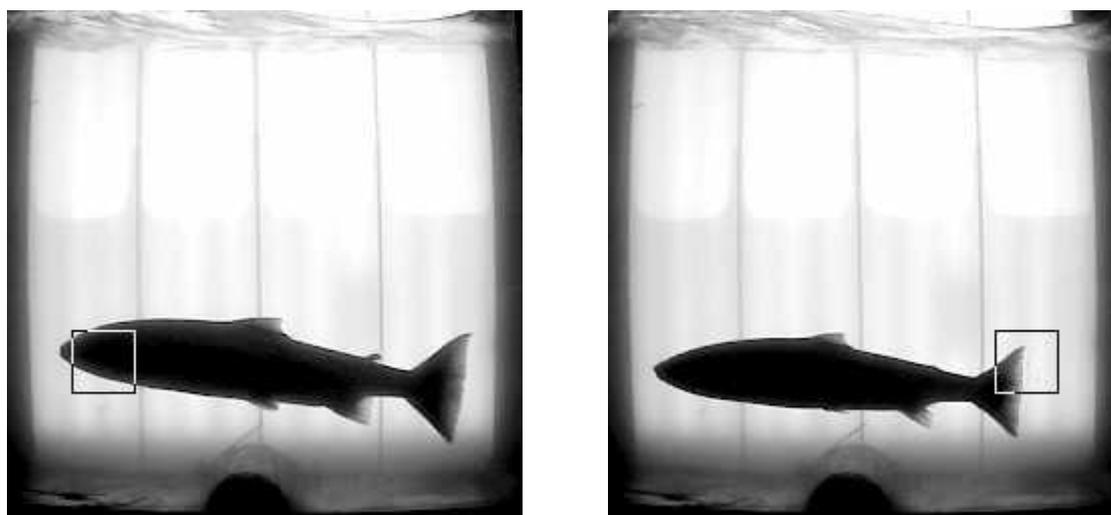


Figure 423 : Différence des profils de saumons au vidéo-comptage en fonction de la présence (à gauche) ou de l'absence (à droite) de nageoire adipeuse (Sources : LOGRAMI)

Deux « modes » de déversements de smolts étaient réalisés sur le bassin de la Loire. Les individus « mode haut » étaient déversés au début du printemps tandis que les individus « mode bas » l'étaient à l'automne. Les smolts appartenant au mode haut ayant une croissance plus rapide dévalaient l'année de leur déversement. Concernant le mode bas, la dévalaison des smolts se faisait 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. Les quantités déversées, les sites de production ainsi que les lieux de déversement ont varié suivant les années :

- 🌀 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 a été 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 a été produit par la salmoniculture du CNSS ;

- 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-Poitevine. Ainsi les smolts évitent les principales usines hydroélectriques, situées en amont ;
- 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.

Depuis 2020, suite à des problèmes budgétaires et dans l'attente de l'amélioration de la continuité écologique, les gestionnaires ont stoppé, temporairement, tous les déversements sur l'axe Gartempe.

Bilan des déversements de pré-smolts sur la Gartempe

Depuis 2009, première année de marquage par ablation de l'adipeuse, 25 220 pré-smolts (+/- 12 261) ont, en moyenne, été déversés sur la Gartempe par le CNSS. De 2011 à 2016, le nombre de saumons déversés est plus important avec une moyenne de 36 940 individus (+/- 3212). De 2017 à 2019, conformément à l'objectif de production de 12 000 individus, en moyenne 12 263 pré-smolts (+/- 224) ont été déversés sur la Gartempe. Depuis 2020, aucun smolt n'a été implanté sur cette rivière. 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.

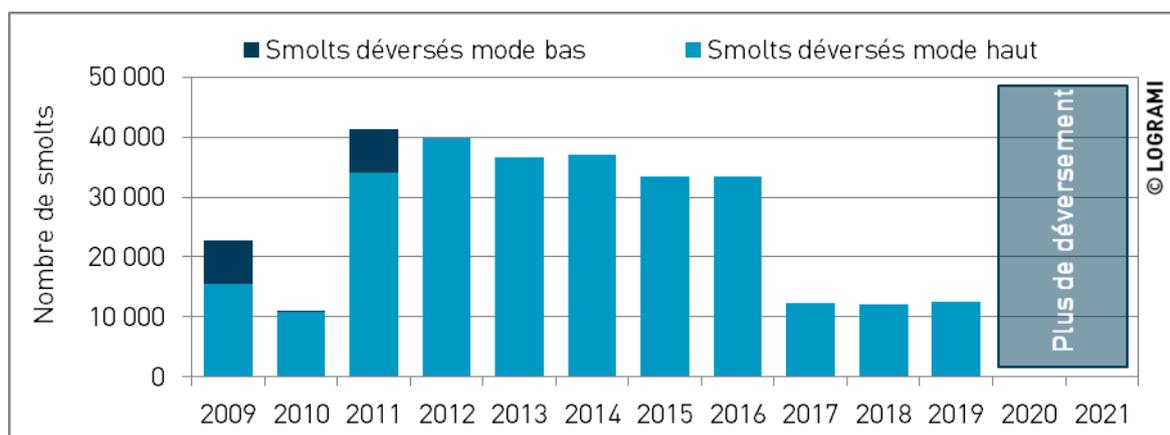


Figure 424 : Evolution des déversements de smolts marqués sur la Gartempe depuis 2009 (Données : EPL / CNSS)

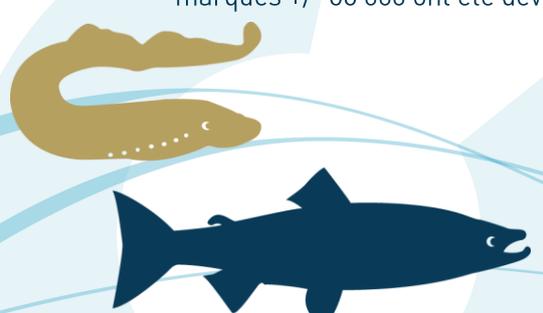
Taux de retour des pré-smolts déversés sur la Gartempe

A partir du nombre de smolts déversés de 2009 à 2018, 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 % (+/- 0,06), soit environ 9 saumons sont revenus à Descartes pour 10 000 smolts déversés sur le bassin de la Gartempe.

8.6.1.2 Sur le bassin de l'Allier

Entre 2003 et 2017, un programme de déversement de smolts a eu lieu sur le bassin de l'Allier. La totalité des individus était issue de la salmoniculture du CNSS. En moyenne depuis 2003, 231 831 smolts marqués +/- 66 000 ont été déversés chaque année sur le bassin de l'Allier.



Les derniers géniteurs issus des smolts dévalants de 2017 (65 000 individus) sur l'Allier (mode bas) ont été observés en 2019 pour les individus de 2 étés de mer et en 2020 pour les 3 étés de mer.

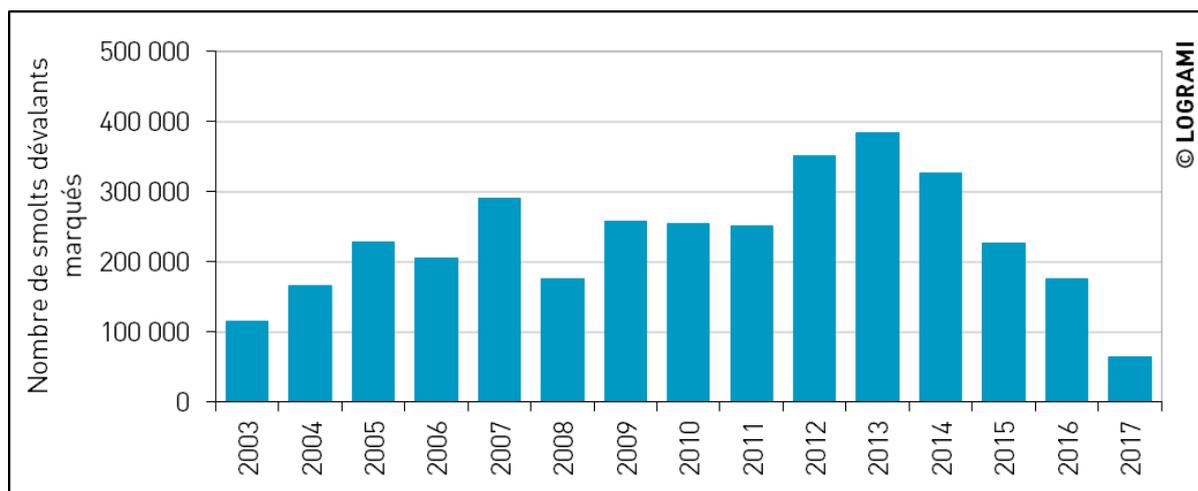


Figure 425 : Evolution du nombre de smolts marqués dévalants sur le bassin de l'Allier de 2003 à 2017 (Données : EPL/CNSS)

Le taux moyen de retour des smolts déversés 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 2005-2017.

8.6.1.3 Sur le bassin de l'Arroux

L'étude des potentialités du bassin de l'Arroux (Minster & Bomassi, 1999) a permis de déterminer l'importance de cet affluent pour la reproduction du saumon. Ainsi, depuis 1998, un programme de réintroduction a été conduit sur le bassin. En moyenne, 10 884 smolts/ an (+/- 442) ont été déversés entre 2009 et 2013. Les taux de retours de 2009 à 2013 à Gueugnon et Decize étaient en moyenne respectivement de 0,7 saumon et 2 saumons pour 10 000 smolts déversés (J. M. 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 % +/- 6 des effectifs de géniteurs comptés sur l'Allier à Vichy (depuis 2006), 30 % +/- 13 sur la Creuse à Descartes (depuis 2009) et 8 % +/- 8 sur l'Arroux à Gueugnon (entre 2012 et 2016).

Le calcul des taux de retour permet d'évaluer l'efficacité du repeuplement vis-à-vis du nombre de smolts déversés. Pour les dévalaisons de 2009 à 2017, 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.

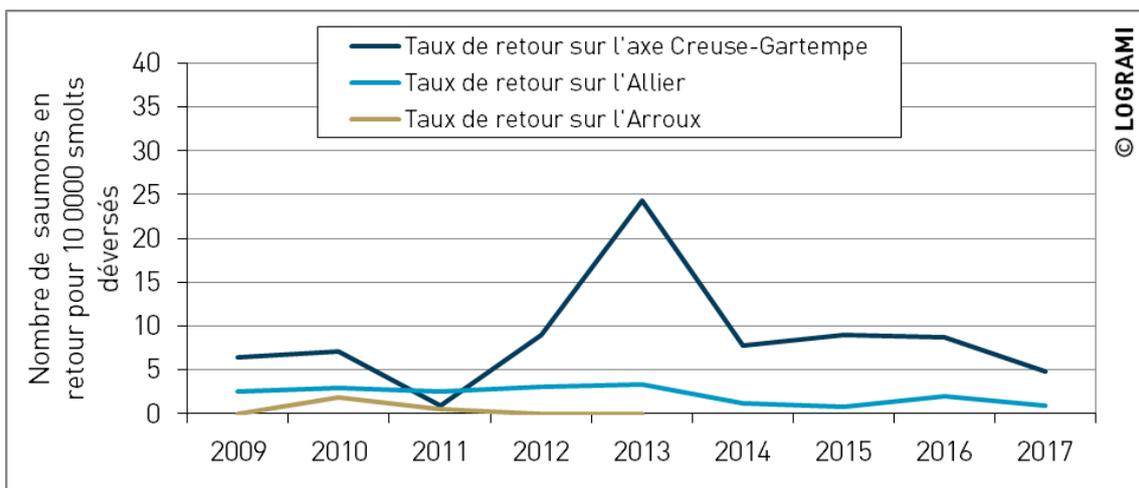


Figure 426 : Comparaison des taux de retours de smolts entre sous-bassins du bassin de la Loire pour les dévalaisons de 2009 à 2017 (Sources : LOGRAMI)

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. Ainsi, les très faibles taux de retours enregistrés sur l'Arroux et l'Allier ont poussé à l'arrêt des déversements de smolts sur ces axes respectivement depuis 2014 et 2017.

Les taux de retour plus élevés 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 situées dorénavant en aval des principales usines hydroélectriques.

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, Allier et Arroux.

A Descartes sur la Creuse et Gueugnon sur l'Arroux, à partir des données des stations de comptage 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 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

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. De 2006 à 2019, en moyenne 184 822

saumons +/- 42 208 ont été déversés à ce stade sur la Gartempe (Figure 427). Depuis 2020, aucun alevin n'a été déversé sur la Gartempe. Cette décision fait suite à des restrictions budgétaires et à la volonté d'arrêter temporairement les déversements tant que la continuité écologique pour la dévalaison n'aura pas été rétablie.

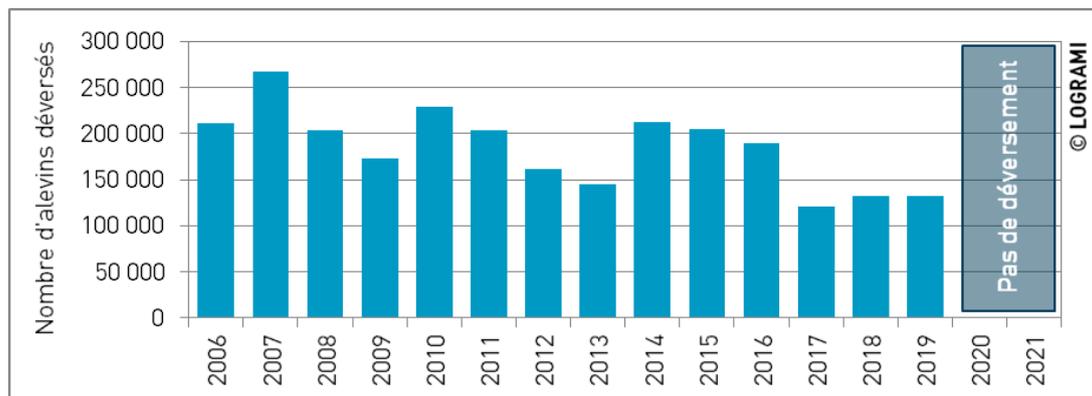


Figure 427 : Evolution des déversements d'alevins de saumon nourris sur la Gartempe depuis 2006 (Données : EPL / CNSS)

Le taux moyen de retour des alevins depuis 2009 sur le bassin Creuse-Gartempe serait en moyenne de 0,038 % +/- 0,024 % 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 2018, environ 4 saumons sont revenus à Descartes pour 10 000 alevins nourris déversés sur le bassin de la Gartempe. Au regard des références bibliographiques, ce taux est particulièrement bas. Le taux de retour est dit faible pour des taux compris entre 0,05 à 0,1 % (Richard, s. d.). Malgré un léger ressaut pour la dévalaison 2018, les taux de retours sont en baisse depuis l'année 2013.

Ces taux de retours d'alevins peuvent être comparés aux taux de retour des pré-smolts déversés sur cette même rivière (Figure 428). Il est intéressant de constater que les taux sont similaires en 2009 et 2010 mais que les déversements de smolts ont été deux à cinq fois plus productifs entre 2012 et 2018. 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.

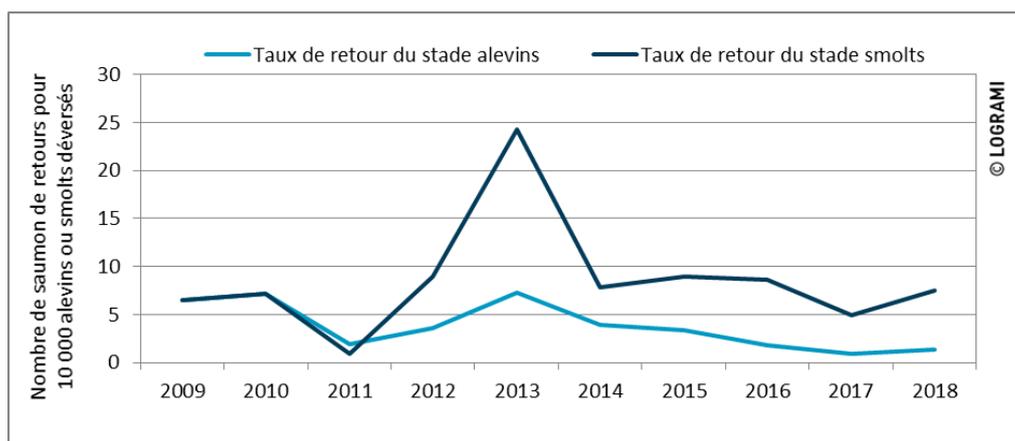


Figure 428 : Comparaison des taux de retours des saumons déversés aux stades pré-smolts et alevins sur la Gartempe de 2009 à 2018



8.6.2.2 Sur le bassin de l'Allier

A partir du nombre d'alevins déversés qui sont supposés avoir dévalé 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 0,02 % +/- 0,01 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 2 saumons sont revenus à Vichy pour 10 000 alevins déversés sur le bassin de l'Allier. Ces analyses doivent être poursuivies afin de s'assurer de la validité des résultats.

8.6.2.3 Sur le bassin de l'Arroux

De 1998 à 2019, chaque année, en moyenne 70 251 +/- 12 839 alevins de saumons ont été répartis sur l'Arroux par le CNSS. Les déversements ont eu lieu sur quatre affluents de l'Arroux situés aux alentours d'Autun (le Mechet, la Celle, la Canche et le Ternin). Depuis 2020, plus aucun déversement n'a été réalisé sur l'Arroux. Cette décision d'arrêt temporaire des déversements a été prise par la DREAL Centre Val-de-Loire suite aux tensions budgétaires existant pour cette action.

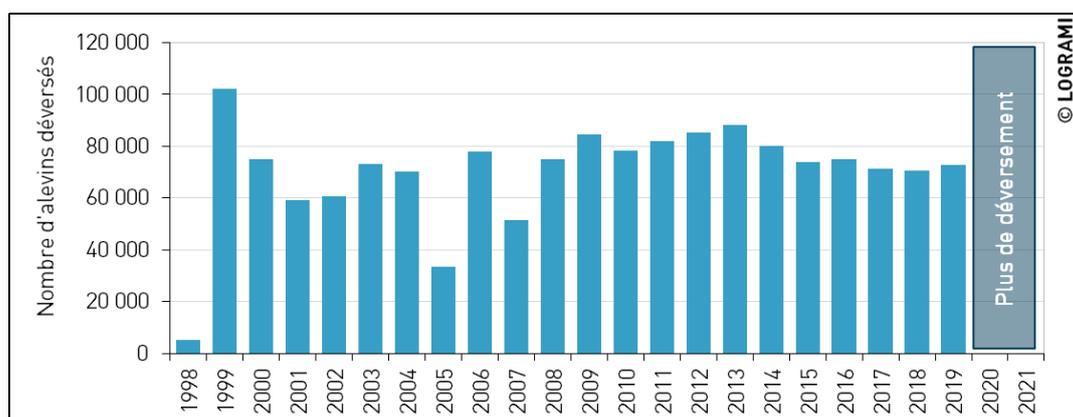


Figure 429 : Bilan des déversements d'alevins de saumon sur le bassin de l'Arroux depuis 1998 (Données : EPL / CNSS)

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 2017, 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, s. d.) met en évidence une efficacité minime du programme de déversement sur ce cours d'eau.

Les taux de retours d'alevins peuvent être comparés aux taux de retour des pré-smolts déversés sur cette même rivière entre 2009 et 2013. Ces taux sont similaires en 2013 mais les déversements de smolts ont été deux à trois plus productifs en 2010. Pour 2009 et 2011, seuls des individus issus des déversements au stade alevins sont remontés sur le bassin de l'Arroux. Pour l'année 2012, aucun géniteur n'est observé en retour des différents modes de déversement (alevins/smolts) (Figure 430).

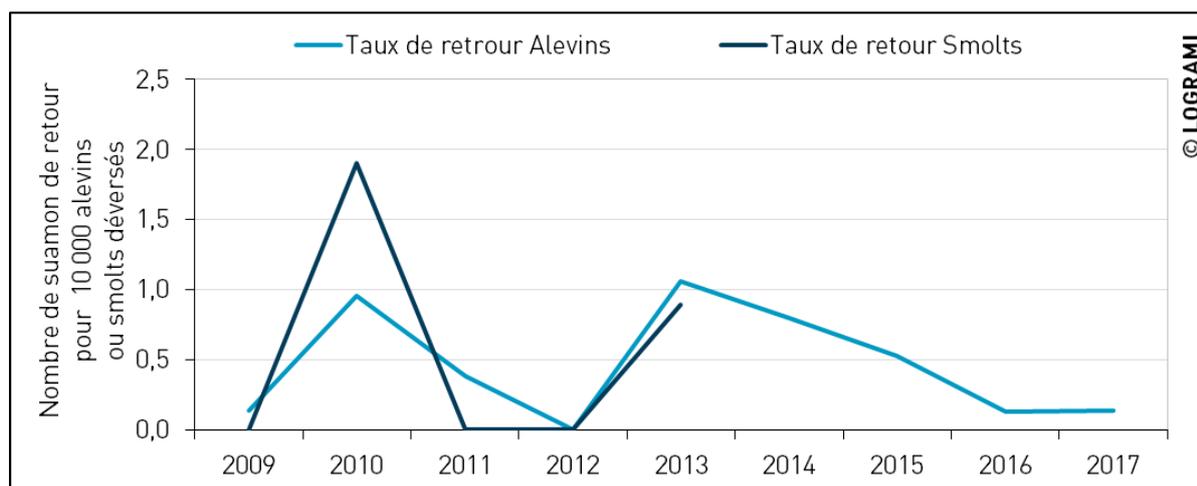


Figure 430 : Comparaison des taux de retours des saumons déversés aux stades pré-smolts et alevins sur l'Arroux de 2009 à 2017 (Sources : LOGRAMI)

8.6.2.4 Comparaison interbassins

Malgré les problèmes de continuité et des habitats de moindre qualité, les taux de retour sur le bassin Creuse – Gartempe sont deux fois plus élevés que sur l'axe Allier. La proximité avec la mer de l'axe Gartempe et de la station de comptage de Descartes explique en partie ce résultat. Il est aussi probable que les taux de retour calculés sur la Gartempe soient surestimés, certains saumons comptabilisés pouvant être erratiques et donc non issus des déversements réalisés sur ce bassin. Sur le bassin de l'Arroux, les taux de retour sont quatre fois inférieurs à ceux de l'Allier et huit fois plus faibles que ceux de la Gartempe. Contrairement à l'Allier et la Gartempe, l'efficacité du programme de déversement sur ce bassin est quasiment nulle.

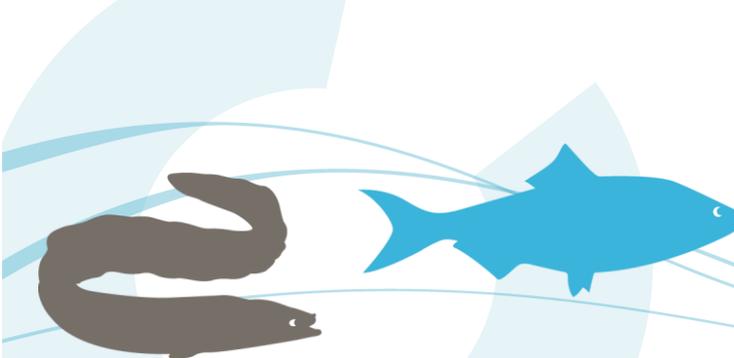
8.7. Origine des saumons de retour

Cette action consiste à analyser les dynamiques migratoires des saumons grâce à la connaissance de leur origine. Trois catégories de poissons peuvent alors être identifiées :

- 🌀 les individus de retour issus des déversements au stade 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),
- 🌀 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. L'analyse a été effectuée pour les individus issus des cohortes dévalantes entre 2009 et 2011 à la station de Vichy (J. M. Bach et al., 2016, 2017, 2018). Cette dernière peut être utilisée pour extrapoler la proportion des individus de retour issus des déversements au stade alevins annuellement à Vichy.

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).



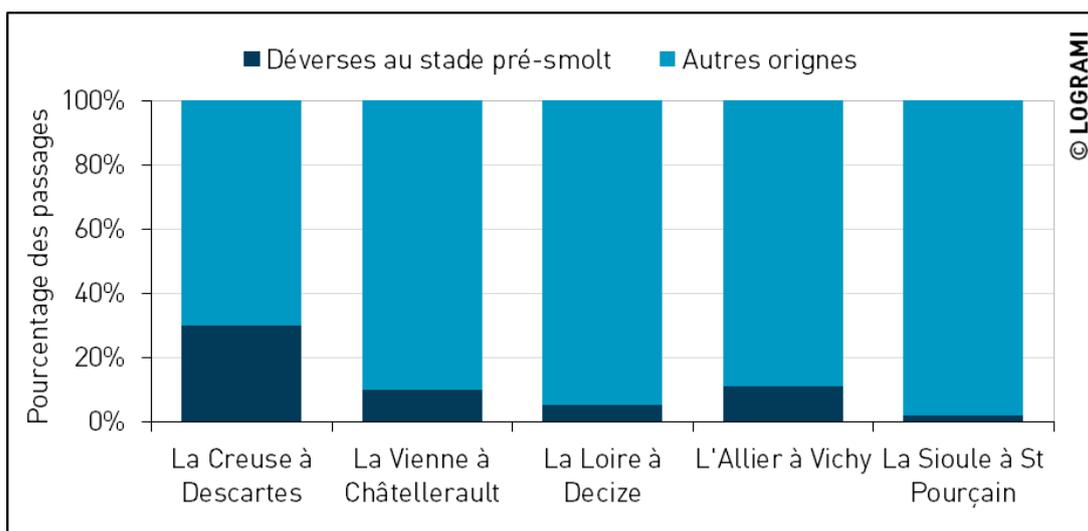


Figure 431 : Origines des saumons comptabilisés aux stations de comptage du bassin de la Loire depuis les premiers retours de saumons sans adipeuse jusqu'en 2020 (Sources : LOGRAMI)

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 30 % de l'effectif annuel alors que sur l'Allier, il ne représente que 11 %. 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.

En 2021, un total de 308 saumons a été dénombré aux stations de comptage du bassin de la Loire. 6 d'entre eux n'avaient pas d'adipeuse (soit 2 % de l'effectif annuel) (Figure 432). Ces poissons sans adipeuse ont été dénombrés à Vichy sur l'Allier (2 individus) et à Descartes sur la Creuse (4 individus), Aucun individu marqué n'a été observé sur la Vienne, la Loire amont et la Sioule.

Les individus sans adipeuse remontant l'Allier en 2021 mettent en évidence la divagation de certains individus puisqu'aucun smolt n'est déversé sur cet axe depuis 2017.

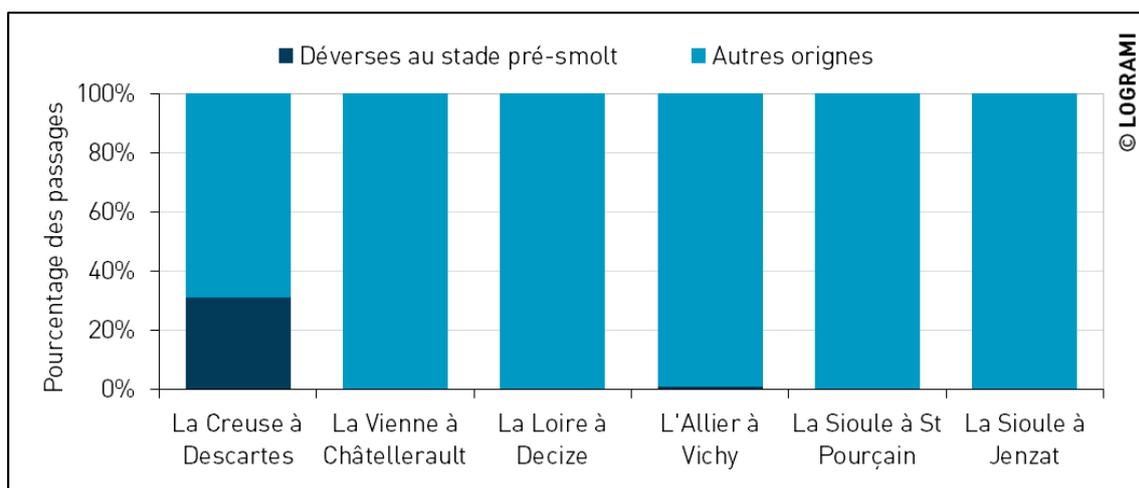
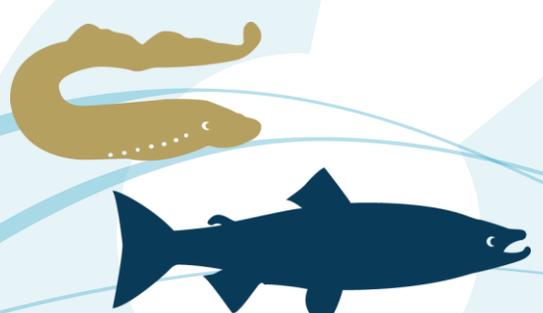


Figure 432 : Origines des saumons comptabilisés aux stations de comptage du bassin de la Loire en 2021 (Sources : LOGRAMI)



8.7.1. Origine des saumons de retour 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 Creuse-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 (1,7 % de l'effectif).

En 2021, 4 saumons sans adipeuse ont été observés à Descartes, soit 31 % de l'effectif annuel. En moyenne, de 2012 (premier retour complet des poissons marqués) à 2020, les individus sans adipeuse représentent 30 % (+/- 13) de l'effectif annuel (Figure 433). 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 principales usines hydroélectriques) et une modification de l'origine de la production (depuis 2013 exclusivement à la salmoniculture du CNSS à Chanteuges). L'absence de déversement en 2020 et 2021 n'a pas encore impacté les retours de saumons sans adipeuse, très peu de smolts déversés reviennent après un an en mer (moins de 5 % des saumons sans adipeuse observés à Descartes).

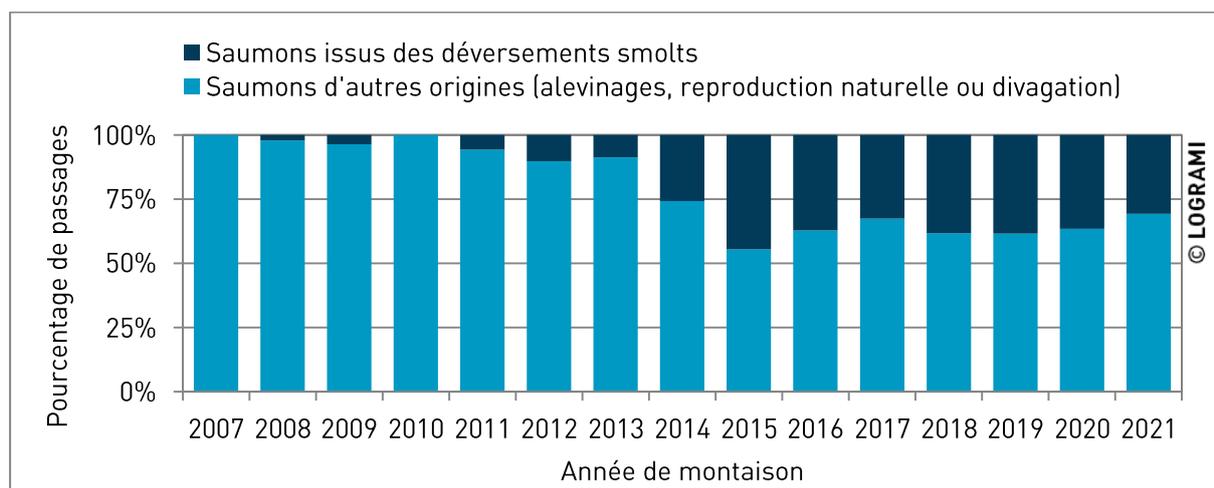


Figure 433 : Evolution de la composition de la population de saumon atlantique (avec adipeuse/sans adipeuse) à la station de comptage de Descartes sur la Creuse depuis 2007 (Sources : LOGRAMI)

L'âge de mer des saumons sans adipeuse permet d'estimer leur année de dévalaison (une à trois années avant leur comptage à Descartes). Les saumons comptabilisés en 2021 sont ainsi issus des dévalaisons de 2018 à 2019. L'évolution du nombre de retours par année de dévalaison peut ainsi être représentée (Figure 434).

26 saumons issus de la dévalaison de 2018 ont été comptabilisés de 2019 à 2021 à Descartes. Parmi eux, 9 ne possédaient pas d'adipeuse et sont donc issus du programme de déversement au stade smolt (soit 35 % des 26 saumons). Les retours de la dévalaison de 2018 sont très faibles, ils sont proches de ceux de 2008 et 2017.



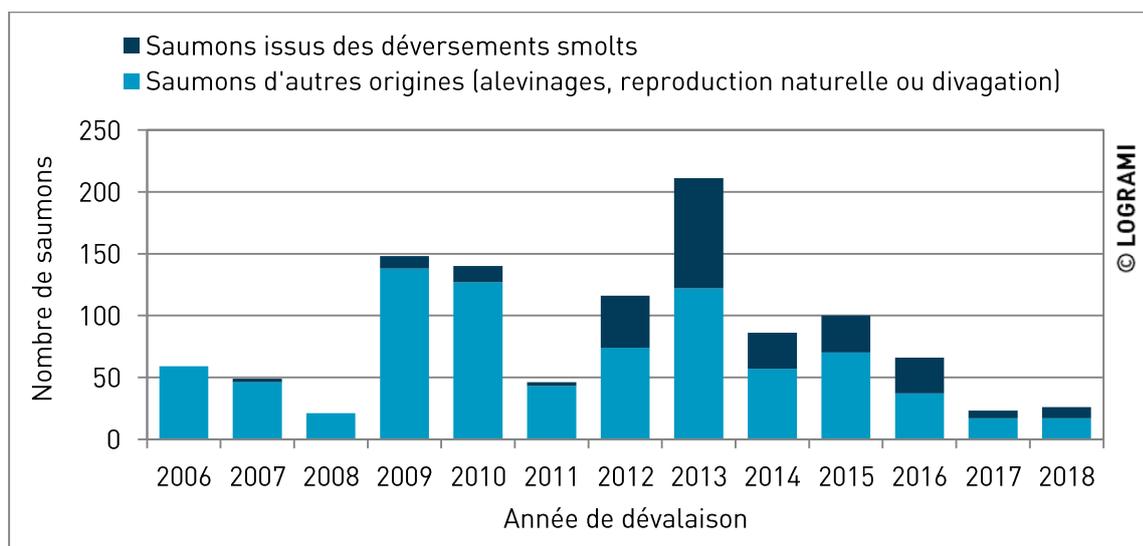


Figure 434 : Retours de saumons à Descartes sur la Creuse suivant leurs années de dévalaison sur la période 2006-2018 (Sources : LOGRAMI)

A noter que trois saumons issus des dévalaisons 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 était 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 27 % (+/- 14). Cette proportion varie et est logiquement dépendante du nombre de smolts déversés. En dehors des années hydrologiques exceptionnelles (déficitaire en 2011 et bonne en 2013), plus le nombre de smolts déversés est important, plus les retours sont nombreux (Figure 435).

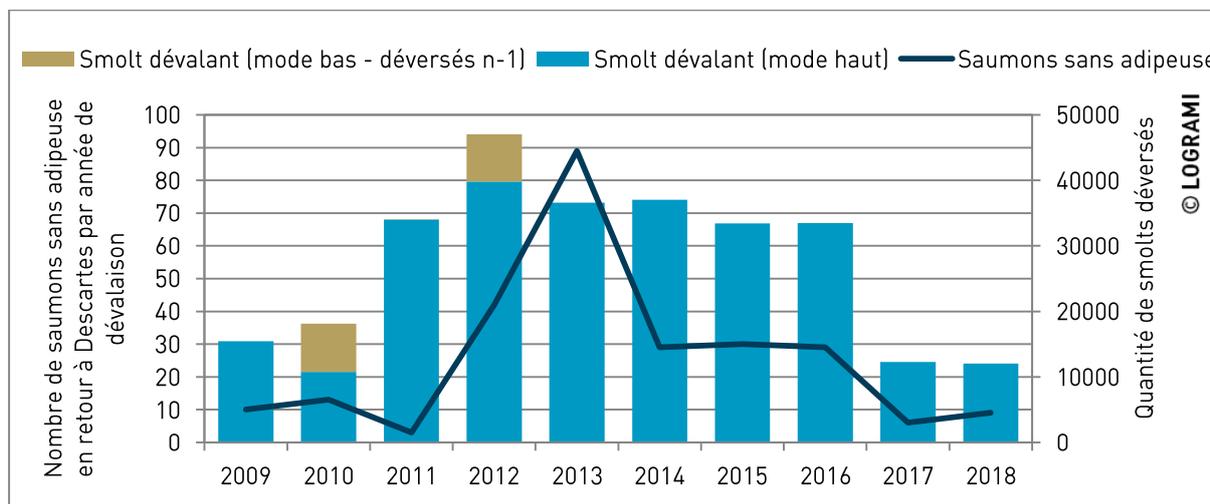


Figure 435 : Proportion des saumons sans adipeuse de retour à Descartes sur la Creuse en fonction des années de dévalaison au regard des quantités déversées de smolts par année de 2009 à 2018 (Sources : LOGRAMI)

Suivant les stratégies de déversements, la période 2009 -2018 peut être découpée en quatre 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 produits 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 ;
- Les déversements au stade pré-smolt en 2017 et 2018 sont moins nombreux (environ 12 000 smolts) mais la proportion de saumons de retour sans adipeuse reste assez proche de celles des années précédentes. Cela peut s'expliquer par des retours moindres de saumons issus de déversements au stade alevins.

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 saumons du bassin Creuse-Gartempe.

De 2017 à 2019, la production de pré-smolts, destinés au repeuplement du bassin de la Gartempe, a baissé de 62 %. De même les déversements d'alevins ont diminué de 38 % sur la même période. Depuis 2020, tous les déversements ont été stoppés. Les retours de saumons devraient donc être logiquement de moins en moins nombreux sur le bassin Creuse – Gartempe.

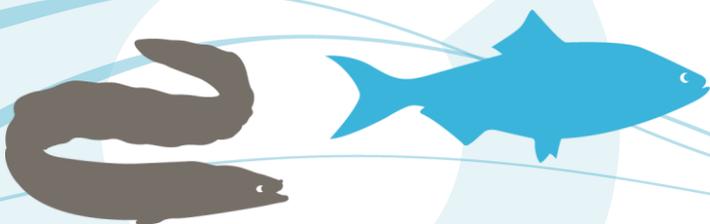
8.7.2. Origine des saumons de retour sur l'Allier

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 2017 sur l'Allier. Depuis 2005, la moyenne interannuelle du nombre de saumons sans adipeuse à Vichy issus des déversements de smolts s'élève à 12,2 % (+/- 6). La proportion de « sans adipeuse » est passée de 24 % en 2006 à seulement 5,6 % en 2011. En 2021, 2 individus sans adipeuse de 2 ans de mer ont été comptabilisés à Vichy. Ces derniers proviennent du programme de repeuplement au stade smolt de la Gartempe et mettent clairement en évidence le caractère erratique de l'espèce.

Le programme d'assignation génétique mené par l'INRA entre 2012 et 2014 a démontré qu'environ 2 saumons sont revenus à Vichy pour 10 000 alevins déversés sur le bassin de l'Allier. Cette information peut être utilisée pour extrapoler la proportion des individus de retour issus des déversements au stade alevins annuellement à Vichy. Depuis 2005, la moyenne interannuelle du nombre de saumons issus des déversements d'alevins s'élève à 29 % (+/- 10).

En tenant compte des retours de saumons issus des déversements d'alevins et de smolts, la part d'individus issus de la reproduction naturelle s'élève annuellement en moyenne à 59 % (+/- 10) (Figure 436).



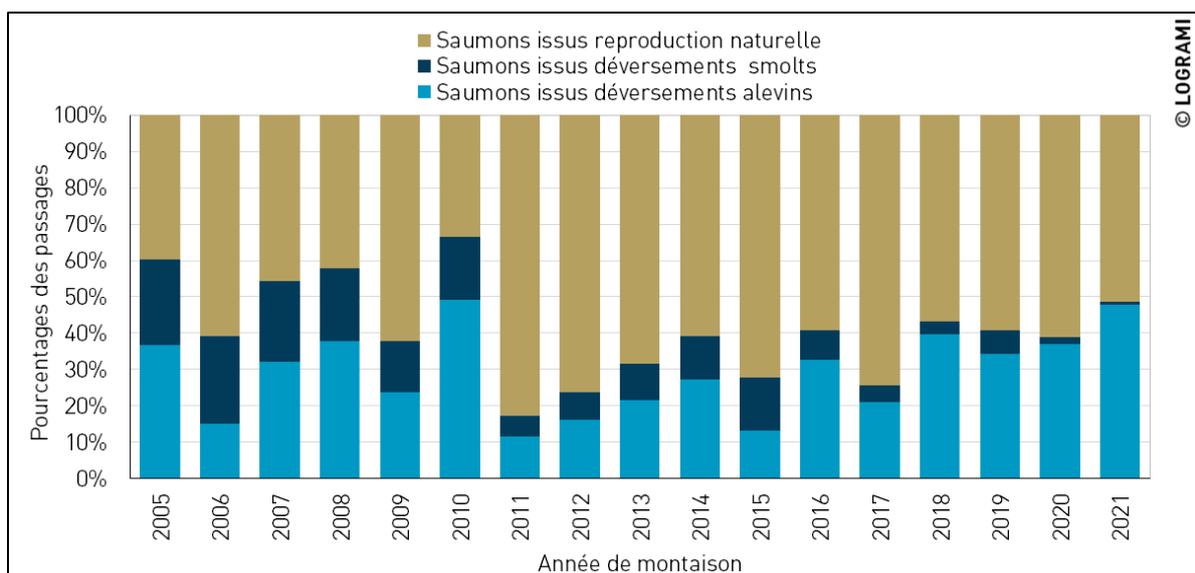


Figure 436 : Evolution des proportions de saumons selon leur origine à la station de comptage de Vichy depuis 2005 (Sources : LOGRAMI)

Les stratégies de soutien passées portées de 2003 à 2016 artificialisaient les retours avec environ 243 +/- 60 saumons issus de smolts et d'alevins pour l'ensemble du bassin. Ainsi, depuis 2017, l'arrêt complet des déversements de smolts et la réduction des quantités déversées des alevins réduisent ces retours de géniteurs issus des déversements de près de 30 % (166 +/- 20 géniteurs attendus issus des déversements entre 2017 et 2020). Ceux-ci sont encore plus réduits à partir de 2021 avec moins de 130 géniteurs de retour des déversements. Une étude génétique réalisée à partir des captures effectuées à Vichy pourrait mesurer l'exactitude de la proportion de saumons issue de la reproduction naturelle.

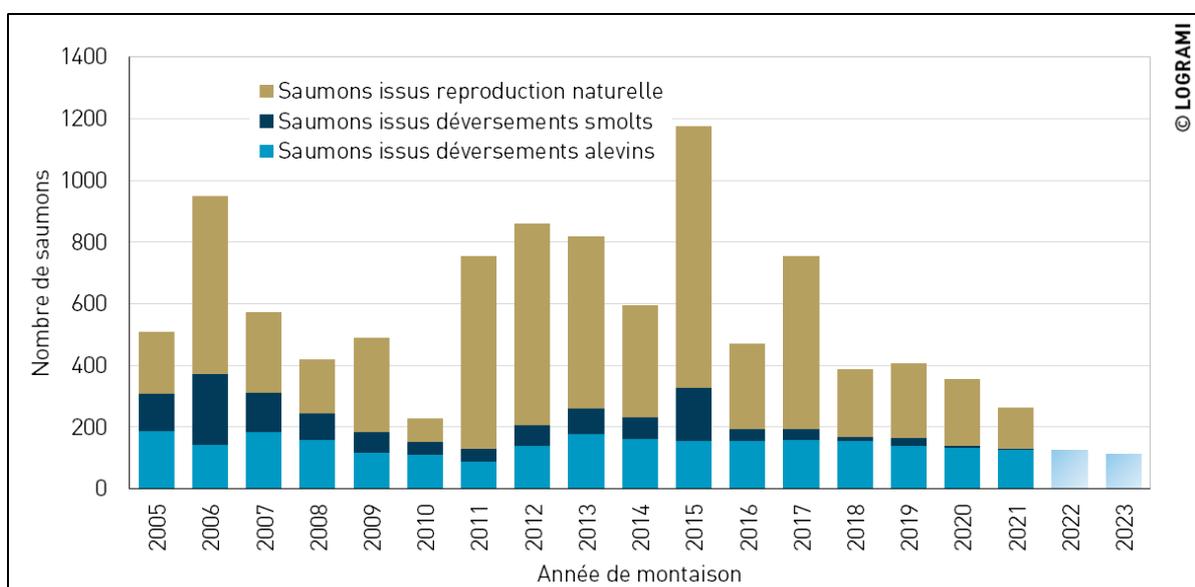
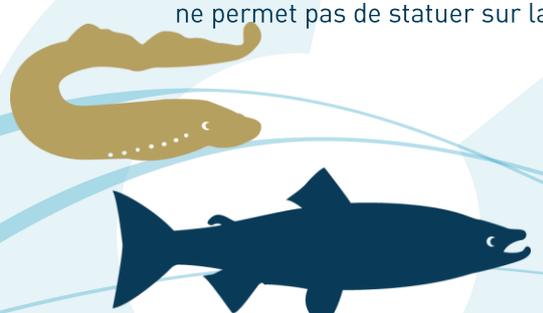


Figure 437 : Evolution du nombre de saumons selon leur origine à la station de comptage de Vichy de 2005 à 2021 et extrapolation pour 2022 et 2023 (Sources : LOGRAMI)

Sur le bassin de l'Allier, il est possible de comparer les proportions de saumons sans adipeuse entre la station de Vichy et de Langeac. 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 10 % des passages (+/- 8). Cette proportion à Vichy est identique avec 11 % des passages (+/- 7). Les proportions entre les stations sont globalement identiques d'une année à l'autre. En moyenne, 25 % +/- 10 des saumons sans adipeuse contrôlés à Vichy franchissent Langeac. Cette proportion est équivalente pour les individus présentant une adipeuse (24 % +/- 8).

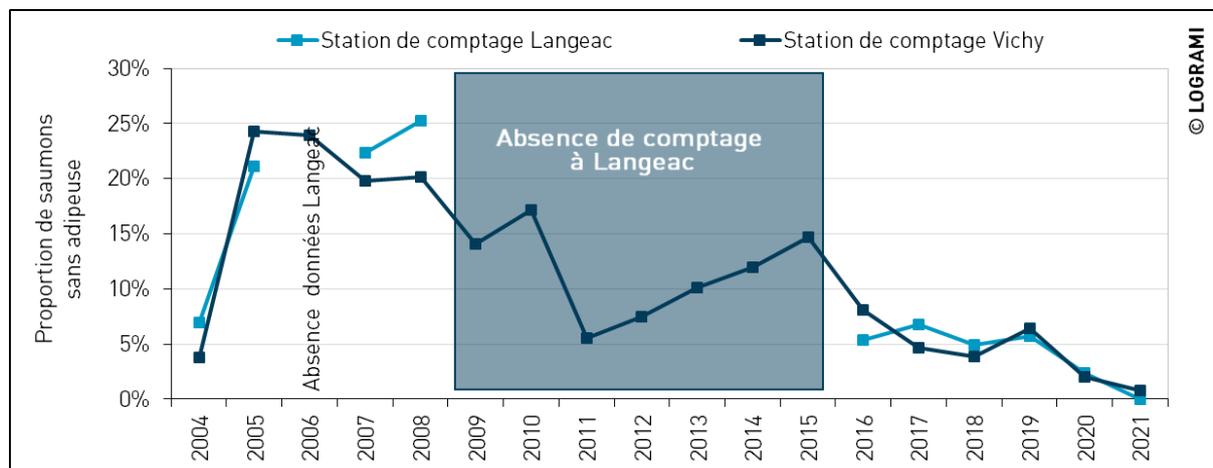


Figure 438 : Proportion de saumons sans adipeuse aux stations de comptage de Vichy et Langeac sur l'Allier depuis 2004 (Sources : LOGRAMI)

8.8. 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 pré-smolt peut être comparée avec celle des saumons d'autres origines (reproduction naturelle ou déversement à d'autres stades). Cette comparaison est réalisée par bassin et par âge de mer de manière à s'affranchir des décalages migratoires en fonction de la localisation et de la classe d'âge.

8.8.1. Sur le bassin Creuse-Gartempe à Descartes

Les effectifs de saumons sans adipeuse étant trop faibles pour l'année 2021 (4 individus toutes classes d'âges confondues), la dynamique migratoire des saumons issus de déversements au stade smolt ne peut pas être comparée avec celle des saumons d'autres origines.

L'analyse peut cependant être réalisée sur l'ensemble des passages, depuis l'ouverture de la station de comptage en 2007. Elle montre 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. 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 439).

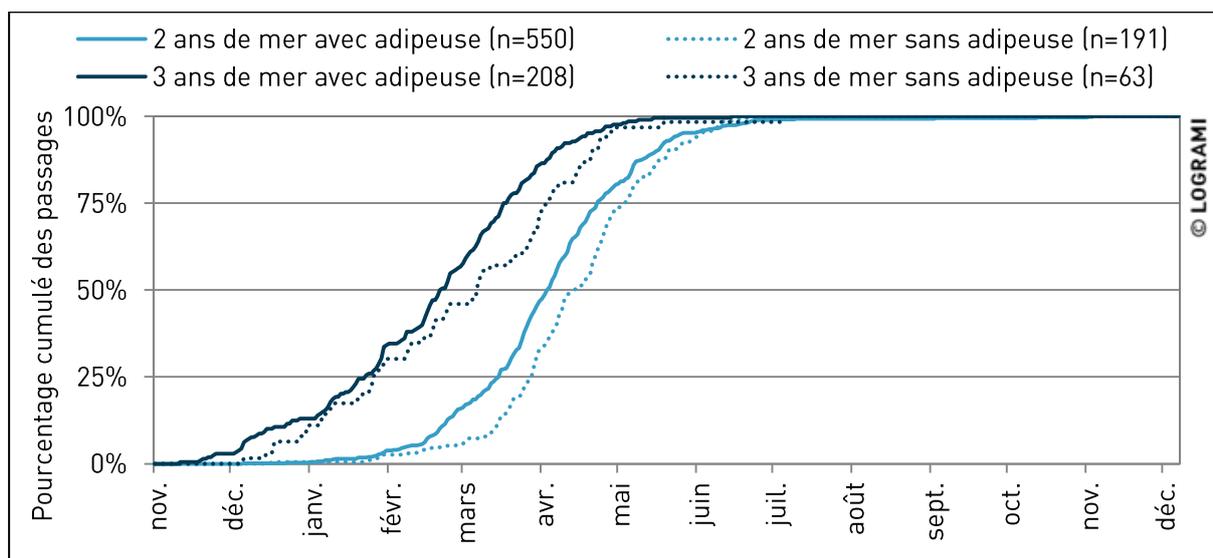


Figure 439 : Comparaison des rythmes de migration à la station de comptage de Descartes sur la Creuse entre les saumons issus des déversements au stade pré-smolt (sans adipeuse) et ceux d'une origine différente (avec adipeuse) depuis 2007 (Sources : LOGRAMI)

8.8.2. Sur le bassin de l'Allier

Le marquage par ablation de la nageoire adipeuse des smolts n'ayant été réalisé qu'à partir 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.

8.8.2.1 Vichy

L'analyse de l'ensemble des passages, depuis les premiers retours de saumons issus de déversements de smolts, montre un décalage de migration important entre les saumons ablationnés et les autres.

En effet, depuis les premiers retours des saumons issus des déversements de smolts, le retard migratoire des individus sans adipeuse atteint 6 jours chez les saumons de 2 étés de mer et 8 jours chez les 3 étés de mer pour 50 % des passages de la population en migration (Figure 440).

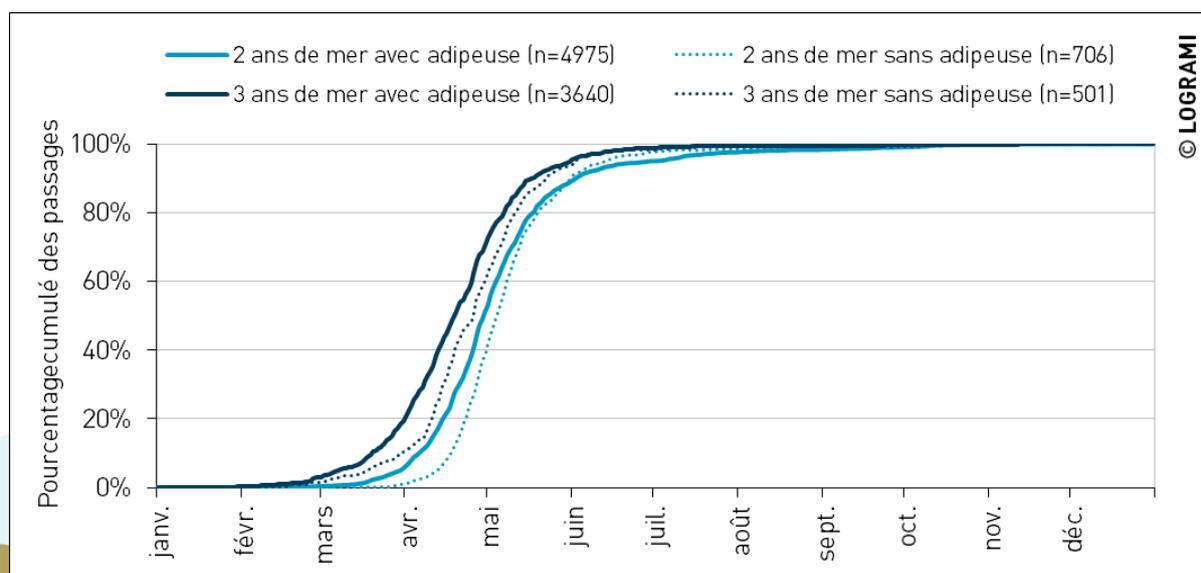


Figure 440 : Comparaison des rythmes de migration à la station de comptage de Vichy sur l'Allier entre les saumons issus des déversements au stade smolt (sans adipeuse) et ceux d'une origine différente (avec adipeuse) pour la période 2005-2021 (2 ans de mer) / 2006-2021 (3 ans de mer) (Sources : LOGRAMI)

8.8.2.2 Langeac

A Langeac, un retard de migration des individus sans adipeuse plus important est constaté. Le retard migratoire atteint 18 jours chez les saumons de 2 étés de mer et 12 jours chez les 3 étés de mer pour 50 % des passages de la population en migration (Figure 441).

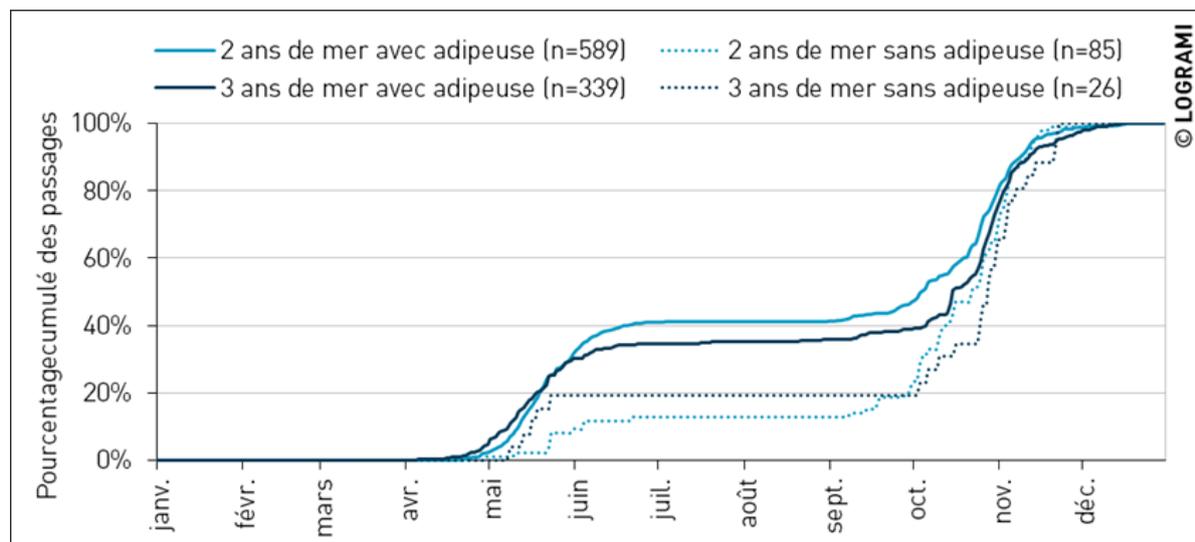


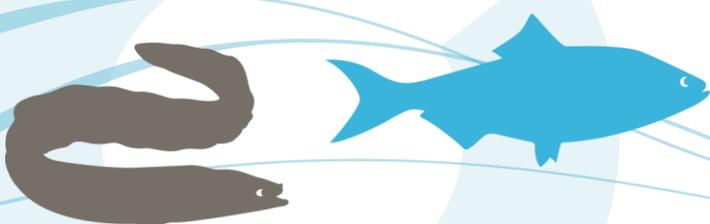
Figure 441 : Comparaison des rythmes de migration à la station de comptage de Langeac entre les saumons issus des déversements au stade smolt (sans adipeuse) et ceux d'une origine différente (avec adipeuse) pour la période 2005-2020 (2 ans de mer) / 2006-2020 (3 ans de mer) (Sources : LOGRAMI)

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.

8.9. Conclusion

La population de saumons du bassin de la Loire fait l'objet d'opérations de soutien d'effectifs. Pour cela, 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 34 minutes) voire des refus de passage des saumons (28 % supplémentaires) au pont barrage de Vichy. En 2021, l'opération de piégeage a induit un retard moyen de franchissement de 1h10 et a augmenté de 31 % 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 % (J. M. Bach et al., 2011) 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, 1991).

En moyenne, depuis 1997, 37 individus (+/- 17) 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 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 (UTC)). 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, 31 % +/- 13 des captures ont été réalisées entre 14h et 16h.

En 2021, 30 saumons ont été prélevés par le CNSS. Les captures représentent 11,4 % 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. Cependant, l'échantillon capturé en 2021 n'est pas représentatif de la population en termes de classe d'âge.

Dans le cadre de ces opérations de soutien d'effectifs, des déversements aux stades œufs, alevins et smolts sont réalisés sur le bassin de la Loire. En fonction des modes de déversements, des productivités ou des taux de retour peuvent être calculés.

Le stade œufs :

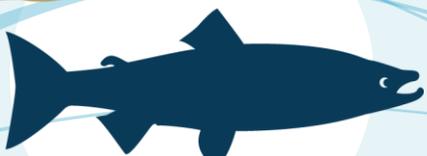
Des incubateurs de terrain ont été mis en service en 1995. Certains de ces dispositifs sont gérés notamment par l'Association Protectrice du Saumon. Plus récemment en 2015, un incubateur à saumons a vu le jour sur le Renaison (Commune de Riorges, 42), un affluent en rive gauche de la Loire situé à l'aval 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 2021, avec une implantation de 5,8% de la mise en charge en œufs fécondés contre en moyenne 7,8 %, la production pourrait avoir été impactée comme en 2020, par une hydrologie un peu trop soutenue pendant la période post-émergence sans que cela puisse être avéré en l'absence de mesure de débit.

Le stade alevins :

Sur le bassin de la Gartempe, aucun juvénile de saumon n'a été déversé en 2021. Cette décision d'arrêt temporaire des déversements a été prise en 2020 par la DREAL Centre Val-de-Loire suite aux tensions budgétaires et aux problèmes de continuité écologique observés sur ce cours d'eau. Etant donné une reproduction très faible voire nulle sur la Gartempe à l'hiver 2020 et l'absence de déversement, aucun juvénile de l'année n'a été capturé sur les 7 stations échantillonnées. Deux individus âgés de 2 ans très probablement issus du repeuplement de 2019 ont été capturés.

Sur le bassin de l'Allier, pour les mêmes raisons qui ont conduit à l'arrêt des déversements d'alevins sur la Gartempe en 2020, la quantité d'alevins déversés a fortement diminuée en 2021. 322 943 alevins de pisciculture ont été déversés sur le bassin de l'Allier en 2021 par le Conservatoire National du Saumon Sauvage et l'Association Protectrice du Saumon (quasiment le tiers de la moyenne sur la période 2010-2019). Cette diminution de quantité globale s'est également accompagnée de l'abandon des déversements sur certains affluents comme la Dore (alevinée depuis 1995 avec une période d'interruption 2005-2008). La Couze Chambon, la Couze Pavin et la Couze d'Ardes ont néanmoins de nouveau été alevinées (alevinées en 2018 et 2019). En raison d'une pollution, la Senouire n'a pas été alevinée en 2021.

Ces déversements sont répartis sur l'Allier (S2 et S4 seulement), la Sioule, la Couze Chambon, la Couze Pavin, la Couze d'Ardes ainsi que sur la Crouce sur laquelle l'APS a déversé une partie des alevins produits par l'incubateur de la Prade. 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 89 312



tacons soit une implantation globale de 27,7%. En raison d'apports de tacons natifs potentiels sur certains secteurs, ces valeurs doivent être considérées comme des valeurs maximales.

Avec des taux d'implantation respectifs de 34,3 %, 33,9 % et 25,8 %, la Couze Pavin, l'Allier et la Couze Chambon présentent, de bonnes survies. La Couze d'Ardes, la Cronce et la Sioule présentent quant à elles des survies moyennes (taux d'implantation compris entre 12,3 % et 16,7 %).

Sur l'Allier, en accord avec ce qui a pu être mis en évidence en 2019, les taux d'implantation moyens décroissent selon le gradient amont-aval de la rivière (36,2 % sur S2, 29,8 % sur S4). Ces taux d'implantation sont plutôt bons mais le risque de surestimation est non négligeable en 2021 en raison de conditions favorables pour le recrutement de juvéniles natifs (productivité des frayères élevée).

Sur la Sioule, même si l'apport de tacons natifs n'est pas à exclure quoique probablement très réduit en 2021, le taux d'implantation moyen de 15 % (le plus faible jamais observé) semble suggérer que le coup d'eau atypique de 58,7 m³/s (3,5 fois le module) survenu le 29/6/2021 soit 25 jours après les déversements d'alevins, ait entraîné des pertes par mortalité ou dévalaison conduisant à la diminution du taux d'implantation.

Sur la Couze Chambon et la Couze Pavin, les taux d'implantation sont bons en 2021 (25,8 % et 34,3 %), ce qui n'est pas le cas sur la Couze d'Ardes (12,3 %) sans que cela ne puisse être expliqué.

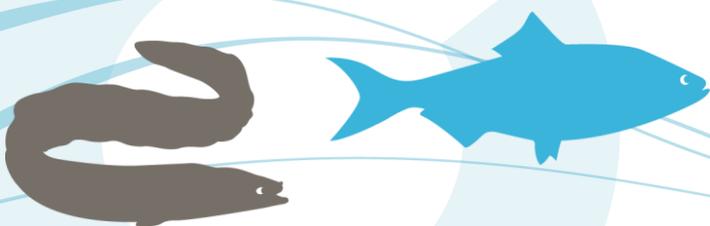
L'échantillonnage réalisé sur le secteur aleviné a permis d'estimer la production totale de la Cronce à 977 tacons 0+ issus d'alevins produits dans l'incubateur de la Prade et déversés par l'APS. Sur la Cronce, déversée de manière inédite par l'APS avec des alevins produits dans l'incubateur de la Prade, le taux d'implantation résultant est plutôt moyen (16,7 %). A l'avenir, si cette pratique est reconduite, peut-être faudrait-il diminuer la densité déversée sur cet affluent dont la surface favorable se réduit à l'étiage car en 2021, celle-ci correspondait au double de la densité préconisée habituellement sur le bassin de l'Allier.

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 0,02 %.

Environ 4 à 2 saumons sont de retour 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, s. d.). 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 (MIGRADOUD, 2019).



Le stade smolts :

Les taux de retour calculés pour ce mode de déversement sur les trois sous-bassins (Creuse-Gartempe, Allier et Arroux) sont très largement en dessous des préconisations (0,007 à 0,09 %). D'après (Lachance & 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 30 % de l'effectif annuel alors que sur la Loire et l'Allier, il ne représente respectivement que 5 % et 11 %.

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.

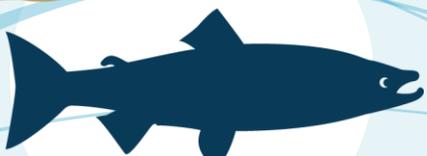
Les individus sans adipeuse remontant l'Allier et la Sioule mettent en évidence le caractère erratique de l'espèce puisqu'aucun smolt n'est déversé sur ces axes. Pour rappel, les derniers déversements de smolts sur l'Allier remontent à 2016. Ainsi, les deux individus sans adipeuse comptabilisés sur l'Allier en 2021 sont très certainement issus des déversements 2018 ou 2019 sur le bassin de la Vienne.

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.

Les dynamiques migratoires sont étudiées 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 ont une dynamique migratoire plus tardive (6 à 15 jours) que les saumons issus d'autres origines et ce quelques soient leurs âges de mer.

Ces constats, réalisés à la fois sur le bassin Creuse-Gartempe et le bassin de l'Allier, 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 ((J. M. Bach et al., 2011; Marcon et al., 2020). 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.

L'avenir semble être moins favorable à des retours conséquents de saumons mais cependant une part plus importante d'individus sauvages devrait être constatée sur le bassin de la Loire. Il s'agit maintenant de donner toutes les chances à ces géniteurs en leur favorisant l'atteinte rapide de leurs zones de frai fraîches, l'accès aux affluents pour un refuge en cas de crue et permettre une bonne dévalaison de leurs progénitures par des systèmes adaptés au niveau des ouvrages.



L'ensemble des gestions augmentera les taux de retour de façon conséquente et répondra à l'ambition du maintien d'une population sauvage. De nombreuses études scientifiques indiquent que les individus sauvages semblent avoir une meilleure résilience face au changement climatique. Il faut néanmoins veiller à ce que la taille de la population ne devienne pas trop petite, ce qui rendrait cette population plus vulnérable au risque d'extinction.

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, LOGRAMI a conséquemment développé les outils de communication pour rendre accessible la connaissance des actions menées et les informations obtenues.

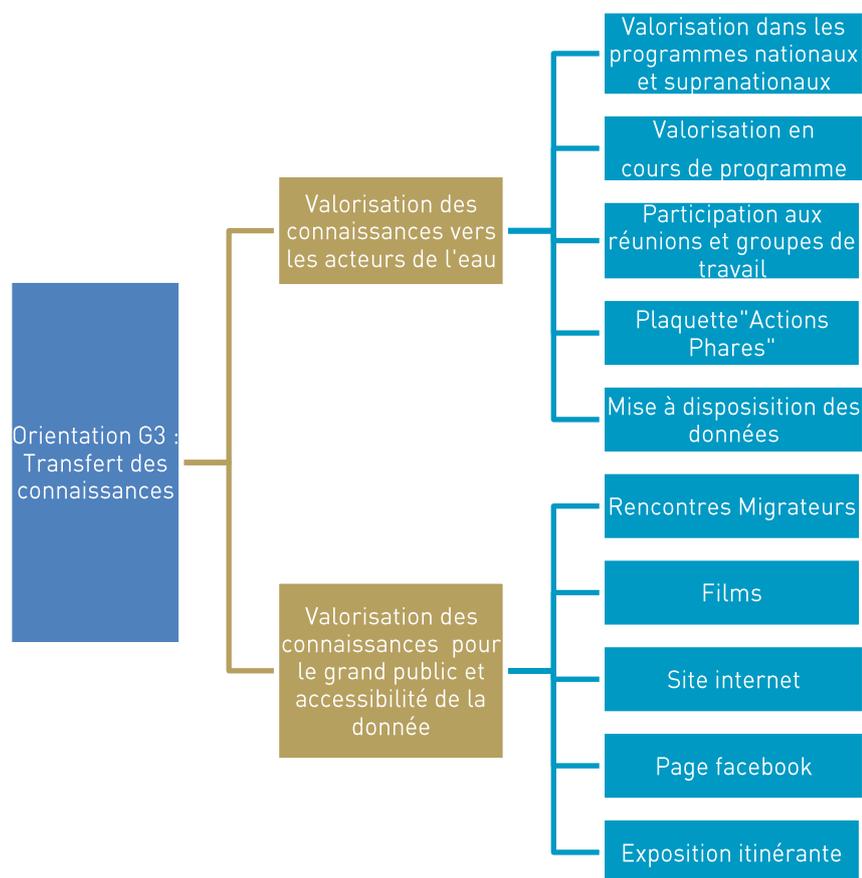


Figure 442 : Dendrogramme des actions menées dans le cadre de l'orientation G3 en 2021 : transfert des connaissances

9.2. La valorisation vers les acteurs de l'eau

9.2.1. La valorisation dans les programmes nationaux et supranationaux

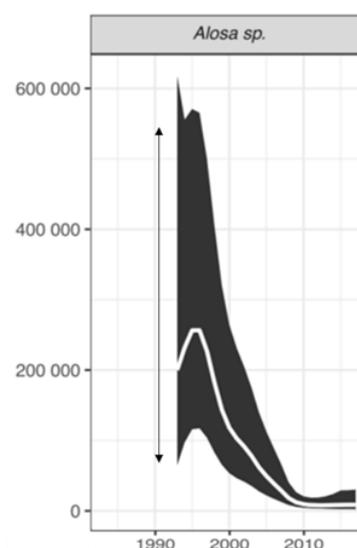
La valorisation des informations recueillies dans le cadre de ce projet est réalisée de différentes façons :

- Les informations sont portées à la connaissance afin d'enrichir les plans et rapports notamment dans le cadre de l'OCSAN (Organisation de Conservation du Saumon de l'Atlantique Nord) et de la révision des plans de gestion français du saumon et de l'anguille ;
- Les informations issues des stations de comptage sont utilisées dans le cadre de l'étude de l'évolution des effectifs et modification de la phénologie migratoire.

Ainsi, les études récentes de (Legrand et al., 2020) ont montré qu'à l'échelle nationale, les aloses présentaient une tendance claire vers un déclin des populations.

Figure 443 : Effectifs annuels d'aloses aux stations de comptages compilés à l'échelle nationale (Source Legrand et al., 2020)

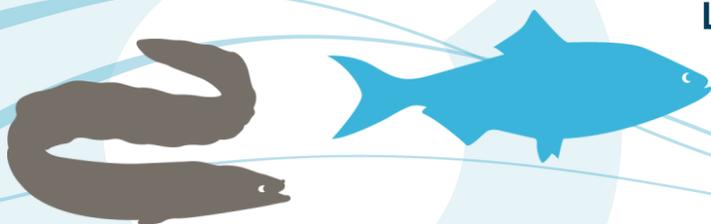
Dans les années 2004 à 2009, les grandes populations de Garonne-Dordogne ou de Loire représentent plus de 70 % (+/-16%) des effectifs nationaux comptabilisés aux principales stations de comptage. Depuis 2010, ces effectifs chutent dangereusement et ne représentent plus que 32% (+/- 14) des comptages nationaux. Les effectifs de ces populations sont possiblement aujourd'hui en deçà des effectifs suffisants de géniteurs pour assurer une pérennité des populations (effet dépensatoire).



- De plus, les informations obtenues dans le cadre de cette étude sont valorisées par le Groupe DATAPOMI porté par les associations migrateurs depuis 2012 afin de permettre une comparaison inter-systèmes tant en terme de continuité que de qualification de l'état de santé des espèces par le développement d'indicateurs nationaux d'état de santé des populations.
- De plus, le site PONAPOMI utilise les données du programme de recherches appliquées pour la présentation de la situation des poissons migrateurs.



Figure 444 : Répartition et logos des Associations Migrateurs en 2021



9.2.2. La valorisation en cours de programme

Afin de valoriser les données même non validées en cours d'acquisition, une information en flux tendu est réalisée afin d'informer les acteurs de l'eau et le grand public des effectifs de poissons grands présents tout au long de la migration et de permettre le bon déroulement d'autres opérations ayant recours aux informations en cours d'année.

Les stations de comptages permettent ainsi 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'analyses 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 du CNSS.

Migration en cours : **1 200 Aloses**
aux stations de comptage du Bassin Loire

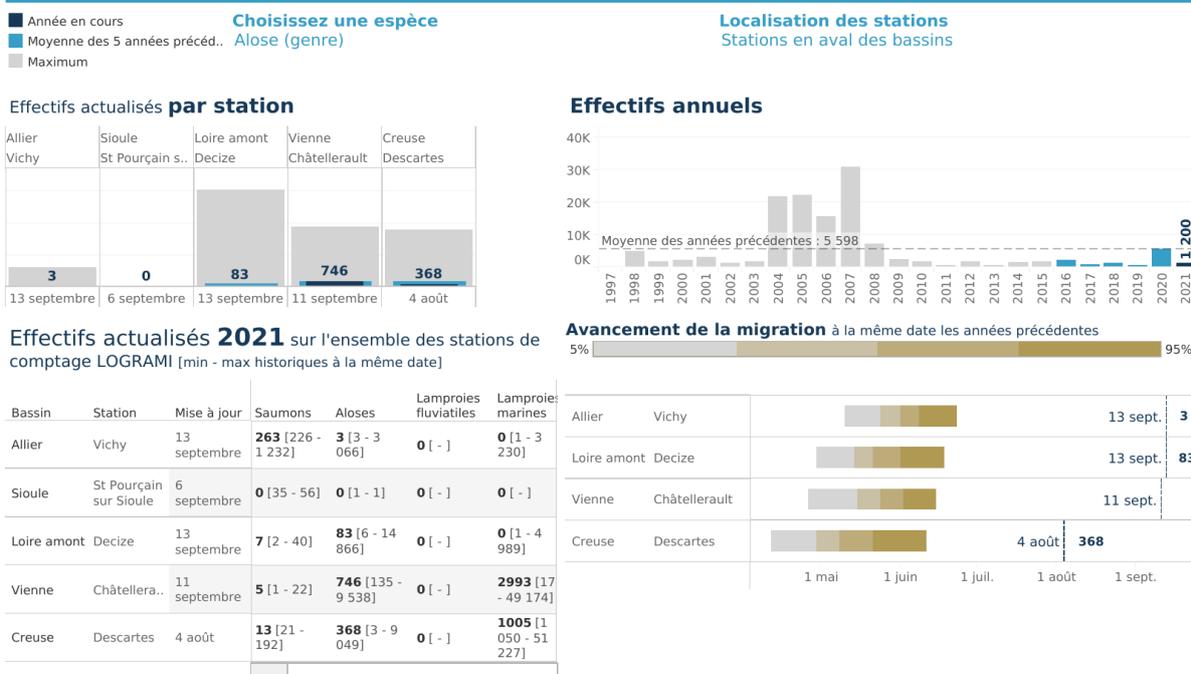


Figure 445 : Exemple d'une page du site web en cours d'étude pour les données de stations de comptage sur les aloses le 21 septembre 2021 (Sources LOGRAMI)

De même, les résultats issus des comptages de nids de saumons par survol ou à pied sont valorisés par les Tableaux de bord des Poissons Migrateurs afin de valider les plans de déversement des alevins de saumons 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.

9.2.3. La participation aux réunions et groupes de travail

9.2.3.1 Focus sur les réunions avec les acteurs de bassin

Nombre de réunions

Ce programme apporte des informations multiples en termes de dynamique de population, dynamique migratoire, continuité écologique, caractéristiques des habitats d'accueil et programme de soutien d'effectif. Ainsi, l'ensemble des équipes du programme participe à des groupes de travail afin de porter-à-connaissance ces informations et enrichir les débats sur les stratégies de gestion à mettre en place. Les agents de LOGRAMI participent également à l'accompagnement technique de projets liés à la continuité écologique, à la restauration de territoire et de mise en œuvre de protocole de suivi par des structures partenaires. Ces participations ne concernent que la partie de ce programme et non le travail effectué par les animateurs des Tableaux de bord et la Directrice sur les indicateurs et les expertises.

L'année 2021 a été particulière dans le cadre de la crise sanitaire liée à la COVID. Ainsi, les réunions par visio-conférence ont été privilégiées. Il apparaît que ce type de réunion a permis la présence de l'association à un plus grand nombre de réunions et que les partenaires ont également développé ce processus de communication durant l'année 2021.

Le nombre de réunions a donc très largement été augmenté avec 148 en 2021 contre en moyenne une centaine les années précédentes. Pour 65% d'entre elles, les agents ont participé en visio-conférence.

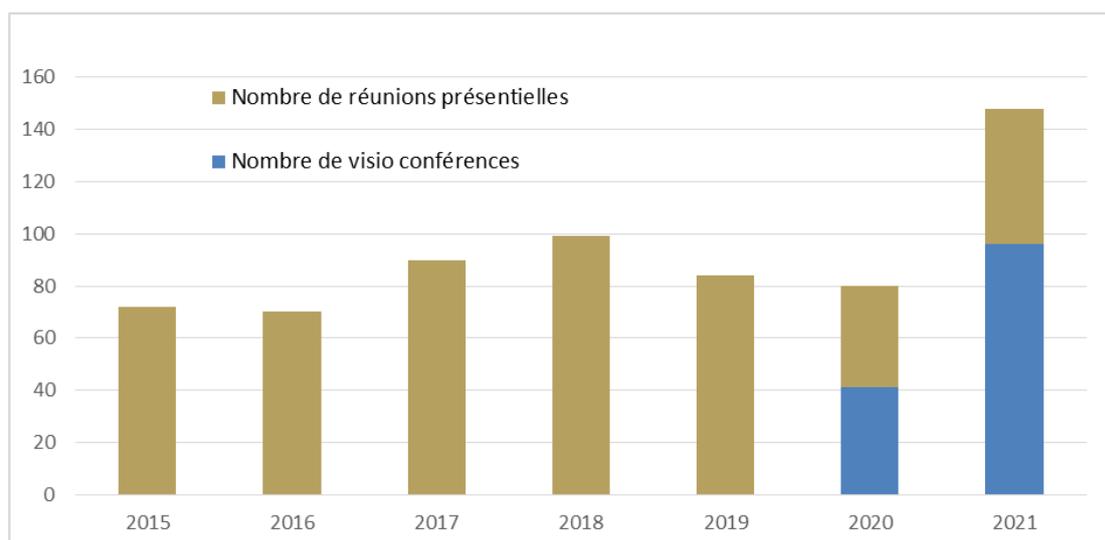
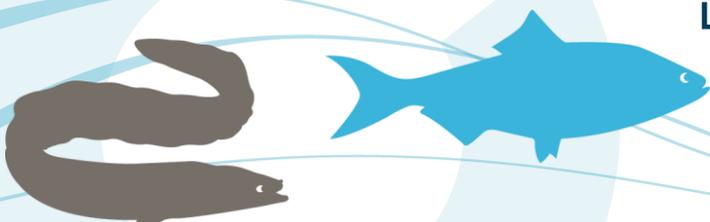


Figure 446 : Nombre de réunions d'un ou plusieurs jours réalisées par les agents de LOGRAMI dans le cadre du programme de recherches appliquées en faveur des poissons migrateurs sur le bassin de la Loire de 2015 à 2021

Ces restitutions et participations aux groupes de travail concernent particulièrement la chargée de programme gestion territoriale et continuité (Sénécal) et la directrice (Baisez) dont le nombre de réunions a augmenté d'année en année depuis 2015 et se situent en 2021 entre 40 et 50 réunions chacune. Mrs Portafaix et Marcon participent à une quinzaine de réunions tandis que les trois autres chargés d'études se répartissent un nombre assez constant de réunions de l'ordre de 7+/-3 par agents.

Les techniciens en contrats à durée déterminée et apprentis participent à un nombre restreint de réunions (2 en moyenne +/-1) mais ciblées sur des restitutions ou des mises en œuvre opérationnelles.



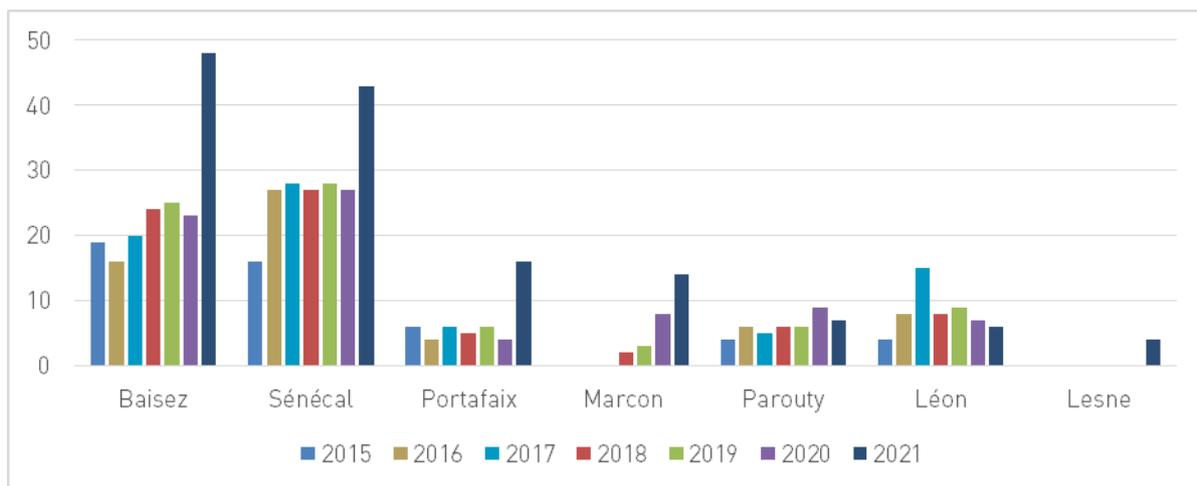


Figure 447 : Nombre d'interventions (sur un ou plusieurs jours) dans le cadre du programme de recherches appliquées en faveur des poissons migrateurs sur le bassin de la Loire par agent permanent de 2015 à 2021

Tout public confondu et excepté les réunions opérationnelles, 128 réunions ont eu lieu en 2021. En moyenne, les agents effectuent sur le programme d'actions 7 +/- 5 restitutions par mois (ne comprenant pas les réunions opérationnelles). De façon habituelle (2015 à n-1), un pic de réunions a lieu en fin d'année (novembre). Cependant, les 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).

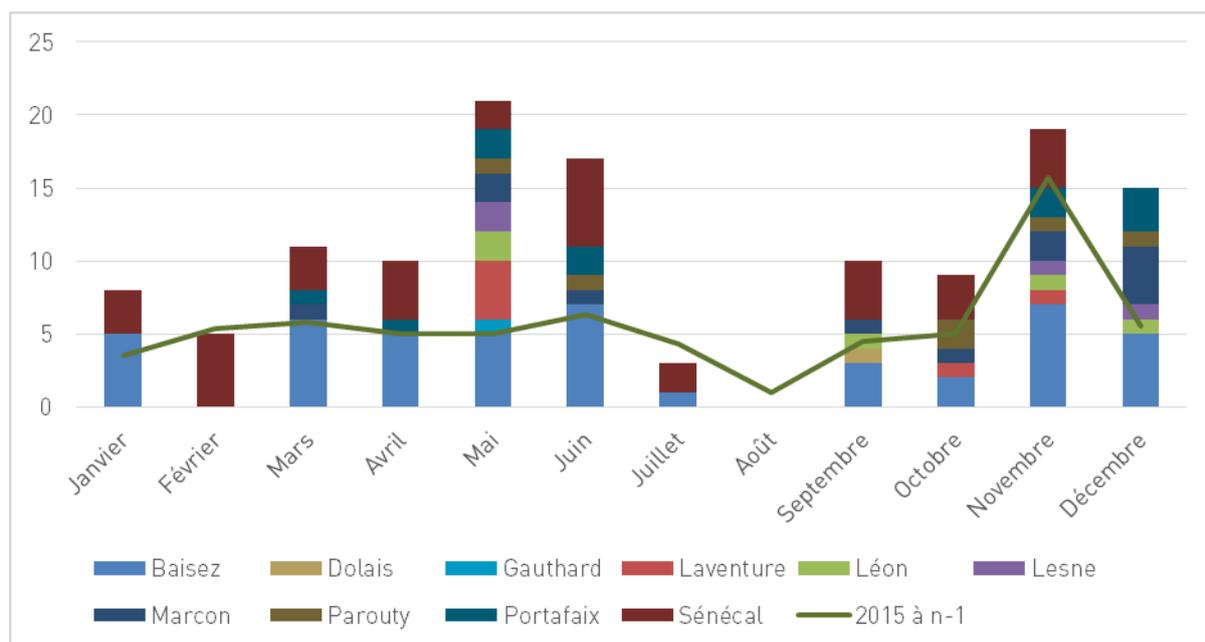
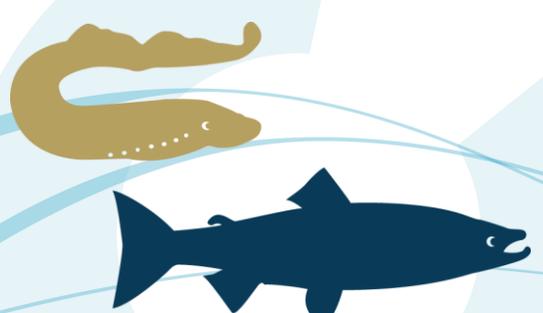


Figure 448 : Nombres moyens de restitutions d'un ou plusieurs jours concernant les informations diffusées dans le cadre du programme de recherches appliquées en faveur des poissons migrateurs sur le bassin de la Loire par mois de 2015 à 2020 (excepté les réunions opérationnelles) et par agent par mois en 2021

Pour permettre la présence des agents, une adaptation des équipes est nécessaire avec un relais pris en interne par l'ensemble des agents. En 2021 durant ces périodes, grâce aux visio conférences, il semblerait que cela ait permis une plus grande présence des agents que par le passé.



Valorisation par public cible

Comme les années précédentes, le public concerné en 2021 est essentiellement constitué des acteurs du bassin (59%). A l'échelle nationale, les discussions du Plan National Migrateur, des réunions sur les indicateurs nationaux portés par les Associations Migrateurs et les programmes scientifiques à portée nationale sont nettement en augmentation (liée probablement à la facilité des réunions par visio-conférence). Enfin, une vingtaine de réunions concernent des réunions sur l'organisation des opérations, le traitement et la bancarisation des données.

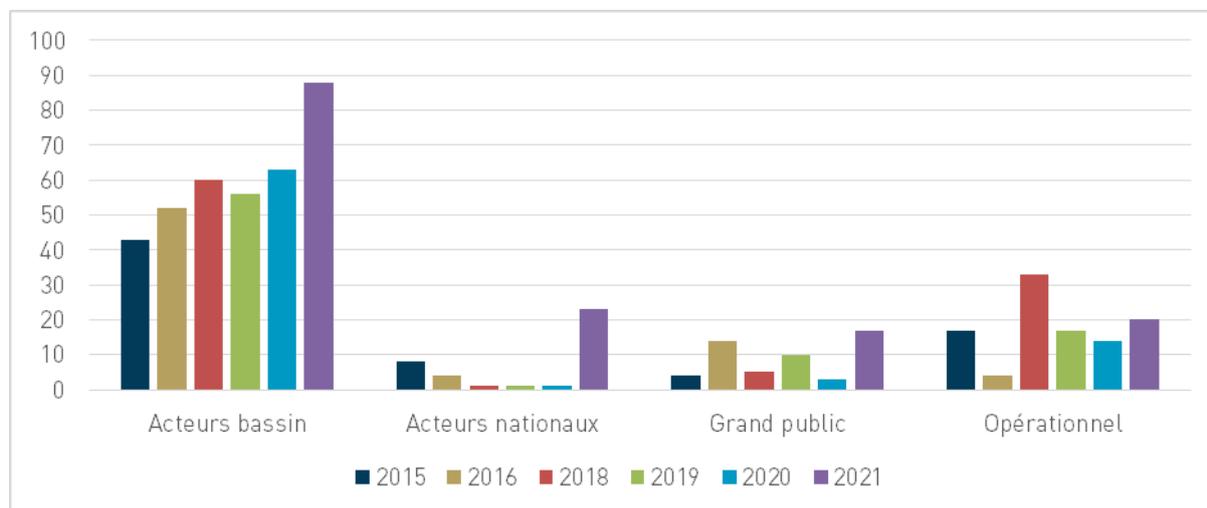


Figure 449 : Proportions des publics concernés par les informations diffusées dans le cadre du programme de recherches appliquées en faveur des poissons migrateurs sur le bassin de la Loire par les agents de LOGRAMI de 2015 à 2021

Types de réunions

De nombreuses réunions (44 soit 30%) concernent l'accompagnement technique de projet tels que la mise en œuvre d'un dispositif de franchissement, l'accompagnement technique d'autres études ou d'autres équipes de recherche, l'aide à la mise en place de restauration de milieux...Un quart des projets accompagnés ont une portée nationale. La participation aux réunions de comités (16%) concerne également les comités de pilotage de contrats territoriaux ou de continuité écologique. Les restitutions des études monopolisent également les agents avec 26 réunions ciblées sur la transmission des résultats des études (18%).

En 2021, des réunions revêtent un caractère scientifique (10%) avec des réflexions sur les techniques de suivis, le traitement des données et les groupes de travail nationaux sur les espèces. Ce nombre de réunions est plus élevé que les années précédentes.

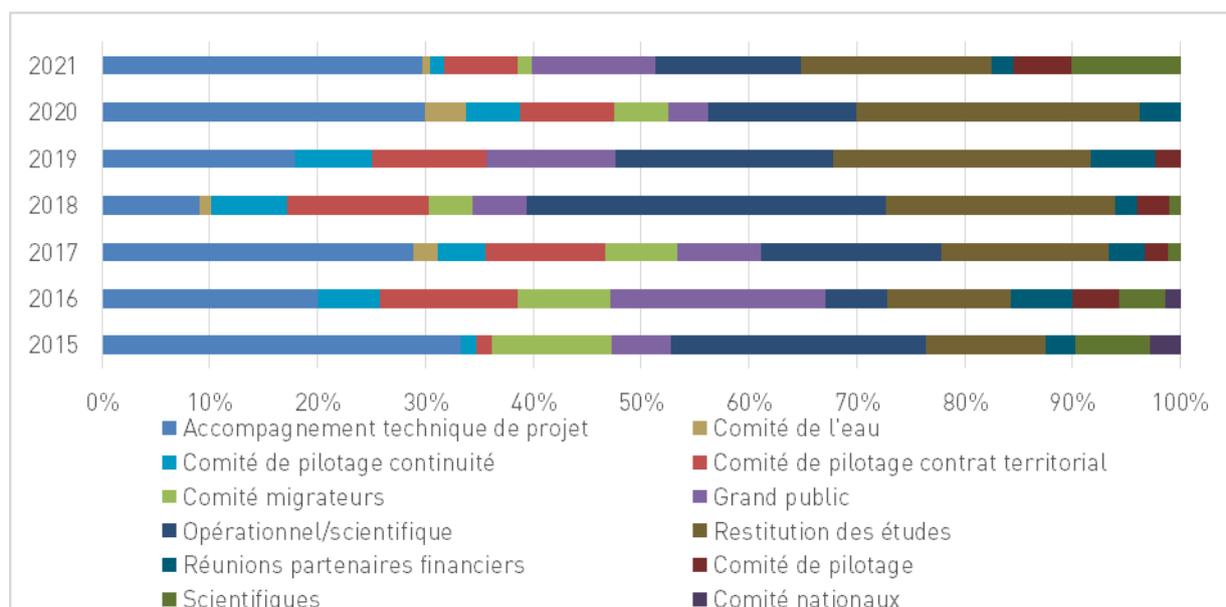


Figure 450 : Répartition par types des réunions auxquelles ont participé les agents de LOGRAMI avec les acteurs de bassin de 2015 à 2021

9.2.3.2 Focus sur « les journées de restitutions »

Par ailleurs, le programme de recherches appliquées développe de la connaissance sur les habitats et les abondances de poissons migrateurs qui nécessitent un temps de restitution conséquent. Ainsi, depuis 2017, en plus de notre assemblée annuelle avec les Fédérations pour la pêche et la protection du milieu aquatique et les acteurs du bassin, il est apparu intéressant d'organiser une réunion annuelle.

Compte tenu du contexte sanitaire particulier de l'année 2021, ces journées de restitution ont été maintenues mais organisées en visio-conférences animées par les agents afin de détailler les résultats auprès des acteurs susceptibles d'utiliser ces informations pour orienter la gestion. Deux journées ont été organisées les 7 décembre et 14 décembre 2021 avec des informations ciblées sur les secteurs Vienne-Creuse-Cher et Loire-Allier.

Les acteurs en présence ont été invités par messagerie et une actualité sur le site de LOGRAMI. Ainsi, 21 téléchargements de l'invitation ont été effectués sur le site web. L'organisation a été similaire aux restitutions précédentes. Pour chacune des restitutions, une présentation générale des résultats a été effectuée à l'échelle du bassin puis une partie focalisée sur la région « accueillant » la restitution avec des présentations des résultats par les équipes en charge des suivis.

La version visio-conférence a permis également des échanges ouverts (et non sous forme de « chat ») aux discussions pour des questions et remarques des participants.

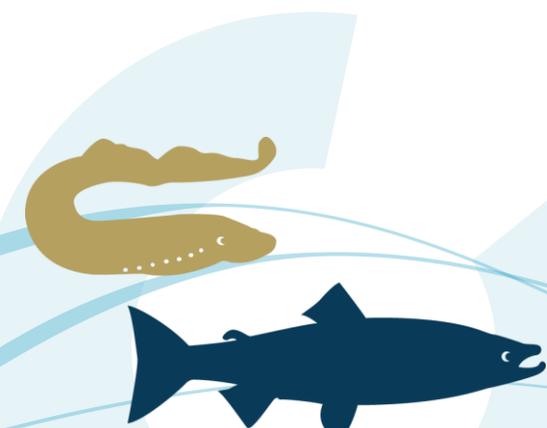




Figure 451 : Capture d'écran des restitutions sous forme de visio-conférences (Sources : LOGRAMI)

En 2021, les deux restitutions totalisent 71 participants et 49 organismes différents. Pour la seconde année en visio-conférence, la participation d'organismes hors du bassin et géographiquement éloignés semble élargir le public de ces restitutions. Ainsi, la proportion des participants des départements « organisateurs » à savoir Allier (03) et Vienne (86) ne représente que 20 à 30 % des participants en 2021.

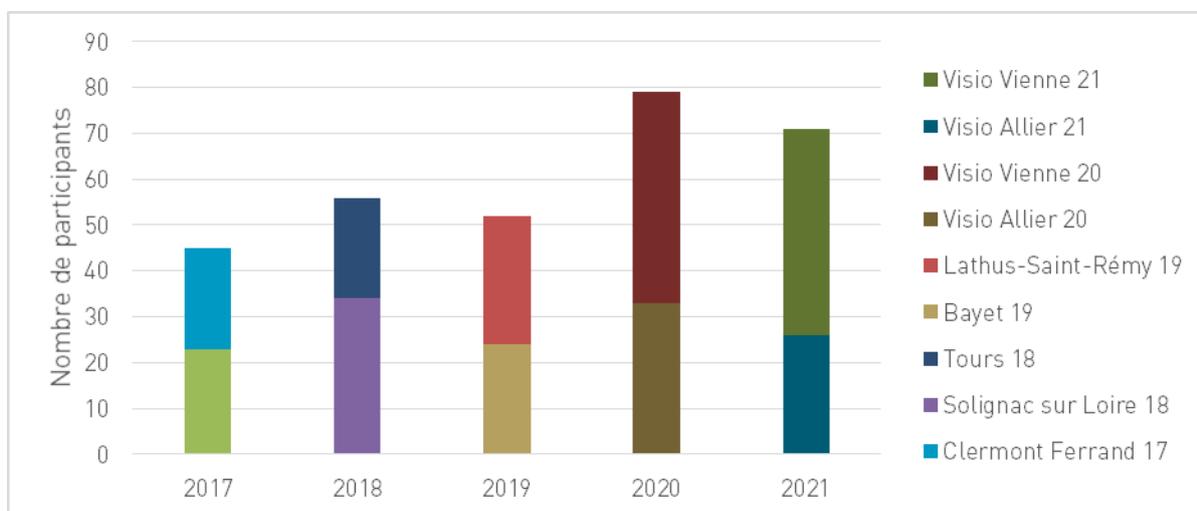
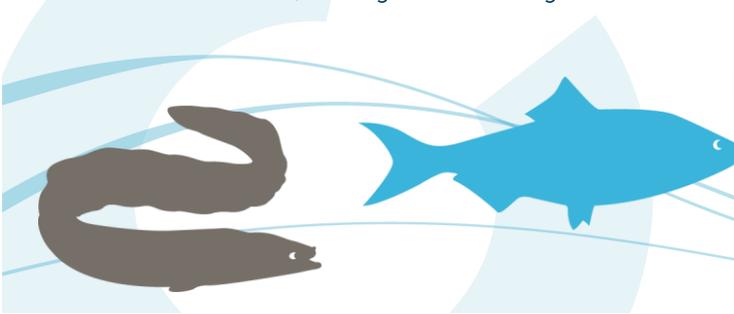


Figure 452 : Nombre de participants présents aux restitutions de LOGRAMI organisées depuis 2017 et en visio-conférence depuis 2020 (Sources LOGRAMI)

Pour autant, certaines structures sont fidèles à ce rendez-vous et participent de façon systématique telles que les Fédérations de Pêche et Protection du Milieu Aquatique, les structures GEMAPI, les Associations environnementales, l'OFB et les autres Collectivités Territoriales. De façon plus opportune il y a la participation de bureaux d'étude, d'organismes de suivis et recherches, d'Universités, d'Établissements Public de Bassin, de représentants d'Hydro électricité, de Conservatoires d'Espaces Naturels, de Régions et de l'Agence de l'Eau Loire Bretagne.



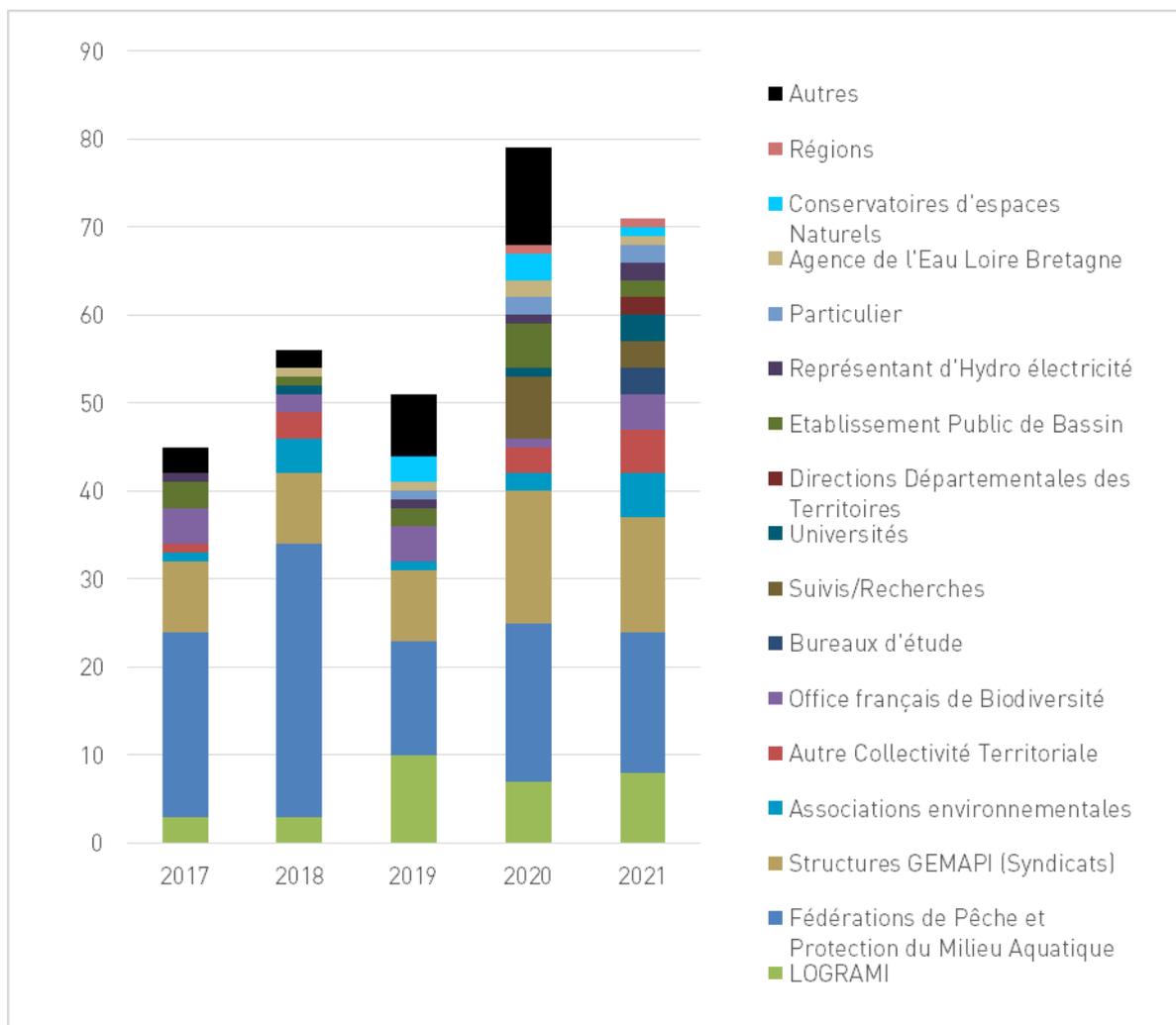


Figure 453 : Nombre de participants par principaux organismes présents lors des restitutions par année (Sources LOGRAMI)

9.2.4. La plaquette "Actions Phares"

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.

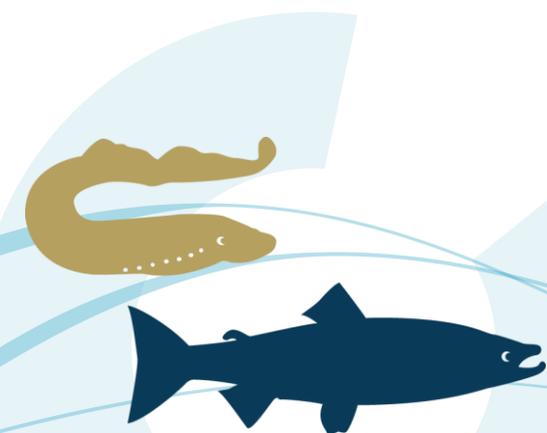




Figure 454 : Visuel de la plaquette Actions phares 2020 réalisée et publiée en 2021 (Source : LOGRAMI)

En 2021, le numéro d'Actions Phares a été imprimé et diffusé à 2200 exemplaires. Il est également téléchargeable en format informatique sur le site internet de LOGRAMI (www.logrami.fr). Il a été téléchargé 164 fois en 2021. Les exemplaires des années précédentes sont également en lignes et 21 téléchargements d'«Actions Phares 2019» ont été effectués en 2021 mais également 10 anciens numéros dont un concerne l'année 2013.

En 2021, cette plaquette de 8 pages s'est focalisée sur les conditions hydrologiques extrêmes ayant impacté le recrutement de jeunes saumons tant sur la détérioration des frais de 2019 que sur les tacons en 2020. De même, les saumons de la Sioule ont subi une forte mortalité en raison de problèmes de franchissements des ouvrages (même ceux récemment équipés). A contrario, même si le nombre de saumons en migrations de montaison ont été plus modestes en 2020, ils ont mieux survécu et accédé aux meilleures zones de frayères en amont de Poutès grâce à l'ouverture de l'ouvrage durant les travaux et ont même frayé dans l'ancienne retenue.

Les comptages des aloses et des lamproies en 2020 montrent un regain dû aux conditions hydrologiques favorables et à la diminution de la pression de pêche liée à la COVID. L'optimisme de cette nouvelle est malheureusement démenti avec les comptages de 2021. A contrario, les effectifs intéressants d'anguilles semblent se confirmer d'année en année. Sommes-nous à l'aube d'une restauration? Le chemin est encore long car les effectifs actuels ne représentent que quelques pourcentages des abondances des années 80...

9.2.5. La mise à disposition des données

9.2.5.1 Contexte général

Au vu de l'intérêt européen pour l'Open Data, l'Union européenne a publié une directive en 2013 qui a été transposée en décembre 2015 par la loi « relative à la gratuité et aux modalités de la réutilisation

des informations du secteur public »³. Ces différents textes vont aboutir pour les services publics à une (r)évolution des comportements et à un changement de paradigme. Aussi, notre association travaille à rendre publiques l'ensemble des informations issues du programme.

Par ailleurs, dans l'esprit de creative commons (<http://creativecommons.fr>) de partage et de diffusion de l'information, LOGRAMI, auteur des études et des documents, autorise à les partager, reproduire, distribuer et communiquer selon les conditions suivantes :

- 🕒 le rapport doit être cité en l'attribuant de la manière indiquée par l'auteur (mais pas d'une manière qui suggérerait qu'il approuve l'utilisation de l'œuvre par un tiers),
- 🕒 le document et les informations ne doivent pas être utilisés à des fins commerciales,
- 🕒 les utilisateurs n'ont pas le droit de le modifier, de le transformer ou de l'adapter,
- 🕒 l'ensemble des informations mises à dispositions sous forme de rapports, de cartographies ou de données élaborées n'est accessible que lorsqu'elles sont finalisées (note du 7 mai 2013).



Dans le cadre de ses missions d'intérêt général, l'association acquiert des informations qui font appel à un traitement systématique. En l'espèce, la récolte d'images vidéo fait l'objet d'un important travail de dépouillement et d'interprétation aboutissant à un comptage précis des différentes espèces recensées. Il est vrai que les données issues de ce travail sont de « simples » données chiffrées, lesquelles pourraient être considérées comme des données brutes. Néanmoins, tel n'est pas le cas, ces données font l'objet d'un traitement afin d'obtenir des données chiffrées lesquelles apparaissent dès lors être qualifiées de **données élaborées**.

Conformément à la propriété intellectuelle de l'information, toute publication ou communication d'informations portant sur les résultats ou savoir-faire issus de l'étude doit faire mention des auteurs et de la source d'information : © LOGRAMI.

Afin de faciliter cette obligation, le logo de l'association est mis à disposition des partenaires réalisant des présentations avec un support visuel. Il a d'ailleurs été téléchargé 8 fois en 2021 à partir de notre site web.



9.2.5.2 Evaluation de la mise à disposition des données

Une information si elle revêt un caractère préparatoire, n'est pas une information publique au sens de l'article 10. Selon l'étude juridique du Cabinet Lamy & associés, avocats pour les associations migrateurs (juillet 2014), en l'espèce, les associations migrateurs peuvent refuser à toute personne qui le demanderait, la communication d'informations lorsque celles-ci sont encore provisoires. Les documents concernés par la communication doivent être effectivement achevés et donc exploitables eux-mêmes.

A contrario, les données publiques disponibles sur les bases Open data (site web de LOGRAMI) ou référencé par les portails de consultation (Type CARMEN) se conforment au régime de la réutilisation de la loi de 1978 ainsi qu'à la licence de mise en ligne des informations qui détermine les

³ Loi n° 2015-1779 du 28 décembre 2015 parue au [JO n° 0301 du 29 décembre 2015](#)

conditions de prise en compte des droits de propriété intellectuelle, les types de réutilisation possible ou interdite.

Ainsi, sur le seul site web de LOGRAMI, les données des stations de comptages ont été utilisées en 2021 avec 235 téléchargements. L'ensemble des stations fait l'objet d'un chargement de la donnée mais les stations de comptage pour lesquelles les données sont les plus recherchées sont Descartes (34 %), Vichy (25 %) et Decize (16 %). Les données ont été directement chargées en CSV.

Il n'existe pas d'informations concernant les sites du type CARMEN mais ce dernier a rencontré des problèmes de fonctionnement, il sera donc recherché des méthodes alternatives pour faciliter la mise à disposition des données.

Les rapports d'études sont protégés par le droit d'auteur. Il protège la façon particulière et originale d'analyser les éléments du rapport et les différents textes, voire dessins ou schémas, originaux intégrés. Les rapports peuvent être assimilés à des œuvres collectives créées par plusieurs personnes sous la responsabilité d'une personne physique ou d'une personne morale et dans laquelle la participation de chacun est indivisible de l'œuvre elle-même.

En 2021, près de 2 534 éléments ont été téléchargés dont 923 documents (Publications, Actions phares, Rapport, Documents) depuis le site web de LOGRAMI. Les rapports du programme de recherches appliquées en faveur des poissons migrateurs de 2009 à 2020 ont été téléchargés 418 fois dont 154 fois pour le rapport le plus récent (2020) mais également 185 pour l'année précédente (2019). Ces nombres de téléchargement montrent l'intérêt porté à ce document permettant de présenter l'ensemble des résultats des suivis sur les poissons grands migrateurs. Il est observé chaque année et constitue à lui seul lors de sa mise en ligne un événement important de connexion. Depuis 2015, 3 718 téléchargements des rapports du programme de recherches appliquées ont été effectués.

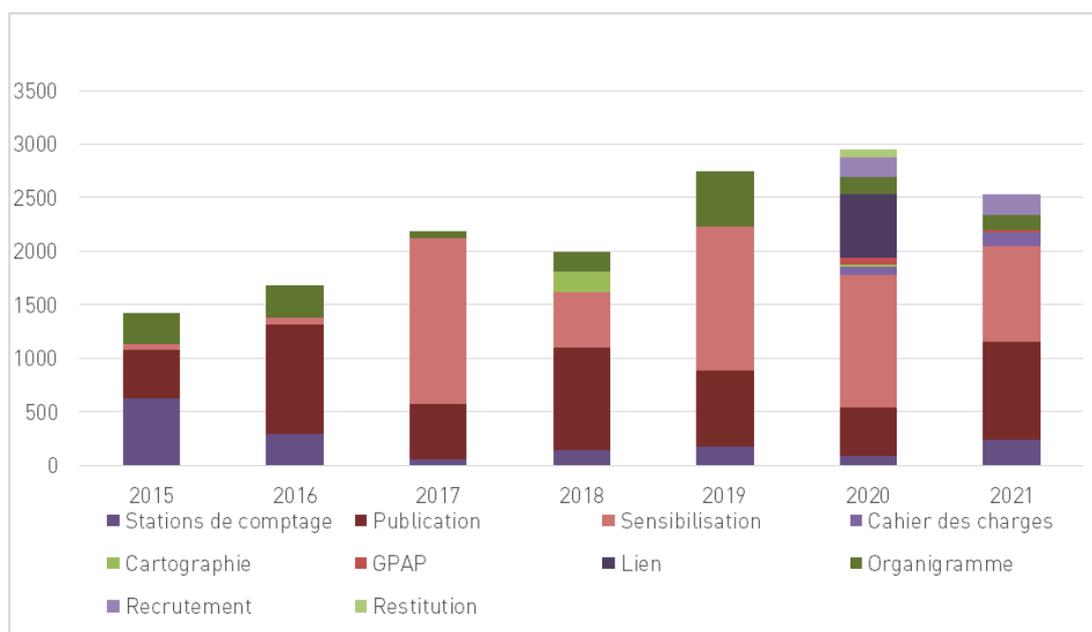
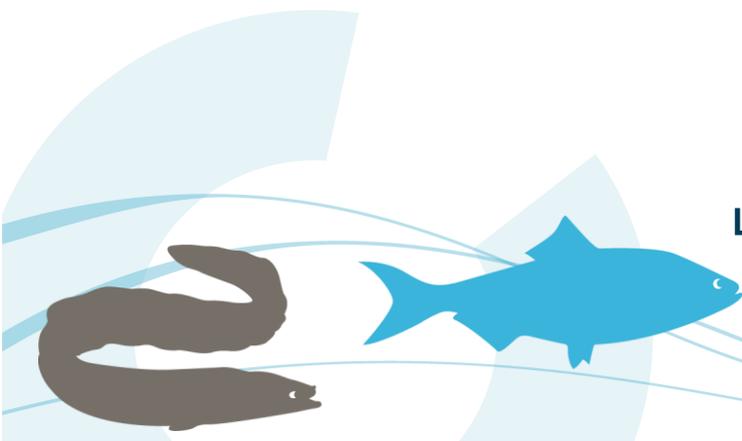


Figure 455 : Téléchargements sur le site web de LOGRAMI par thème et par an (Sources LOGRAMI)



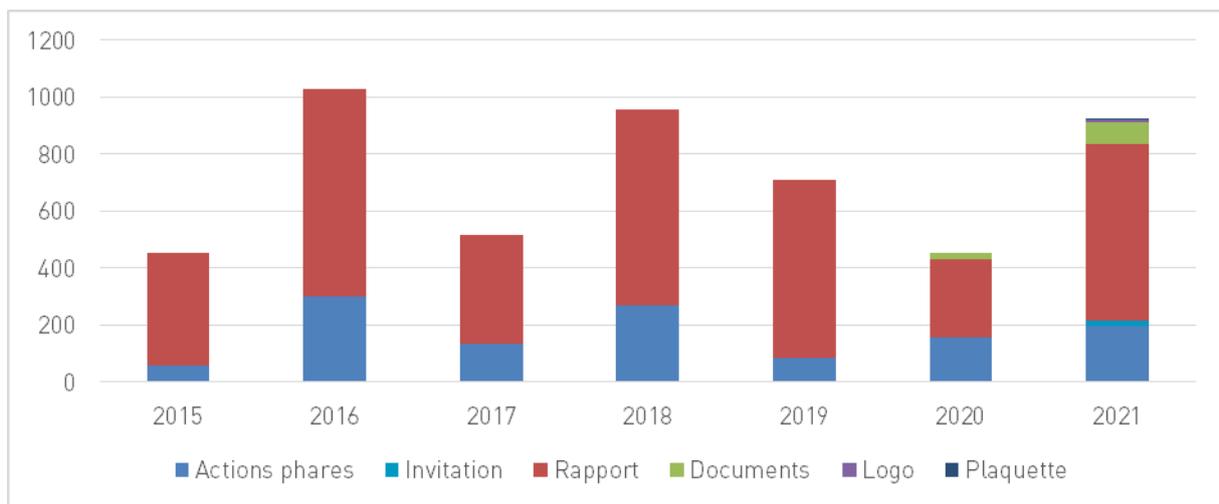


Figure 456 : Téléchargements des éléments de publication par an à partir du site web de LOGRAMI

9.3. La valorisation des connaissances pour le grand public

9.3.1. Les conférences

Chaque année, pour le grand public, l'association participe à des conférences, réalise des visites des stations de comptage et participe à des reportages et des films. En 2021, une conférence a été organisée par le SIGAL et LOGRAMI qui ont présenté « Le saumon sur l'Alagnon un espoir réaliste ? ». Cette conférence a permis de dresser l'état des connaissances et les perspectives d'avenir de l'espèce sur cet axe.

En outre, LOGRAMI a été sollicitée pour effectuer en complément d'une présentation sur les passes à poissons et leur entretien, la clôture des « Rencontres Migrateurs » de l'Association Migrateurs Rhône Méditerranée. Cela a permis notamment d'éclairer les acteurs locaux sur une comparaison inter bassin versant en profitant des informations du bassin de la Loire.

Par ailleurs, des films ont été tournés en 2021 et ont mobilisé les agents tant sur la préparation que sur la participation aux tournages. Enfin, de manière régulière, une mobilisation des agents de LOGRAMI comprend également la participation aux « Rencontres migrateurs ».

CONFÉRENCE
« LE SAUMON SUR L'ALAGNON, UN ESPOIR RÉALISTE ? »
 L'Alagnon est-elle vraiment une rivière à Saumon ? A-t-on une chance de revoir encore le roi des poissons à Massiac, à Murat ? Aurore Baisez, directrice de l'association LOGRAMI, et Guillaume Ponsonaille, directeur du SIGAL feront un état des lieux de l'espèce, et nous donneront leur vision de l'avenir du Saumon sur notre rivière.

LIEU : salle du centre administratif de Massiac - rue Albert Chavet

HORAIRES : à partir de 18h

Sur réservation au SIGAL :
 Manon Jozroland
 04 71 23 19 84
 alagnon.chm@orange.fr

Aquarelles © Isabelle Naudin

Figure 457 : Annonce de la conférence sur le saumon dans le cadre du Festival Nature et Culture sur l'Alagnon en 2021 (Source : SIGAL)

In fine, malgré le faible nombre de conférences en 2021 et la difficulté d'organisation de ces évènements dans un contexte de crise sanitaire, l'association a permis tout de même une portée à connaissance intéressante vers le grand public.

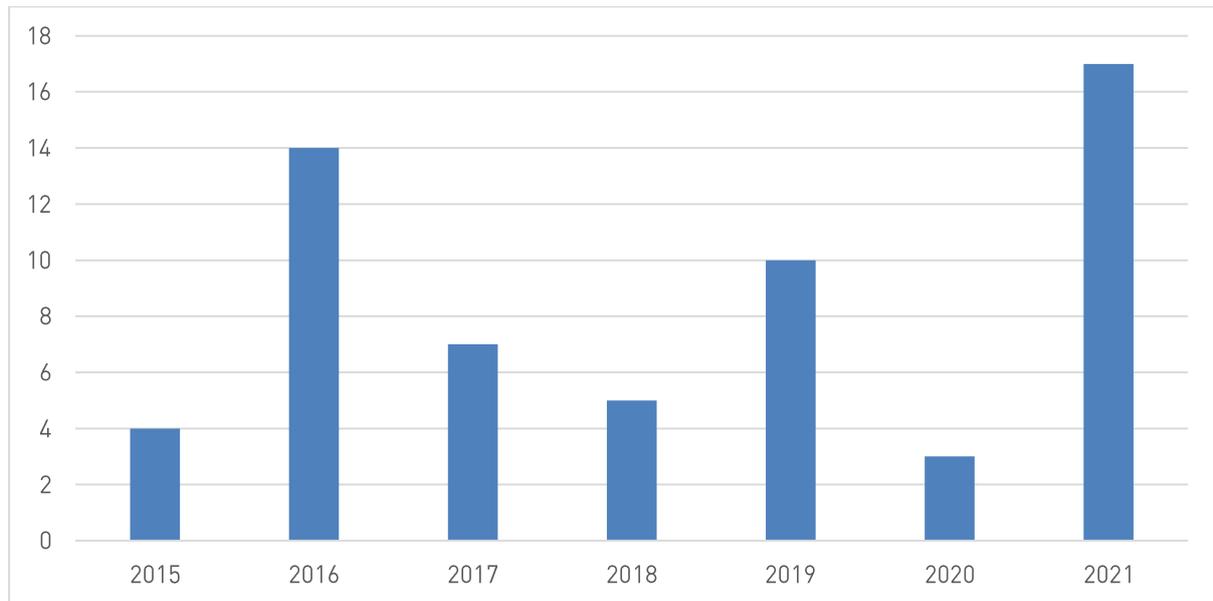


Figure 458 : Nombre de présences d'un agent de LOGRAMI à une manifestation d'information vers le grand public (Sources LOGRAMI)

9.3.2. Les « Rencontres Migrateurs »

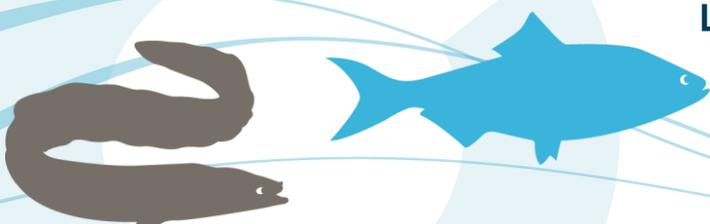
9.3.2.1 Le thème « La continuité dans le changement »

Du fait de leur cycle biologique et des exigences écologiques, les poissons grands migrateurs (amphihalins) sont des indicateurs du fonctionnement de nos rivières. Les migrations de montaison et dévalaison nécessaires à leurs cycles vitaux sont rythmées par les saisons, en fonction :

- 🌀 des rythmes biologiques propres à chaque espèce,
- 🌀 de la géographie du bassin versant et des distances à parcourir,
- 🌀 de l'âge des poissons et de leur patrimoine génétique,
- 🌀 mais également du débit et de la température qui influent sur les signaux de migration.

Lors de ces dixièmes Rencontres Migrateurs, dans un contexte changeant engendrant des contraintes fortes sur l'hydrologie et la température, l'évolution des abondances des poissons amphihalins en France depuis 30 ans et sur leur calendrier de migration anadrome (montaison à l'amont des bassins versants) a été présentée. L'impact des crues morphogènes tant sur les dynamiques migratoires que sur la reproduction et le développement des alevins a été abordé. Les conséquences de l'augmentation des températures sur les processus biologiques comme la survie estivale du saumon ou la période de reproduction des aloses ont été évaluées.

Parallèlement, les obstacles à la migration (continuité écologique) engendrent aujourd'hui un retard à la montaison et une mortalité des géniteurs. Pour une Loire sauvage, les participants ont été surpris d'apprendre combien d'obstacles jalonnent aujourd'hui le parcours des poissons migrateurs et la proportion d'entre eux où les aspects de la continuité écologique ont été traités. Avec les modifications environnementales futures, nous nous sommes interrogés sur les difficultés des espèces à trouver les entrées des dispositifs de franchissements. L'impact des étiages précoces qui posent des soucis

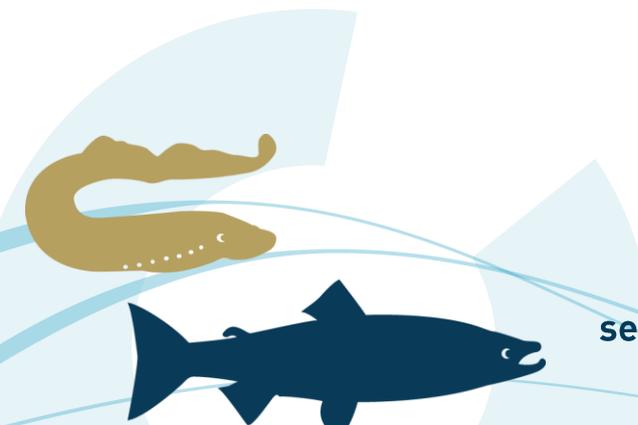
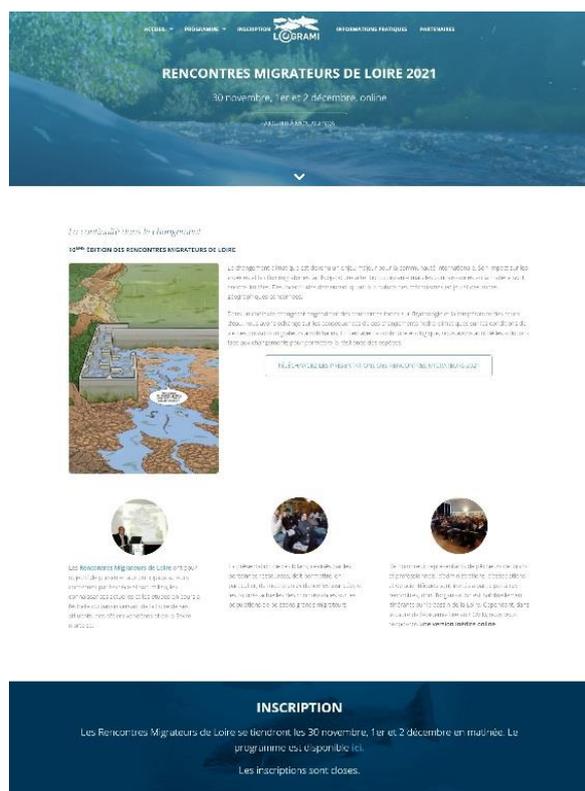


d'accès à des sites de reproduction habituellement accessibles en exacerbant les problèmes de franchissement des obstacles naturels ou anthropiques à la montaison et en annihilant les possibilités de dévalaison par l'absence de surverse sur les ouvrages (majoritairement trop peu aménagés) a été également examiné.

Dans une dernière partie, nous avons évoqué des solutions pour faire gagner du temps (et donc de la survie) aux poissons grands migrateurs face aux changements climatiques. Il a été abordé par exemple la nécessaire amélioration de la continuité écologique par l'arasement ou l'aménagement des obstacles. Une réflexion a été également proposée sur les solutions palliatives provisoires de lâchures par les grands barrages, en s'interrogeant également sur les stratégies de stockage d'eau pour le soutien de l'agriculture notamment. Des mesures d'urgence, comme l'arrêt des turbines dans l'attente de dispositifs de dévalaison adaptés ou l'ouverture temporaire des ouvrages, ont été également évoquées.

9.3.2.2 L'organisation

Initialement prévues en présentielle à Blois, les Rencontres Migrateurs ont finalement été organisées en web conférence sur trois matinées du 30 novembre au 2 décembre 2021. Pour cela, notre structure a contracté un abonnement spécial permettant de gérer les grands nombres. Cette web-conférence a permis une présentation des informations par les référents de la thématique avec l'appui d'un diaporama simultanément à une présentation orale. Une page web a été dédiée à l'évènement avec une inscription en ligne et la présentation du programme.



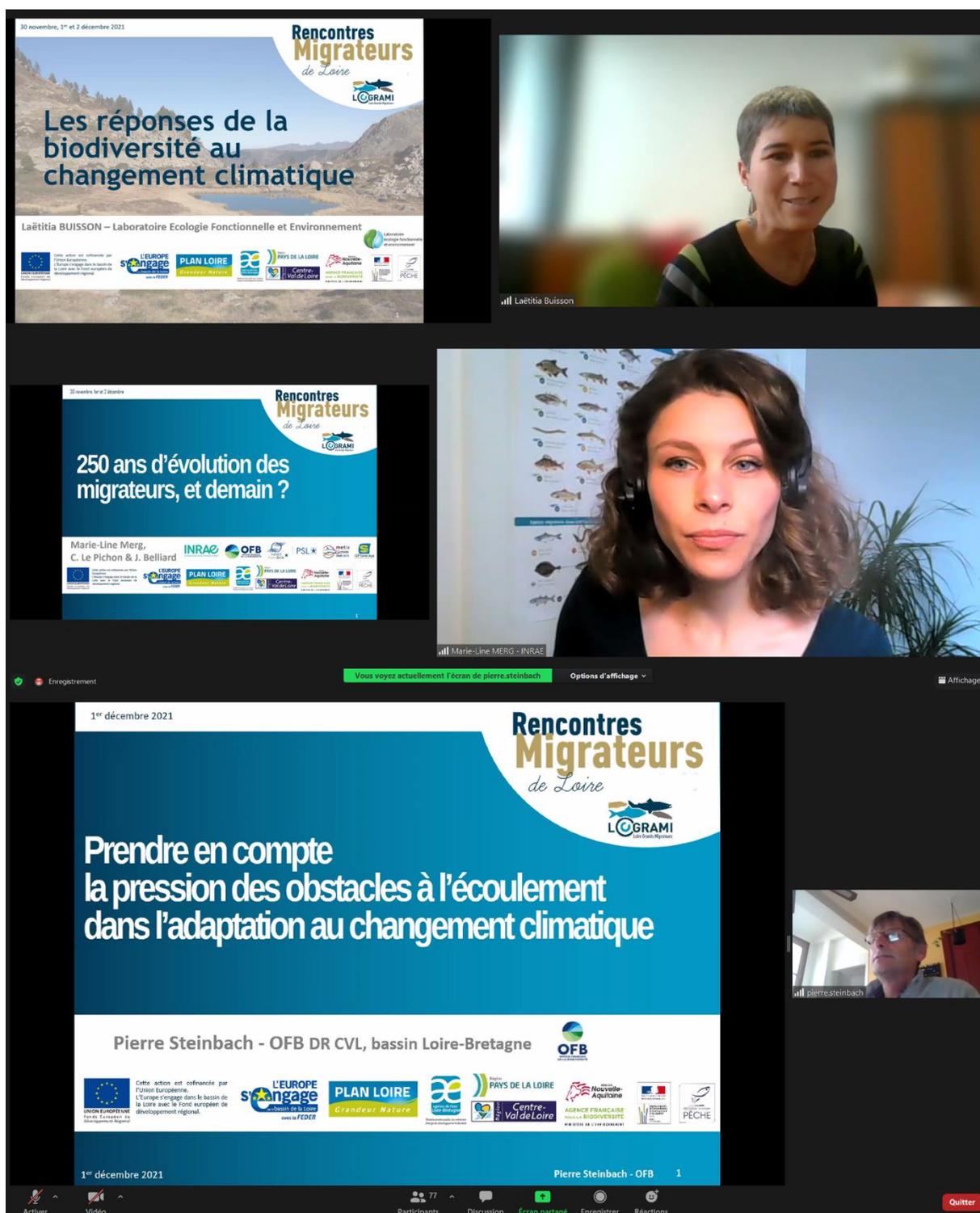
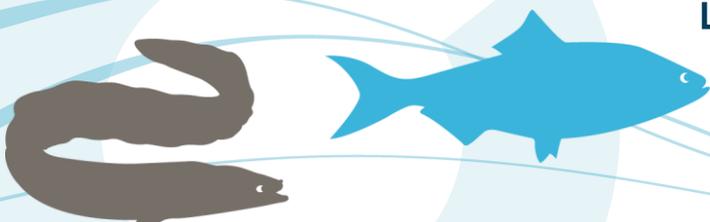


Figure 459 : Captures d'écran de présentations lors des Rencontres Migrateurs 2021

Les diaporamas des différents intervenants ont été mis à disposition en ligne. Par ailleurs, les enregistrements des présentations des intervenants sur YouTube totalisent 524 vues.

La valorisation des connaissances et
sensibilisation des acteurs à la
gestion des poissons migrateurs



9.3.2.3 Les participants

L'édition 2021 a permis la participation de 168 personnes différentes. Elles présentent donc une plus grande diversité de personnes que les éditions précédentes. En complément, il y a également 52 inscrits qui ne se sont finalement pas connectés en visio-conférence sur aucun des trois jours.

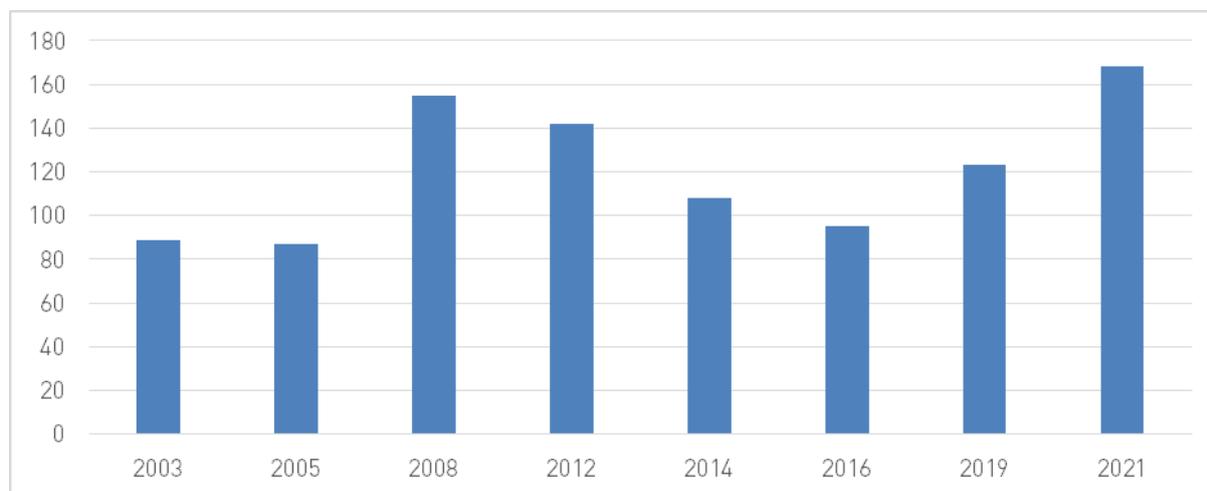


Figure 460 : Nombre de participants uniques par année des Rencontres Migrateurs (Sources LOGRAMI)

Cependant, contrairement aux années précédentes où 76+/- 4 % des participants assistaient à l'ensemble des rencontres, le fait de proposer une visio-conférence sur trois jours engendre une répartition plus élevée sur une journée (35%) ou deux (33%). Ainsi, seulement un tiers des acteurs ont assisté à l'ensemble des rencontres. Les participants étaient donc au nombre de 73 à 89 par jour.

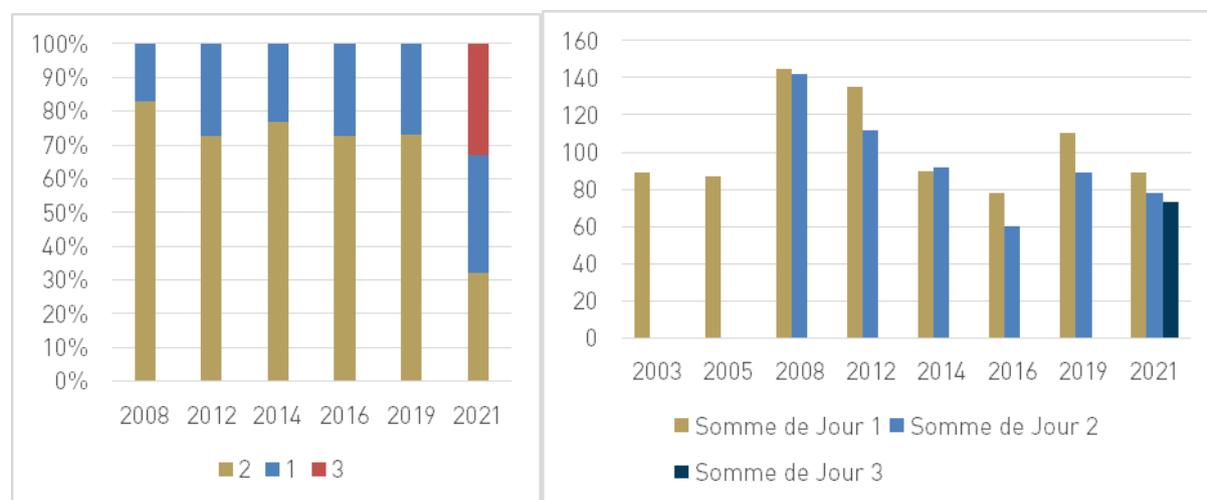
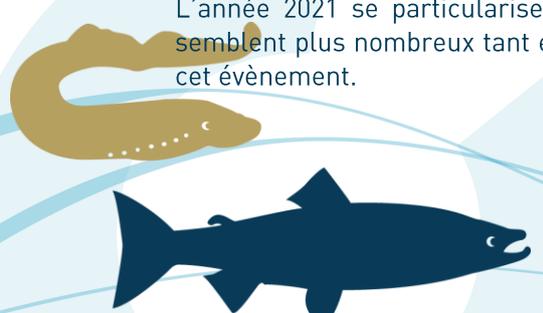


Figure 461 : Nombre de participants par jour par année des Rencontres Migrateurs (Sources LOGRAMI)

107 organismes ont été représentés lors de ces trois demi-journées de visio-conférence. Les Association Migrateurs et Collectivités piscicoles sont assez régulièrement présentes massivement lors de ces rencontres (33+/- 9%). Ces structures représentent en effet un tiers des participants en 2021. Les gestionnaires sont également très réguliers avec près de 17% des participants. Enfin, les structures de recherches sont également présentes à ce rendez-vous (12%).

L'année 2021 se particularise par une présence plus importante des bureaux d'études (10%) qui semblent plus nombreux tant en nombre de personnes qu'en diversité de structures (14) à assister à cet événement.



A contrario, l'absence des Associations de propriétaires d'ouvrages est regrettable, ainsi que de Comité des pêches, Conseils départementaux et régionaux et des services de l'état du type DDT ainsi que la diminution en proportion des représentants de l'OFB, des DREAL et des pêcheurs professionnels.

Ces modifications de public cible semblent être liées à la thématique des Rencontres Migrateurs qui semble plus ou moins mobiliser certaines catégories d'acteurs.

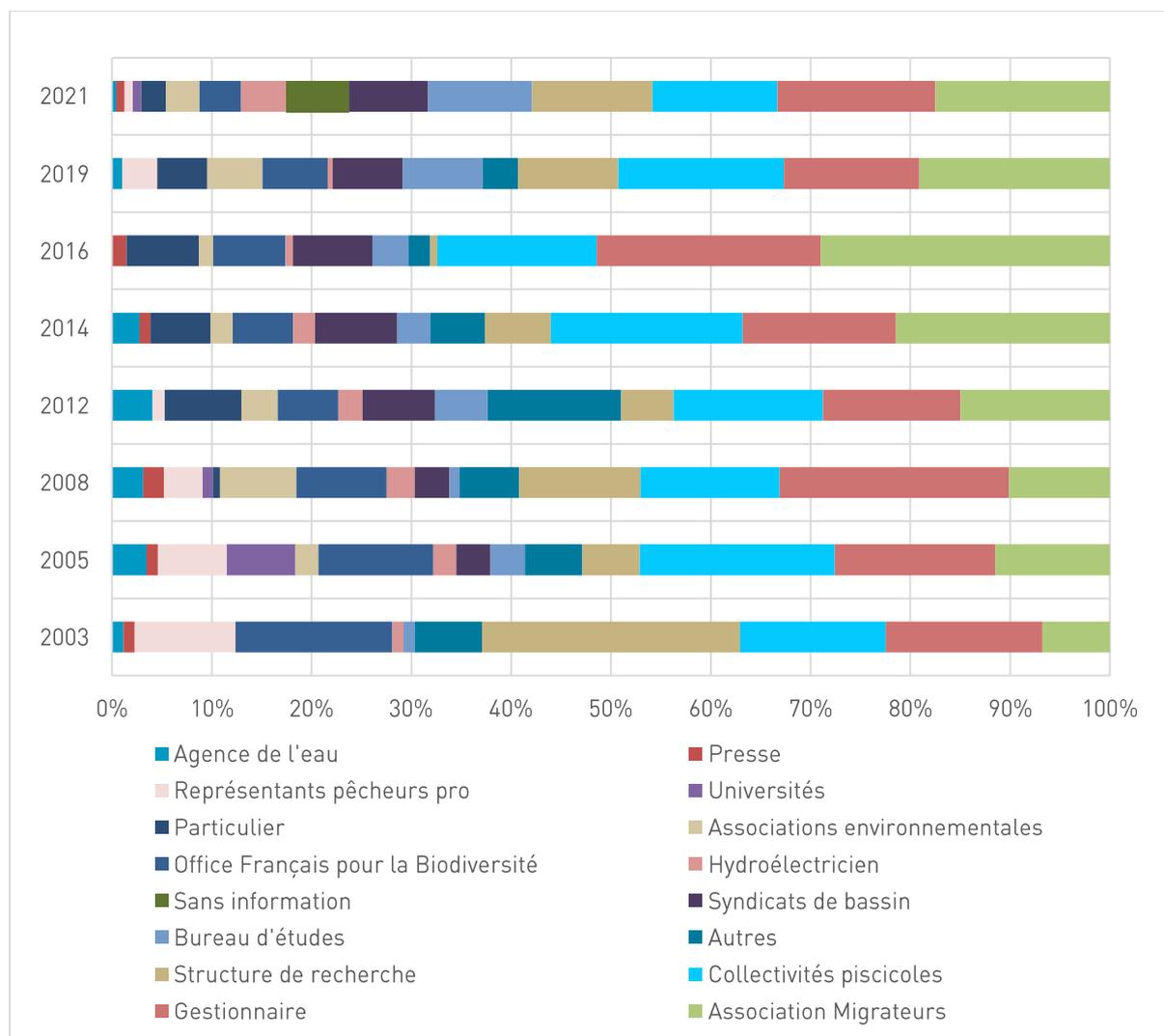
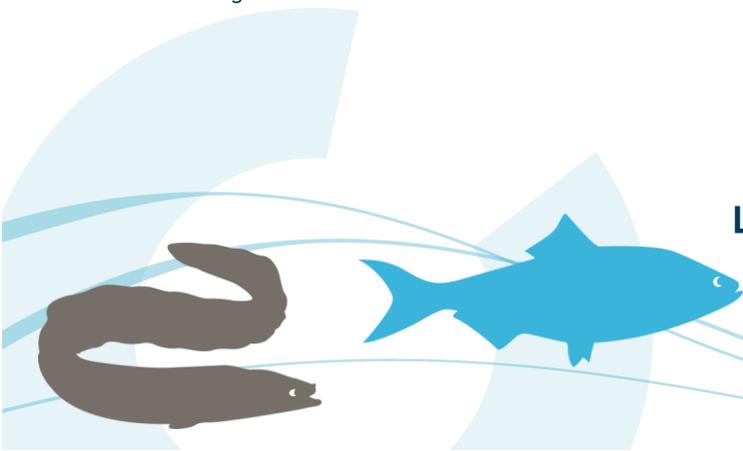


Figure 462 : Représentations des différentes catégories d'organismes durant les Rencontres Migrateurs 2021

9.3.2.4 Portée géographique des Rencontres Migrateurs

Comme les années précédentes, les participants provenaient majoritairement du bassin Loire (54% contre 64+/-4 %). Il semble que la version visio-conférence ait permis la participation de particuliers avec près de 9% qui semblent être majoritairement des étudiants. De façon assez exceptionnelle également, il faut noter la présence d'universitaires Marocains (Université de Rabat) et de gestionnaires Belges (Conservatoire Saumon et Province de Namur).



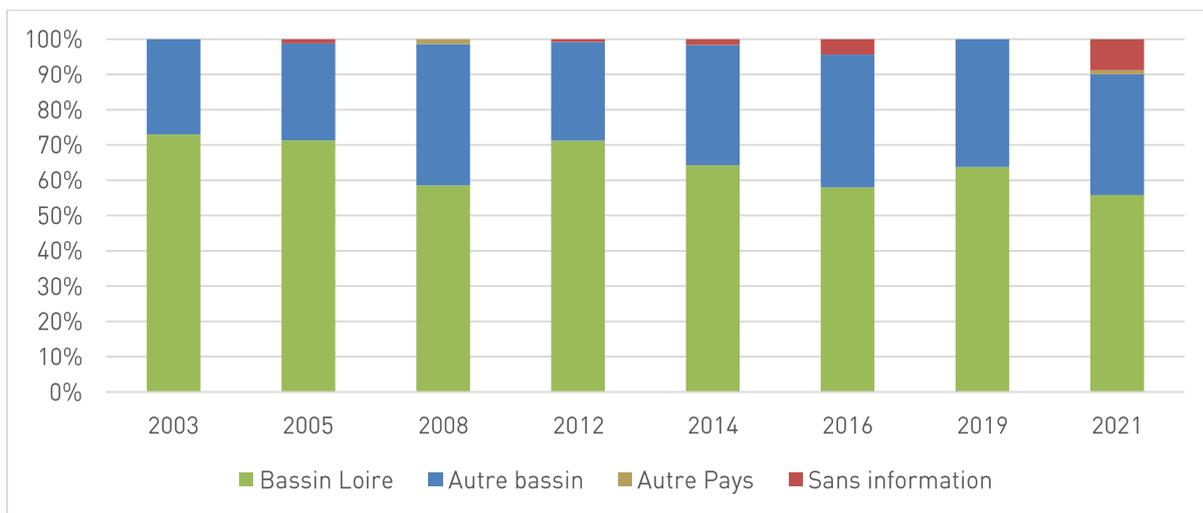


Figure 463 : Portée géographique des Rencontres Migrateurs selon les années

A l'échelle nationale, 34 départements étaient représentés lors de ces rencontres démontrant à contrario une diversité moindre que les rencontres précédentes (41+/- 9).

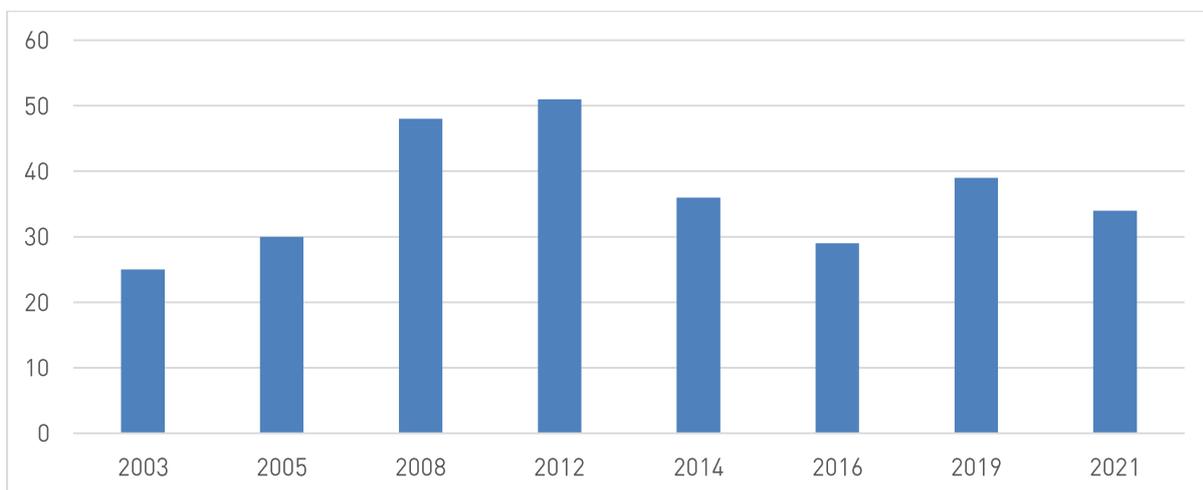


Figure 464 : Nombre de départements différents représentés lors des Rencontres Migrateurs selon les années

9.3.3. Les films

9.3.3.1 Présentations des grands thèmes en courts métrages

Depuis plusieurs années, l'association a conséquemment développé les outils de communication pour rendre accessibles les actions menées et les informations obtenues. Ainsi, 5 clips vidéo (propriété LOGRAMI, Auteur prestataire) présentant les opérations d'acquisitions biologiques et de restitution de l'information par LOGRAMI réalisées dans le cadre du Plan Loire ont été réalisés en 2017. Les clips sont complémentaires et se déclinent en 5 épisodes marquants dans le processus de connaissance et de prise de décision de gestion.

L'épisode 1 présente la vie des poissons migrateurs. Il dresse le décor en présentant la Loire, considérée comme le dernier fleuve sauvage d'Europe qui a marqué la géographie de sa vallée et de son bassin versant.



L'épisode 2 concerne leur voyage semé d'embûches. En effet, la Loire est un fleuve peu aménagé sur son cours moyen et aval hormis l'endiguement de ses berges mais très aménagé sur ses principaux affluents.

L'épisode 3 aborde les notions d'habitat avec « Un toit pour chacun ». Comme pour de nombreuses espèces, il s'agit de montrer la dégradation des habitats.

L'épisode 4 montre que l'espoir est dans la jeunesse. Afin de mesurer l'état des populations de poissons grands migrateurs, LOGRAMI focalise une partie de ses études sur la mesure de l'abondance des jeunes stades dans chacun de leurs habitats. Ces informations permettent d'alerter les gestionnaires sur la situation, orienter vers des actions de conservation ou rassurer sur la restauration des espèces.

L'épisode 5 se focalise sur la nécessité d'agir en connaissance de cause. En effet, chaque jour, les acteurs de l'eau et des milieux aquatiques dont LOGRAMI, mesurent, comptent et analysent les informations pour connaître et comprendre le fonctionnement du bassin versant de la Loire. Ces données permettent d'orienter les actions et de s'adapter à la situation des espèces pour assurer le meilleur fonctionnement du bassin versant.

Les épisodes peuvent être visionnés par le site web de LOGRAMI ou directement sur YouTube. A ce jour, ils totalisent 5 848 vues dont l'épisode de présentation générale à 3 804 vues et la continuité écologique 877 vues.

9.3.3.2 Participation à une émission web

Eautv est une chaîne des élus et des rivières disponible sur YouTube. Cette chaîne propose des rendez-vous réguliers et gratuits pour les élus qui ont un intérêt pour les milieux aquatiques et la compétence GEMAPI. Cela donne l'occasion d'échanger sur des thématiques autour du grand cycle de l'eau.

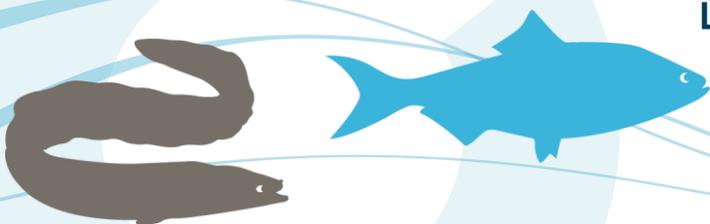
L'émission est fondée sur l'invitation de participants auxquels des questions sont posées durant l'entretien filmé qui pourra être de nouveau visionné ou écouté sur la chaîne. Ce programme a pour vocation de donner des clefs de compréhension pour la réalisation d'actions des élus durant leur mandat en compléments des techniciens à leurs services.

LOGRAMI a alors fait l'objet d'une interview « La continuité écologique à quoi cela sert ? » sur la thématique de la continuité pour mieux en cerner les enjeux et les attentes de la mise en place des actions de gestion notamment au regard des poissons migrateurs. Cette émission a fait l'objet de 565 vues à ce jour.

9.3.3.3 Mise à disposition de séquences vidéos

Notre structure est de plus en plus sollicitée pour répondre à des informations sur les poissons migrateurs portées par les chaînes télévisées (France 5, France 2, France 3, etc.). Les reportages se heurtent souvent à la temporalité des migrations, la difficulté de prises subaquatiques et la disponibilité des équipes de tournage. Aussi, dans le cadre de ce programme, un travail de captation d'images des poissons migrateurs évoluant en milieu naturel a été engagé.

Pour ce faire, des prestataires ont réalisé de courtes séquences des poissons en activité de nage, de conception de nid ou d'enfouissement dans le substrat. Les rushes ainsi générés ont été montés en interne et sont mis à disposition de structures souhaitant réaliser une communication sur ces poissons afin de bénéficier d'images déjà disponibles.



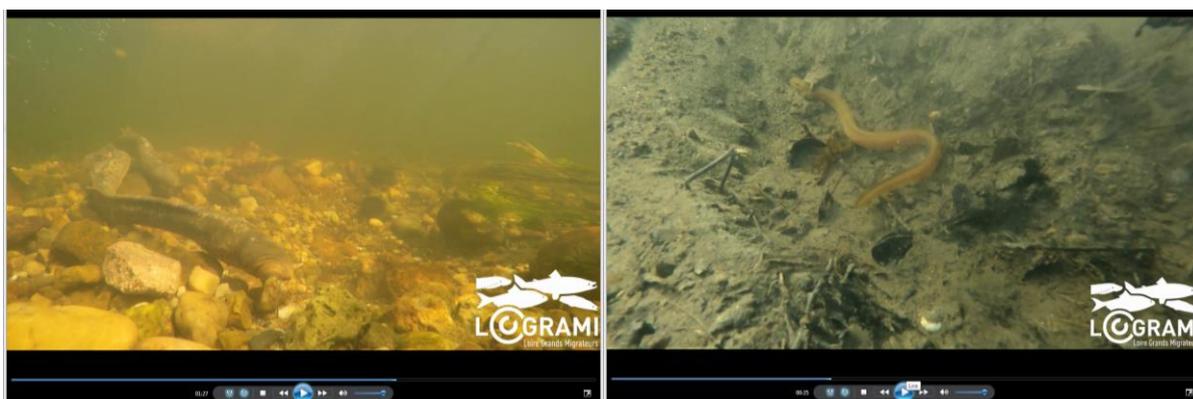


Figure 465 : Séquences vidéos disponibles sur le site web de LOGRAMI (Sources LOGRAMI)

Les séquences sont en libre téléchargement sur le site web de l'association et seront enrichis en 2022 par des captages supplémentaires.

9.3.4. Le site internet

Les informations issues de cette présente étude sont disponibles sur le site internet de l'association LOGRAMI (www.logrami.fr). Une rubrique est consacrée à la mise à disposition des rapports et études portées par l'association. Les informations sont diffusées sous forme de téléchargement gratuit du rapport d'exécution, des cartographies et des indicateurs issus de l'étude. 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.

9.3.4.1 Audience

Comparativement au site historique de LOGRAMI, 2021 est dans une dynamique un peu plus élevée avec 59 982 visiteurs pour une moyenne à 50 816 (+/-9682) visites.

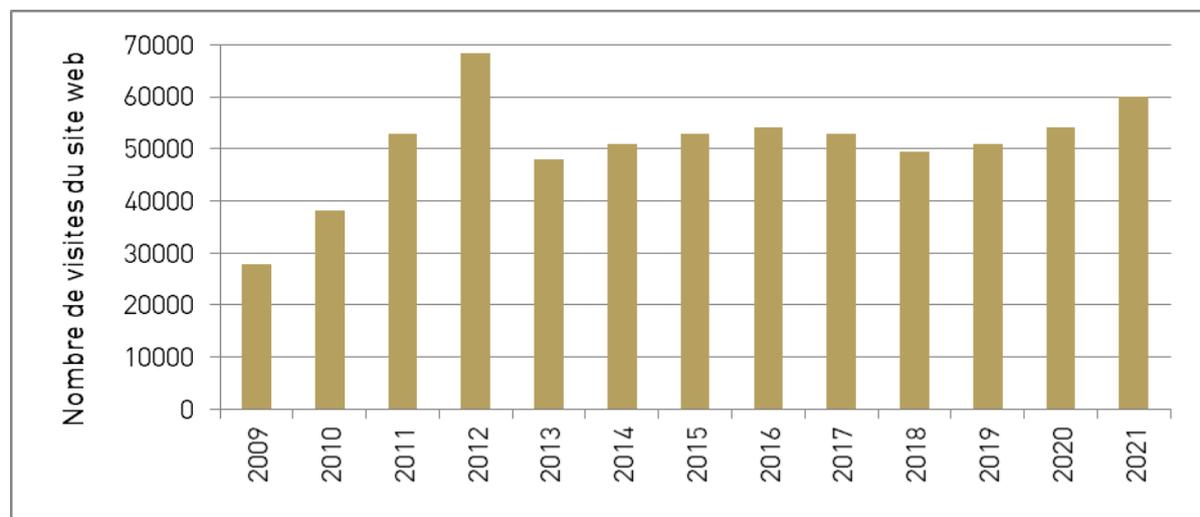
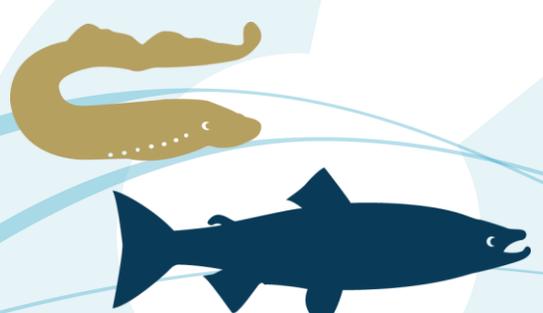


Figure 466 : Statistiques du nombre de visites du site internet de LOGRAMI de 2009 à 2021

Le nombre de nouveaux visiteurs est de 58% des visiteurs totaux montrant une diversité du public se connectant au site.



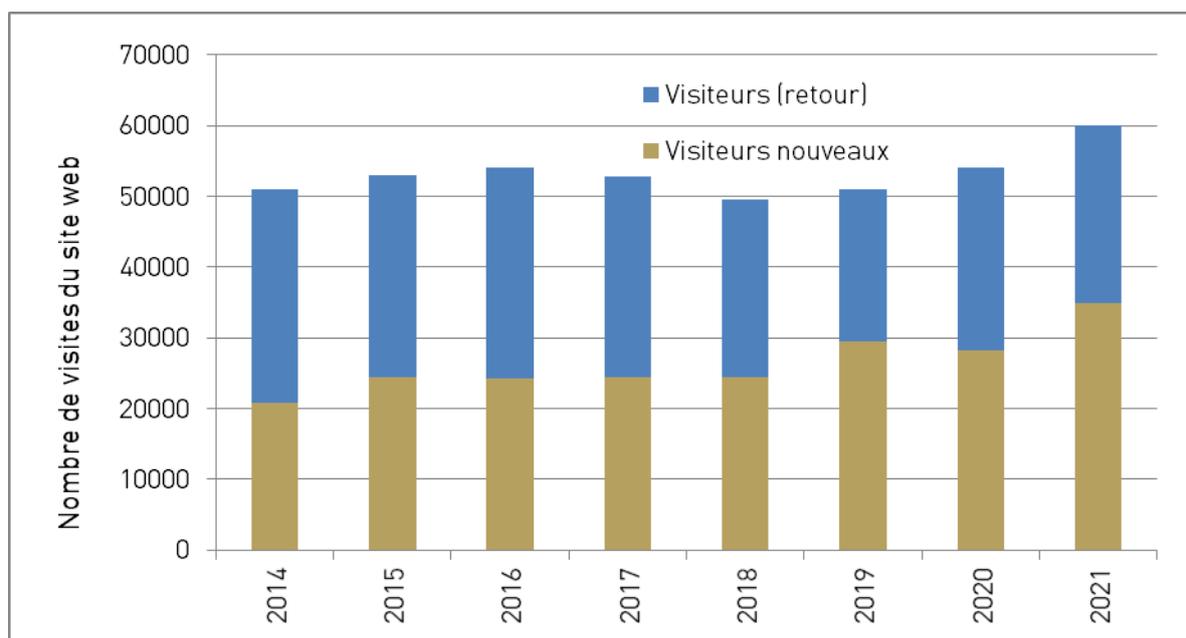


Figure 467 : Nombre de visiteurs du site web de LOGRAMI uniques ou nouveaux par an de 2014 à 2021

Les statistiques moyennes de visites par jour sont de 148 (+/-85). Cette moyenne est assez stable d'une année sur l'autre. Certaines dates se distinguent avec un nombre de connexions plus élevées. Elles sont dues à la mise en ligne d'actualités pour les trois premières et du rapport pour le mois d'octobre.

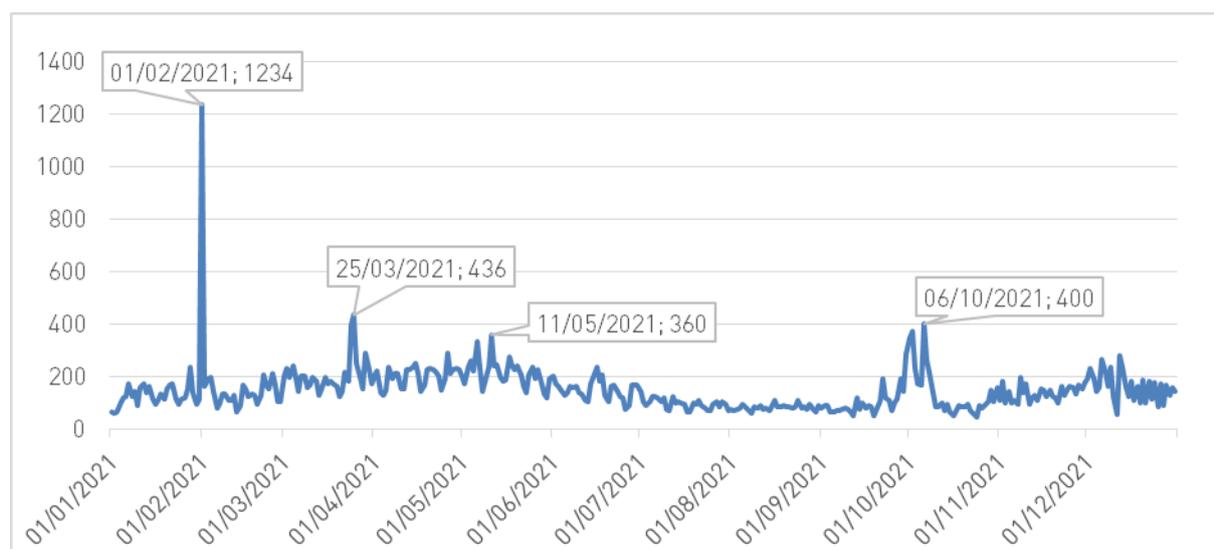
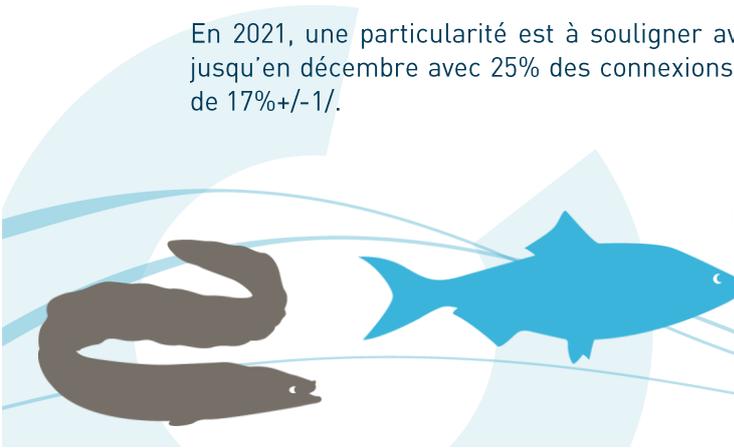


Figure 468 : Nombre d'utilisateurs actifs du site internet de LOGRAMI par jour en 2021

Cependant, quelles que soient les années, il apparaît nettement un phénomène saisonnier avec plus de 49 % +/-3 des visites en 120 jours (de mars à juin). Les mois d'avril et mai représentent à eux seuls 27% +/-2 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.

En 2021, une particularité est à souligner avec des connexions plus importantes à partir d'octobre jusqu'en décembre avec 25% des connexions alors qu'habituellement ces connexions sont de l'ordre de 17% +/-1/.



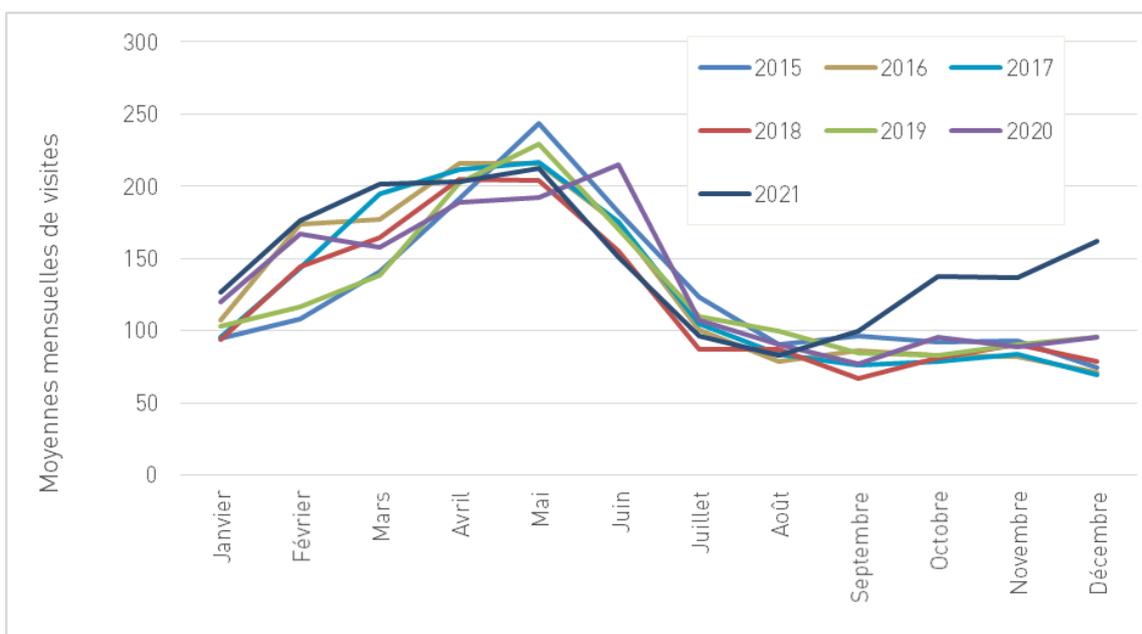


Figure 469 : Statistiques du nombre moyen mensuel de visites du site internet de LOGRAMI de 2015 à 2021

Comme les années précédentes et suivant les mêmes proportions d'âge, comparativement à la page Facebook, le site internet de LOGRAMI touche davantage les internautes de plus de 64 ans. Ces deux réseaux de communication semblent bien se compléter pour couvrir toutes les tranches d'âge. Il y a quasiment la parité homme/femme (42% de femmes en 2021).

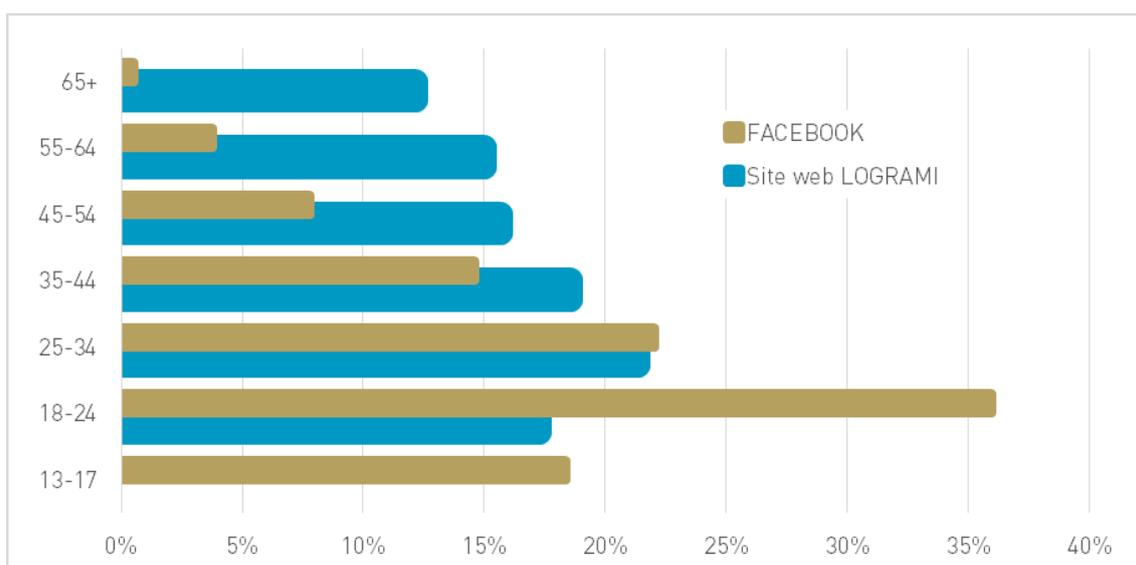


Figure 470 Proportion en âge du nombre de connexions du site internet de LOGRAMI et de la page Facebook en 2021

9.3.4.2 Origines des visiteurs

La plupart des connexions sont issues de recherches internet (plus de 60%) mais la fréquentation du site est également liée au référencement de l'adresse par les internautes (24% des connexions). Les ordinateurs sont délaissés au bénéfice des téléphones portables qui représentent 55% des connexions. Le site doit donc être adapté pour la visualisation sur ce type de support.

Plus précisément en France, 13 régions sont représentées dans les visites du site Web. Le bassin de la Loire correspond à 50% des visiteurs (moyenne 2015 à 2020 de 55%+/-4). Comme les années



précédentes, il y a une forte représentation de la région Auvergne-Rhône-Alpes mais ce pourcentage diminue régulièrement de 30 en 2015 à 20% en 2021 des visiteurs au profit de l'Île-de-France (23%), de la région Nouvelle-Aquitaine (15%) et, en 2021, des régions Provence-Alpes-Côte-D'azur, Occitanie et Normandie. Les régions Centre-Val de Loire (6%), Pays de la Loire (6%) et Bourgogne-Franche-Comté (4%) sont stables.

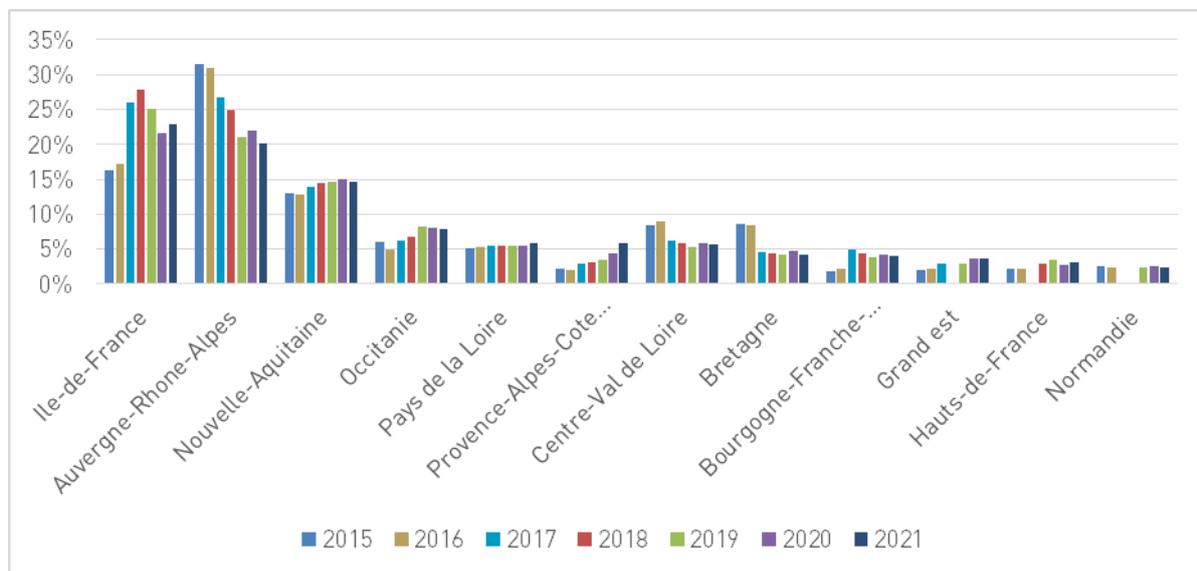


Figure 471 : Origines géographiques par régions des visiteurs du site web de LOGRAMI de 2015 à 2021

9.3.4.3 Actualités

Des actualités régulières sur les opérations de mesures du volet recherches appliquées ont été mises en place. Ainsi, 52 articles d'actualités ont été publiés au cours de l'année 2021.

De plus, la lettre « LOGRAMI Actu' » est envoyée automatiquement aux destinataires inscrits pour recevoir ces actualités 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.

En 2021, 23 « LOGRAMI Actu' » ont été envoyées. Ce chiffre est dans la continuité des années précédentes. Celles-ci ont été complétées par des « posts » sur le site Facebook.

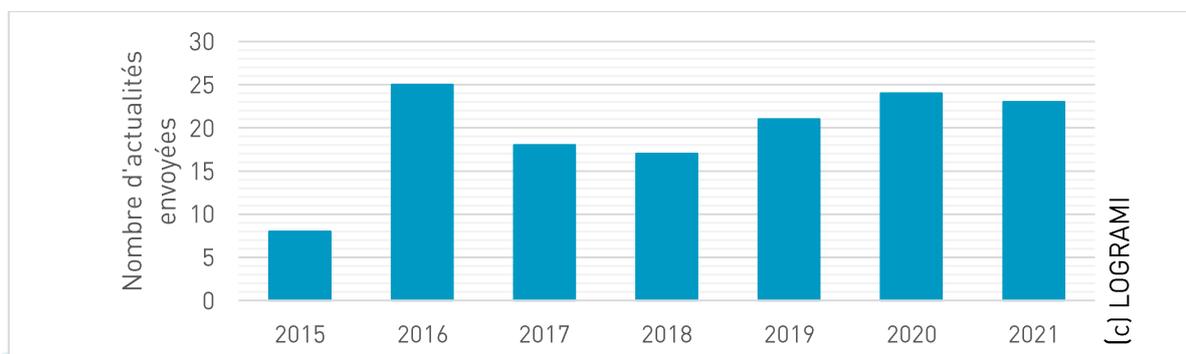
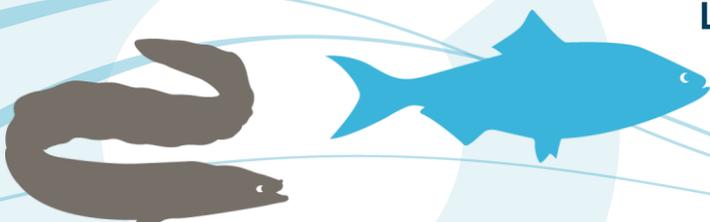


Figure 472 : Nombre de lettres « LOGRAMI Actu' » envoyées par mail de LOGRAMI de 2015 à 2021



La fréquence est variable puisqu'elle dépend de la mise en ligne d'articles sur le site. Les actualités se répartissent tout au long de l'année. Ces « LOGRAMI Actu' » représentent ainsi 7 793 envois. En moyenne, 330 +/-54 destinataires ont reçu les actualités en 2021.

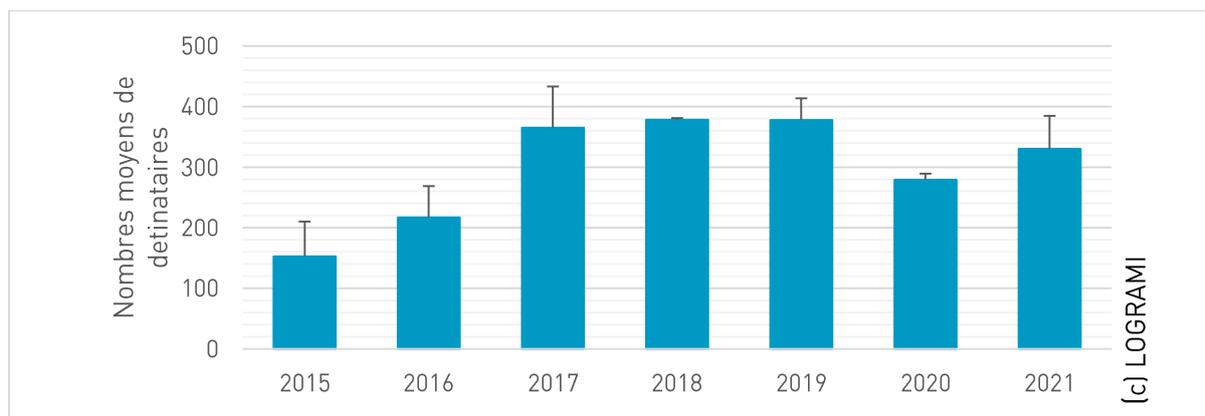


Figure 473 : Nombre moyen de destinataires par lettre « LOGRAMI Actu' » de 2015 à 2021

Il y a environ deux « LOGRAMI Actu' » envoyées par mois. Le nombre est plus important en début de saison migratoire mais en 2021 les annonces des restitutions des programmes en visio-conférence a été l'occasion d'actualités supplémentaires en octobre.

Les courriers sont globalement ouverts par la moitié des destinataires et cette tendance est observée chaque année (en moyenne 53% +/-12). L'année 2021 est dans les proportions avec près de 50% de lettres qui ont été ouvertes.

Ces actualités et les lettres associées permettent d'inviter les destinataires à lire l'information et aller chercher plus de détails sur notre site web. Elles sont à l'origine de connexions plus intenses sur certaines périodes.

9.3.5. La page Facebook

9.3.5.1 Evolution des abonnés

La page Facebook LOGRAMI a été mise en ligne le 18 mars 2019. Fin décembre 2019, elle comptait 169 abonnés. Au 31 décembre 2021, elle affichait 591 abonnés.

Il y a eu en 2021 79 105 impressions correspondant au nombre de fois où nos actualités ont été vues sur notre mur et dans les actualités de nos fans.

Il n'y a pas d'effet saisonnier mais la publication des actualités « migrateurs » en fin de saison de migrations semble apporter une plus grande visibilité avec plus de 10 000 vues en juillet et août en 2021.

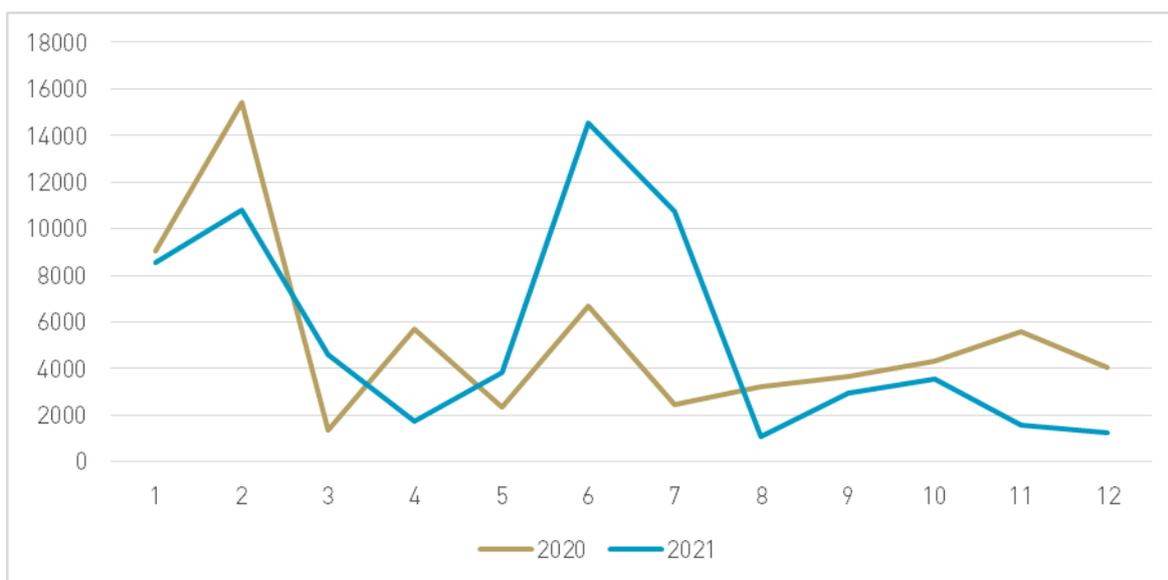


Figure 474 : Nombre de personnes ayant vu la page Facebook de LOGRAMI par mois en 2020 et 2021

9.3.5.2 9.3.3.2 Le profil des visiteurs

La page Facebook semble intéresser davantage les hommes avec 75 % des visiteurs +/-2 (77 % en 2021). La grande majorité, que ce soient les femmes ou les hommes, ont moins de 45 ans. Comparativement aux hommes, les femmes couvrent des tranches d'âges plus variées notamment des jeunes de 13 à 24 ans représentant, en 2021, 54% des visiteurs.

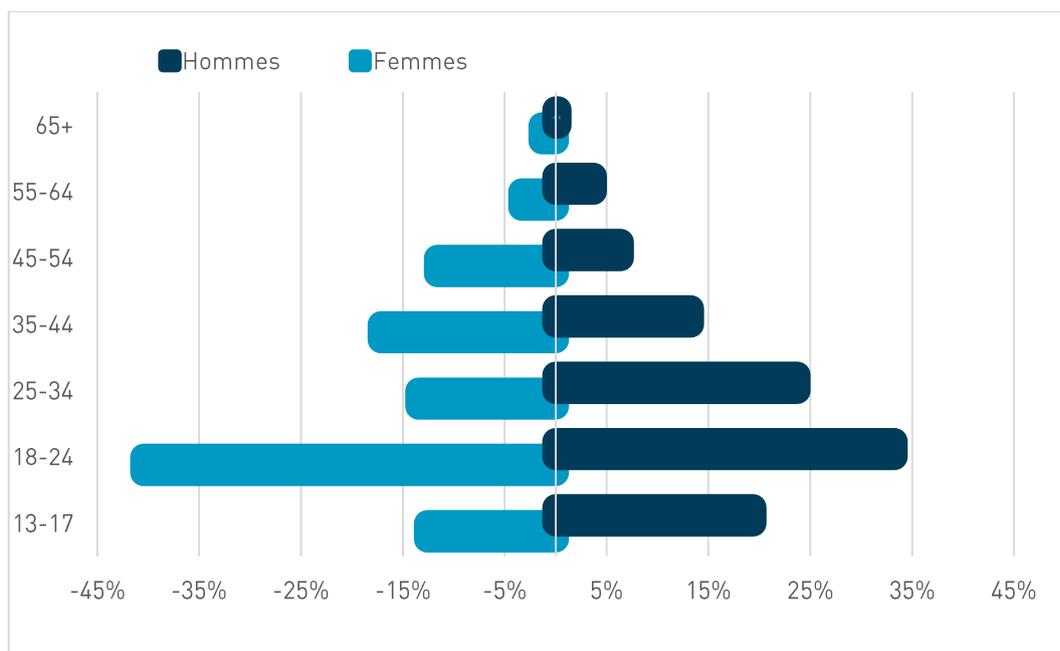
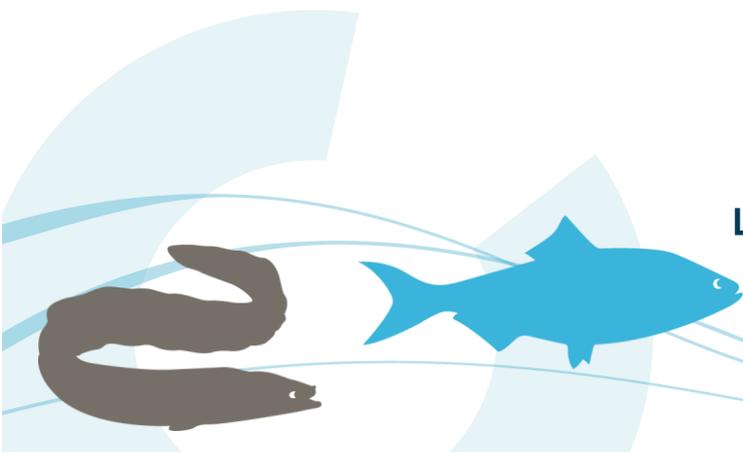


Figure 475 : Répartition par sexe et classes d'âge des visiteurs de la page Facebook de LOGRAMI en 2021



9.3.5.3 La portée des messages par thème

Au cours de l'année 2021, 44 messages de publication ont été édités sur la page. La plupart des publications sont des liens mais il y a également 12 vidéos et 4 photos. Un effort pour favoriser ce type de média est visible avec une progression depuis 2019 du nombre de posts de vidéos.

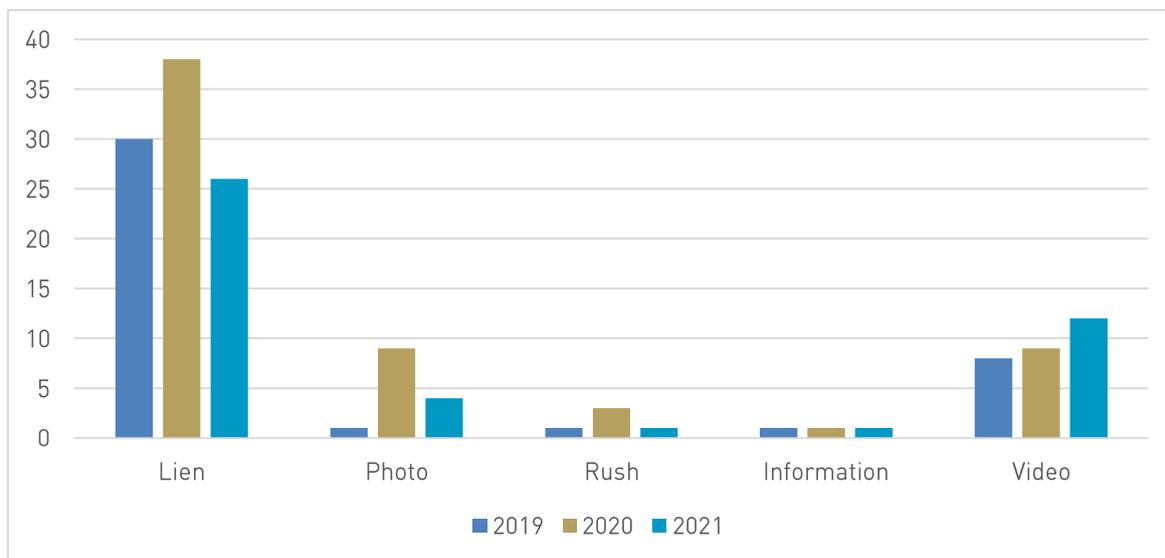


Figure 476 : Nombre de posts par type de média sur la page Facebook de LOGRAMI de 2019 à 2021

Il apparaît nettement que ce sont les vidéos qui ont le plus d'impressions avec 66% soit 44 956 impressions. Les liens sont également sources de visiteurs avec 30% des impressions soit 20 639 impressions.

En proportion du nombre de posts par type de média c'est également la vidéo qui apporte le plus de vues avec 3 756 impressions par post de vidéo. Les photos et les liens représentent 600 à 800 impressions par post.

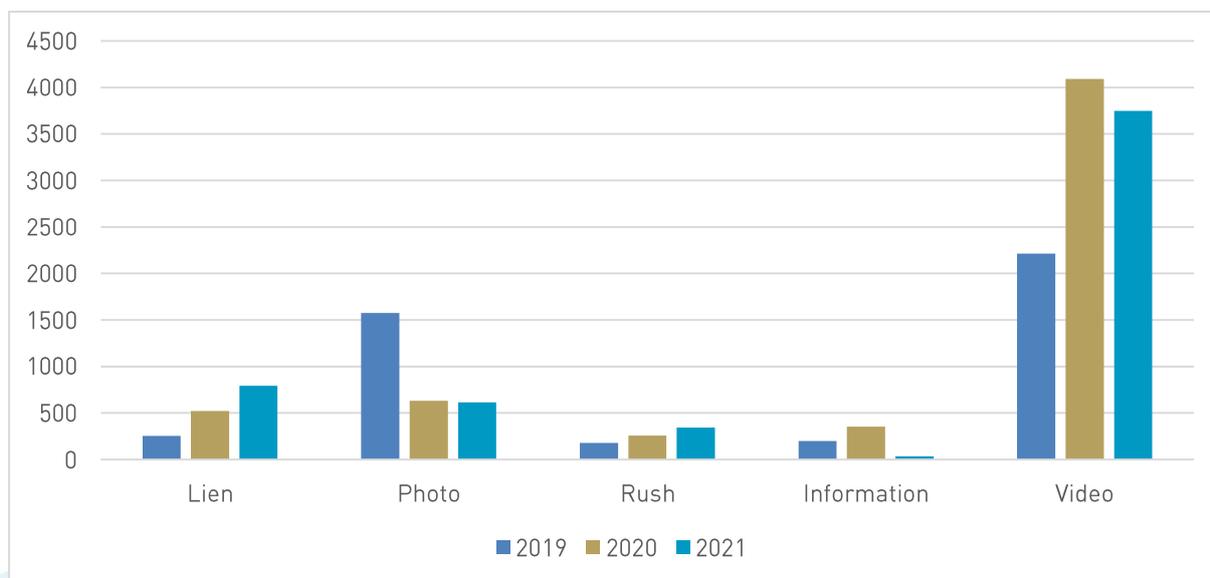
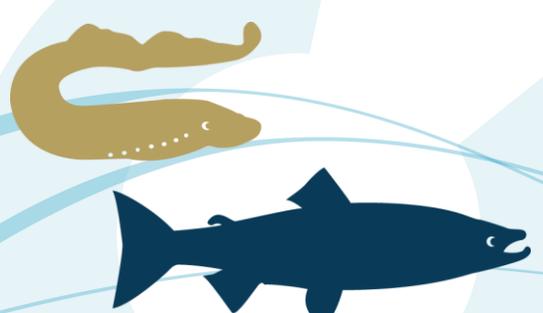


Figure 477 : Proportion d'impressions par nombre de posts par type de média sur la page Facebook de LOGRAMI



Deux posts ont eu le plus d'impact, le principal avec le premier saumon de l'année qui a été observé à la station de comptage de Vichy (8 714 vues) et le second avec une loutre qui a pu être filmée à la station de comptage de Châtellerault (19 777 vues).

L'ensemble des informations de vues de la page Facebook invite à proposer plus de films et de documentaires pour interpeller le public sur la thématique des poissons grands migrateurs de Loire.

9.3.6. L'exposition itinérante

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.

9.3.6.1 Présentation et dispositif de prêt

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, ...

Réalisée en 2009, elle comprend 12 visuels regroupés autour de 3 axes auxquels ont été ajoutés deux visuels thématiques sur l'anguille réalisés dans le cadre du Tableau de Bord « Anguille » en 2011 :

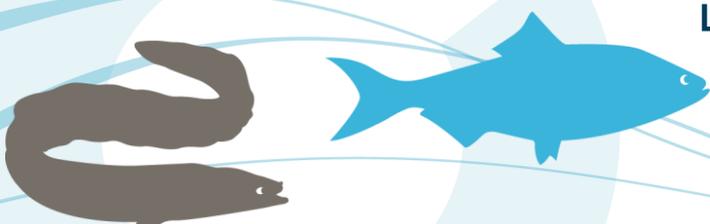
- 🌀 Présentation du bassin de la Loire / Gestion des poissons migrateurs et l'association LOGRAMI (2 visuels),
- 🌀 Poissons migrateurs : Anguille, Saumon et truite de mer, Aloses, Lamproies (4 visuels),
- 🌀 Thématiques (6 visuels) :
 - actions menées et état des lieux par sous-bassin : bassin Vienne-Creuse 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 478 : Aperçu panoramique des 14 visuels de l'exposition « Grands Migrateurs de Loire »

Deux jeux d'exposition sont mis à disposition pour les emprunts, hormis les 4 panneaux présentant les sous-bassins Vienne-Creuse et Loire-Allier disponibles en un seul exemplaire. 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.

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.

Enfin, l'exposition est modulable et peut donc être empruntée de façon complète ou partielle.

9.3.6.2 Bilan de l'année 2021

Nombre d'emprunts

Suite à la crise sanitaire débutée en 2020, l'exposition a été peu demandée en 2021. Néanmoins, l'exposition a été empruntée dans sa version complète ou partielle à 3 reprises.

Les deux jeux d'exposition ont été mobilisés pour une durée totale de 122 jours dont 67 jours d'exposition au public et 55 jours de temps de transport. L'exposition étant peu réservée, les retours des jeux d'exposition ont été moins rapides. Le temps d'exposition au public est plus faible que la moyenne 2010-2019 (191 jours) (Figure 479).

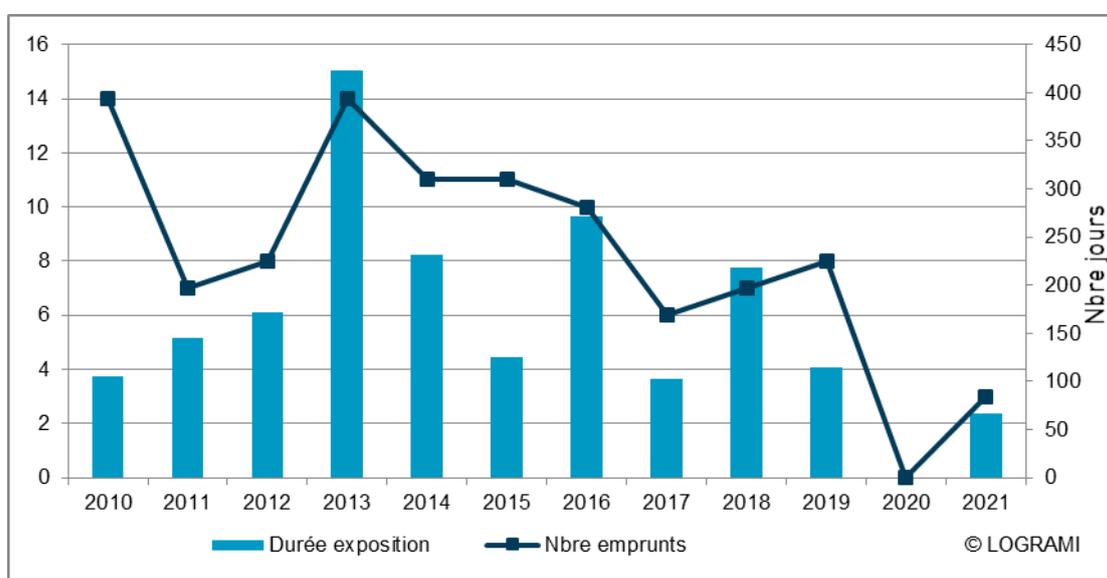


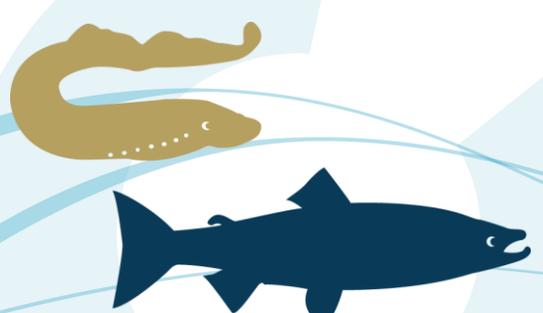
Figure 479 : Durée d'exposition au public et nombre d'emprunts de « Grands Migrateurs de Loire » de 2010 à 2021 (deux jeux d'exposition à partir de 2013)

L'exposition étant modulable, les emprunts ont concerné tout ou partie des visuels. En 2021, les 3 emprunts ont concerné une moyenne de 10 visuels sur une moyenne de 12 visuels disponibles (14 pour un jeu d'exposition et 10 pour le second).

Lieux d'exposition

L'exposition a été accueillie dans trois départements différents en 2022 : le Cantal, le Loir-et-Cher et le département de la Loire (Figure 481).

Le département du cantal accueillait l'exposition pour la première fois depuis sa création en 2010. Sa présentation entrainait dans le cadre du festival Nature et Culture et était accompagné d'une soirée conférence débat sur la situation du saumon au sein de l'Alagnon. Une campagne de communication a été assurée par le SIGAL qui a notamment édité un programme d'activité autour de la thématique du saumon.



LE SAUMON ATLANTIQUE ET L'ALAGNON

AUTREFOIS POISSON-ROI DE NOS RIVIERES

Historiquement présent en très grand nombre sur le bassin-versant de la Loire (on estime que plus de 100 000 saumons se présentaient chaque année en estuaire au début du 18^{ème} siècle), la population de Saumon atlantique (*Salmo Salar*) a aujourd'hui du mal à se maintenir. Le saumon de l'Allier est pourtant un patrimoine important à sauvegarder. En effet, c'est le seul saumon, à l'échelle de l'Europe, encore capable d'effectuer de très grandes migrations (environ 10.000 km dont près de 1.000 en rivière).

L'Alagnon constitue un axe migrateur pour cette espèce qui est devenue emblématique du bassin.

Jusqu'en 1850 environ, le saumon remontait l'Alagnon jusqu'aux premières cascades naturelles de l'Alagnon soit jusqu'en amont de Laveissière (75km). La création de la microcentrale de Grand Pont à Lempdes-sur-Alagnon en Haute-Loire avait définitivement bloqué sa migration.

ET MAINTENANT ?

Les travaux d'arasement du barrage de Grand Pont réalisés en 2003 et 2005 ont permis la réouverture de l'axe Alagnon au Saumon atlantique. Aujourd'hui, grâce à d'autres aménagements (passe à poissons...), des frayères de saumon sont régulièrement recensées sur l'Alagnon jusqu'à Massiac et sur la partie aval de la Sianne. Depuis 2005, le nombre de frayères est en constante augmentation.

LE SAUMON ATLANTIQUE EST DONC L'EMBIEME DE NOTRE RIVIERE, C'EST POURQUOI IL A ETE CHOISI COMME FIL ROUGE DE CE FESTIVAL !

VOUS VOULEZ EN SAVOIR PLUS ?

Du 3 mai au 3 juillet 2021, retrouvez l'exposition « Grands Migrateurs de Loire » à la médiathèque intercommunale de Massiac.



© J.W.Boch

Le Saumon fait partie des poissons migrateurs du bassin de la Loire et de l'Allier, mais **IL N'EST PAS LE SEUL !** Sur l'Alagnon, la Lamproie marine et l'Anguille font également partie de ces espèces qui migrent entre eau douce et eau salée pour accomplir leur cycle de vie.

Quant à la Lamproie fluviatile, elle semble avoir complètement disparu du bassin !



Cette exposition réalisée par LOGRAMI fait un état des lieux de leur situation sur le bassin de la Loire et de l'Allier.

FESTIVAL NATURE ET CULTURE

Découvertes culturelles et naturalistes au fil de l'eau



SUR MASSIAC ET SES ENVIRONS

du 24 avril au 27 juin 2021

concentré du 4 au 6 juin

Animations
"Saumon sauvage ou saumon fumé"

Théâtre de rue
avec *Drôle d'Impression*

Conférences

Découvertes

Exposition

Concerts
avec *Peyo*

Ateliers

PROGRAMME

Figure 480 : Programme du Festival Nature et Culture sur l'Alagnon accueillant l'exposition itinérante et une conférence de LOGRAMI en 2021 (Sources SIGAL, 2021)

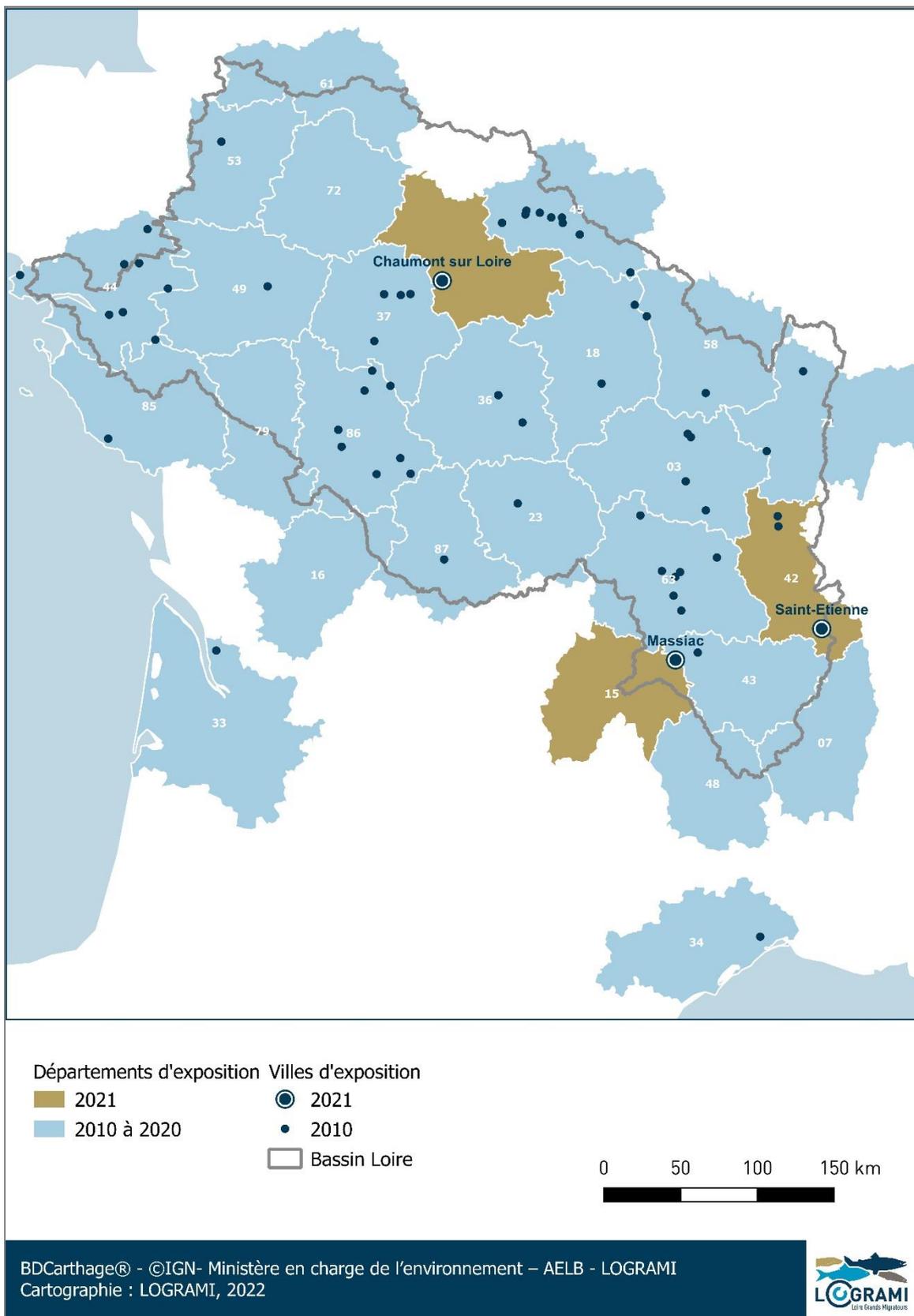
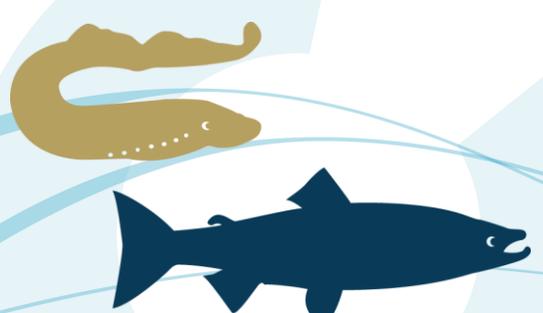


Figure 481 : Lieux et départements d'exposition de « Grands Migrateurs de Loire » de 2010 à 2021

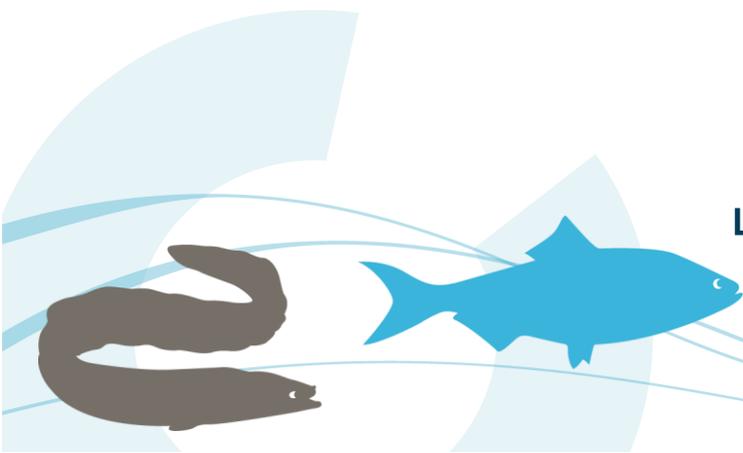


9.4. Conclusion

La valorisation des connaissances acquises sur les poissons migrateurs à travers le volet de recherche annuel sont valorisées à la fois vers les acteurs de l'eau et le grand public.

Aux niveaux national et supranational, les connaissances et expertises enrichissent les rapportages de l'OSCAN et des plans de gestion français du saumon et de l'anguille. Les données de stations de comptage notamment ont également permis l'étude à une échelle de temps plus large des populations de poissons migrateurs et de leur phénologie. Elles permettent également d'amender le suivi des effectifs au niveau national dans le cadre du groupe DATAPOMI formé par les associations migrateurs. A l'échelle nationale, les discussions du Plan National Migrateur, des réunions sur les indicateurs nationaux portés par les Associations Migrateurs et les programmes scientifiques à portée nationale sont nettement en augmentation. Au niveau du bassin Loire, les données et expertises sont valorisées tout au long du programme à travers la participation aux réunions et groupes de travail. En 2021, 148 réunions ont fait l'objet de présence de LOGRAMI (SAGE, contrats territoriaux, études continuité, Natura 2000, etc.), ce qui est supérieur aux années précédentes. 65 % d'entre elles ont eu lieu en visio-conférence. Comme chaque année, afin de restituer aux acteurs du bassin les résultats les plus marquants de l'année n-1 la plaquette « Actions Phares » a été imprimée et diffusée à 2200 exemplaires. Elle est également téléchargeable en format informatique sur le site internet de LOGRAMI où elle a été téléchargée 164 fois en 2021. Enfin, notre association travaille à rendre publiques l'ensemble des informations issues du programme avec la mise à disposition des données et rapports via le site internet notamment.

Concernant la valorisation pour le grand public, 2021 était une année d'organisation des Rencontres Migrateurs qui ont connu un franc succès avec 168 participants répartis sur les 3 demi-journées (30 novembre au 1^{er} décembre). La thématique « La continuité dans le changement » abordant à la fois l'évolution des populations, les modifications et les solutions à mettre en œuvre dans un contexte de changement climatique a donc été plébiscitée. Le contexte sanitaire, forçant l'organisation en visio-conférence, a également permis la modulation par demi-journées et une plus grande fréquentation. Parmi les outils développés par LOGRAMI, la partie « films » a notamment été amendée en 2021 par la réalisation de rushes par des professionnels de séquences de vie des poissons migrateurs. Ceux-ci ont été montés en interne et les séquences vidéo sont mises à disposition sur le site internet. Celui-ci connaît une hausse de fréquentation avec près de 10 000 visiteurs de plus en 2021 par rapport à la moyenne des années précédentes. Les actualités marquantes et mises en ligne des rapports entraînent des pics de visites. Par ailleurs, les visiteurs du site sont assez bien répartis en termes de tranches d'âge, complémentairement aux tranches d'âge des fans de la page Facebook (majorité de 18-24 ans). La page Facebook de LOGRAMI connaît une fréquentation en augmentation également avec 591 abonnés au 31 décembre 2021. Enfin, l'exposition itinérante, malgré le contexte sanitaire, a été empruntée et exposée dans trois lieux différents du bassin versant en 2021. Depuis sa création, cette exposition a été présentée dans 62 villes différentes.



10. Discussion et aide à la gestion

10.1. Les particularités de l'année 2021

Le début d'année 2021 est caractérisé par un hiver très pluvieux sur l'ensemble du bassin de la Loire hormis l'Allier amont. En outre, l'analyse des températures met en évidence un hiver très doux sur la Vienne, la Sioule amont et l'Alagnon avec un mois de février particulièrement chaud sur l'ensemble du bassin de la Loire (en moyenne + 2,4 °C). A contrario, le printemps a été très sec sur l'ensemble des stations du bassin de la Loire et un fort réchauffement de la température de l'eau est constaté sur l'axe Sioule (en moyenne + 1,7 °C). La période estivale est atypique avec un mois de juillet très pluvieux excepté sur l'amont du bassin de l'Allier. Conjointement, les températures ont été particulièrement basses pour le mois de juillet (en moyenne - 2,1 °C).

A l'automne, l'hydrologie a été déficitaire sur le bassin de la Loire par rapport aux données de référence hormis sur les sous-bassins de la Sioule et de la Dore où les indices observés y ont été excédentaires. L'analyse des températures met en évidence un automne frais sur l'Allier amont, la Dore, l'Alagnon et la Gartempe avec un mois d'octobre particulièrement froid sur l'ensemble du bassin de la Loire (en moyenne - 1,1 °C).

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

En termes d'accessibilité des habitats, les aménagements en faveur de la continuité écologique réalisés en 2021 ont été recensés sur les principaux cours d'eau à migrateurs (hors anguille). Quatre ouvrages ont fait l'objet de réalisations pour assurer la montaison et/ou la dévalaison sur le secteur Loire amont-Allier. Sur les bassins Vienne-Creuse et Cher, aucun ouvrage n'a été aménagé. Sur le bassin de la Maine, trois ouvrages ont été aménagés en 2021 sur la Mayenne.

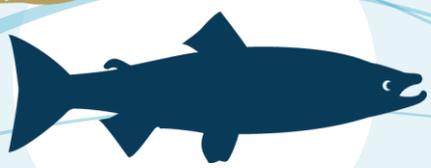
10.2. Bilan des espèces au sein du bassin de la Loire

10.2.1. Les aloses

Concernant l'aloise en 2021, les conditions de débits ont été « limitantes » pour la migration des géniteurs sur l'ensemble du bassin de la Loire. Les amplitudes du préférendum thermique pour la migration sont plus courtes que les années précédentes notamment à Châtelleraut (Vienne) et Vichy (Allier).

En 2021, le front de colonisation des aloses sur l'axe principal Loire est situé entre Decize et Roanne, soit à au moins 600 km de l'estuaire. Sur l'Allier, il est situé à Vichy (à environ 700 km de l'estuaire) où 3 aloses ont été comptabilisées. Sur la Vienne et la Creuse, ils s'établissent respectivement en amont de Châtelleraut et en amont de Descartes (environ 300 km de l'estuaire). Par ailleurs, des prospections réalisées par l'OFB n'ont pas permis de confirmer la présence de l'aloise sur la Maine.

Alors que l'année 2020 a été marquée par une augmentation importante des effectifs d'aloses, en 2021, le nombre d'individus a fortement chuté. Cela confirme que le regain constaté en 2020 était bien lié au contexte particulier (l'arrêt de la pêche professionnelle durant le printemps et des conditions



hydrologiques favorables pour la migration sur l'axe Vienne) et non à une dynamique positive de l'espèce.

Sur l'ensemble des stations de comptage du bassin de la Loire, seulement 1 200 aloses ont ainsi été observées en 2021. Cet effectif représente seulement 4 % du maximum comptabilisé les années précédentes. La grande majorité des individus a été dénombrée sur le bassin de la Vienne (93 %). Ainsi, la raréfaction de l'espèce sur les secteurs amont du bassin s'intensifie au profit d'une répartition quasi-exclusive au bassin de la Vienne où se situent aujourd'hui les enjeux pour l'espèce.

La série chronologique des stations permet de dresser un bilan très négatif de l'état de santé de l'aloise puisque la réduction des effectifs dépasse actuellement deux générations et ne peut pas être due à des effets de variabilité de cycle de la population.

Le croisement des données scalimétriques du programme ALOSA, mené par l'Université de Tours (CITERES IPAPE) et l'association des pêcheurs professionnels (AAPPBLB), avec les tailles des aloses mesurées aux stations de comptage, permet de définir la structure en âge de la population des aloses migrantes. Ainsi en 2021, l'étalement des âges est plus marqué sur la Creuse et la Vienne avec des individus de 3 à 7 ans (centré toutefois sur 4 et 5 ans) que sur la Loire amont composée en très grande majorité d'individus de 4 à 5 ans (issus des reproductions de 2016 et 2017).

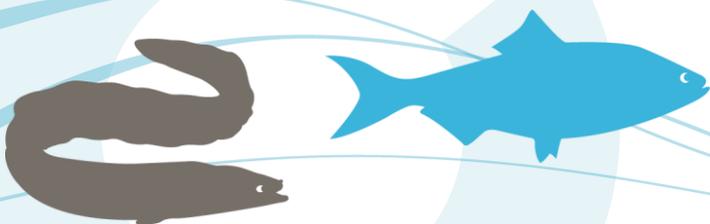
Des pics de crue sur la Loire moyenne et la Loire amont au mois de mai ont retardé ou stoppé la reproduction des géniteurs en engendrant une baisse des températures. Toutefois, les fenêtres optimales de reproduction ont été plus importantes sur l'ensemble des zones de frayères. Les crues estivales fin-juin et mi-juillet ont mis un terme à la reproduction des aloses. Ces dernières ont pu également réduire le succès du recrutement et retardé le développement des œufs et des alosons. Cependant, les températures estivales plus fraîches en 2021 ont également augmenté la fenêtre de température favorable au développement des juvéniles sur l'ensemble du bassin.

En 2021, le suivi de la reproduction des aloses sur le bassin versant de la Loire s'est concentré sur 41 frayères potentielles réparties sur une grande partie du bassin de la Loire. Ce nombre de frayères plus important que les années précédentes représente un effort de suivi inédit sur le secteur de la Loire moyenne (entre le Bec d'Allier et Blois). Des bulls ont pu être constatés sur seulement 4 des 22 frayères suivies sur ce secteur. Malheureusement, le niveau d'activité de ces 4 frayères est très faible et ne rassure pas sur l'éventualité d'une reproduction conséquente en Loire moyenne compensant la diminution de répartition de l'espèce. Force est de constater que le secteur de la Vienne en aval de Châtelleraut (suivi depuis 2004) est encore le site accueillant le plus d'activité de reproduction en 2021. Mais il est également nécessaire d'alarmer les gestionnaires sur le fait que ce secteur de référence montre un très faible niveau d'activité global.

La situation de la population ligérienne d'aloses montre un système en déplétion, la raréfaction de la reproduction sur l'ensemble des secteurs en aval des stations de comptage se confirmant sur la Loire moyenne. La situation de l'espèce sur le bassin de la Loire doit donc être considérée comme catastrophique et en très grand danger d'extinction.

10.2.2. La lamproie marine

Concernant la lamproie marine en 2021, les conditions de débits ont été « défavorables » à leur migration sur l'ensemble du bassin de la Loire. Toutefois, les fenêtres thermiques de migration aux stations apparaissent globalement plus favorables et précoces (fin-janvier/début février) que les années précédentes. De même que les aloses, les effectifs de lamproie marine sont très faibles avec 3 998 lamproies comptées exclusivement sur le bassin de la Vienne et la hausse observée en 2020 due à un contexte particulier (arrêt des activités humaines dû au confinement) ne s'est pas confirmée. 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. En 2021, les conditions thermiques et hydrologiques durant le mois de février ont permis une arrivée précoce des premiers individus sur la Creuse. La série de données nous enseigne qu'un décalage important existait entre les deux stations les plus aval (Descartes et Châtellerault) et celles situées plus en amont (Decize et Vichy). L'absence de migration, depuis 2013 à Vichy et 2017 à Decize, indique la disparition totale de l'espèce sur les parties amont du bassin et donc une forte diminution de l'aire de répartition par rapport au début des années 2000. L'absence de phéromones d'ammocètes et les modifications des régimes hydrologiques et thermiques des dernières années au printemps pourraient expliquer pour partie ce constat. L'inquiétude sur la présence de l'espèce en Loire amont est d'autant plus grande que les effectifs enthousiasmants constatés en 2020 (34 487 lamproies marines comptabilisées aux stations) n'ont pas permis un retour de l'espèce sur la partie amont de l'axe Loire.

En 2021, le front de colonisation de la lamproie marine sur la Loire ne peut être établi avec certitude que jusqu'à la confluence avec la Vienne (à 200 km de l'estuaire), aucun indice de présence n'a pu être observé entre cette confluence et la station de comptage de Decize. Sur le bassin de la Vienne, les fronts observés sur la commune de Bonneuil (à environ 300 km de l'estuaire) sur la Vienne et à Longefont (360 km de l'estuaire) sur la Creuse doivent être considérés comme un minimum. Sur la Gartempe, le front s'établit à minima jusqu'à l'aval de l'ouvrage de la Roche à Gué (soit à environ 320 km de l'estuaire). Des nids ont également été observés sur l'Anglin jusque sur la commune d'Ingrandes (330 km de l'estuaire). Sur le Cher, aucun nid n'a été observé malgré les prospections réalisées sur le Cher aval jusqu'à Bléré.

La fenêtre optimale de température pour la reproduction des lamproies et le développement des ammocètes ont été globalement plus longues pour l'ensemble du bassin de la Loire. Cependant, une crue de forte intensité le 15 juillet à Leugny sur la Creuse (une valeur 9 fois supérieure au module) a pu engendrer un stress hydrologique voire une destruction d'habitats de croissance pendant la phase de développement des ammocètes. Pour autant, l'échantillonnage par pêche électrique des juvéniles de lamproies marines à l'aval des stations de comptage du bassin de la Vienne a permis, en 2021, d'échantillonner 383 lamproies marines. La densité moyenne est ainsi supérieure à la moyenne interannuelle (densité moyenne de 9 +/- 9 ind./m² en 2021 contre 4,6 +/- 3,3 ind./m² de 2014 à 2020).

Néanmoins, une nuance doit être apportée puisque les ammocètes nées en 2021 sont moins nombreuses qu'en 2020 (31% de l'effectif échantillonné contre 79% en 2020). La majorité de l'effectif (57%) est comprise entre 50 et 95 mm. Ces derniers correspondent pour la plupart aux 1+ probablement issus du très bon recrutement observé en 2020. Le recrutement de 2021 doit donc être considéré comme modéré. Même si ces deux années de recrutement semblent inverser la tendance du vieillissement de la population constaté entre 2016 et 2019, un bon recrutement devra être maintenu dans les années à venir pour compenser le déficit de recrutement théoriquement impactant les retours de géniteurs à partir de 2022.

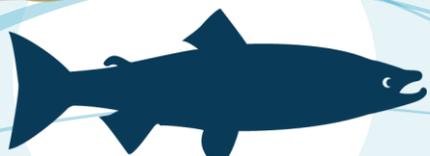
10.2.3. Les Lampetra sp.

A contrario de la lamproie marine, les juvéniles de Lampetra sp. sont en pleine expansion sur le bassin (record en 2021 avec 64 individus, soit 15% de l'effectif global échantillonné d'ammocètes). Une étude génétique entreprise à partir de 2022 permettra une quantification de la proportion entre Lampetra planeri, "poisson d'eau douce", et Lampetra fluviatilis, espèce grande migratrice.

10.2.4. Le saumon atlantique

10.2.4.1 La montaison des géniteurs

Concernant le saumon en 2021, les conditions de débits ont été « favorables » à la circulation des géniteurs sur le bassin de la Vienne, de la Creuse et de la Gartempe. A contrario, le manque d'eau de la première moitié de l'année sur la Loire et l'Allier a pu limiter la progression des géniteurs.



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 premiers dispositifs de comptages. Ainsi, l'essentiel des saumons est comptabilisé sur l'axe Allier à Vichy (86 % en 2021). Depuis 1997, la moyenne annuelle s'élève à 589 individus. En 2021, seulement 264 saumons ont été dénombrés. Depuis 2018, l'effectif comptabilisé annuellement est deux fois moins important que sur la période 2011-2017 (776 saumons +/- 151). Les variations de stratégie de déversements expliquent pour partie la baisse des effectifs depuis 2018. En tenant compte des retours de saumons issus des déversements d'alevins et de smolts, la part d'individus issus de la reproduction naturelle s'élève annuellement en moyenne à 59 % (+/- 10). Depuis la mise en place de la zone refuge en 2009, la proportion de saumons avait tendance à présenter une part importante de production naturelle. Cependant, cette tendance tend à diminuer depuis 2018.

Avec 57 saumons, les effectifs enregistrés à Langeac en 2021 représentent 24 % de ceux comptés à Vichy. Ce taux de transfert est proche de ceux des années précédentes (28 % +/- 7). Ils sont influencés par l'hydrologie au moment de la migration de montaison, la mortalité estivale, la présence de zones de frayères en aval de Langeac et la potentialité d'accueil des affluents notamment l'Alagnon et la Dore. Nous constatons cependant une relation linéaire positive marquée entre le débit de l'Allier et ce taux de transfert, témoignant de l'importance de la variable débit comme facteur explicatif de ce taux de transfert. Sur le haut Allier, les travaux de reconfiguration du barrage de Poutès n'ont pas permis de dénombrer les saumons franchissant ce complexe. Cependant, à partir du nombre de nids recensés en amont une estimation a pu être réalisée. Ainsi, 21 saumons auraient franchi l'ouvrage en 2021, soit un taux de transfert de Langeac à Poutès de 37 %.

Sur la Sioule, alors qu'un seul saumon a été comptabilisé à la station de Saint-Pourçain-sur-Sioule, au moins 19 individus ont franchi le seuil de Jenzat situé 30 km en amont. L'installation de la nouvelle station de Jenzat confirme la non exhaustivité des comptages à Saint-Pourçain-sur-Sioule. Ces effectifs pourraient être très nettement supérieurs car, actuellement, des problèmes de continuité écologique sont constatés dès l'aval de l'axe et sont sources de pertes considérables.

Sur l'axe Loire-Arroux, les effectifs de saumons en montaison sont faibles avec 14 individus en moyenne à Decize. En 2021, 7 saumons ont été comptés à Decize, 1 à Gueugnon 73 km en amont et 0 à Roanne 145 km en amont. Ces résultats traduisent une importante perte en ligne de ces individus entre les différentes stations (en moyenne 78 %).

L'axe Creuse-Gartempe représente 4 % des effectifs de saumons de l'année 2021. 13 individus ont ainsi été comptés à Descartes. Le nombre de saumons chute depuis 2015 reflétant l'absence d'amélioration de la continuité sur l'axe Gartempe. Il devrait continuer de baisser dans les années à venir, les opérations de déversement sur la Gartempe ayant été stoppées en 2020. En l'absence de reprise des déversements, à partir de 2025, seuls quelques individus erratiques et/ou issus d'une potentielle reproduction naturelle reviendront sur ce bassin.

Les fronts de colonisation certains s'établissent à minima à Langogne sur l'Allier, Decize sur la Loire, Jenzat sur la Sioule et Massiac sur l'Alagnon pour ce qui est des principaux cours d'eau. Aucun nid n'a été observé sur l'aval de la Sénouire et de la Desges.

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 cinq ans, le nombre de saumons d'un an de mer est très réduit (un individu en 2021 à Descartes, soit 7,7%). Auparavant, de 2007 à 2016, en moyenne 13 individus (+/- 9), soit 12% des effectifs de saumons d'un an de mer, remontaient la Creuse chaque année. Les fortes températures rencontrées ces dernières années dès le mois de juin ont pu inhiber leur migration. 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 majoritaires aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire (en moyenne, ils représentent 65 % de l'effectif à Descartes, 75 % à Decize et 59 % à Vichy).

En 2021, les 2 ans de mer sont aussi majoritaires à Decize (86 %) et à Vichy (53 %), alors qu'à Descartes, leur nombre est équivalent à celui des trois ans de mer. Le rythme migratoire des saumons de 3 ans observés à Descartes est plus précoce que les années précédentes. A l'inverse, un retard migratoire des saumons de 3 ans et de 2 ans de mer est constaté à Vichy (retard de respectivement 12 et 8 jours à 50 % de la migration). Ce retard peut-être mis en relation avec les très faibles débits rencontrés au mois d'avril. Aux stations de Descartes, Decize et Vichy, l'amplitude migratoire est plus faible que les années précédentes. A Langeac, sur le Haut-Allier, les périodes printanières et automnales sont similaires aux années précédentes. Il semble donc que les saumons aient compensé le retard migratoire de Vichy soit par l'aménagement récent de certains ouvrages facilitant la migration ou par la modification de leur rythme de nage (tel que montré par les opérations de radio pistage en 2019). Le déficit de 3 ans de mer entre Vichy et Langeac est un constat régulier. Cette différence pourrait s'expliquer par un arrêt estival plus précoce des trois ans de mer plus en aval de l'axe Allier dans des zones de fortes mortalités d'autant que la température est élevée à l'été. En 2021, ce déficit de 3 ans de mer est plus faible que les années précédentes. Les températures de l'eau relativement fraîches durant la période estivale avec notamment un mois de juillet pluvieux semblent avoir réduit la mortalité de ces poissons.

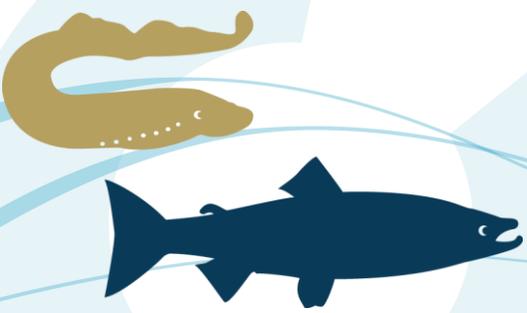
Au regard de l'ensemble de ces résultats, il apparaît que les débits hivernaux et printaniers déterminent fortement non seulement les effectifs en migration génésique mais également la composition en âge de mer. Les paramètres environnementaux variables au cours de la saison subis par les différentes catégories d'âge de mer sont alors déterminants pour la production. Ainsi, la faiblesse des débits en hiver réduit considérablement la présence d'individus de 3 ans de mer et leur capacité à migrer dans des zones de plus faibles mortalités estivales. La diminution des effectifs ces dernières années est à imputer majoritairement à la diminution de la survie des 2 étés de mer qui arrivent plus tardivement que les 3 ans de mer et de plus en plus souvent dans des conditions déjà très limites de migration avec des seuils de température déclenchant un arrêt estival dans des zones peu appropriées. Ces poissons compensent partiellement par une nage plus active et un seuil de tolérance thermique plus élevé mais subissent depuis 10 ans des contraintes très fortes.

Les conditions thermiques estivales limites rencontrées par les individus de 1 an de mer réduisent considérablement ces dernières années la capacité reproductive de cette catégorie de poisson. Nous constatons même sa quasi absence sur l'axe Allier où ils représentaient 3 % des effectifs à Poutès. Ainsi, les retours d'individus âgés de 1 de mer datent essentiellement des années antérieures à 1990.

10.2.4.2 La reproduction

La faible hydrologie rencontrée durant la période automnale a été pénalisante pour la reprise de migration des individus sur l'ensemble du bassin de la Loire. Cette dernière associée à des températures plus fraîches qu'en moyenne sur la saison ont réduit les fenêtres de reproduction optimales sur l'Alagnon, la Dore et l'Allier. En fin d'année, une prospection n'a pas permis d'observer de nids de saumons sur la Gartempe. Sur l'Allier, 158 nids ont été comptabilisés contre 272 +/- 80 en moyenne depuis la mise en place de ce suivi. Cependant, comme en 2020, bien que peu de géniteurs aient été comptés à la station de comptage de Vichy, le ratio entre le nombre de géniteurs et les nids comptés (0,74) est supérieur à la moyenne depuis 2000 (0,51 +/- 0,12) et le meilleur taux observé avant 2005.

Par ailleurs, nous observons une relation plutôt linéaire entre le nombre de nids et de géniteurs en amont de Poutès. À ce niveau de l'Allier, chaque saumon compté à Poutès est quasiment un reproducteur certain, contrairement à Vichy où les saumons peuvent mourir durant l'été (arrêt estival).



Il est indéniable que l'accès rapide au printemps aux zones amont augmente considérablement les chances de survie et donc de participation à la reproduction et au renouvellement des saumons de l'Allier.

10.2.4.3 Les ravalés

Les ravalés sont des saumons post reproduction qui tentent de retourner en mer. Ils sont régulièrement observés en dévalaison dans les passes à poissons des stations de comptage du bassin de l'Allier faute de trouver d'autres alternatives pour leur dévalaison. 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 au niveau de l'ancien barrage de Poutès de mi-mars à juin étaient un artéfact de la mise en place tardive de la goulotte de dévalaison qui était la seule voie de passage si les vannes n'étaient pas baissées.

Les données montrent que ce sont généralement des femelles et que ces individus représentent entre 0,4 % et 49 % des saumons en montaison et entre 19 et 57 % des individus reproducteurs. La fécondité des femelles étant liée à leur taille, il est urgent de mettre en œuvre des actions visant à favoriser ces saumons de deuxième retour qui pourraient participer de façon conséquente au renouvellement de la population.

En 2021, les conditions de débits ont été « favorables » à la dévalaison des ravalés (reproducteurs de 2020) sur le bassin de la Vienne, de la Creuse et de la Gartempe. Il est cependant peu probable que des poissons aient survécu sur ces axes. A contrario, le manque d'eau de la première moitié de l'année sur la Loire et l'Allier a pu limiter la dévalaison des ravalés.

La restauration du système de production du saumon Loire Allier passe également par la mise en œuvre d'actions pour favoriser la dévalaison de ce stade biologique jusqu'à aujourd'hui négligé.

10.2.4.4 Les abondances des juvéniles de saumons

En 2021, la base « habitats » 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 élaborée en 2018 par LOGRAMI, a été enrichie par une campagne de description des habitats du secteur le plus apical de l'Allier, nommé S1 (de la Bastide Puylaurent à la restitution de Naussac). Cette dernière a permis d'actualiser les surfaces favorables au développement des juvéniles de saumons à l'aide d'une méthode, a priori, plus précise car plus réaliste que celle employée en 1999 et dans des conditions hydrologiques considérées comme normales. Les surfaces de production (Equivalents Radiers-Rapides) sont estimées à 60 478 m².

Afin de terminer l'actualisation des potentialités d'accueil de l'Allier pour le développement des juvéniles de saumons, il ne reste plus qu'à expertiser les habitats du secteur S3 (aval Poutès – Langeac) ainsi que ceux de l'ancienne retenue du barrage de Poutès. En attendant que les habitats se stabilisent à la suite des travaux de réaménagement de l'ouvrage de Poutès, l'actualisation de la quantification des habitats va se concentrer dès 2022 sur des affluents de l'Allier potentiellement colonisés par les saumons (Chapeauroux...).

En 2021, les températures ont été favorables à la croissance des tacons sur l'ensemble des stations et aucun événement hydrologique soutenu n'est venu perturber leur développement sur le bassin de l'Allier et ses affluents.

Pour autant, tout comme en 2020, en lien avec l'arrêt des déversements d'alevins, la production de tacons 0+ a été nulle sur la Gartempe en 2021.



Les 108 stations échantillonnées durant la campagne « Indice d'Abondance tacons » 2021 réparties sur 12 cours d'eau du bassin de l'Allier ont permis d'estimer une production totale de 195 202 tacons 0+ toutes origines confondues. Elle correspond à 27,1 % de la production maximale observée en 2014 (719 941 tacons 0+ ; survie exceptionnelle) qui, elle-même, ne correspondait qu'à 27,3 % de la production maximale théorique (2 634 380 tacons 0+ pour 1 ind. 0+/m² d'ERR).

Représentant 75,9 %, l'Allier a accueilli en 2021 la part la plus importante de cette production dont au minimum 46,4 % des tacons 0+ d'automne produits (92 960) seraient des natifs. Cette proportion est l'une des plus importantes observées depuis 2009, derrière celle de 2017 (51,4 %) et 2012 (48,8 %).

Les accumulations de juvéniles en aval de l'ouvrage de Poutès semblent, à la faveur de l'ouverture de l'ouvrage, se répartir de façon plus apicale. Cependant, en contradiction avec la définition d'une zone refuge (c'est-à-dire sans déversement), les alevinages pratiqués dans les zones amont ne permettent pas de mesurer correctement les bénéfices de l'ouverture. La compétition entre les alevins natifs et les alevins déversés s'effectue aujourd'hui sur le meilleur secteur de production de l'Allier accueillant un quart des frais (23 %). Cette stratégie ne va donc pas dans le sens d'une priorisation de la production naturelle recommandée par le conseil scientifique en 2007 qui a instauré la zone refuge en 2008.

Parmi les secteurs de production, le secteur entre Langeac et Poutès (S3 environ 34 km) se démarque nettement avec une production d'alevins exclusivement natifs qui a atteint un maximum en 2012 et qui était proche de la production maximale théorique. Cette forte production a d'ailleurs été en grande partie à l'origine des bons retours de l'année 2015. Ces résultats attestent de la capacité indéniable de production naturelle d'alevins dès lors que le nombre de géniteurs accédant à la zone est suffisant.

A contrario, malgré des déversements, le secteur entre Pont du Château et Brioude, dit S5 (83 km) est le plus éloigné de la productivité théorique. Les années présentant des températures estivales moindres permettent toutefois la survie et la production d'alevins natifs et une meilleure survie des alevins déversés.

Le secteur entre Brioude et Langeac, dit S4 (39 km) bénéficiant à la fois d'une production naturelle et de soutien d'effectif permet une production d'alevins intéressante comparable au secteur S3 sans déversement.

Sur le secteur du barrage de Poutès à Langogne, dit S2 (45 km), la production d'alevins en 2021 (mélange d'individus natifs et déversés) est comparable à la production observée en 2014, alors qu'il n'y avait aucun déversement dans ce secteur et malgré un nombre restreint de géniteurs ayant eu accès à la zone (43 en 2013). Il apparaît ainsi que le facteur prépondérant expliquant la productivité de ce secteur est le nombre de géniteurs accédant à la zone. Les déversements dans ce secteur contribuent, en effet, à augmenter la compétition avec les alevins natifs pouvant ainsi augmenter la mortalité et diminuer leur résilience.

Enfin, le secteur en amont de Langogne dit S1 (18 km), bien qu'il présente une bonne capacité productive, est actuellement très déficitaire en apport de géniteurs et par conséquent en production d'alevins (difficultés d'accès en amont de Poutès -S2 et S1- et pas de déversement contrairement à S2).

Sur l'Alagnon, aucun alevin n'est déversé depuis 2016. La production de ce bassin est donc entièrement naturelle. Les années 2017 et 2019 montrent des productions natives similaires aux moyennes de production en présence d'alevins déversés. La comparaison des productivités des nids de l'Allier, de l'Alagnon et de la Sioule met en évidence que l'Alagnon présente une productivité moyenne d'alevins natifs par nid légèrement supérieure à celle de l'Allier, bien que plus hétérogène (1 077 +/- 1 019 tacons 0+ d'automne produits par frayère contre 963 +/- 433).

La Sioule avec une productivité moyenne de seulement 313 +/- 332 tacons 0+ d'automne par frayère calculée sur 7 années constitue le cours d'eau le moins productif et le plus hétérogène du bassin. Sur ce cours d'eau, nous avons mis en évidence que, sur la période 2012-2019, l'indice de perturbations hydrologiques (barrage EDF de Queuille, calculé selon COURRET, comm. pers.) sur la période de



vulnérabilité des juvéniles de saumon (900 degrés-jours après l'émergence médiane) expliquait de manière globale la variation de la productivité des nids de saumons sur la Sioule en aval.

La Dore n'ayant pas été alevinée en 2021, la production de tacons 0+ natifs, bien que très faible est répartie sur une part relativement importante du linéaire de cet axe, ces résultats révèlent son exploitation par quelques géniteurs, constat rarement réalisé ces 20 dernières années.

Sur la Senouire, malgré la présence d'une faible quantité de tacons 0+ d'automne témoignant d'une reproduction naturelle effective, probablement impactée par la pollution de janvier 2021, l'absence d'alevinage induit un déficit de production comparativement aux 3 années alevinées (2018, 2019 et 2020) où en moyenne 23 429 +/- 6 231 tacons 0+ d'automne étaient produits.

Au regard des capacités productives que représente la Desges, seuls les 4,75 premiers kilomètres aval (jalonnés par 2 ouvrages difficilement franchissables) peuvent potentiellement être exploités par les géniteurs. La production est nécessairement extrêmement réduite et bien loin d'être exploitée à sa juste valeur par les saumons.

D'origine pouvant être considérée comme mixte, la production de tacons 0+ d'automne du Châteauroux en 2021 est très réduite et limitée au secteur situé en aval du seuil Paulin. Ce cours d'eau qui présenterait une production potentielle maximale estimée à 126 296 tacons 0+ d'automne apparaît très nettement sous-exploité.

Comme pour la plupart des « petits » affluents de l'Allier, il semblerait que l'exploitation de l'Espezonnette par les géniteurs de saumons ne soit qu'occasionnelle.

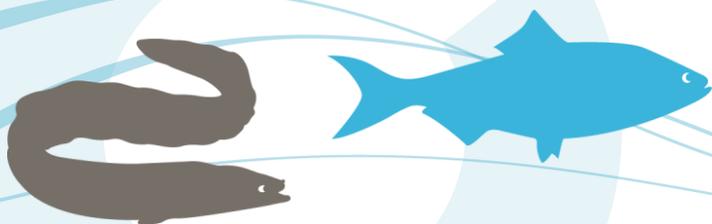
L'ensemble des échantillonnages révèlent une perte de productivité importante en raison d'un défaut d'accès aux « petits » affluents de l'Allier mais également aux axes tels que l'Alagnon, la Dore, la Sioule et le Châteauroux dont l'accès et l'attractivité semblent encore à améliorer. La Sioule présente également un régime hydrologique perturbé par la gestion de Queuille qui conditionne la productivité de cet axe. L'Allier présente une stratification géographique de la production avec une augmentation des capacités productives vers l'amont mais un défaut de géniteurs par la perte en ligne dès l'aval sur le secteur Vichy à Brioude. La production native est aujourd'hui concentrée sur le secteur entre Langeac et Poutès (34 km) et une compétition s'établit en amont immédiat de Poutès avec un déversement sur une zone de reproduction représentant un quart de la reproduction du bassin.

10.2.4.5 La dévalaison des smolts

Considérant l'année de dévalaison, quelque soient les sites (Descartes ou Vichy), il apparaît nettement que les années 2001, 2009 et 2013 sont les plus productives en retour de géniteurs. Ces années se particularisent par des indices hydrologiques très élevés révélant une bonne hydrologie durant la période de dévalaison des smolts et favorable à leur survie. 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 en amont de Decize.

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'une même cohorte de dévalaison quel que soit leur âge de retour.

Les retours de la dévalaison de 2018 sont très faibles aux différentes stations et ce malgré un indice hydrologique plutôt favorable sur la Gartempe et sur l'Allier. Sur l'axe Creuse-Gartempe, les faibles retours peuvent s'expliquer par la diminution du nombre de smolts et d'alevins déversés lors des opérations de repeuplement. Logiquement, en l'absence de population stabilisée et de reproduction



naturelle, la diminution des déversements sur la Gartempe a des conséquences directes sur le nombre de retours à Descartes.

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 et en absence de dispositif de dévalaison. Ces observations sous-estiment donc les effectifs et ne montrent pas forcément l'amplitude complète de dévalaison. Ils révèlent les sites où la dévalaison est conditionnée par les niveaux de débits et mettent en exergue la nécessité d'aménager des dispositifs adaptés de dévalaison pour ce stade biologique. En 2021, du fait des faibles débits, des smolts ont ainsi pu être observés à Moulin Breland sur la Sioule et à Vichy et Langeac sur l'Allier. A Vichy, après le comptage des premiers smolts mi-avril, une demande d'abaissement des vannes a été faite auprès de la ville le 27 avril. Cette manœuvre a été effectuée le jour même et a permis de faciliter le transit des smolts vers l'aval. Ces constats attestent des difficultés de parcours d'un stade biologique majeur pour la dynamique de population du saumon. L'aménagement par des dispositifs adaptés des ouvrages (pourtant réglementaires mais non réalisés) permettrait conséquemment d'augmenter la survie de ces individus.

Après le suivi de la dévalaison des smolts sur la Gartempe réalisé en 2019, une seconde année de suivi a été réalisée en 2021 sur un linéaire allant de Châteauponsac sur la moyenne Gartempe à Descartes sur la Creuse aval, soit 149 km (vs 119 km en 2019). 65 poissons, marqués à l'aide de radios émetteurs en deux lots et lâchés en deux points de la Gartempe, ont été suivis grâce à seize récepteurs fixes et en mobile. La perte globale des smolts à la dévalaison en 2021 s'élève à 86,3 %. Les pertes intègrent à la fois les mortalités naturelles par prédation mais également anthropiques dont l'impact de l'hydroélectricité. Les résultats montrent que les pertes entre tronçons (de récepteur fixe à récepteur fixe) varient de 0 à 20,6 % avec une moyenne de 12,2 %. Sept tronçons présentent des pertes supérieures à 15 %. La vitesse moyenne de migration sur le linéaire étudié comprenant le passage par les ouvrages est de 12,5 km/j +/- 9,6, soit 520 m/h (médiane : 10,9 km/j). Avec les vitesses observées au moment de l'étude, les smolts auraient dévalé les 149 km du secteur sur une période de 3,9 à 13,5 jours. Cette estimation est en dessous de celle réalisée lors de l'étude 2019 (4 à 21 jours) mais est en adéquation avec les données historiques.

10.2.5. L'anguille européenne

Concernant l'anguille en 2021, les températures favorables à la migration mesurées sur l'ensemble des stations couvrent 95 % +/- 2 de la période de migration comprise entre mi-mai et mi-juillet. La thermo-tolérance de cette espèce lui permet de mieux résister aux conditions extrêmes de température durant la période estivale.

La période de migration des anguilles en montaison décrite sur la Vienne en 2021 est similaire à celle des années précédentes. La mise en place de la station de comptage de Jenzat a permis de montrer la présence d'anguille jaune sur la Sioule, sur une période d'au moins 102 jours (avec une concentration des passages en juin et juillet).

Cette espèce est présente sur toutes les stations de comptage, y compris les plus amont à 879 km de la mer sur l'axe Allier (Poutès) et 720 km sur l'axe Loire (Roanne), même si 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 et de l'existence de passes spécifiques non suivies sur certains sites.

Les observations d'anguilles jaunes faites à Poutès depuis 1986 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, depuis 1986, l'anguille la plus précoce a été comptabilisée le 25 mai tandis que la plus tardive le 15 septembre. En moyenne, la moitié des individus a franchi l'ouvrage de Poutès au 14 juillet. Ces analyses des périodes de montaison ont justifié la demande de mise en place d'une passe à anguilles puisque les anguilles ne pourront pas bénéficier des périodes d'ouverture ciblées sur les périodes de montaison des saumons qui sont non concordantes. A partir de 2022, les anguilles pourront utiliser un dispositif



de passe brosse au niveau de l'ouvrage de Poutès. En collaboration avec EDF, LOGRAMI devrait suivre les migrations par ce nouveau dispositif.

En 2021, un effectif record est à noter sur la Vienne, 17 497 anguilles ont ainsi été dénombrées à la station de Châtellerault. Ce nombre est environ 10 fois supérieur à la médiane des années antérieures (1 775 anguilles). Les effectifs d'anguilles sont très variables d'une année à l'autre mais tendent à augmenter. Sur les six dernières années, les effectifs annuels ont dépassé à quatre reprises les 5 000 individus, ce qui n'était jamais arrivé depuis la mise en service de la station (2004).

L'étude de la structure démographique de l'anguille sur la Vienne à Châtellerault montre que la majorité des anguilles en phase de croissance sont âgées de 2 à 6 étés continentaux suivant les individus. La taille médiane de l'effectif échantillonné en 2021 est dans la continuité des deux précédentes années puisqu'elle reste relativement faible (27 cm) correspondant globalement à des individus de 4 ans. En effet, l'évaluation des opérations de transfert sur le bassin de la Vienne à trois ans a permis de montrer que les anguilles de 36 mois avaient une taille moyenne de 22,3 cm soit une croissance de 5,1 cm sur les trois premières années (Mazel et al., 2016). Ces résultats confirment la dynamique observée de rajeunissement de la population et s'expliquent par un bon recrutement les années antérieures sur la Loire.

En 2021, les débits soutenus rencontrés durant l'hiver sur l'ensemble du bassin ainsi que pendant la période automnale sur la Sioule et la Dore ont été « favorables » à la dévalaison des anguilles argentées. Malgré cela, les difficultés de franchissement et l'absence de dispositif engendrent le comptage d'anguilles de dévalaison qui empruntent les passes de montaison à l'envers. Nous constatons ainsi un passage régulier sur tous les sites d'anguilles en dévalaison permettant d'attester de la présence et de la capacité de production de futurs géniteurs des axes sans pour autant pouvoir le quantifier et soulignant la nécessité de réaliser des aménagements pour la dévalaison des anguilles.

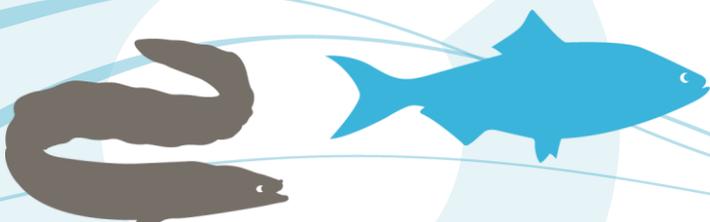
10.2.6. Le mulot porc

Des mulots porc sont contrôlés aux stations de comptage du bassin de la Vienne, plus proches de l'océan. Des individus isolés, parfois observés aux stations de Vichy et Decize, montrent l'augmentation de l'aire de répartition de ce migrateur. La migration des mulots est généralement plus précoce sur la Creuse à Descartes que sur la Vienne à Châtellerault. En 2021, la période de migration est proche de celles des années antérieures. L'abaissement du niveau de la retenue de Descartes et l'ouverture de clapets à Châtellerault en fin d'été ont facilité la dévalaison des mulots. Habituellement, les dévalants peuvent chercher durant plusieurs jours une voie de passage. Les solutions sont bien souvent limitées, les surverses des barrages étant faibles et les vannes rarement ouvertes durant cette période. Les mulots sont alors contraints de passer par les passes à poissons.

En 2021, la totalité des mulots porcs comptabilisés l'a été sur le bassin de la Vienne. Avec seulement 148 mulots dénombrés, l'effectif est l'un des plus faibles constatés ces dernières années et est largement inférieur à la moyenne des années antérieures (146 +/- 129 à Descartes et 247 mulots +/- 50 de 2014 à 2019 à Châtellerault). Les observations ponctuelles, à l'aval des stations du bassin de la Vienne, montrent que les effectifs sont plus importants et que les comptages pour cette espèce ne peuvent pas être considérés comme un indicateur quantitatif.

10.2.7. La truite de mer

Les truites de mer sont en effectif extrêmement faible depuis de nombreuses années. En 2021, aucune truite de mer n'a été comptabilisée sur l'ensemble du réseau de comptage. Ces résultats confirment l'absence de population installée sur le bassin de la Loire et plus particulièrement sur les axes suivis.



10.2.8. Le silure

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 Châtellerault. Les données semblent montrer une variabilité annuelle des effectifs sur l'ensemble des stations mais également une augmentation des effectifs à compter de 2012 sur certaines d'entre elles (Châtellerault, Decize, Gueugnon). Les plus forts effectifs annuels sont enregistrés à la station de Vichy avec 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 (Guillerault et al., 2015).

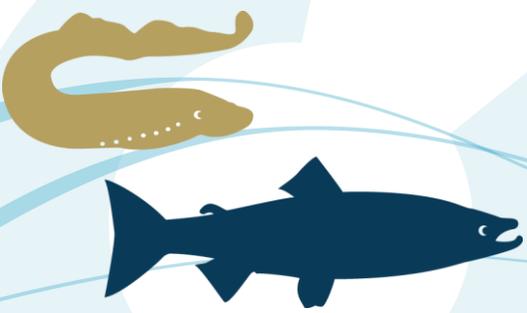
En 2021, les effectifs de silures comptabilisés sur l'ensemble des stations de comptage totalisent 1 214 individus (contre une moyenne 2012-2020 de 771 +/- 232). Des forts passages sont enregistrés sur la Vienne à Châtellerault, l'Allier à Vichy et la Loire amont à Decize. A Decize, les comptages sont quatre fois supérieurs à la moyenne interannuelle. A noter également, la première observation d'un silure en montaison à la station de comptage de Saint-Pourçain-sur-Sioule qui témoigne de la présence de cette espèce sur la partie aval du bassin de la Sioule.

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 tardive sur l'amont du bassin avec notamment une migration centrée sur début juillet pour les silures comptabilisés à Roanne. 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 15 et 22 °C. Ces températures sont en moyenne rencontrées 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.

En 2021, les rythmes migratoires, observés aux différentes stations de comptage, suivent la même logique que les années précédentes hormis Descartes où 50 % des passages sont constatés en moyenne 19 jours plus tard. Ce retard des passages est lié au fait que très peu de silures ont migré en début de saison avec des températures comprises entre 15 et 19 °C (24 % des passages) comparativement aux autres stations du bassin (moyenne = 57 % +/- 13).

Depuis le début des suivis aux stations, 18 % des passages ont lieu entre 7 h et 19 h UTC. Contrairement à ce qui est souvent décrit dans la bibliographie, la migration des silures sur le bassin de la Loire n'est pas strictement nocturne.

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 suivi par télémétrie pourrait apporter des informations supplémentaires.



10.3. La diffusion de l'information

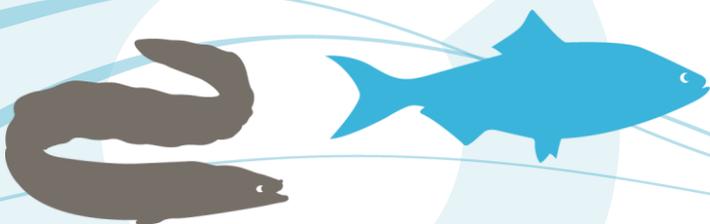
Aux niveaux national et supranational, les connaissances et expertises enrichissent les rapports de l'OSCAN et des plans de gestion français du saumon et de l'anguille. A travers un travail porté par LOGRAMI (Marion Legrand), les données de stations de comptage en France ont également permis l'étude à une échelle géographique et de temps plus large des populations de poissons migrateurs et de leur phénologie (Legrand et al., 2020). Nos informations permettent également d'amender le suivi des effectifs au niveau national dans le cadre du groupe DATAPOMI formé par les associations migrateurs. Les discussions du Plan National Migrateurs, les réunions sur les indicateurs nationaux portés par les Associations Migrateurs et les programmes scientifiques à portée nationale impliquent de façon croissante une plus forte contribution à ces actions par notre structure.

Au niveau du bassin Loire, les données et expertises sont valorisées tout au long du programme à travers la participation aux réunions et groupes de travail. En 2021, 148 réunions ont fait l'objet de présence de LOGRAMI (SAGE, contrats territoriaux, études continuité, Natura 2000, etc.), ce qui est supérieur aux années précédentes notamment parce que 65 % d'entre elles ont eu lieu en visio-conférence et facilitent notre présence (notamment durant des phases d'acquisition de données contraintes). L'organisation de deux journées de restitution ont également permis de présenter les résultats de nos études.

Comme chaque année, afin de restituer aux acteurs du bassin les résultats les plus marquants de l'année précédente, la plaquette « Actions Phares » a été imprimée et diffusée à 2 200 exemplaires. Elle est également téléchargeable en format informatique sur le site internet de LOGRAMI où elle a été téléchargée 164 fois en 2021. Enfin, notre association travaille à rendre publiques l'ensemble des informations issues du programme avec la mise à disposition des données et rapports via le site internet notamment.

Concernant la valorisation pour le grand public, 2021 était une année d'organisation des Rencontres Migrateurs qui ont connu un franc succès avec 168 participants répartis sur les 3 demi-journées (30 novembre au 1^{er} décembre). La thématique « La continuité dans le changement » abordant à la fois l'évolution des populations, les modifications et les solutions à mettre en œuvre dans un contexte de changement climatique a donc été plébiscitée. Le contexte sanitaire, forçant l'organisation en visio-conférence, a également permis la modulation par demi-journées et une plus grande fréquentation.

Parmi les outils développés par LOGRAMI, la partie « films » a notamment été amendée en 2021 par la réalisation de rushs par des professionnels de séquences de vie des poissons migrateurs. Ceux-ci ont été montés en interne et les séquences vidéo sont mises à disposition sur le site internet. Celui-ci connaît une hausse de fréquentation avec près de 10 000 visiteurs de plus en 2021 par rapport à la moyenne des années précédentes (50 816 (+/-9682) visites). En outre, les actualités marquantes et mises en ligne des rapports entraînent des pics de visites. En 2021, près de 2 534 éléments ont été téléchargés dont 923 documents (Publications, Actions phares, Rapport, Documents) depuis le site web. Par ailleurs, les visiteurs du site sont assez bien répartis en termes de tranches d'âge, complémentairement aux tranches d'âge des fans de la page Facebook (majorité de 18-24 ans). La page Facebook de LOGRAMI connaît une fréquentation en augmentation également avec 591 abonnés au 31 décembre 2021. Enfin, l'exposition itinérante, malgré le contexte sanitaire, a été empruntée et exposée dans trois lieux différents du bassin versant en 2021. Depuis sa création, cette exposition a été présentée dans 62 villes différentes.



10.4. L'aide à la gestion

10.4.1. La continuité écologique

Au cours des cinq dernières années (2016-2021), 37 ouvrages ont fait l'objet d'aménagements à la montaison et/ou à la dévalaison sur les principaux cours d'eau à migrateurs du bassin de la Loire. Ce chiffre représente seulement 36 % des 105 ouvrages à enjeux essentiels (OEE) des sous-bassins Loire amont-Allier, Vienne-Creuse, Cher et Maine listés dans le Plan de Gestion des Poissons Migrateurs et moins de 6 % des 613 ouvrages de la liste des ouvrages prioritaires du plan d'actions pour une mise en œuvre apaisée de la continuité écologique (PAPARCE) sur ces mêmes secteurs. Parmi les ouvrages à enjeux essentiels du bassin de la Loire, qui ne représentent que 16,5 % des ouvrages prioritaires et moins de 1 % des ouvrages, seuls 47 % sont aménagés à la montaison. De même, seuls 33 % de ces ouvrages ayant un usage hydroélectrique sont aménagés pour la dévalaison.

Dans un contexte de changement climatique apportant des contraintes de calendriers de migrations supplémentaires, il est indiscutable que l'amélioration de la situation des poissons migrateurs passe par le renforcement de la continuité écologique. C'est une problématique majeure, le rythme d'aménagement des ouvrages pour la continuité écologique à la montaison et à la dévalaison doit être accéléré.

Concernant les poissons migrateurs, le défaut de franchissement d'un seul ouvrage peut condamner l'ensemble d'un axe. En ce sens, la Gartempe nous enseigne qu'actuellement le franchissement quasiment impossible des premiers ouvrages balaie définitivement les espoirs de revoir des reproductions de saumons dans un contexte de déficit hydrologique.

Le traitement des ouvrages doit également être priorisé sur les mortalités actuelles induites à la dévalaison en raison des absences de système de dévalaison adéquats au niveau des ouvrages notamment hydroélectriques. Les études (Briand et al., 2015) nous révèlent une perte conséquente à la dévalaison (estimée à 27% des smolts) et à minima un retard migratoire par défaut de voies de dévalaison avéré pour les smolts, ravalés et anguilles.

10.4.2. La gestion quantitative de l'eau

Ces dernières années, la raréfaction de l'eau et les déficits des débits printaniers conjointement à l'augmentation des températures apportent des contraintes extrêmement fortes sur les processus migratoires des espèces. Des études sont actuellement engagées dans le cadre de l'article R. 211-21-2 du code de l'environnement. Ainsi, les conditions peuvent être définies pour l'évaluation des volumes dont le prélèvement serait théoriquement possible dans un bassin, compte tenu des statistiques hydrologiques permettant de déterminer les débits nécessaires au fonctionnement du cours d'eau. La stratégie d'évaluation des volumes disponibles pour les usages anthropiques, doit être effectuée dans le respect des équilibres naturels et en conformité avec le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux. Aussi, il semble indispensable de prendre en considération lors des évaluations, le maintien d'un fonctionnement naturel des cours d'eau et notamment permettre les crues printanières salvatrices pour la régénération de la qualité des eaux et la stimulation des migrations anadromes des poissons migrateurs.

Les résultats de nos études soulignent également l'impact de la gestion des grands barrages tant sur la quantité que sur la température de l'eau. Une réflexion semble nécessaire pour harmoniser la gestion de ces ouvrages avec les cycles de vie des espèces et leurs exigences écologiques. En outre, le remplissage de ces ouvrages a probablement des conséquences sur la gestion des flux hydrologiques et sur les déficits d'eau au moment théorique de grandes hausses perturbant le fonctionnement naturel des rivières. Si l'ambition est la proclamation d'une Loire vivante, la modification des pratiques et l'usage de l'eau de façon plus parcimonieuse semblent être plus efficaces que le stockage de l'eau. Les



difficultés réelles pour le remplissage des retenues montrent d'ailleurs que le système n'est aujourd'hui pas durable.

10.4.3. Les mesures de gestion des pêcheries

Compte tenu de la situation critique du saumon, la pêche est interdite sur l'ensemble du bassin Loire. L'éventualité d'une réouverture est conditionnée par l'atteinte des objectifs cibles des indicateurs du PLAGEPOMI et notamment l'assurance d'un renouvellement naturel de l'espèce. Les suivis nous enseignent que ces critères sont malheureusement loin d'être obtenus. Le soutien d'effectifs ne faisant qu'artificialiser les niveaux d'abondances de retour de géniteurs mais ne participant pas à la reconstruction de l'espèce. En outre, les déversements effectués sur les zones de reproduction naturelle tendent par le truchement de la compétition intra spécifique à faire diminuer les proportions de la population sauvage et éloignent encore davantage l'objectif d'ouverture de la pêche qui nécessite d'avoir une population se renouvelant naturellement et en capacité de dégager un surplus d'individus qui pourrait alors être prélevable.

L'anguille fait l'objet d'un règlement européen depuis 2007. L'ensemble des pays de l'union accueillant l'espèce ont mis en œuvre des plans de gestion afin d'obtenir un objectif cible d'échappement de 40% de géniteurs produits à minima calculé sur une valeur de référence (dite pristine) en général établie autour des années 1980. Même si les abondances et la présence de l'espèce sont encore modestes sur le bassin de la Loire au regard des données historiques, il semble que les mesures de restriction de la pêche, notamment prises dans les autres bassins-versants français voire européens commencent à porter leurs fruits et soulignent que ces actions ne sont efficaces que dans la durée puisque les premiers signes de remontées s'établissent plus de 10 ans après les mesures. Aujourd'hui, seuls les deux plus grands bassins français (Garonne et Loire) semblent profiter de ces recrutements et sont les seuls bénéficiaires de ces mesures collectives européennes à l'échelle de la France. Les mesures prises sur les pêcheries doivent donc être solidairement maintenues.

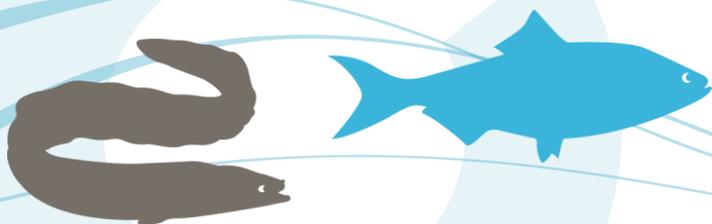
Les aloses et la lamproie marine ne font l'objet d'aucune mesure de limitation de la pêche sur le bassin de la Loire, excepté quelques interdictions locales déjà en place depuis de nombreuses années. Les effectifs de ces deux espèces sont pourtant dangereusement en diminution à l'échelle de la France et encore plus marquée sur les deux bassins versant producteurs que sont la Garonne et la Loire. Au sein de la Garonne, des problématiques d'habitat, de reproduction et de prédatons, en plus de mesures de gestion prises très tardivement expliquent la difficulté de restauration des aloses malgré un moratoire mis en place il y a plus de 10 ans. Sur la Loire, de nombreuses zones de frayères de qualité sont accessibles, les chances de restauration de ces espèces sont donc plus élevées.

En état actuel, les populations d'alooses et de lamproies marines ne sont pas durables. L'année 2020, frappée par le COVID et l'arrêt des pêcheries, a montré une augmentation significative des effectifs d'alooses aux stations de comptages comparativement aux 14 dernières années et à 2021. Il semble donc indiscutable qu'un arrêt temporaire (sur une ou plusieurs années ou un ou plusieurs mois dans une année) aurait un impact significatif sur le pool de géniteurs et serait susceptible de donner une chance de maintenir les espèces au sein du bassin de la Loire. Aujourd'hui les pêcheries s'établissent au sein de la zone résiduelle de présence de ces deux espèces et les zones amont du bassin sont désertées. En outre, les niveaux de reproduction sur ces secteurs sont dangereusement bas.

10.4.4. Les mesures de soutien d'effectif

10.4.4.1 Le piégeage

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 34 minutes) voire des refus de passage des saumons (28 % supplémentaires) au pont barrage de Vichy. Ces retards peuvent amoindrir significativement les chances de survie estivale de ces individus. En effet, entre 71,5 % et 100 % des saumons marquant leur arrêt estival dans la zone Vichy-Pont du Château ne survivent pas durant la période estivale. La température de l'eau y est généralement trop élevée (supérieure à 25°C : température létale pour le saumon).

En moyenne, depuis 1997, 37 individus (+/- 17) 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. 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. Cependant, le nombre de jours de piégeage n'a pas été diminué en conséquence (ramené à 2 en 2020 puis à nouveau autorisé jusqu'à 3), ce qui a pour conséquence une augmentation de la pression due au piégeage sur les poissons transitant dans la passe à poissons.

10.4.4.2 La production des incubateurs

Des incubateurs de terrain sont mis en service depuis 1995 sur l'Allier mais aucune mesure de leur bénéfice n'a été engagée. Plus récemment en 2015, un incubateur à saumons a vu le jour sur le Renaison (Commune de Riorges, 42) dépourvu de reproduction de saumon. Les résultats des suivis sur cet incubateur implanté sur le Renaison soulignent que la production peut potentiellement être impactée par une hydrologie un peu trop soutenue pendant la période post-émergence. L'implantation est de l'ordre de 8 % et produirait entre 500 et 1 200 tacons d'automne.

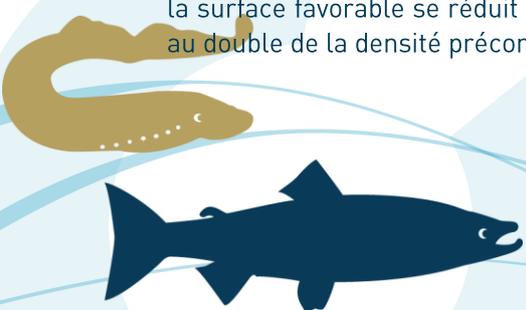
10.4.4.3 Le stade alevins

Sur le bassin de la Gartempe, aucun juvénile de saumon n'a été déversé depuis 2020 par décision de la DREAL Centre Val de Loire. Étant donné une reproduction très faible voire nulle sur la Gartempe et l'absence de déversement, la production du bassin peut être considérée comme nulle. Cette stratégie entraîne un fonctionnement en puits du système Creuse-Gartempe et empêche l'établissement d'une population bénéficiant d'atouts majeurs de proximité avec la mer et de structures d'âge différentes de l'axe Allier. Les résultats précédents étaient pourtant très encourageants sur cet axe notamment avec des meilleurs taux de retour des alevins et des smolts que sur l'Allier. La situation actuelle diminue encore davantage les chances de restauration de l'espèce et la diversité de la production du bassin de la Loire.

Sur le bassin de l'Allier, avec des taux d'implantations des alevins déversés respectifs de 34,3 % et 25,8 %, la Couze Pavin et la Couze Chambon présentent de bonnes survies. La Couze d'Ardes, la Crouce et la Sioule présentent quant à elles des survies moyennes (taux d'implantation compris entre 12,3 % et 16,7 %).

Ces résultats permettent d'orienter les déversements vers les cours d'eau les plus propices pour augmenter la production. Sur ces affluents, l'estimation des habitats de production (16 720 m² pour la Couze Pavin et 23 813 m² pour la Couze Chambon) soulignent que la production théorique pourrait être bien plus élevée et que les quantités déversées pourraient être augmentées. En outre, la reproduction naturelle sur ces affluents est considérée comme nulle, cette stratégie permet donc d'apporter une production additionnelle intéressante.

Sur la Crouce, ajoutés aux déversements, la production des alevins produits dans l'incubateur de la Prade y ont été déversés de manière inédite par l'Association Protectrice du Saumon (APS). A l'avenir, si cette pratique est reconduite, peut-être faudrait-il diminuer la densité déversée sur cet affluent dont la surface favorable se réduit à l'étiage. En effet, en 2021, la densité d'alevins déversée correspondait au double de la densité préconisée habituellement sur le bassin de l'Allier.



Sur la Senouire, malgré la présence d'une faible quantité de tacons 0+ d'automne témoignant d'une reproduction naturelle effective, probablement impactée par la pollution de janvier 2021, l'absence d'alevinage induit un déficit de production comparativement aux 3 années alevinées (2018, 2019 et 2020) où en moyenne 23 429 +/- 6 231 tacons 0+ d'automne étaient produits.

Les déversements sont répartis sur l'Allier (S2 et S4 seulement), la Sioule, la Couze Chambon, la Couze Pavin, la Couze d'Ardes ainsi que sur la Cronce sur laquelle l'APS a déversé une partie des alevins produits par l'incubateur de la Prade. 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 89 312 tacons soit une implantation globale de 27,7%. En raison d'apports de tacons natifs potentiels sur certains secteurs, ces valeurs doivent être considérées comme des valeurs maximales.

Sur l'Allier, les taux d'implantation moyens décroissent selon le gradient amont-aval de la rivière. Ces taux d'implantations ne peuvent cependant décemment pas être considérés sur le secteur en amont en Poutès (S2) en raison d'une reproduction avérée (25 % des nids de saumons sur ce secteur) engendrant un risque de surestimation non négligeable en 2021 en raison de conditions favorables pour le recrutement de juvéniles natifs (productivité des frayères élevée).

Sur le bassin de la Loire, 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 l'Allier entre 2009 et 2011 et en considérant la reproduction naturelle nulle sur la Gartempe, les taux de retour des alevins serait en moyenne de 0,02 %. La bibliographie fait état de retour « faible » pour des taux compris entre 0,05 à 0,10 % (Richard, s. d.). 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).

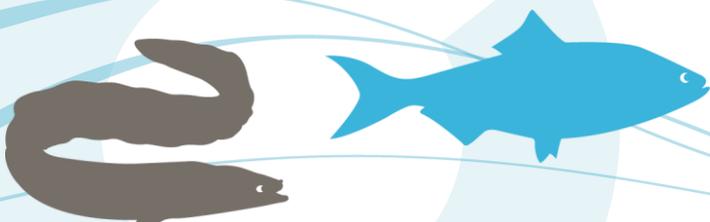
Sur la Sioule, même si l'apport de tacons natifs n'est pas à exclure quoique probablement très réduit en 2021, le taux d'implantation moyen de 15 % (le plus faible jamais observé) semble suggérer que le coup d'eau atypique de 58,7 m³/s (3,5 fois le module) survenu le 29/6/2021 soit 25 jours après les déversements d'alevins, a entraîné des pertes par mortalité ou dévalaison conduisant à la diminution du taux d'implantation.

10.4.4.4 Le stade smolts

Les taux de retour calculés pour ce mode de déversement sur les trois sous-bassins (Creuse-Gartempe, Allier et Arroux) sont très largement en dessous des préconisations (0,007 à 0,09 %). D'après (Lachance & 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 30 % de l'effectif annuel alors que sur la Loire et l'Allier, il ne représente respectivement que 5 % et 11 %.

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 (0,24 %). 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.



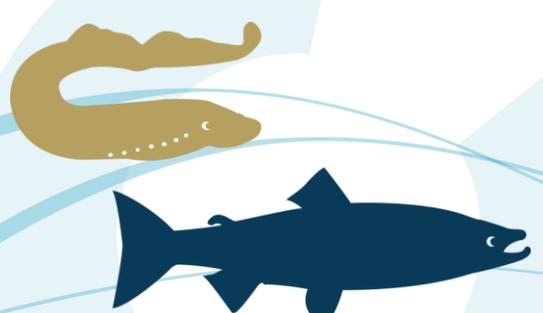
En 2021, les individus sans adipeuse remontant l'Allier et la Sioule mettent en évidence le caractère erratique de l'espèce puisqu'aucun smolt n'est déversé sur ces axes. Pour rappel, les derniers déversements de smolts sur l'Allier remontent à 2016. Ainsi, les deux individus sans adipeuse comptabilisés sur l'Allier en 2021 sont très certainement issus des déversements 2018 ou 2019 sur le bassin de la Vienne. Ils montrent que ce bassin aujourd'hui négligé et non déversé est pourtant en capacité de participer à la production générale du système.

Cependant, 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.

Les dynamiques migratoires sont étudiées 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 ont une dynamique migratoire plus tardive (6 à 15 jours) que les saumons issus d'autres origines et ce quels que soient leurs âges de mer.

Ces constats, réalisés à la fois sur le bassin Creuse-Gartempe et le bassin de l'Allier, 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 (Association LOGRAMI, 2019; Bach et al., 2011). 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.

L'avenir semble être moins favorable à des retours conséquents de saumons mais cependant une part plus importante d'individus sauvages devrait être constatée sur le bassin de la Loire. Il s'agit maintenant de donner toutes les chances à ces géniteurs en leur favorisant l'atteinte rapide de leurs zones de reproduction fraîches depuis l'estuaire, l'accès aux affluents pour un refuge estival en cas de crue et permettre une bonne dévalaison de leurs progénitures par des systèmes adaptés au niveau des ouvrages. Cette gestion augmentera les taux de retour de façon conséquente et répondra à l'ambition du maintien d'une population sauvage. De nombreuses études scientifiques indiquent que les individus sauvages semblent avoir une meilleure résilience face au changement climatique. Il faut néanmoins veiller à ce que la taille de la population ne devienne pas trop petite, ce qui rendrait cette population plus vulnérable au risque d'extinction.



11. Bibliographie

AEAG. (2018). Etat écologique de la Garonne et impact sur les poissons migrateurs—Exigences physico-chimiques des poissons migrateurs et qualité des de la Goraonne.

Alexandrino, P., Aprahamian, Baglinière, J.-L., Belaud, Cassou-Leins F., Cassou-Leins J.J., Dartiguelongue J., Elie P., Larinier M., Legall O., Mennesson-Boisneau C., Sabatié M.R., Taverny C., & Travade F. (2000). Les aloses (*Alosa alosa* et *Alosa fallax* spp.) Ecobiologie et variabilité des populations (Cemagref&INRA). Baglinière J.L. & Elie P.

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 appliquées en faveur des poissons migrateurs 2018. Recueil de données biologiques 2018 sur les poissons migrateurs du bassin Loire. (p. 394).

Association LOGRAMI. (2020). Programme de recherches appliquées en faveur des poissons migrateurs 2019. Recueil de données biologiques 2019 sur les poissons migrateurs du bassin Loire. (p. 449).

Association LOGRAMI. (2021). Programme de recherches appliquées en faveur des poissons migrateurs 2020. Recueil de données biologiques 2020 sur les poissons migrateurs du bassin Loire. (p. 454).

Bach, J. M., Baisez, A., Léon, 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., Lelièvre, M., & Trotet, M. (2008). Evaluation de la libre circulation sur l’axe Loire Allier—Suivi par radiopistage de la migration anadrome du saumon atlantique en 2006 [Rapport LOGRAMI].

Bach, J. M., Parouty, T., Léon, C., Le Peru, Y., & Baisez, A. (2015). Suivi de la migration des saumons atlantiques sur l’axe Sioule (p. 85). LOGRAMI.

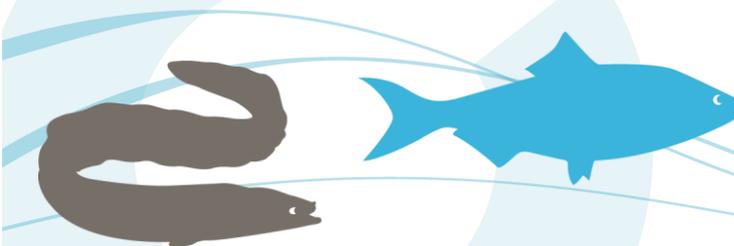
Bach, J. M., Parouty, T., Léon, C., Sénécal, A., Cornu, V., Portafaix, P., Jouin-Trémeur, E., Lelièvre, M., & Baisez, A. (2010). Recueil de données biologiques sur les poissons migrateurs du bassin Loire 2009 (p. 355) [Rapport d’activité du 01/01/09 au 31/12/09]. LOGRAMI.

Bach, J. M., Parouty, T., Léon, C., Sénécal, A., Portafaix, P., Barault, A., Rautureau, C., Rimbart, 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

Bach, J. M., Parouty, T., Léon, C., Sénécal, A., PORTAFAIX, P., Cloastre, T., Jego, Y., Kordek, J., Rimbart, 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., Léon, C., Sénécal, 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

Bach, J. M., Parouty, T., Léon, C., Senecal, 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

Bach, J. M., Parouty, T., Léon, C., Sénécal, A., Portafaix, P., RIMBERT, L., Duperray, A., Torterotot, J. B., & Baisez, A. (2018). Programme de recherches appliquées en faveur des poissons migrateurs 2017. Volet scientifique : Suivis biologiques des populations de poissons grands migrateurs, 2017 (p. 405). Association LOGRAMI.

Bach, J.-M., Parouty, T., Léon, C., Sénécal, A., Portafaix, P., Cloastre, T., Defours, A., & Baisez, A. (2015a). Programme de recherches appliquées en faveur des poissons migrateurs 2014 (p. 291). Association LOGRAMI.

Bach, J.-M., Parouty, T., Léon, C., Sénécal, A., Portafaix, P., Cloastre, T., Defours, A., & Baisez, A. (2015b). 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>

Bachelier, R. (1963). L'histoire du saumon en Loire. Bulletin Français de Pisciculture, 211, 49-70. <https://doi.org/10.1051/kmae:1963002>

Baglinière, J. L., & Champigneulle, A. (1982). Densité des populations de truite commune (*Salmo trutta* L.) et de juvéniles de saumon atlantique (*Salmo salar* L.) sur le cours principal du Scorff (Bretagne) : Préférences physiques et variations annuelles (1976-1980). Acta Oecologica, 3, 241-256.

Baisez, A., Léon, C., Marcon, Q., Parouty, T., Portafaix, P., & Sénécal, A. (2021). Programme de recherches appliquées en faveur des poissons migrateurs 2020. Recueil de données biologiques 2020 sur les poissons migrateurs du bassin Loire. (p. 454). Association LOGRAMI.

Baran, P. (2012). Gestion des débits : Comment concilier tous les intérêts et usages ? La gazette officielle de la pêche et de l'eau. P. 4.

Bardonnnet, A., & Baglinière, J.-L. (2000). Freshwater habitat of Atlantic salmon (*Salmo salar*). Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 57(2), 497-506.

Bardonnnet, 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.

Beall, E., & Marty, C. (1983). Dévalaison et survie d'alevins de saumon atlantique (*Salmo salar* L.) en milieu semi-naturel contrôlé. Bulletin Français de Pisciculture, 290, 14. <https://doi.org/10.1051/kmae:1983005>

Becker, C. D., & Genoway, R. G. (1979). Evaluation of the critical thermal maximum for determining thermal tolerance of freshwater fish. Environ Biol Fish, 4(3), 245-256.

Bhattacharya, C. G. (1967). A simple method of resolution of a distribution into gaussian components. biometrics, 115-135.

Boisneau, C. (2020). Suivi des aloses en basse Loire et Loire moyenne 2018 et 2019 (p. 57). Université de tours.

Boisneau, C., Ruaux, B., & Boisneau, P. (2011). Reconstitution des cohortes de grande alose (*Alosa alosa* L.) en Loire de 1980 à 2005, liens entre indice d'abondance et facteurs environnementaux.

Boisneau, P., Mennesson-Boisneau, C., & Baglinière, J.-L. (1990). Description d'une frayère et comportement de reproduction de la grande Alose (*Alosa alosa* L.) dans le cours supérieur de la Loire. Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture, 316, 15-23.

Boulêtreau, S., Fauvel, T., Laventure, M., Delacour, R., Bouyssonnié, W., Azémar, F., & Santoul, F. (2021). "The giants' feast": Predation of the large introduced European catfish on spawning migrating allis shads. *Aquatic Ecology*, 55(1), 75-83. <https://doi.org/10.1007/s10452-020-09811-8>

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., Chapon, P.-M., Beaulaton, L., Drouineau, H., & Lambert, P. (2018). Eel density analysis (EDA 2.2.1). 99.

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., & Prévost, 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.*

Conservatoire National du Saumon Sauvage. (2007). Report of the scientific committee—Chanteuges—24-25 May 2007.

Cosyns, A., Sénécal, 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 prises d'eau « ichtyocompatibles » pour les petites centrales hydroélectriques (p. 72).

CRISP, D. T. (1993). The environmental requirements of salmon and trout in fresh water [Article]. <http://aquaticcommons.org/4542/>

Crisp, T. (1993). The environmental requirements of salmon and trout in fresh water. 30.

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>

Ducasse, J., & Leprince, Y. (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. M., Hjermmann, D. Ø., Ottersen, G., & Stenseth, N. Chr. (2007). Climate and the match or mismatch between predator requirements and resource availability. *Climate Research*, 33, 271-283. <https://doi.org/10.3354/cr033271>

Egea, A. (2021). Etude de la dévalaison des smolts par radiopistage sur la Gartempe (Mémoire de fin d'études, p. 66).

Elie, P., Rochard, E., & Babin, D. (1994). Acquisition de données de captures par pêche en vue de la gestion de populations de poissons, contraintes et méthodes en fonction des objectifs: Exemple de l'anguille. In F. Cotton, S. Asselin, G. Shooner, L. bernatchez et P. bérubé [ed.]. Colloque franco-québécois sur l'intégration des technologies modernes à la gestion des poissons dulcicoles et amphihalins. Québec, juin 1992. Ministère de l'Environnement et, 29-42.

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>

EPL. (2020). Rapport d'exécution Opérations temporaires de soutien d'effectif en saumons dans le bassin de la Loire du 1er novembre 2019 au 31 octobre 2020.

Falatas, Y., Roche, P., & Deschamps, E. (2007). « Opération de suivi des populations de grande alose et de lamproie marine campagne 2006 fleuve Loire et affluents. Entre le barrage de Villerest et la limite du département de Saône-et-Loire ». Entre le barrage de Villerest et la limite du département de Saône-et-Loire. CSP.

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>

Fry, F. E. J., Hart, J. S., & Walker, K. F. (1946). Lethal temperature relations for a sample of young speckle trout, *Salvelinus fontinalis*. In *University of Toronto studies Biological studies*, No. 54 (p. 9-35). <http://www.harkness.ca/PDFs/OFRL%20Publications/Journal66.pdf>

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).

Guillerault, N., Delmotte, S., Santoul, F., & Poulet, N. (2015). Etudes des interactions du Silure glane (*Silurus glanis*) avec l'ichtyofaune métropolitaine. ONEMA, ECOLAB.

Hansen, M. J., Adams, J. V., Cuddy, D. W., Richards, J. M., Fodale, M. F., Larson, G. L., Ollilla, D. J., Slade, J. W., Steeves, T. B., Young, R. J., & Zerrenner, A. (2003). Optimizing larval assessment to support sea lamprey control in the Great Lakes. *Journal of Great Lakes Research*, 29, 766-782.

Hardisty, M. W. (1961). The Growth of Larval Lampreys. In *Journal of animal ecology* (Vol. 30, p. 357-371). British Ecological Society.

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.

Heggenes, J., & Salveit, S. J. (1990). Seasonal and spatial microhabitat selection and segregation in young Atlantic salmon, *Salmo salar* L., and brown trout, *Salmo trutta* L., in Norwegian river. *Journal of Fish Biology*, 36(5), 707-720.

Heland, M., & Dumas, J. (1994). Ecologie et comportement des juvéniles. In *Le saumon atlantique* (IFREMER, p. 332).

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

Jatteau, P., & Fraty, R. (2012). Etude de la tolérance à l'hypoxie des juvéniles de grande alose (*Alosa alosa*). irstea.

Keeley, E. R., & Grant, J. W. A. (1995). Allometric and environmental correlates of territory size in juvenile Atlantic salmon *Salmo salar*. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 52, 186-1996.

Keith, P., Persat, H., Feunteun, E., & Allardi, J. (2011a). *Les Poissons d'eau douce de France* (Muséum national d'Histoire naturelle). Biotope.

Keith, P., Persat, H., Feunteun, E., & Allardi, J. (2011b). *Les poissons d'eau douce de France*.

Lachance, & Caron. (2003). Performance des ensemencements de smolts pour le saumon atlantique (p. 21).

Lack, D. (1968). *Ecological adaptations for breeding in birds*. Methuen. <https://doi.org/10.2307/4083484>

Laffaille, P., Feunteun, E., Baisez, A., Robinet, T., Acou, A., Legault, A., & Lek, S. (2003). Spatial organisation of European eel (*Anguilla anguilla* L.) in a small catchment. *Ecology of Freshwater Fish*, 12, 254-264. <https://doi.org/10.1046/j.1600-0633.2003.00021.x>

Le Brech, D. (2009). Synthèse bibliographique sur le saumon atlantique (de la reproduction au stade du tacon) (p. 26). FDPMA 35.

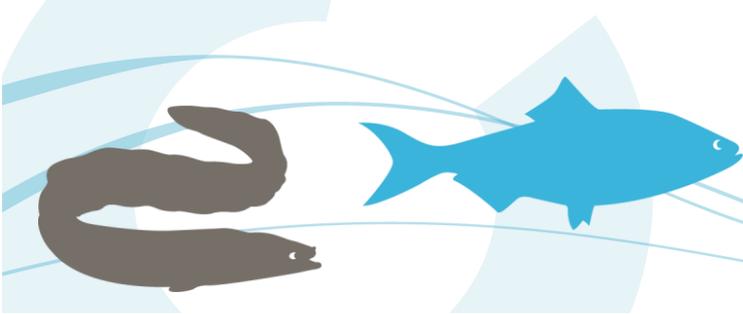
Legrand, M., Briand, C., Buisson, L., Artur, G., Azam, D., Baisez, A., Barracou, D., Bourré, N., Carry, L., Caudal, A.-L., Charrier, F., Corre, J., Croguennec, E., Mikaélian, S. D., Josset, Q., Le Gurun, L., Schaeffer, F., & Laffaille, P. (2020). Contrasting trends between species and catchments in diadromous fish counts over the last 30 years in France. *Knowledge & Management of Aquatic Ecosystems*, 421(7), 1-23. <https://doi.org/10.1051/kmae/2019046>

Lothian, A. J., Newton, M., Barry, J., Walters, M., Millers, 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. (1999). Quantification des surfaces de production de tacons par le biais de faciès d'écoulement (p. 11 pages, + figures.). MALAVOI, LOGRAMI.

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., Léon, C., & Baisez, A. (2020). Evaluation de la continuité écologique au regard des saumons sur le bassin versant de l'Allier, 2019, , Association LOGRAMI.

Martins, E. G., Hinch, S. G., Cooke, S. J., & Patterson, D. A. (2012). Climate effects on growth, phenology, and survival of sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*): A synthesis of the current state of knowledge and future research directions. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 22(4), 887-914. <https://doi.org/10.1007/s11160-012-9271-9>

Mazel, V., Charrier, F., Moyon, F., Caraguel, J.-M., Troger, F., & Legault, A. (2016). Suivi de l'opération d'alevinage réalisée sur la Creuse en 2013, (Rapport 2-3) Rapport du suivi à 36 mois (185p). FISH-PASS, pour l'Association Agréée Interdépartementale des Pêcheurs Professionnels en eau douce du Bassin de la Loire et des cours d'eau Bretons (AAIPPBLB).

McCormick, S. D., Hansen, L. P., Quinn, T. P., & Saunders, R. L. (1998). Movement, migration, and smolting of Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 55(S1), 77-92.

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.

Menesson-Boisneau, C., Boisneau, P., & Baglinière, J.-L. (1986). Premières observations sur les caractéristiques biologiques des adultes de grandes Alose (*Alosa alosa* L.) dans le cours moyen de la Loire.

MIGRADOUR. (2019). Suivi de la station de contrôle des migrations d'Artix-Pardies (p. 82). MIGRADOUR.

Minster, A. M., & Bomassi, P. (1999a). 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.

Minster, A. M., & Bomassi, P. (1999b). Repérage et évaluation des surfaces potentielles de développement de juvéniles de saumons atlantiques. Proposition d'un modèle de gestion des stocks sur les bassins de l'Allier et de l'Arroux. Rapport LOGRAMI/CSP DR6.

Minster, A. M., & Bomassi, P. (1999c). Repérage et évaluation des surfaces potentielles de développement de juvéniles de saumons atlantiques. Proposition d'un modèle de gestion des stocks sur les bassins de l'Allier et de l'Arroux. Rapport LOGRAMI/CSP DR6.

Nyqvist, D., McCormick, 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>

Potts, D. D., Dawson, H. A., & Jones, M. L. (2015). Validation of a relationship between statolith size and age of larval Great Lakes sea lamprey (*Petromyzon marinus*). *Environmental Biology of Fishes*, 98(8), 1859-1869. <https://doi.org/10.1007/s10641-015-0403-7>

Prévost, E., & Baglinière, 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.

Prévost, E., & Porcher, J. P. (1996). Méthodologie d'élaboration de Totaux Autorisés de Captures (TAC) pour le Saumon atlantique (*Salmo salar* L.) dans le Massif Armoricaïn. Propositions et recommandations scientifiques. Document du GRISAM. Evaluation et gestion des stocks de poissons migrateurs, Document scientifique et technique, 1.

Prévost, E., Vauclin, V., Baglinière, J. L., Brana-Vigil, F., & Nicieza, A. G. (1991). Application d'une méthode de détermination externe du sexe chez le Saumon atlantique (*Salmo salar* L.) dans les rivières

des Asturies (Espagne). Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture, 323, 149-159. <https://doi.org/10.1051/kmae:1991002>

René, 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.

Richard, A. (s. d.). Gestion piscicole, interventions sur les populations de poissons, repeuplement des cours d'eau salmonicoles. (Collection Mise au point, p. 256). CSP.

Rodriguez-Muncoz, 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, D. A. (2002). Life history evolution.

Sauvadet, L. (2021). Suivi des incubateurs de l'Arçon et de Laprade pour 2021 (p. 10). Association protectrice du saumon.

Souchon, Y., & Valentin, S. (1991). L'Allier du barrage de St-Etienne du Vigan jusqu'à Langeac, Simulation de l'habitat physique des salmonidés (p. 73 pages). Cemagref, groupement de Lyon.

Stradmeyer, L., & Thorpe, J. E. (1987). Feeding behaviour of wild Atlantic salmon, *Salmo salar* L., parr in mid- to late summer in a Scottish river. *Aquaculture Research*, 18(1), 33-49. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.1987.tb00123.x>

Taverny, & Elie, P. (2010). Les lamproies en Europe de l'Ouest : Écophases, espèces et habitats. Editions Quae.

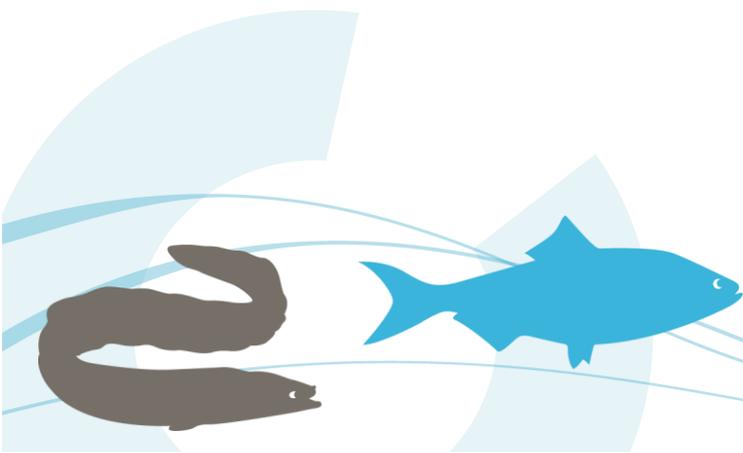
Thioulouse, G. (1972). Le comportement du saumon : Essai d'éthologie du saumon de l'Allier. Plein Air Service.

Thorstad, E. B., Whoriskey, F., Uglem, I., Moore, A., Rikardsen, A. H., & Finstad, B. (2012). A critical life stage of the Atlantic salmon *Salmo salar* : Behaviour and survival during the smolt and initial post-smolt migration. *Journal of Fish Biology*, 81(2), 500-542. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2012.03370.x>

Urdaci, M., 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.

Wentworth, C. K. (1922). A scale of grade and class terms for clastic sediments. *The journal of geology*, 30(5), 377-392.



12. Table des figures

Figure 1 : Liste des opérations permettant d'enrichir le programme de recherches appliquées en faveur des poissons migrateurs en 2021	9
Figure 2 : Dendrogramme des actions menées dans le cadre de l'orientation C1 du PLAGEPOMI : Dépendance aux habitats (Source LOGRAMI)	11
Figure 3 : Localisation du linéaire d'habitats décrits en 2021 et niveau d'actualisation de la quantification des habitats potentiels pour le développement des juvéniles de saumon atlantique sur le bassin de l'Allier	13
Figure 4 : Clé d'identification des faciès d'après MALAVOI et SOUCHON (2002)	14
Figure 5 : Saisie d'un point « faciès » sur tablette lors d'une cartographie des habitats (©LOGRAMI) ..	15
Figure 6 : Aperçu de la couche "faciès" après digitalisation de polygones à partir de photographies aériennes (Google satellite 2019/IGN 2020) et de points pris sur le terrain (limite amont faciès).....	16
Figure 7 : « Seuil du camping de la Bastide » ou « seuil du camping de l'Allier », ouvrage ROE 49 76719	
Figure 8 : Profil en long du secteur S1 de l'Allier entre la Bastide Puylaurent (48) (quelques kilomètres en aval des sources) et la restitution du barrage de Naussac (aval Langogne – 48) (LOGRAMI, 2021)..	20
Figure 9 : Répartition des surfaces par faciès d'écoulement sur le secteur S1 de l'Allier en 2021 (LOGRAMI)	21
Figure 10 : Production moyenne de tacons d'automne 0+ du secteur S1 de l'Allier (2000-2021) et comparaison avec le maximum observé et le maximum théorique.....	23
Figure 11 : Comparaison de la répartition des différents faciès (en proportion de leur surface cumulée) décrits en 1999 en 2021 sur le secteur S1 de l'Allier.....	25
Figure 12 : Comparaison de la répartition des différents faciès (en surface cumulée) décrits en 1999 en 2021 sur le secteur S1 de l'Allier	25
Figure 13 : Production de tacons 0+ d'automne du secteur S1 de l'Allier depuis 2000	26
Figure 14 : Productivité des frayères de saumons du secteurs S1 sur l'Allier depuis 2010	27
Figure 15 : 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).....	29
Figure 16 : Dendrogramme des actions menées en 2021 par LOGRAMI dans le cadre de l'orientation C1 : dépendance aux habitats (Source : LOGRAMI).....	30
Figure 17 : Localisation des stations hydrométriques de référence sur le bassin de la Loire (Sources : banque hydro : www.hydro.eaufrance.fr)	31
Figure 18 : Indices hydrologiques 2021 et indices hydrologiques historiques (2000-2020) durant la période hivernale sur les stations hydrométriques de référence du bassin de la Loire (Données hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE).....	33
Figure 19 : Pics de crue journaliers enregistrés sur les différentes stations hydrométriques références du bassin de la Loire durant l'hiver 2021 (Données hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)	34
Figure 20 : Indices hydrologiques 2021 et indices hydrologiques historiques (2000-2020) durant la période printanière sur les stations hydrométriques de référence du bassin de la Loire (Données hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE).....	35
Figure 21 : Indices hydrologiques 2021 et indices hydrologiques historiques (2000-2020) durant la période estivale sur les stations hydrométriques de référence du bassin de la Loire (Données hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE).....	36
Figure 22 : Pics de crue journaliers enregistrés sur les différentes stations hydrométriques de référence du bassin de la Loire durant l'été 2021 (Données hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)	37
Figure 23 : Indices hydrologiques 2021 et indices hydrologiques historiques (2000-2020) durant la période automnale sur les stations hydrométriques de référence du bassin de la Loire (Données hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE).....	38
Figure 24 : Débits journaliers et mensuels sur les différentes stations hydrométriques de référence en 2021 (Données hydro : DREAL Pays de Loire / Hydro – MEDD/DE)	40

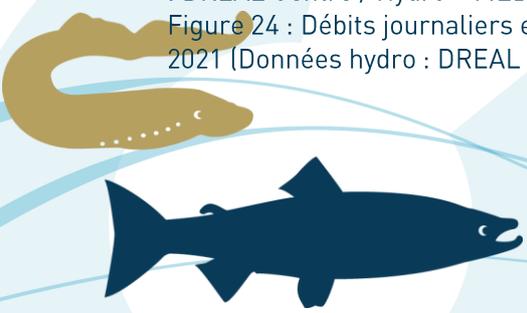


Figure 25 : Localisation des sondes températures suivies par LOGRAMI sur le bassin de la Loire (Sources : LOGRAMI).....	41
Figure 26 : Amplitude des températures journalières sur les différentes stations de mesure utilisées par LOGRAMI sur le bassin de la Loire en 2021 (Sources : LOGRAMI).....	44
Figure 27 : Ecart de températures (°C) entre les valeurs moyennes mensuelles 2021 et les valeurs de référence pendant la période hivernale sur les stations de mesures du réseau suivi par LOGRAMI sur le bassin de la Loire (Sources : LOGRAMI).....	45
Figure 28 : Ecart de températures (°C) entre les valeurs moyennes mensuelles 2021 et les valeurs de référence durant la période printanière sur les stations de mesures du réseau suivi par LOGRAMI sur le bassin de la Loire (Sources : LOGRAMI).....	46
Figure 29 : Ecart de températures (°C) entre les valeurs moyennes mensuelles 2021 et les valeurs de référence durant la période estivale sur les stations de mesures du réseau suivi par LOGRAMI sur le bassin de la Loire (Sources : LOGRAMI).....	47
Figure 30 : Ecart de températures (°C) entre les valeurs moyennes mensuelles 2021 et les valeurs de référence durant la période automnale sur les stations de mesures du réseau suivi par LOGRAMI sur le bassin de la Loire (Sources : LOGRAMI).....	48
Figure 31 : Comparaison de l'amplitude des préférendums thermiques pour la migration du saumon atlantique entre 2021 et les données antérieures sur les différentes stations de comptage du bassin de la Loire (Sources : LOGRAMI).....	50
Figure 32 : Comparaison de l'amplitude moyenne des préférendums thermiques printaniers pour la migration du saumon atlantique aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire entre 2021 et les données antérieures (Sources : LOGRAMI).....	51
Figure 33 : Comparaison du pourcentage de l'amplitude du préférendum thermique favorable à la migration du saumon atlantique aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire entre 2021 et les données antérieures (Sources : LOGRAMI).....	51
Figure 34 : Indices hydrologiques 2021 et indices hydrologiques historiques (2000-2020) durant la migration printanière des saumons (janvier à juin) sur les stations hydrométriques de référence du bassin de la Loire (Données hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE).....	52
Figure 35 : Comparaison de l'amplitude des préférendums thermiques pour la survie estivale du saumon atlantique entre 2021 et les données antérieures sur les différentes stations de comptage du bassin de la Loire (Sources : LOGRAMI).....	53
Figure 36 : Nombre de jours supérieurs à 25 °C au niveau des stations de mesure de la température sur l'Allier pendant les étés 2019, 2020 et 2021 (Sources : LOGRAMI).....	54
Figure 37 : Nombre de jours supérieurs à 25 °C au niveau des stations de mesure de la température sur l'axe Creuse-Gartempe pendant les étés 2019, 2020 et 2021 (Sources : LOGRAMI).....	54
Figure 38 : Nombre de jours supérieurs à 27,5 °C au niveau des stations de mesure de la température sur l'Allier pendant les étés 2019, 2020 et 2021 (Sources : LOGRAMI).....	55
Figure 39 : Nombre de jours supérieurs à 27,5 °C au niveau des stations de mesure de la température sur l'axe Creuse-Gartempe pendant les étés 2019, 2020 et 2021 (Sources : LOGRAMI).....	55
Figure 40 : Indices hydrologiques 2021 et indices hydrologiques historiques (2000-2020) durant la période estivale sur les stations hydrométriques de référence du bassin de la Loire (Données hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE).....	56
Figure 41 : Comparaison des amplitudes moyennes des préférendums thermiques automnaux pour la migration du saumon atlantique sur les différentes stations de comptage du bassin de la Loire entre 2021 et les données antérieures (Sources : LOGRAMI).....	57
Figure 42 : Indices hydrologiques 2021 et indices hydrologiques historiques (2000-2020) de septembre à novembre sur les stations hydrométriques de référence du bassin de la Loire (Données hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE).....	58
Figure 43 : Comparaison des conditions optimales de température (7,5 à 12,5 °C) pour la reproduction des saumons (période de novembre à décembre) entre 2021 et les données antérieures sur les stations thermiques de Folles, Châteauponsac, Argenton sur Creuse, Châteauneuf les Bains, Ambert, Massiac, Issoire, Brioude, Langeac, Langogne et Riorges (Sources : LOGRAMI).....	59

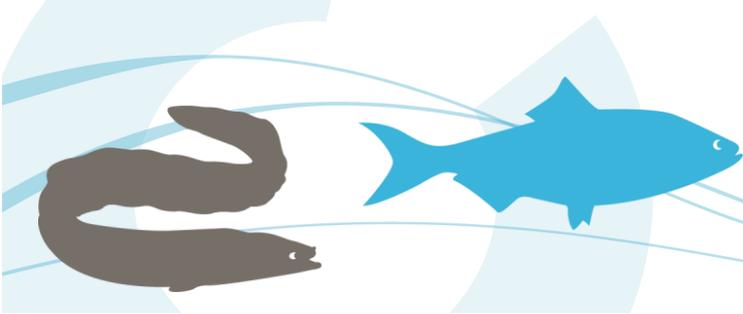


Figure 44 : Dates d'éclosion des œufs et d'émergence des alevins sur les zones de reproduction du saumon sur le bassin de la Loire en 2021 par rapport à l'historique des températures (Sources : LOGRAMI) 60

Figure 45 : Comparaison des conditions optimales de température (7 à 21 °C) pour le développement des tacons (période de mai à septembre) entre 2021 et les données antérieures sur les stations thermiques de Folles, Châteauponsac, Argenton sur Creuse, Châteauneuf les Bains, Ambert, Massiac, Issoire, Brioude, Langeac, Langogne et Riorges (Sources : LOGRAMI) 62

Figure 46 : Indices hydrologiques 2021 et indices hydrologiques historiques (2000-2020) durant la période de dévalaison des smolts (mars à mai) sur les stations hydrométriques de référence du bassin de la Loire (Données hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)..... 63

Figure 47 : Comparaison de l'amplitude des préférendums thermiques pour la migration de l'alse entre 2021 et les données antérieures sur les différentes stations de comptage du bassin de la Loire (Sources : LOGRAMI)..... 64

Figure 48 : Comparaison du pourcentage de l'amplitude du préféremdum thermique favorable à la migration des aloses aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire entre 2021 et les données antérieures (Sources : LOGRAMI) 64

Figure 49 : Comparaison du pourcentage de l'amplitude du préféremdum thermique printanier favorable à la migration des aloses aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire entre 2021 et les données antérieures (Sources : LOGRAMI) 65

Figure 50 : Indices hydrologiques 2021 et indices hydrologiques historiques (2000-2020) pendant la migration des aloses sur les stations hydrométriques de référence du bassin de la Loire (Données hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE) 66

Figure 51 : Comparaison des conditions optimales de température (14 à 23 °C) pour la reproduction de l'alse (période 15 avril au 31 juillet) entre 2021 et les données antérieures sur les stations de thermiques de Decize, Vichy, Moulins, Châtellerault et Descartes (Sources LOGRAMI) 67

Figure 52 : Comparaison des conditions optimales de température (13,5 à 25 °C) pour le développement des alosons (période du 15 mai au 30 septembre) entre 2021 et les données antérieures sur les stations de températures de Decize, Vichy, Moulins, Châtellerault et Descartes (Sources LOGRAMI) 68

Figure 53 : Comparaison de l'amplitude des préférendums thermiques pour la migration de la lamproie marine entre 2021 et les données antérieures sur les différentes stations de comptage du bassin de la Loire (Sources LOGRAMI) 69

Figure 54 : Comparaison du pourcentage de l'amplitude du préféremdum thermique favorable à la migration des lamproies marines aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire entre 2021 et les données antérieures (Sources : LOGRAMI)..... 69

Figure 55 : Comparaison du pourcentage de l'amplitude du préféremdum thermique printanier favorable à la migration des lamproies marines aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire entre 2021 et les données antérieures (Sources : LOGRAMI) 70

Figure 56 : Indices hydrologiques 2021 et indices hydrologiques historiques (2000-2020) pendant la migration des lamproies marines sur les stations hydrométriques de référence du bassin de la Loire (Données hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE) 71

Figure 57 : Comparaison des conditions optimales de température (10 à 19 °C) pour la reproduction des lamproies marines (période du 15 avril au 30 juin) entre 2021 et les données antérieures sur les stations de thermiques de Decize, Vichy, Moulins, Châtellerault et Descartes (Sources LOGRAMI) 72

Figure 58 : Indices hydrologiques 2021 et indices hydrologiques historiques (2000-2020) durant la période de reproduction des lamproies marines sur les stations hydrométriques de référence du bassin de la Loire (Données hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)..... 72

Figure 59 : Comparaison des conditions optimales de températures (10 à 21 °C) pour le développement des ammocètes (juillet à septembre) entre 2021 et les données antérieures sur les stations de thermiques de Decize, Vichy, Moulins, Châtellerault et Descartes (Sources LOGRAMI) 73

Figure 60 : Nombre de jours supérieurs à 26°C au niveau des stations de mesure de Moulins, Vichy, Decize, Descartes et Châtellerault depuis 2009 (Sources : LOGRAMI) 74

Figure 61 : Indices hydrologiques 2021 et indices hydrologiques historiques (2000-2020) pendant le développement des ammocètes sur les stations hydrométriques de référence du bassin de la Loire (Données hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE) 74



Figure 62 : Comparaison de l'amplitude des préférendums thermiques pour la migration de l'anguille jaune entre 2021 et les données antérieures sur les différentes stations de comptage du bassin de la Loire (Sources LOGRAMI)	75
Figure 63 : Comparaison des conditions optimales de température (15 à 25 °C) pour la migration de l'anguille jaune (période du 15 mai au 15 juillet) entre 2021 et les données antérieures sur les stations de thermiques de Decize, Vichy, Moulins, Châtellerauld et Descartes (Sources LOGRAMI)	76
Figure 64 : Comparaison du pourcentage de l'amplitude du préféremdum thermique printanier favorable à la migration des anguilles jaunes aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire entre 2021 et les données antérieures (Sources : LOGRAMI)	76
Figure 65 : Indices hydrologiques 2021 et indices hydrologiques historiques (2000-2020) durant la migration des anguilles jaunes sur les stations hydrométriques de référence du bassin de la Loire (Données hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)	77
Figure 66 : Passe à bassins rélaisée au seuil de Chambon de Cerzat en 2021 (crédit : LOGRAMI)	80
Figure 67 : Vue aval du nouveau barrage de Poutès sur l'Allier (crédit : LOGRAMI, 2022)	81
Figure 68 : Goulotte de dévalaion (à gauche) et passe à poissons (à droite) du nouveau barrage de Poutès sur l'Allier (crédit : LOGRAMI, 2022)	82
Figure 69 : Vue aval du seuil de Jenzat sur la Sioule avec de gauche à droite : passe à poissons, vis hydrodynamiques et clapet de décharge (crédit : LOGRAMI, 2021)	83
Figure 70 : Passe à poissons à fentes verticales aménagée au niveau du seuil de Jenzat sur la Sioule (crédit : LOGRAMI, 2021)	83
Figure 71 : Passe à poissons en enrochements en cours de travaux à Chambellay sur la Mayenne (source : D. Maffre-EP Loire)	84
Figure 72 : Aménagements en faveur de la continuité écologique réalisés de 2016 à 2021 sur axes à migrateurs (SDAGE) du bassin versant de la Loire	85
Figure 73 : Aménagements en faveur de la continuité écologique réalisés de 2016 à 2021 sur axes à migrateurs (SDAGE) du Loire amont-Allier	87
Figure 74 : Aménagements en faveur de la continuité écologique réalisés de 2016 à 2021 sur axes à migrateurs (SDAGE) du bassin Vienne-Creuse	88
Figure 75 : Aménagements en faveur de la continuité écologique réalisés de 2016 à 2021 sur axes à migrateurs (SDAGE) du bassin Cher	89
Figure 76 : Aménagements en faveur de la continuité écologique réalisés de 2016 à 2021 sur axes à migrateurs (SDAGE) du bassin Maine	90
Figure 77 : Aménagements des ouvrages hydroélectriques pour la dévalaison réalisés sur l'axe Mayenne	91
Figure 78 : Ouvrages à enjeux essentiels (PLAGEPOMI), ouvrages prioritaires (PAPARCE) et ouvrages aménagés sur la période 2016-2021 sur les principaux cours d'eau à migrateurs du bassin de la Loire	92
Figure 79 : Ouvrages à enjeux essentiels du bassin de la Loire : aménagement des ouvrages (à gauche) et fonctionnalité connue des aménagements (à droite) pour la montaison	93
Figure 80 : Ouvrages à enjeux essentiels du bassin de la Loire : aménagement et fonctionnalité connue des aménagements pour la montaison	94
Figure 81 : Ouvrages à enjeux essentiels du bassin de la Loire : aménagement des ouvrages (à gauche) et fonctionnalité connue des aménagements (à dorite) pour la dévalaison	95
Figure 82 : Ouvrages à enjeux essentiels du bassin de la Loire : aménagement et fonctionnalité connue des aménagements pour la dévalaison	96
Figure 83 : Cours d'eau du bassin de la Loire colonisés par les aloses en 2021	98
Figure 84 : Cours d'eau du bassin de la Loire colonisés par la lamproie marine en 2021	100
Figure 85 : Dynamique de construction des nids de saumon atlantique dans le tronçon court-circuité du barrage de Poutès depuis 2012 sur l'Allier	101
Figure 86 : Débits de l'Allier à la station de Prades du 1 ^{er} octobre au 31 décembre 2021 (Données hydro : DREAL Auvergne / HYDRO-MEDD/DE)	103
Figure 87 : Évolution du nombre de nids de saumon comptabilisés sur les cinq secteurs de l'Allier depuis la mise en place du suivi en 2000 (Source LOGRAMI et CSP)	103

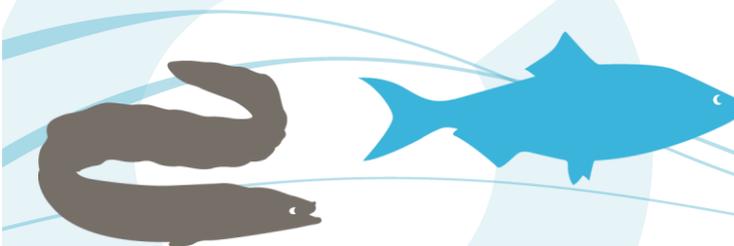


Figure 88 : Ratio entre le nombre de saumons à Vichy et le nombre de nids (frayères) comptabilisés sur l'Allier en amont de Vichy de 2000 à 2021	104
Figure 89 : Répartition kilométrique des nids de saumon atlantique sur l'Allier en 2021 et principaux obstacles à la migration (Source LOGRAMI pour les nids et ONEMA pour la franchissabilité).....	105
Figure 90 : Carthographie des densités de nids de saumon atlantique par secteurs sur le bassin de l'Allier en 2021	106
Figure 91 : Évolution de la répartition de nids de saumon comptabilisées selon les cinq secteurs de l'Allier depuis la mise en place du suivi en 2000	107
Figure 92 : Relation (sans 2021) entre la part des nids comptabilisés sur le secteur S2 et le débit moyen journalier maximum calculé sur 5 jours à Langeac sur la période septembre-novembre de l'année de comptage et ajout graphique de 2021 (Données hydro : DREAL Auvergne / HYDRO-MEDD/DE)	107
Figure 93 : Pourcentage de nids dans le TCC de Poutès par rapport à l'amont de Monistrol d'Allier et le débit journalier moyen maximum calculé sur 5 jours de l'Allier à Langeac sur la période septembre-novembre de l'année de comptage (Données hydro : DREAL Auvergne / HYDRO-MEDD/DE)	108
Figure 94 : Relation entre la part de nids comptabilisés 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 de comptage (Données hydro : DREAL Auvergne / HYDRO-MEDD/DE)	109
Figure 95 : Répartition moyenne des nids de saumon atlantique sur les cinq secteurs de l'Allier et au cours de six grandes périodes significatives (continuité migratoire et gestion) depuis 1938 (Source : Eaux et Forêts, CSP, ONEMA et LOGRAMI)	110
Figure 96 : Densités de nids de saumons observées en 2021 par hectare de surfaces productives en moyenne sur la période 2000-2020 et en 2021 sur les cinq secteurs de l'Allier	113
Figure 97 : Nombre de jours durant lesquels l'Alagnon a eu un attrait supérieur à l'Allier à l'automne	114
Figure 98 : Évolution de l'indice hydrologique d'attrait de l'Alagnon par rapport à l'Allier en 2021	115
Figure 99 : Dynamique moyenne de la reproduction des saumons atlantiques dans le Béal de Lempdes-sur-Alagnon de 2012 à 2020 (avant les travaux au seuil de Chambezou).....	116
Figure 100 : Débits de l'Alagnon à la station de Lempdes-sur-Alagnon du 1 ^{er} octobre au 31 décembre 2021 (Données hydro : DREAL Auvergne / HYDRO-MEDD/DE)	117
Figure 101 : Évolution du nombre de nids de saumons comptabilisés sur les trois secteurs de l'Alagnon depuis la mise en place du suivi en 2001.....	117
Figure 102 : Répartition kilométrique des nids de saumon atlantique sur l'Alagnon en 2021 et principaux obstacles à la migration (Source LOGRAMI pour les nids et ONEMA pour la franchissabilité).....	118
Figure 103 : Carthographie des densités de nids de saumon atlantique par secteurs sur le bassin de l'Alagnon en 2021.....	119
Figure 104 : Évolution de la répartition de nids de saumons comptabilisés sur les trois secteurs de l'Alagnon depuis la mise en place du suivi en 2001.....	120
Figure 105 : Vanne installée par l'OFB en amont du Béal de Lempdes-sur-Alagnon.....	120
Figure 106 : Relation entre la part de nids comptabilisés sur le secteur S3 et S3b et le débit journalier moyen maximum calculé sur 5 jours de l'Allier à Lempdes-sur-Alagnon sur la période septembre-novembre de l'année de comptage depuis 2009 (début du suivi intégral du Béal) sans l'année 2020 et 2021 et positionnement de l'année 2020 et 2021 (Données hydro : DREAL Auvergne / HYDRO-MEDD/DE)	121
Figure 107 : Densités de nids de saumon atlantique observées en moyenne sur la période 2009-2020 et en 2021 par hectare de surfaces productives sur les trois secteurs de l'Alagnon.....	122
Figure 108 : Cours d'eau du bassin de la Loire colonisés par le saumon atlantique en 2021	123
Figure 109 : Densités 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).....	124
Figure 110 : Cours d'eau du bassin de la Loire colonisés par le mulot porc sur le bassin de la Loire en 2021.....	125
Figure 111 : Linéaires fréquentés par le saumon atlantique avant la fin du XIX ^{ème} siècle, au XIX ^{ème} siècle et zones de reproduction devenues inaccessibles sur le bassin de la Loire	126



Figure 112 : 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)	127
Figure 113 : Eléments composant un poste de suivi fixe par radiopistage : antenne boucle, câble coaxial, récepteur et batterie d'alimentation (sources : LOGRAMI)	129
Figure 114 : 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 et la Creuse en 2021 ..	130
Figure 115 : Suivis radio télémétriques mobiles en canoë, à pied, dans le cours d'eau et en voiture (Sources : LOGRAMI).....	130
Figure 116: 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 2021	131
Figure 117 : Emetteur Advanced Telemetry System ® F1710 (Source : LOGRAMI)	132
Figure 118 : De haut en bas et de gauche à droite : biométrie d'un smolt, marquage d'un smolt par voie intra-gastrique, cuve de transit oxygénée et alimentée par l'eau de la Gartempe, smolts en phase de transit avant libération dans la Gartempe (Sources : LOGRAMI).....	132
Figure 119 : Localisation des stations hydrologiques et des sondes température utilisées lors de l'étude du suivi de la dévalaison des smolts sur la Gartempe et la Creuse en 2021	135
Figure 120 : Températures moyennes journalières de la Gartempe à Châteauponsac et à Bussière-Poitevine en avril 2021 et températures de référence sur la période 2011-2020 à Châteauponsac	136
Figure 121 : Débits moyens journaliers de la Gartempe à Sant-Bonnet-de-Bellac, Montmorillon et Vicq-sur-Gartempe en avril 2021	137
Figure 122 : 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 et la Creuse en 2021	138
Figure 123 : Devenir par catégories des smolts suivis en dévalaison sur la Gartempe et la Creuse en 2021	140
Figure 124 : Pertes globale en pourcentage de smolts sur l'axe et par tronçons lors du suivi de la dévalaison des smolts sur la Gartempe et la Creuse en 2021	141
Figure 125 : Pertes globales et devenir des smolts par catégorie, par tronçon de cours d'eau étudié, lors du suivi de la dévalaison sur la Gartempe et la Creuse en 2021.....	142
Figure 126 : Temps de passages en heures des smolts enregistrés par seize récepteurs fixes (de l'amont vers l'aval) lors du suivi de la dévalaison sur la Gartempe et la Creuse en 2021	143
Figure 127 : Vitesses de dévalaison par tronçon entre deux récepteurs fixes des smolts suivis sur la Gartempe et la Creuse en 2021 (n = 337).....	144
Figure 128 : Dendrogramme des actions menées dans le cadre de l'orientation C2 : Dynamique de population.....	151
Figure 129 : Répartition des stations de comptage des poissons sur le bassin de la Loire en 2021....	151
Figure 130 : Chronologie de la création des stations de comptage sur le bassin de la Loire.....	152
Figure 131 : Mise en service de la station de comptage de Jenzat sur la Sioule le 27 mai 2021.....	153
Figure 132 : Niveau d'eau de la retenue de Descartes en comparaison avec la côte légale de la retenue en 2021 (Source hydro : SPCVCA – Centre de Poitiers / Hydro – MEDD/DE)	155
Figure 133 : Seuil de Descartes sur la Creuse avant (22/07/2021) et après (22/03/2022) l'ouverture des pertuis.....	155
Figure 134 : Périodes de fermeture de la passe à poissons du seuil de Descartes en 2021	156
Figure 135 : Périodes de fermeture de la passe à poissons du barrage de Châtellerault en 2021	156
Figure 136 : Travaux sur la vanne n°7 du pont barrage de Vichy sur l'Allier (9 janvier 2021.....	157
Figure 137 : Rupture de clapet n°6 du pont barrage de Vichy sur l'Allier le 28 juin 2021	158
Figure 138 : Périodes de fermeture des passes à poissons rive droite et rive gauche du barrage de Vichy en 2021.....	158
Figure 139 : Périodes de fermeture de la passe à poissons du seuil de Decize en 2021	159
Figure 140 : Fonctionnement de la station de comptage de Châtellerault en 2021	161
Figure 141 : Fonctionnement de la station de comptage de Saint-Pourçain-sur-Sioule en 2021	161
Figure 142 : Fonctionnement de la station de comptage de Jenzat en 2021	162
Figure 143 : Fonctionnement de la station de comptage de Langeac au seuil en 2021	163

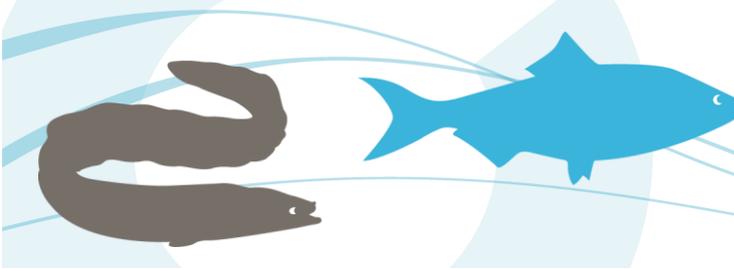


Figure 144 : Fonctionnement de la station de comptage de Gueugnon en 2021	163
Figure 145 : Comparaison des amplitudes de migration des aloses aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire en 2021 et en moyenne depuis le début des suivis	164
Figure 146 : Comparaison des périodes de passages des aloses en 2021 aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire avec les périodes observées depuis la mise en place des stations... ..	165
Figure 147 : Comparaison des rythmes de migration des aloses en 2021 aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire	165
Figure 148 : Passages journaliers d'aloses à Descartes en relation avec la température de l'eau et les débits de la Creuse à Leugny en 2021 (n=368) (Source hydro : SPCVCA – Centre de Poitiers / Hydro – MEDD/DE).....	166
Figure 149 : Passages journaliers d'aloses à Châtellerault en relation avec la température de l'eau et les débits de la Vienne à Ingrandes-sur-Vienne en 2021 (n=748) (Source hydro : SPCVCA – Centre de Poitiers / Hydro – MEDD/DE).....	166
Figure 150 : Passages journaliers d'aloses à Decize en relation avec les débits de la Loire amont à Nevers en 2021 (Sources : LOGRAMI et DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE).....	167
Figure 151 : Passages journaliers d'aloses à Vichy en relation avec la température de l'eau à Vichy et les débits de l'Allier à Saint-Yorre en 2021 (Sources : LOGRAMI et DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)	167
Figure 152 : Passages horaires des aloses aux stations de comptage du bassin de la Loire en effectif cumulé de 1997 à 2020 (n=130 326) et en 2021 (n=1 200).....	168
Figure 153 : Comparaison des amplitudes de migration des lamproies marines aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire en 2021 et en moyenne depuis le début des suivis.....	169
Figure 154 : Comparaison des périodes de passages des lamproies marines en 2021 aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire avec les périodes observées depuis la mise en place des stations.....	169
Figure 155 : Comparaison des rythmes de migration des lamproies en 2021 aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire	170
Figure 156 : Passages journaliers de lamproies marines à Descartes en relation avec la température de l'eau et les débits de la Creuse à Leugny en 2021 (n=1 005) (Source hydro : SPCVCA – Centre de Poitiers / Hydro – MEDD/DE).....	170
Figure 157 : Passages journaliers de lamproies marines à Châtellerault en relation avec les débits de la Vienne à Ingrandes-sur-Vienne de mars à juin 2021 (n=2 993) (Source hydro : SPCVCA – Centre de Poitiers / Hydro – MEDD/DE).....	171
Figure 158 : Passages horaires des lamproies marines aux stations de comptage du bassin de la Loire en effectif cumulé depuis 1997 (n=566 202) et en 2021 (n=3 998).....	171
Figure 159 : Comparaison des amplitudes de migration des saumons aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire en 2021 et en moyenne depuis le début des suivis.....	172
Figure 160 : Répartition annuelle des passages de saumons ayant franchi le seuil de Descartes depuis 2007 selon leur classe d'âge(n=1 149).....	173
Figure 161 : Répartition annuelle des passages de saumons ayant franchi le barrage de Vichy depuis 1997 selon leur classe d'âge (n=15 255).....	174
Figure 162 : Répartition annuelle des passages de saumons ayant franchi le seuil de Langeac depuis 2003 selon leur classe d'âge (n=1427).....	174
Figure 163 : Répartition annuelle des passages de saumons ayant franchi le barrage de Poutès depuis 1986 selon leur classe d'âge (n=1 759).....	175
Figure 164 : Comparaison des périodes de passages des saumons en 2021 aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire avec les périodes observées depuis la mise en place des stations... ..	176
Figure 165 : Comparaison des rythmes de migration de saumons en 2021 aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire	176
Figure 166 : Comparaison des rythmes de migration des saumons par classe d'âge à la station de Descartes entre 2021 et les données de la période 2007-2020	177
Figure 167 : Comparaison des rythmes de migration des saumons par classe d'âge à la station de Vichy entre 2021 et les données antécédentes.....	177



Figure 168 : Comparaison des rythmes de migration des saumons par classes d'âge à la station de Langeac entre 2021 et les données de la période 2003-2020	178
Figure 169 : Rythmes de migration des saumons par classe d'âge à la station de Poutès entre 1986 et 2020.....	179
Figure 170 : Passages journaliers de saumons à Descartes en relation avec la température de l'eau et les débits de la Creuse à Leugny en 2021 (n=13) (Source hydro : SPCVCA – Centre de Poitiers / Hydro – MEDD/DE).....	179
Figure 171 : Passages journaliers de saumons à Châtellerault en relation avec la température de l'eau et les débits de la Vienne à Ingrandes-sur-Vienne en 2021 (n=5) (Source hydro : SPCVCA – Centre de Poitiers / Hydro – MEDD/DE).....	180
Figure 172 : Passages journaliers de saumons à Saint-Pourçain-sur-Sioule en relation avec les débits de la Sioule à Saint-Pourçain-sur-Sioule en 2021 (Sources : LOGRAMI et DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE).....	180
Figure 173 : Occurrence des passages journaliers de saumons et des débits de la Sioule à la station de comptage de Saint-Pourçain-sur-Sioule depuis 2017 (Sources : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)	181
Figure 174 : Passages journaliers de saumons à Vichy en relation avec la température de l'eau à Vichy et les débits de l'Allier à Saint-Yorre en 2021 (Sources : LOGRAMI et DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)	182
Figure 175 : Passages journaliers de saumons à Langeac en relation avec la température de l'eau à Langeac (Source : DREAL ARRA) et les débits de l'Allier à Langeac en 2021 (Sources : LOGRAMI et DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE).....	183
Figure 176 : Passages horaires des saumons aux stations de comptage du bassin de la Loire en effectif cumulé depuis 1997 (n=16 799) et en 2021 (n=366).....	184
Figure 177 : Comparaison des amplitudes de migration des smolts à la station de Saint-Pourçain-sur-Sioule depuis 2017 (n=4423 pour la moyenne).....	185
Figure 178 : Passages journaliers de smolts à Saint-Pourçain-sur-Sioule en relation avec la température de l'eau à Contigny et les débits de la Sioule à Saint-Pourçain-sur-Sioule en 2021 (Sources : LOGRAMI et DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE).....	185
Figure 179 : Occurrence des passages journaliers de smolts et des débits de la Sioule à la station de comptage de Saint-Pourçain-sur-Sioule depuis 2017 (Sources : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)	186
Figure 180 : Comparaison des amplitudes de migration des smolts à la station de comptage de Vichy depuis 1997.....	186
Figure 181 : Passages journaliers de smolts à Vichy en relation avec la température de l'eau à Vichy et les débits de l'Allier à Saint-Yorre en 2021 (Sources : LOGRAMI et DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)	187
Figure 182 : Amplitudes de migration des smolts au niveau du seuil de Langeac sur l'Allier (moyenne de 2004, 2016, 2019, 2020 et 2021)	188
Figure 183 : 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).....	188
Figure 184 : Passages horaires des smolts dans la goulotte de dévalaison du barrage de Poutès et aux stations de comptage Saint-Pourçain-sur-Sioule et Vichy	189
Figure 185 : Répartition des effectifs des saumons ravalés par mois observés aux stations de Poutès, Vichy et Saint-Pourçain-sur-Sioule sur le bassin de l'Allier depuis le début des suivis aux stations (N = année de reproduction).....	190
Figure 186 : Comparaison de la période de migration des anguilles à Châtellerault sur la Vienne en 2021 par rapport aux années antérieures.....	190
Figure 187 : Comparaison du rythme de migration des anguilles à Châtellerault en 2021 par rapport aux années antérieures.....	191
Figure 188 : Période de migration des anguilles montantes à Jenzat en 2021 (n=80)	191
Figure 189 : Période de migration des anguilles montantes à Poutès depuis 1986 (n=817).....	192

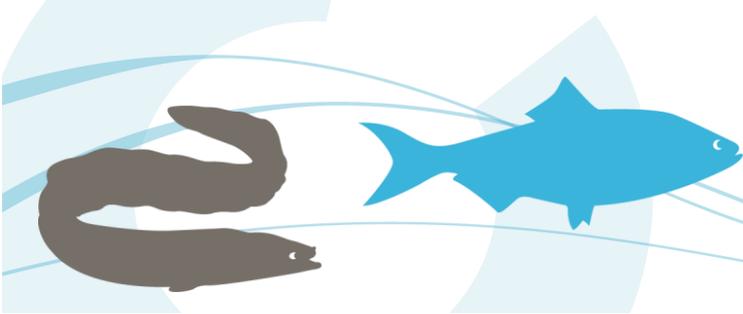


Figure 190 : Passages journaliers d’anguilles à Châtellerault en relation avec les débits de la Vienne à Ingrandes-sur-Vienne de mai à août 2021 (n=17 496) [Source hydro : SPCVCA – Centre de Poitiers / Hydro – MEDD/DE].....	192
Figure 191 : Passages journaliers d’anguilles à Jenzat en relation avec les débits de la Sioule à Ebreuil en 2021 (n=80) [Source hydro : SPCVCA – Centre de Poitiers / Hydro – MEDD/DE]	193
Figure 192 : Passages horaires des anguilles à la station de comptage de Châtellerault en effectif cumulé depuis 2004 (n=48 977) et en 2021 (n=17 496).....	193
Figure 193 : Période de migration des anguilles argentées à Roanne depuis 2012 (n=301).....	194
Figure 194 : Passages horaires des anguilles argentées à la station de comptage de Roanne en effectif cumulé depuis 2012 (n=301).....	195
Figure 195 : Comparaison des périodes de passages des mulots porcs en 2021 aux stations de comptage du bassin de la Vienne avec les périodes observées depuis la mise en place des stations.....	195
Figure 196 : Passages journaliers de mulots porcs à Descartes en relation avec la température de l’eau et des débits de la Creuse à Leugny en 2021 (n=19) [Source hydro : SPCVCA – Centre de Poitiers / Hydro – MEDD/DE]	196
Figure 197 : Passages journaliers de mulots porcs à la station de comptage de Châtellerault en relation avec la température de l’eau et des débits de la Vienne à Ingrandes-sur-Vienne en 2021 (n=129) [Source hydro : SPCVCA – Centre de Poitiers / Hydro – MEDD/DE]	197
Figure 198 : Passages horaires des mulots porcs aux stations de comptage du bassin de la Vienne (n=4 634) et en 2021 (n=148)	197
Figure 199 : Répartition des effectifs d’aloses aux stations de comptage du bassin de la Loire en 2021	202
Figure 200 : Répartition des effectifs d’aloses aux stations de comptage du bassin de la Loire en moyenne sur la période 2007-2020.....	203
Figure 201 : Bilan des passages d’aloses à la station de comptage de Descartes sur la Creuse depuis 2007.....	203
Figure 202 : Bilan des passages d’aloses à la station de comptage de Châtellerault sur la Vienne depuis 2004.....	204
Figure 203 : Bilan des passages d’aloses à la station de comptage de Decize sur la Loire depuis 1998 (Sources : LOGRAMI).....	204
Figure 204 : Bilan des passages d’aloses à la station de comptage de Gueugnon sur l’Arroux depuis 2006 (Sources : LOGRAMI).....	205
Figure 205 : Bilan des passages d’aloses à la station de comptage de Vichy sur l’Allier depuis 1997 (Sources : LOGRAMI).....	206
Figure 206 : Répartition des effectifs de lamproies marines aux stations de comptage du bassin de la Loire en 2021	206
Figure 207 : Répartition des effectifs de lamproies marines aux stations de comptage du bassin de la Loire en moyenne sur la période 2007-2020.....	207
Figure 208 : Bilan des passages de lamproies marines à la station de comptage de Descartes sur la Creuse depuis 2007.....	207
Figure 209 : Bilan des passages de lamproies marines à la station de comptage de Châtellerault sur la Vienne depuis 2004	208
Figure 210 : Bilan des passages de lamproies marines à la station de comptage de Decize sur la Loire depuis 1998 (Sources : LOGRAMI).....	208
Figure 211 : Bilan des passages de lamproies marines à la station de comptage de Gueugnon sur l’Arroux depuis 2006 (Sources : LOGRAMI)	209
Figure 212 : Bilan des passages de lamproies marines à la station de comptage de Vichy sur l’Allier depuis 1997 (Sources : LOGRAMI).....	210
Figure 213 : Illustrations de poissons hôtes parasités par des lamproies fluviatiles (de droite à gauche : mulot porc à Descartes, grande alose à Descartes et saumon atlantique à Vichy) (Sources : LOGRAMI)	210
Figure 214 : Bilan des observations de lamproies fluviatiles et de leurs modes de déplacement aux stations de comptage du bassin de la Loire depuis le début des suivis	211



Figure 215 : Répartition des effectifs de saumons aux stations de comptage du bassin de la Loire en 2021.....	211
Figure 216 : Répartition des effectifs de saumons aux stations de comptage du bassin de la Loire de 2007 à 2020 (à gauche) et en 2021 (à droite)	212
Figure 217 : Bilan des passages de saumons à la station de comptage de Châtellerault sur la Vienne depuis 2005.....	212
Figure 218 : Bilan des passages de saumons à la station de comptage de Descartes sur la Creuse depuis 2007.....	213
Figure 219 : Bilan des passages de saumons à la station de comptage de Decize sur la Loire depuis 1998 (Sources : LOGRAMI).....	214
Figure 220 : Bilan des passages de saumons à la station de comptage de Gueugnon sur l'Arroux depuis 2006 (Sources : LOGRAMI).....	214
Figure 221 : Bilan des observations de saumons à la station de comptage de Roanne sur la Loire depuis 2012 (Sources : LOGRAMI).....	215
Figure 222 : Bilan des passages de saumons à la station de comptage de Saint-Pourçain-sur-Sioule sur la Sioule depuis 2017 (Sources : LOGRAMI)	215
Figure 223 : Bilan des passages de saumons à la station de comptage de Vichy sur l'Allier depuis 1997 (Sources : LOGRAMI).....	216
Figure 224 : Bilan des effectifs de saumons à la station de comptage de Vichy sur l'Allier et des captures pour le programme de repeuplement (tous sites de piégeage confondus) depuis 1997 (Sources : LOGRAMI et CNSS).....	217
Figure 225 : Bilan des passages de saumons à la station de comptage de Langeac sur l'Allier depuis l'automne 2003 (Sources : LOGRAMI et CNSS)	217
Figure 226 : Bilan des passages de saumons à la station de comptage de Poutès depuis 1986 (Sources : LOGRAMI)	218
Figure 227 : Bilan des taux de transfert de saumon atlantique entre les stations de comptage de Vichy, Langeac et Poutès en 2021 et en moyenne interannuelle (à droite) (Sources : LOGRAMI).....	219
Figure 228 : Relation entre le 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 (Sources : LOGRAMI et Données hydro : DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)	219
Figure 229 : Réseau de stations de comptage géré par LOGRAMI sur le bassin de la Loire et leur espacement sur le bassin Loire amont-Arroux (Sources : LOGRAMI)	221
Figure 230: Bilan des taux de transfert de saumons atlantiques entre les stations de comptage Decize et Gueugnon sur l'axe Loire-Arroux depuis 2006 (Sources : LOGRAMI)	222
Figure 231 : Répartition des saumons comptabilisés à la station de Decize sur la Loire depuis 2012 et aux stations de comptage situées en amont (Sources : LOGRAMI)	222
Figure 232 : Bilan des passages des smolts à la station de comptage de Decize sur la Loire depuis 2009 (Sources : LOGRAMI).....	224
Figure 233 : Bilan des passages de smolts à la station de comptage de Saint-Pourçain-sur-Sioule sur la Sioule depuis 2017 (Sources : LOGRAMI)	224
Figure 234 : Bilan des passages des smolts à la station de comptage de Vichy sur l'Allier depuis 1997 (Sources : LOGRAMI).....	225
Figure 235 : Bilan des passages des smolts à la station de comptage de Langeac sur l'Allier depuis 2004 (Sources : LOGRAMI).....	225
Figure 236 : Bilan des passages des smolts dans la glissière de dévalaison du barrage de Poutès de 1999 à 2018.....	226
Figure 237 : Saumons ravalés en dévalaison observés en amont de l'usine hydroélectrique de Vieille Brioude sur le bassin de l'Allier (décembre 2009) (Sources : LOGRAMI).....	227
Figure 238 : Saumons ravalés en dévalaison observés à la station de comptage rive droite de Vichy (à gauche) et à l'entrée de la goulotte de dévalaison de Poutès (à droite) (Sources : LOGRAMI).....	227
Figure 239 : Pourcentages de saumons ravalés (n+1) par année de montaison (n) observés aux stations de Poutès, Vichy et Saint-Pourçain-sur-Sioule sur le bassin de l'Allier (Sources : LOGRAMI)	228

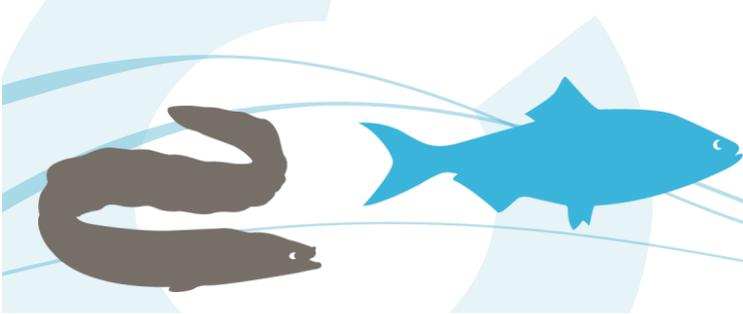


Figure 240 : Bilan des passages de truites de mer aux stations de comptage du bassin de la Loire depuis 1997.....	229
Figure 241 : Bilan des passages d'anguilles à la station de comptage de Descartes sur la Creuse depuis 2007 (comptage non exhaustif) (Sources : LOGRAMI).....	230
Figure 242 : Bilan des passages d'anguilles à la station de comptage de Châtellerault sur la Vienne depuis 2004 (comptage non exhaustif pour la dévalaison) (Sources : LOGRAMI).....	231
Figure 243 : Bilan des passages d'anguilles à la station de comptage de Decize sur la Loire depuis 2009 (comptage non exhaustif) (Sources : LOGRAMI).....	231
Figure 244 : Bilan des passages d'anguilles à la station de comptage de Gueugnon sur l'Arroux depuis 2006 (Sources : LOGRAMI).....	232
Figure 245 : Bilan des passages d'anguilles à la station de comptage de Roanne sur la Loire depuis 2012 (comptage non exhaustif) (Sources : LOGRAMI).....	233
Figure 246 : Bilan des passages d'anguilles à la station de comptage de Saint-Pourçain-sur-Sioule sur la Sioule depuis 2017 (Sources : LOGRAMI).....	233
Figure 247 : Bilan des passages d'anguilles à la station de comptage de Vichy sur l'Allier depuis 1997 (Sources : LOGRAMI).....	234
Figure 248 : Bilan des passages d'anguilles à la station de comptage de Langeac sur l'Allier depuis l'automne 2003 (Sources : LOGRAMI).....	235
Figure 249 : Bilan des passages d'anguilles jaunes à la station de comptage de Poutès sur l'Allier depuis l'automne 1986 (Sources : LOGRAMI).....	236
Figure 250 : Bilan des passages de mulets à la station de comptage de Descartes sur la Creuse depuis 2007.....	237
Figure 251 : Bilan des passages de mulets à la station de comptage de Châtellerault sur la Vienne depuis 2004.....	237
Figure 252 : Dispositif d'enregistrement audionumérique employé pour le suivi de la reproduction des aloses sur le bassin de la Loire en 2021 (de gauche à droite : détail du dispositif, mise en place du dispositif, détail du spectre audio d'un bull depuis le logiciel Audacity®).....	239
Figure 253 : Localisation des frayères potentielles d'aloses suivies en 2021 sur le bassin de la Loire.....	239
Figure 254 : Répartition par quart d'heure du nombre de bulls d'aloses entendus sur la frayère de Châtellerault en 2014 (n=6 684 bulls).....	240
Figure 255 : Répartition par quart d'heure du nombre de bulls d'aloses entendus sur deux périodes en 2014 (n=6 684 bulls).....	240
Figure 256 : Localisation des frayères potentielles d'aloses suivies en 2021 sur la Vienne.....	241
Figure 257 : Contextualisation des nuits suivies pour estimer la reproduction de l'alose en 2021 sur la Vienne en relation avec les passages à la station de comptage, la température estimée à Châtellerault et le débit à Ingrandes-sur-Vienne (Source hydro : SPCVCA Centre de Poitiers / Hydro – MEDD/DE).....	242
Figure 258 : Nombres de bulls d'aloses entendus par quart d'heure la nuit du 31/05/2021 sur la frayère du centre-ville de Châtellerault.....	242
Figure 259 : Nombre de jours positifs de l'Indice Hydrologique d'Attrait d'un Affluent (IHAA) de la Vienne par rapport à la Loire dans la période du 1 ^{er} février au 31 mai de 2007 à 2021 durant lesquels la Vienne a un attrait supérieur à la Loire.....	243
Figure 260 : Nombre de bulls d'aloses par nuit suivie de chaque année d'étude sur la frayère du centre-ville de Châtellerault sur la Vienne mis en relation avec les effectifs de la station de comptage de Châtellerault.....	244
Figure 261 : Nombre moyen de bulls par nuit suivie durant la période 2001-2008 et après 2009 (sans 2020) sur la frayère du centre-ville de Châtellerault sur la Vienne.....	245
Figure 262 : Localisation des frayères potentielles d'aloses suivies en 2021 sur le Cher.....	246
Figure 263 : Localisation des frayères potentielles d'aloses suivies en 2021 sur l'Allier.....	247
Figure 264 : Contextualisation des nuits de suivi de la reproduction des aloses en 2021 sur l'Allier dans le secteur « aval Moulins » en relation avec la température et les débits de l'Allier à Moulins(Sources : LOGRAMI et DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE).....	249



Figure 265 : Nombre de bulls par nuit suivie de chaque année d'étude sur la frayère d'aloses en aval du Pont de Régemortes sur l'Allier mis en relation avec les effectifs de la station de comptage de Vichy	250
Figure 266 : Contextualisation des nuits de suivi de la reproduction des aloses en 2021 sur l'Allier dans les secteurs situés en aval du barrage de Vichy (Vichy Rhue et les Petits Guinarads) en relation avec les passages à la station de comptage de Vichy, les températures à Moulins et les débits à Saint-Yorre (Sources : LOGRAMI et DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)	251
Figure 267 : Nombre de bulls par nuit suivie de chaque année d'étude sur la frayère d'aloses en aval Vichy au lieu-dit « Les Petits Guinarads » mis en relation avec les effectifs de la station de comptage de Vichy	252
Figure 268 : Localisation des frayères potentielles d'aloses suivies en 2021 sur la Loire en aval de Decize	253
Figure 269 : Contextualisation des nuits de suivi de la reproduction des aloses sur la Loire en 2021 dans le secteur « aval Decize » situé 1700 m en aval de l'ouvrage en relation avec les passages à la station de comptage de Decize, les températures à Decize et les débits à Nevers (Sources : LOGRAMI et DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)	254
Figure 270 : Nombre de bulls par nuit suivie de chaque année d'étude sur la frayère d'aloses d'Avril-sur-Loire mis en relation avec les effectifs de la station de comptage de Decize	255
Figure 271 : Secteurs identifiés dans le cadre du suivi de la reproduction de l'alose en Loire moyenne	256
Figure 272 : Contextualisation des nuits de suivi de la reproduction des aloses sur la Loire moyenne en 2021 avec les passages à la station de comptage de Decize, les températures à Saint Laurent-Nouan et les débits à Blois en 2021(Sources : LOGRAMI et DREAL Centre / Hydro – MEDD/DE)	257
Figure 273 : Activité moyenne de reproduction des frayères d'aloses suivies en Loire moyenne en 2021	258
Figure 274 : Bilan de l'activité de reproduction des aloses constatée sur les différents secteurs du bassin de la Loire en 2021	260
Figure 275 : Nombre annuel de bulls d'aloses par heure et par axe sur le bassin de la Loire entre 2009 et 2021 durant les années où les suivis ont été réalisés sur les trois axes (les données figurant en rouge ne sont pas à l'échelle)	261
Figure 276 : Évolution interannuelle du nombre de sites de reproduction de l'alose suivis par axe sur le bassin de la Loire de 2001 à 2021	262
Figure 277 : Évolution interannuelle du nombre de nuits suivies pour la reproduction de l'alose par axe sur le bassin de la Loire de 2001 à 2021	263
Figure 278 : Évolution du rapport « nids/géniteurs » de saumons à Vichy sur l'Allier depuis 2000.....	264
Figure 279 : Évolution du rapport « nids/géniteurs » de saumons à Poutès sur l'Allier depuis 2000..	265
Figure 280 : Relation entre le nombre de nids et de géniteurs de saumons comptabilisés à Poutès sur l'Allier depuis 2000 (sans 2009).....	265
Figure 281 : Débits moyens journaliers 2021 et débits de référence de la Gartempe à la station de Folles (Bessines) lors des échantillonnages (en gris) (Source : DREAL LIMOUSIN/HYDRO-MEDD/DE)	267
Figure 282 : Débits moyens journaliers 2021 et débits de référence de la Gartempe à la station de Saint-Victor-en-Marche lors des échantillonnages (en gris) (Source : DREAL LIMOUSIN/HYDRO-MEDD/DE)	267
Figure 283 : Stations échantillonnées pour le suivi de l'implantation des juvéniles de saumon en 2021 sur la Gartempe	268
Figure 284 : Evolution du nombre de stations échantillonnées par pêche à l'électricité selon le protocole des indices d'abondance de juvéniles de saumon sur les différents cours d'eau du bassin de l'Allier depuis 2000.....	270
Figure 285 : Localisation des stations d'échantillonnage de suivi d'abondance de juvéniles de saumon atlantique sur le bassin de l'Allier en 2021	271
Figure 286 : Nouvelle station d'échantillonnage « Indice d'Abondance » tacons 0+ sur l'Allier dans « l'ancienne » retenue du barrage de Poutès (1 000 m en amont du barrage) (secteur S2) (crédit : LOGRAMI)	272

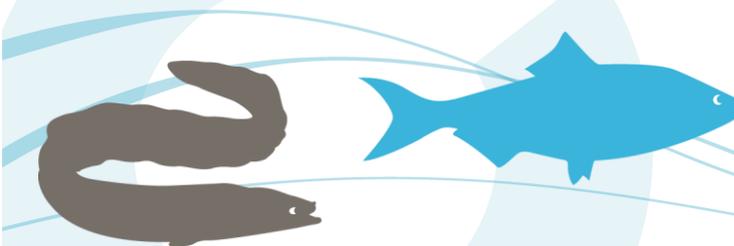


Figure 287 : Indices d'abondance tacons 0+ sur les 37 stations échantillonnées sur l'Allier en 2021 ..	274
Figure 288 :Indices d'abondance moyens sur le secteur S1 de l'Allier depuis 2001	275
Figure 289 :Indices d'abondance moyens tacons 0+ sur le secteur S2 de l'Allier depuis 2001	276
Figure 290 :Indices d'abondance moyens tacons 0+ sur le secteur S3 de l'Allier depuis 2001	276
Figure 291 :Indices d'abondance moyens tacons 0+sur le secteur S4 de l'Allier depuis 2001	277
Figure 292 :Indices d'abondance moyens tacons 0+sur le secteur S5 de l'Allier depuis 2001	277
Figure 293 : Evolution des indices d'abondance tacons 0+ sur les 5 secteurs de l'Allier et comparaison avec ceux de 2021	278
Figure 294 : Production de tacons 0+ d'automne de l'Allier selon leur origine présumée depuis 2000	279
Figure 295 : Productions de tacons d'automne 0+ des secteurs de l'Allier en 2021 et comparaison avec les maximums observés et théoriques (densité d'1 tacons 0+/m ² ERR)	280
Figure 296 : Indices d'abondance tacons 0+ sur la Sioule en 2021 (23 stations)	282
Figure 297 : Indices d'abondance moyens de tacons 0+ sur la Sioule depuis 2000.....	283
Figure 298 : Production de tacons 0+ d'automne de la Sioule depuis 2000	284
Figure 299 : Production de tacons 0+ d'automne de la Sioule en 2021 et comparaison avec les maximums observé et théorique (densité d'1 tacons 0+/m ² ERR).....	284
Figure 300 : Indices d'abondance tacons 0+ sur la Dore en 2021 (7 stations).....	285
Figure 301 : Indices d'abondance moyens sur la Dore depuis 2004.....	286
Figure 302 : Production de tacons 0+ d'automne de la Dore depuis 2004.....	287
Figure 303 : Production de tacons 0+d'automne de la Dore en 2021 et comparaison avec les maximums observé et théorique (densité d'1 tacons 0+/m ² ERR)	287
Figure 304 : Indices d'abondance tacons 0+ sur la Couze Chambon en 2021 (3 stations)	288
Figure 305 : Indices d'abondance moyens sur la Couze Chambon depuis 2017.....	289
Figure 306 : Production de tacons 0+ d'automne de la Couze Chambon depuis 2017	290
Figure 307 : Production de tacons 0+d'automne de la Couze Chambon en 2021 et comparaison avec les maximums observé et théorique (densité d'1 tacons 0+/m ² ERR).....	290
Figure 308 : Indices d'abondance tacons 0+ sur la Couze Pavin en 2021 (3 stations)	291
Figure 309 : Indices d'abondance moyens sur la Couze Pavin depuis 2017.....	292
Figure 310 : Production de tacons 0+ d'automne de la Couze Pavin en Aval du seuil de l'Hôpital Issoire depuis 2017.....	293
Figure 311 : Production de tacons 0+d'automne de la Couze Pavin en 2021 et comparaison avec les maximums observé et théorique (densité d'1 tacons 0+/m ² ERR).....	293
Figure 312 : Indices d'abondance tacons 0+ sur la Couze d'Ardes en 2021 (4 stations).....	294
Figure 313 : Indices d'abondance moyens de tacons 0+ sur la Couze d'Ardes depuis 2017.....	295
Figure 314 : Production de tacons 0+ d'automne de la Couze d'Ardes en aval du pont Barrège depuis 2017.....	296
Figure 315 : Production de tacons 0+ d'automne de la Couze d'Ardes en 2021 et comparaison avec les maximums observé et théorique (densité d'1 tacons 0+/m ² ERR).....	296
Figure 316 : Indices d'abondance tacons 0+ sur l'Alagnon en 2021 (17 stations).....	298
Figure 317 : Indices d'abondance moyens tacons 0+ sur le secteur S1 de l'Alagnon depuis 2004	299
Figure 318 : Indices d'abondance moyens tacons 0+ sur le secteur S2 de l'Alagnon depuis 2004	299
Figure 319 : Indices d'abondance moyens tacons 0+sur le secteur S3 de l'Alagnon depuis 2009	300
Figure 320 : Indices d'abondance moyens tacons 0+ sur le secteur S4 de l'Alagnon (Béal des Moulins) depuis 2010.....	300
Figure 321 : Ouvrage de limitation du débit du Béal à l'étiage installé en 2021 (Crédit : LOGRAMI)...	301
Figure 322 : Production de tacons 0+ d'automne de l'Alagnon depuis 2004.....	302
Figure 323 : Production de tacons d'automne 0+ des secteurs de l'Alagnon en 2021 et comparaison avec les maximums théorique (densité d'1 tacons 0+/m ² ERR) et observé.....	303
Figure 324 : Indices d'abondance tacons 0+ sur la Senouire en 2021 (3 stations).....	304
Figure 325 : Indices d'abondance moyens tacons 0+ sur la Senouire depuis 2017	305
Figure 326 : Production de tacons 0+ d'automne de la Senouire depuis 2017.....	306
Figure 327 : Production de tacons d'automne 0+ de la Senouire en 2021 et comparaison avec les maximums théorique (densité d'1 tacons 0+/m ² ERR) et observé.....	306

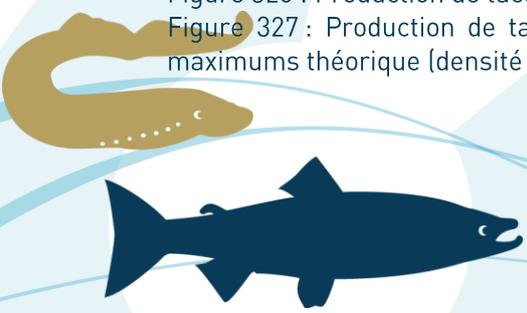


Figure 328 : Indice d'abondance tacons 0+ sur la Crouce en 2021 (1 station) et déversement d'alevins (APS)	307
Figure 329 : Indices d'abondance tacons 0+ sur la Desges en 2021 (4 stations)	308
Figure 330 : Indices d'abondance moyens tacons 0+ sur la Desges depuis 2017.....	309
Figure 331 : Production de tacons 0+ d'automne de la Desges depuis 2017	310
Figure 332 : Production de tacons d'automne 0+ de la Desges en 2021 et comparaison avec les maximums théorique (densité d'1 tacons 0+/m ² ERR) et observé.....	310
Figure 333 : Indices d'abondance tacons 0+ sur le Chapeauroux en 2021 (3 stations)	311
Figure 334 : Indice d'Abondance tacons 0+ sur la station du Chapeauroux "Aval Passerelle STEP Chapeauroux" en 2012, 2013, 2015 et 2021	312
Figure 335 : Production de tacons 0+ d'automne du Chapeauroux depuis 2012	313
Figure 336 : Production de tacons d'automne 0+ du Chapeauroux en 2021 et comparaison avec les maximums théorique (densité d'1 tacons 0+/m ² ERR) et observé.....	313
Figure 337 : Indices d'abondance tacons 0+ sur l'Espezonnette en 2021 (3 stations).....	314
Figure 338 : Production de tacons 0+ d'automne et part relative des différents cours d'eau du bassin de l'Allier en 2021	315
Figure 339 : Evolution de la production de tacons 0+ d'automne du bassin de l'Allier depuis 2010	316
Figure 340 : Production de tacons d'automne 0+ du bassin versant de l'Allier en 2021 et comparaison avec les maximums théorique (densité d'1 tacons 0+/m ² ERR) et observé.	316
Figure 341 : Part minimale de tacons 0+ natifs dans la production globale estimée du bassin de l'Allier depuis 2009.....	318
Figure 342 : Répartition de la production de tacons 0+ d'automne natifs du bassin de l'Allier en 2021 (sans les secteurs mixte natifs –déversés de l'Allier (S2, S4 et S5) et de la Sioule)	318
Figure 343 : Répartition des tacons 0+ d'automnes produits sur les différents cours d'eau du bassin de l'Allier depuis 2017.....	319
Figure 344 : Productivités moyennes des nids de saumon atlantique sur les secteurs S1 et S3 de l'Allier depuis 2010.....	320
Figure 345 : Productivités moyennes des nids de saumon atlantique sur les secteurs S2, S3 et S4 (Béal) de l'Alagnon depuis 2018.....	321
Figure 346 : Débit moyen journalier de l'Alagnon à Lempdes sur Alagnon durant les premiers stades de vie des juvéniles de saumons (incubation à post-émergence) pour les années 2018, 2019 et 2021 (source : http://www.hydro.eaufrance.fr).....	322
Figure 347 : Productivité des nids de saumon atlantique de la Sioule en amont des thermes de Châteauneuf les Bains depuis 2012.....	322
Figure 348 : Productivité des nids de saumon atlantique de la Sioule en amont des thermes de Châteauneuf les Bains et indice de perturbation hydrologique correspondant depuis 2012.....	323
Figure 349 : Relation entre la productivité des nids de saumon atlantique de la Sioule en amont des thermes de Châteauneuf les Bains et le débit de la Sioule (à gauche débit moyen journalier durant l'émergence ; à droite : débit moyen journalier maximum durant la période de vulnérabilité des juvéniles de saumons)	323
Figure 350 : Productivité des nids de saumon atlantique des secteurs non alevinés des principaux axe du bassin de l'Allier depuis 2010 (Allier S1-S2-S3 avant 2019 puis S1-S3 après 2019)	324
Figure 351 : Dendrogramme des actions menées dans le cadre de l'orientation C2 : Dynamique de population, traits de vie (Source LOGRAMI)	328
Figure 352 : Évolution de la répartition des classes d'âges de saumons aux stations de comptages d'entrée d'axe du bassin de la Loire en 2021 et en moyenne interannuelle (Sources : LOGRAMI)	329
Figure 353 : Évolution de la répartition des classes d'âges de saumons aux stations de comptages sur l'Allier en 2021 et en moyenne interannuelle (Sources : LOGRAMI)	330
Figure 354 : Comparaison des effectifs de saumon d'un an de mer entre 2021 et les données antérieures sur les différentes stations de comptage du bassin de la Loire (Sources : LOGRAMI)	331
Figure 355 : Comparaison des effectifs de saumon de deux ans de mer entre 2021 et les données antérieures sur les différentes stations de comptage du bassin de la Loire (Sources : LOGRAMI)	332

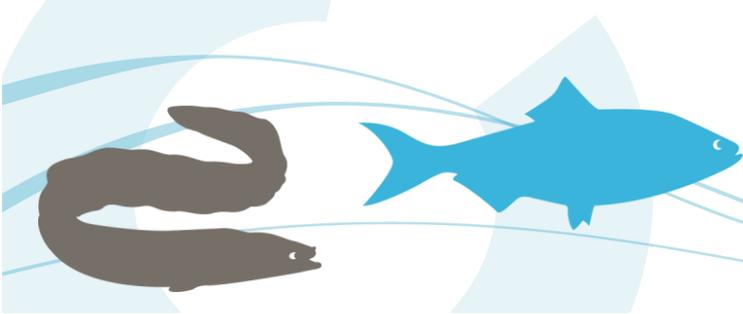


Figure 356 : Comparaison des effectifs de saumon de trois ans de mer entre 2021 et les données antérieures sur les différentes stations de comptage du bassin de la Loire (Sources : LOGRAMI) .333

Figure 357 : Taux de transfert des saumons de 2 et 3 étés de mer entre Vichy et Langeac sur l'Allier depuis 2004 avec moyennes internannuelles.....333

Figure 358 : Relation entre l'écart de la proportion de saumons de 3 étés de mer entre Vichy et Langeac et le débit moyen journalier sur la période Avril-Mai (migration printanière) à Saint-Yorre.....334

Figure 359 : Relation entre l'écart de la proportion de saumons de 3 étés de mer entre Vichy et Langeac et la température moyenne journalière pendant l'été (Juillet et Août) à Vichy (sans 2017 et 2018)335

Figure 360 : Effectifs des retours de saumons par classe d'âge suivant leur année de dévalaison à Descartes sur la Creuse depuis 2006 et Indice hydrologique calculé à Montmorillon pendant la dévalaison des smolts (Sources : LOGRAMI).....336

Figure 361 : Effectifs des retours de saumons par classe d'âge suivant leur année de dévalaison à Decize sur la Loire depuis 2008 et indice hydrologique calculé à Nevers pendant la dévalaison des smolts (Sources : LOGRAMI).....337

Figure 362 : Effectifs des retours de saumons par classe d'âge suivant leur année de dévalaison à Vichy sur l'Allier depuis 1995 et indice hydrologique calculé à Saint-Yorre pendant la dévalaison des smolts (Sources : LOGRAMI).....338

Figure 363 : Effectifs des retours de saumons par classe d'âge suivant leur année de dévalaison à Langeac sur l'Allier depuis 2001 et indice hydrologique calculé à Saint-Yorre pendant la dévalaison des smolts (Sources : LOGRAMI)339

Figure 364 : Effectifs des retours de saumons par classe d'âge suivant leur année de dévalaison à Poutès sur l'Allier depuis 1985 et indice hydrologique calculé à Saint-Yorre pendant la dévalaison des smolts (Sources : LOGRAMI)340

Figure 365 : Dimorphisme sexuel à l'automne entre une femelle de saumon atlantique (à gauche) et un mâle (à droite)340

Figure 366 : Dymorphisme sexuel chez le saumon atlantique observable à la station de comptage de Langeac sur l'Allier (femelle à gauche et mâle à droite)341

Figure 367 : Proportions de mâles et de femelles de saumon atlantique lors de la migration automnale à la station de comptage de Langeac sur l'Allier de 2016 à 2021342

Figure 368 : Distribution en taille par classes d'âges des aloses (n = 5 121) en Loire moyenne (Données issues du programme ALOSA produites par l'Université de Tours (CITERES IPAPE) et l'AAPPBLB)..343

Figure 369 : Répartition par classes d'âges des aloses aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire en 2021.....343

Figure 370 : Répartition des tailles moyennes (en cm) des anguilles mesurées à la station de comptage de Châtelleraut sur la Vienne depuis 2004 (n=43 094).....345

Figure 371 : Distribution en classes de taille (en cm) des anguilles comptées à la station de comptage de Châtelleraut sur la Vienne depuis 2004 (n=43 094).....345

Figure 372 : Classification des habitats larvaires chez les lamproies (Slade et al., 2003 ; Taverny et al., 2005).....346

Figure 373 : Classification des méso-habitats des larves de lamproies (Taverny et al., 2005)347

Figure 374 : Illustrations d'une pêche électrique d'échantillonnage des juvéniles de lamproie marine sur la Vienne.....347

Figure 375 : Critères d'identification des genres *Petromyzon* (à Gauche) et *Lampetra* (à Droite) (illustration : Keith Mutch ; Gardinier, 2003)348

Figure 376 : Répartition des habitats à juvéniles de lamproie marine échantillonnés en 2021 par rapport aux zones potentielles de frai du bassin de la Vienne349

Figure 377 : Répartition des habitats à juvéniles de lamproies échantillonnés en 2021 sur le bassin de la Vienne350

Figure 378 : Débits moyens journaliers 2021 et débits de référence de la Creuse à la station de Leugny lors des échantillonnages de juvéniles de lamproies (en gris) (Source : DREAL LIMOUSIN/HYDRO-MEDD/DE).....351

Figure 379 : Débits moyens journaliers 2021 et débits de référence de la Vienne à la station d'Ingrandes-sur-Vienne lors des échantillonnages de juvéniles de lamproies (en gris) (Source : DREAL LIMOUSIN/HYDRO-MEDD/DE)352



Figure 380 : Débits moyens journaliers 2021 et débits de référence de la Vienne à la station de Nouâtre lors des échantillonnages de juvéniles de lamproies (en gris) (Source : DREAL LIMOUSIN/HYDRO-MEDD/DE).....	352
Figure 381 : Localisation des densités d'ammocètes échantillonnées en 2021 sur le bassin de la Vienne	354
Figure 382 : Distribution par classes de taille des larves de lamproies marines échantillonnées en 2021 sur le bassin de la Vienne (n=383).....	355
Figure 383 : Décomposition de la distribution de classes de tailles des ammocètes échantillonnées en 2021 sur le bassin de la Vienne selon la méthode de Bhattacharya (1967) (n=383) (Sources : LOGRAMI et FiSATII)	356
Figure 384 : Répartition des cohortes de <i>Petromyzon marinus</i> en fonction de leur taille d'après l'étude « Validation of a relationship between statolith size and age of larval Great Lakes sea lamprey (<i>Petromyzon marinus</i>) » (Sources : Potts et al., 2015 et LOGRAMI)	357
Figure 385 : Evolution de l'effort d'échantillonnage et de la densité d'ammocètes sur le bassin de la Vienne depuis 2014	358
Figure 386 : Effectifs d'ammocètes de 2014 à 2021 par année d'échantillonnage sur le bassin de la Vienne (estimation par la méthode de Bhattacharya(1967))	358
Figure 387 : Localisation des ammocètes 0+ échantillonnées en 2021 et de 2016 à 2020 sur le bassin de la Vienne	360
Figure 388 : Nombre d'individus du genre <i>Lampetra</i> échantillonnés de 2014 à 2021 et nombre de stations échantillonnées sur le bassin de la Vienne	361
Figure 389 : Localisation des densités d'ammocètes du genre <i>Lampetra</i> en 2021 et front de colonisation de 2014 à 2021 sur le bassin de la Vienne (limite d'étude à Châtellerault sur la Vienne).....	362
Figure 390 : Dendrogramme des actions menées dans le cadre de l'orientation C1E du PLAGEPOMI : L'évolution de la colonisation des bassins par les espèces « envahissantes prédatrices » (Source LOGRAMI)	366
Figure 391 : Stations de comptage du bassin de la Loire permettant le comptage des passages de silures (Sources : LOGRAMI).....	366
Figure 392 : Effectifs de silures cumulés sur l'ensemble des stations de comptage du bassin de la Loire depuis 2012 (Saint-Pourçain-sur-Sioule depuis 2017) (Sources : LOGRAMI)	367
Figure 393 : Répartition des effectifs moyens de silures aux stations de comptage du bassin de la Loire entre la période 2012-2020 et 2021 (Sources : LOGRAMI).....	368
Figure 394 : 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 (Sources : LOGRAMI)	369
Figure 395 : Comparaison des rythmes de migration des silures aux différentes stations de comptage du bassin de la Loire en 2021 (Sources : LOGRAMI).....	369
Figure 396 : Passages horaires des silures aux stations de comptage du bassin de la Loire depuis le début des suivis (n=9 103) et en 2021 (n=1 214) (Sources : LOGRAMI)	370
Figure 397 : Dendrogramme des actions menées dans le cadre de l'orientation C4 du PLAGEPOMI : Soutien d'effectifs (Source LOGRAMI)	373
Figure 398 : Répartition des passages de saumons en rive droite par classes horaires devant la vitre de comptage de Vichy (Allier) les jours avec et sans piégeage sur la période 2009-2013 (Sources : LOGRAMI)	374
Figure 399 : Répartition des passages de saumons en rive droite par classes horaires devant la vitre de comptage de Vichy (Allier) les jours avec et sans piégeage sur la période 2014-2021 (Sources : LOGRAMI)	375
Figure 400 : Répartition des passages de saumons en rive droite par classes horaires de leur passage devant la vitre de comptage de Vichy (Allier) les jours avec et sans piégeage en 2021 (Sources : LOGRAMI)	375
Figure 401 : Part de la population échantillonnée de saumon atlantique en fonction du nombre d'heures de piégeage annuel à Vichy sur l'Allier depuis 2009 (Sources : LOGRAMI).....	378

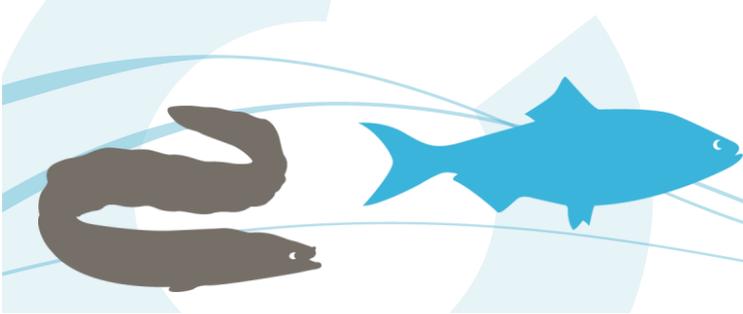


Figure 402 : Rapport entre le nombre de jours de piégeage de saumons et le nombre de jours de migration printanière à Vichy sur l'Allier depuis 2009 (Sources : LOGRAMI et CNSS).....	378
Figure 403 : CPUE pour chaque campagne de piégeage de saumons atlantiques du CNSS à Vichy sur l'Allier depuis 2009 (Sources : LOGRAMI et CNSS).....	379
Figure 404 : Répartition par semaine des captures de saumons réalisées par le CNSS à Vichy sur l'Allier en 2021 (Sources : CNSS).....	379
Figure 405 : Proportion de saumons capturés à Vichy (Allier) par le CNSS après 14h depuis 2017 (Sources : CNSS).....	380
Figure 406 : Effectifs de saumons piégés et migrants sur la période de migration (début mars à fin juin) observés dans les passes à poissons de Vichy (Allier) en 2021 (Sources : LOGRAMI).....	381
Figure 407 : Comparaison du rythme migratoire et des captures de saumons atlantiques à Vichy sur l'Allier en 2021 (Sources : LOGRAMI).....	381
Figure 408 : Droite de régression captures /migration des saumons par semaine à Vichy sur l'Allier en 2021 (Sources : LOGRAMI).....	382
Figure 409 : Comparaison de la répartition des classes de tailles des saumons migrants observés à Vichy (Allier) en 2021 avec celles des individus piégés (Sources : LOGRAMI).....	383
Figure 410 : 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 2009-2020 (Sources : LOGRAMI).....	383
Figure 411 : Comportement des saumons après leur première visualisation à la station de comptage rive droite de Vichy sur l'Allier en 2021 en fonction du piégeage (Sources : LOGRAMI).....	384
Figure 412 : 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 (Sources : LOGRAMI).....	385
Figure 413 : Localisation des quatre stations de pêche d'échantillonnage de juvéniles de saumon sur le Renaison en 2021 (Sources : LOGRAMI).....	386
Figure 414 : Schéma de principe du calcul de la production automnale de tacons 0+ de l'incubateur implanté sur le Renaison à Riorges (42) (ERR : Equivalents Radiers-Rapides = 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).....	387
Figure 415 : Stations échantillonnées pour le suivi de l'implantation des juvéniles de saumon en 2021 sur la Gartempe (Sources : LOGRAMI).....	391
Figure 416 : Evolution des quantités d'alevins de pisciculture déversées sur les secteurs de l'Allier depuis 2010 (Sources : LOGRAMI et EPL).....	393
Figure 417 : Répartition des quantités et des densités d'alevins de saumon de pisciculture et d'incubateurs déversés sur les différents cours d'eau du bassin de l'Allier en 2021 (Sources : LOGRAMI).....	394
Figure 418 : Répartition des tacons 0+ issus de déversements d'alevins de pisciculture sur les différents cours d'eau du bassin de l'Allier en 2021 et taux d'implantation moyens correspondants (Sources : LOGRAMI).....	396
Figure 419 : Taux d'implantation moyens des juvéniles de saumon déversés sur le secteur S2 de l'Allier pendant les périodes 2001-2007 et 2019-2021 (Sources : LOGRAMI, Conseil Supérieur de la Pêche et Etablissement Public Loire).....	397
Figure 420 : Taux d'implantation moyens des juvéniles de saumon déversés sur le secteur S4 de l'Allier depuis 2010 (Sources : LOGRAMI et Etablissement Public Loire).....	398
Figure 421 : Taux d'implantation moyens des juvéniles de saumon déversés sur la Sioule depuis 2010 (Sources : LOGRAMI).....	399
Figure 422 : Relation entre le taux d'implantation des alevins de saumon déversés sur la Sioule et le débit moyen journalier maximum de la Sioule mesuré à Châteauneuf les Bains entre le déversement des alevins de pisciculture et l'échantillonnage automnal (source : http://www.hydro.eaufrance.fr).....	399
Figure 423 : 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).....	401
Figure 424 : Evolution des déversements de smolts marqués sur la Gartempe depuis 2009 (Données : EPL / CNSS).....	402

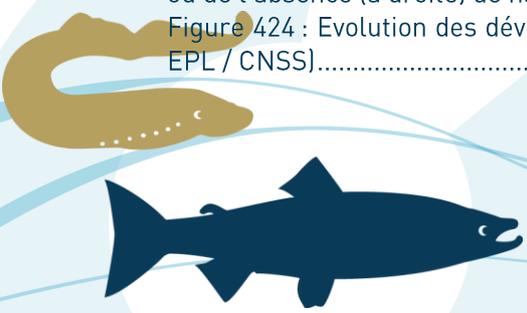


Figure 425 : Evolution du nombre de smolts marqués dévalants sur le bassin de l'Allier de 2003 à 2017 (Données : EPL/CNSS).....	403
Figure 426 : Comparaison des taux de retours de smolts entre sous-bassins du bassin de la Loire pour les dévalaisons de 2009 à 2017 (Sources : LOGRAMI)	404
Figure 427 : Evolution des déversements d'alevins de saumon nourris sur la Gartempe depuis 2006 (Données : EPL / CNSS).....	405
Figure 428 : Comparaison des taux de retours des saumons déversés aux stades pré-smolts et alevins sur la Gartempe de 2009 à 2018.....	405
Figure 429 : Bilan des déversements d'alevins de saumon sur le bassin de l'Arroux depuis 1998 (Données : EPL / CNSS).....	406
Figure 430 : Comparaison des taux de retours des saumons déversés aux stades pré-smolts et alevins sur l'Arroux de 2009 à 2017 (Sources : LOGRAMI).....	407
Figure 431 : Origines des saumons comptabilisés aux stations de comptage du bassin de la Loire depuis les premiers retours de saumons sans adipeuse jusqu'en 2020 (Sources : LOGRAMI).....	408
Figure 432 : Origines des saumons comptabilisés aux stations de comptage du bassin de la Loire en 2021 (Sources : LOGRAMI).....	408
Figure 433 : Evolution de la composition de la population de saumon atlantique (avec adipeuse/sans adipeuse) à la station de comptage de Descartes sur la Creuse depuis 2007 (Sources : LOGRAMI) ...	409
Figure 434 : Retours de saumons à Descartes sur la Creuse suivant leurs années de dévalaison sur la période 2006-2018 (Sources : LOGRAMI).....	410
Figure 435 : Proportion des saumons sans adipeuse de retour à Descartes sur la Creuse en fonction des années de dévalaison au regard des quantités déversées de smolts par année de 2009 à 2018 (Sources : LOGRAMI).....	410
Figure 436 : Evolution des proportions de saumons selon leur origine à la station de comptage de Vichy depuis 2005 (Sources : LOGRAMI).....	412
Figure 437 : Evolution du nombre de saumons selon leur origine à la station de comptage de Vichy de 2005 à 2021 et extrapolation pour 2022 et 2023 (Sources : LOGRAMI).....	412
Figure 438 : Proportion de saumons sans adipeuse aux stations de comptage de Vichy et Langeac sur l'Allier depuis 2004 (Sources : LOGRAMI).....	413
Figure 439 : 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 (Sources : LOGRAMI).....	414
Figure 440 : 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 2005-2021 (2 ans de mer) / 2006-2021 (3 ans de mer) (Sources : LOGRAMI)	415
Figure 441 : 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 2005-2020 (2 ans de mer) / 2006-2020 (3 ans de mer) (Sources : LOGRAMI)	415
Figure 442 : Dendrogramme des actions menées dans le cadre de l'orientation G3 en 2021 : transfert des connaissances	420
Figure 443 : Effectifs annuels d'aloses aux stations de comptages compilés à l'échelle nationale (Source Legrand et al., 2020)	421
Figure 444 : Répartition et logos des Associations Migrateurs en 2021.....	421
Figure 445 : Exemple d'une page du site web en cours d'étude pour les données de stations de comptage sur les aloses le 21 septembre 2021 (Sources LOGRAMI)	422
Figure 446 : 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 2021	423
Figure 447 : 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 permanent de 2015 à 2021	424

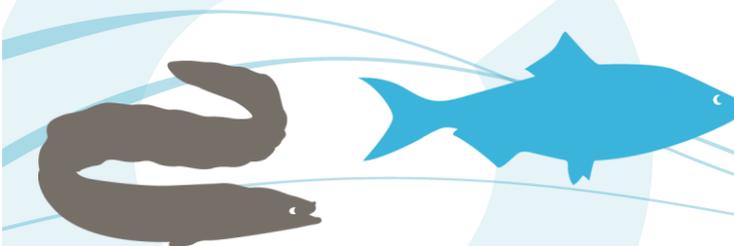


Figure 448 : Nombres moyens de restitutions d'un ou plusieurs jours concernant les informations diffusées dans le cadre du programme de recherches appliquées en faveur des poissons migrateurs sur le bassin de la Loire par mois de 2015 à 2020 (excepté les réunions opérationnelles) et par agent par mois en 2021.....	424
Figure 449 : 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 2021.....	425
Figure 450 : Répartition par types des réunions auxquelles ont participé les agents de LOGRAMI avec les acteurs de bassin de 2015 à 2021	426
Figure 451 : Capture d'écran des restitutions sous forme de visio-conférences (Sources : LOGRAMI)	427
Figure 452 : Nombre de participants présents aux restitutions de LOGRAMI organisées depuis 2017 et en visio-conférence depuis 2020 (Sources LOGRAMI).....	427
Figure 453 : Nombre de participants par principaux organismes présents lors des restitutions par année (Sources LOGRAMI).....	428
Figure 454 : Visuel de la plaquette Actions phares 2020 réalisée et publiée en 2021 (Source : LOGRAMI)	429
Figure 455 : Téléchargements sur le site web de LOGRAMI par thème et par an (Sources LOGRAMI).....	431
Figure 456 : Téléchargements des éléments de publication par an à partir du site web de LOGRAMI	432
Figure 457 : Annonce de la conférence sur le saumon dans le cadre du Festival Nature et Culture sur l'Alagnon en 2021 (Source : SIGAL).....	432
Figure 458 : Nombre de présences d'un agent de LOGRAMI à une manifestation d'information vers le grand public (Sources LOGRAMI).....	433
Figure 459 : Captures d'écran de présentations lors des Rencontres Migrateurs 2021.....	435
Figure 460 : Nombre de participants uniques par année des Rencontres Migrateurs (Sources LOGRAMI)	436
Figure 461 : Nombre de participants par jour par année des Rencontres Migrateurs (Sources LOGRAMI)	436
Figure 462 : Représentations des différentes catégories d'organismes durant les Rencontres Migrateurs 2021	437
Figure 463 : Portée géographique des Rencontres Migrateurs selon les années.....	438
Figure 464 : Nombre de départements différents représentés lors des Rencontres Migrateurs selon les années.....	438
Figure 465 : Séquences vidéos disponibles sur le site web de LOGRAMI (Sources LOGRAMI).....	440
Figure 466 : Statistiques du nombre de visites du site internet de LOGRAMI de 2009 à 2021	440
Figure 467 : Nombre de visiteurs du site web de LOGRAMI uniques ou nouveaux par an de 2014 à 2021	441
Figure 468 : Nombre d'utilisateurs actifs du site internet de LOGRAMI par jour en 2021	441
Figure 469 : Statistiques du nombre moyen mensuel de visites du site internet de LOGRAMI de 2015 à 2021	442
Figure 470 : Proportion en âge du nombre de connexions du site internet de LOGRAMI et de la page Facebook en 2021.....	442
Figure 471 : Origines géographiques par régions des visiteurs du site web de LOGRAMI de 2015 à 2021	443
Figure 472 : Nombre de lettres « LOGRAMI Actu' » envoyées par mail de LOGRAMI de 2015 à 2021	443
Figure 473 : Nombre moyen de destinataires par lettre « LOGRAMI Actu' » de 2015 à 2021	444
Figure 474 : Nombre de personnes ayant vu la page Facebook de LOGRAMI par mois en 2020 et 2021	445
Figure 475 : Répartition par sexe et classes d'âge des visiteurs de la page Facebook de LOGRAMI en 2021.....	445
Figure 476 : Nombre de posts par type de média sur la page Facebook de LOGRAMI de 2019 à 2021	446
Figure 477 : Proportion d'impressions par nombre de posts par type de média sur la page Facebook de LOGRAMI.....	446

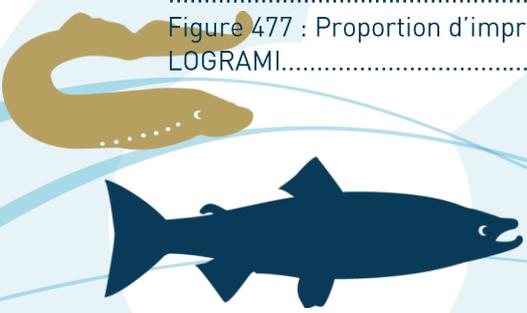
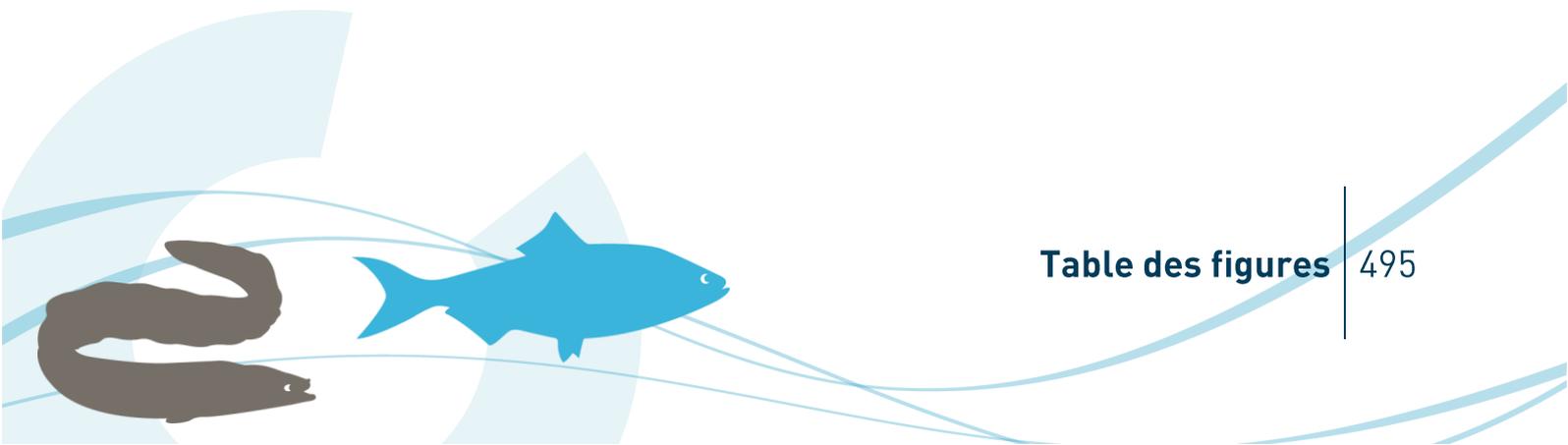


Figure 478 : Aperçu panoramique des 14 visuels de l'exposition « Grands Migrateurs de Loire »..... 447
Figure 479 : Durée d'exposition au public et nombre d'emprunts de « Grands Migrateurs de Loire » de
2010 à 2021 (deux jeux d'exposition à partir de 2013)..... 448
Figure 480 : Programme du Festival Nature et Culture sur l'Alagnon accueillant l'exposition itinérante
et une conférence de LOGRAMI en 2021 (Sources SIGAL, 2021)..... 449
Figure 481 : Lieux et départements d'exposition de « Grands Migrateurs de Loire » de 2010 à 2021 .450



13. Table des tableaux

Tableau 1 : Structuration du programme de recherches appliquées porté par LOGRAMI selon les orientations du PLAGEPOMI.....	10
Tableau 2 : Classes de granulométrie utilisées pour la description de la granulométrie des faciès (classification de Wentworth (1922) simplifiée par LOGRAMI (Cosyns <i>et al.</i> , 2013).....	15
Tableau 3 : Bilan des prospections de terrain lors de la cartographie des habitats sur le secteur S1 de l'Allier en 2021 (LOGRAMI et http://www.hydro.eaufrance.fr).....	18
Tableau 4 : Bilan de la description des habitats et de la quantification des habitats potentiels pour le développement des juvéniles de saumon atlantique sur le secteur S1 de l'Allier entre Naussac et le seuil du camping de la Bastide en 2021	20
Tableau 5 : Surfaces des faciès lentiques induites par les 5 ouvrages référencés (ROE) sur le secteur S1 de l'Allier entre Naussac et Bastide-Putlaurent cartographié en 2021	22
Tableau 6 : Comparaison des quantifications d'habitats du secteur S1 de l'Allier réalisées en 1999 et en 2021	24
Tableau 7 : Comparaison de la répartition des faciès lentiques et lotiques du secteur S1 de l'Allier en 1999 et en 2021.....	24
Tableau 8 : Stations hydrologiques de référence et secteurs associés utilisées pour la caractérisation des débits sur le bassin de la Loire en 2021 (Sources : banque hydro : www.hydro.eaufrance.fr)	32
Tableau 9 : Fonctionnement du réseau d'enregistreurs thermiques suivi par LOGRAMI sur le bassin de la Loire en 2021 (Sources : LOGRAMI).....	43
Tableau 10 : Localisation des sondes de suivi des températures de Roanne sur la Loire, Châteauneuf les Bains sur la Sioule, Monistrol d'Allier sur l'Allier, de Riorges sur le Renaison et d'Argenton sur la Creuse par rapport aux barrages situés en amont (Sources : LOGRAMI).....	45
Tableau 11 : Préféremdum de températures pour la migration du saumon atlantique (Sources : AEAG, 2018).....	49
Tableau 12 : Préféremdum de températures pour la survie estivale du saumon atlantique (Sources : AEAG, 2018)	53
Tableau 13 : Evaluation et comparaison du pourcentage de jours avec des débits cinq fois supérieurs au module des rivières sur les secteurs de reproduction des saumons en 2021 (Sources : LOGRAMI).....	60
Tableau 14 : Préféremdum de températures pour la migration de l'aloise (AEAG, 2018)	63
Tableau 15 : Préféremdum de températures pour la migration de la lamproie marine (AEAG, 2018) ..	68
Tableau 16 : Préféremdum de températures pour la migration de l'anguille (Elie, 1994).....	75
Tableau 17 : Récapitulatif du déroulement des prospections des zones de reproduction de saumon atlantique sur l'ensemble du bassin de l'Allier en 2021 (Source : LOGRAMI)	102
Tableau 18 : Caractéristiques techniques des émetteurs F1710 de marque ATS utilisés lors de l'étude de dévalaison des smolts sur la Gartempe en 2021	133
Tableau 19 : 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 et la Creuse en 2021	138
Tableau 20 : Récapitulatif des périodes de mise en eau des passes à poissons du bassin de la Loire en 2021.....	154
Tableau 21 : Récapitulatif des périodes de fonctionnement des stations de comptage du bassin de la Loire en 2021.....	160
Tableau 22 : Calendriers migratoires des poissons migrateurs en fonction des zones géographiques et des phases de migration de montaison ou de dévalaison.....	201
Tableau 23 : Récapitulatif de l'effort de prospection et de l'activité de reproduction de l'aloise sur l'Allier (aval de Vichy) en 2021	248
Tableau 24 : Récapitulatif de l'effort de prospection et de l'activité de reproduction de l'aloise sur la Loire en aval de Decize en 2021.....	253
Tableau 25 : Récapitulatif de l'effort de prospection et de l'activité de reproduction des aloses sur les frayères actives de la Loire moyenne en 2021	257



Tableau 26 : Bilan spatio-temporel de l'activité de reproduction des aloses sur les différents secteurs du bassin de la Loire suivis en 2021	259
Tableau 27 : Secteurs de l'Allier et nombre de stations d'échantillonnage de suivi d'abondance de juvéniles de saumon atlantique imparties en 2021.....	272
Tableau 28 : Conditions hydrologiques lors des échantillonnages « Indice d'abondance tacons » sur le bassin de l'Allier en 2021 (source : http://www.hydro.eaufrance.fr).....	273
Tableau 29 : Bilan de l'estimation de la production de tacons 0+ d'automne des différents secteurs de l'Allier en 2021	279
Tableau 30: Densités de tacons 0+ d'automne (ind./m ² d'ERR) en 2021 et maximales observées.....	281
Tableau 31 : Bilan de l'estimation de la production de tacons 0+ d'automne des 2 secteurs de la Sioule en 2021.....	283
Tableau 32 : Bilan de l'estimation de la production de tacons 0+ d'automne de la Dore en 2021.....	286
Tableau 33 : Bilan de l'estimation de la production de tacons 0+ d'automne de la Couze Chambon en 2021.....	289
Tableau 34 : Bilan de l'estimation de la production de tacons 0+ d'automne de la Couze Pavin en 2021	292
Tableau 35 : Bilan de l'estimation de la production de tacons 0+ d'automne de la Couze d'Ardes en aval du pont Barrège en 2021	295
Tableau 36: Bilan de l'estimation de la production de tacons 0+ d'automne des Couze(s) comparativement au secteur S5 de l'Allier en 2021	297
Tableau 37 : Bilan de l'estimation de la production de tacons 0+ d'automne des différents secteurs de l'Alagnon en 2021.....	301
Tableau 38 : Bilan de l'estimation de la production de tacons 0+ d'automne de la Senouire en 2021.....	305
Tableau 39 : Bilan de l'estimation de la production de tacons 0+ d'automne de la Cronic en 2021	307
Tableau 40 : Bilan de l'estimation de la production de tacons 0+ d'automne de la Desges en 2021 ...	309
Tableau 41 : Bilan de l'estimation de la production de tacons 0+ d'automne de le Châteauroux en 2021	312
Tableau 42 : Proportion de saumons de 3 étés entre Vichy et Langeac sur l'Allier et delta de différence (Sources : LOGRAMI).....	334
Tableau 43 : Récapitulatif des vidéos de passages de saumon atlantique conservées à Langeac sur l'Allier entre 2016 et 2021.....	341
Tableau 44 : Distributions des fréquences d'anguilles en pourcentage par classes de tailles en fonction des horaires de mesures à la station de Châtellerault sur la Vienne (2004-2020) (n=41 282).....	344
Tableau 45 : Récapitulatif des résultats d'échantillonnage de juvéniles de lamproie marine par rivière et type d'habitats en 2021 sur le bassin de la Vienne (Sources : LOGRAMI)	355
Tableau 46 : Effort d'échantillonnage des campagnes de piégeage de saumons adultes à Vichy sur l'Allier pour la pisciculture du CNSS depuis 2009 (Sources : CNSS).....	376
Tableau 47 : Indices d'abondances en juvéniles de saumon printaniers et automnaux sur le Renaison depuis 2015 (Sources : LOGRAMI).....	388
Tableau 48 : Production automnale de tacons 0+ de l'incubateur du Renaison depuis 2015 (Sources : LOGRAMI)	388

